



**Tervezői kézikönyv
a Water Stewardship koncepció mentén**

Készült a LIFE19 CCA/HU/001320 LIFE-CLIMCOOP projekt keretében

Készítette:

Miskolci Egyetem

2023. június

1. BEVEZETÉS

1.1. KIADVÁNY RENDELTETÉSE

Széles körben ismert és elfogadott álláspont szerint **az éghajlatváltozás a 21. század egyik legnagyobb kihívása**. Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló érdemi intézkedések és beruházások nélkül a Föld légkörének átlaghőmérséklete a 21. század második felére olyan mértékben emelkedhet, hogy az visszafordíthatatlan láncreakciókhoz vezethet, amelyek örökre megváltoztatják az elmúlt évszázadokban megszokott éghajlati viszonyokat, és olyan éghajlatot eredményeznek a Földön, amely alatt az emberiség még soha nem élt történelme során. Ennek a folyamatnak a kezdete már ma is látható és mérhető. A változások mindenekelőtt a szélsőséges időjárási események, mint például a hóhullámok, viharok, özönvízszerű esőzések és aszályok gyakoriságának és intenzitásának fokozódásában nyilvánulnak meg. Ezek a jelenségek közvetlenül és közvetve is veszélyt jelentenek az emberiségre, beleértve hazánk lakosságát is, például azáltal, hogy optimális feltételeket teremtenek az árvizekhez, a vízhiányhoz és a betegségek terjedéséhez. E változások egy része – legalábbis néhány évtizedig – még akkor is bekövetkezne, ha az üvegházhatású gázok kibocsátása a jelenlegi szint töredékére csökkenne. De sajnos nem ez a helyzet, a Föld egészét tekintve az emisszió folyamatosan növekszik.

Ezért **alapvető jelentőséggel bír, hogy a jövő egyre szélsőségesebbé váló éghajlatához való tudatos alkalmazkodás a projektek tervezése és végrehajtása során is messzemenően érvényesüljön**. Az összes projekt típus közül talán az infrastruktúra fejlesztését célzó projektek

vannak a leginkább kitéve az éghajlatváltozás miatt módosuló időjárási körülményeknek, főként a tervezett élettartamuk miatt. Ha a változó klimatikus feltételek, az azokhoz való alkalmazkodás szempontjai nem kerülnek figyelembevételre a tervezés során, az infrastruktúra hosszú távú fenntartása számos nehézséggel és ezáltal komoly költségekkel járhat. **Összességében a korai és tudatos felkészülés minden szempontból a legbiztonságosabb és leghatékonyabb megoldás**. Az infrastrukturális beruházások klímabiztossá tétele tehát számos előnnyel jár az infrastruktúra üzemeltetője és a felhasználók számára.

Jelen kiadvány abból a megfontolásból készült, hogy áttekintést nyújtson a várostervezők, illetve különböző infrastrukturális fejlesztéseket tervezők számára mindazon lehetőségekről, amelyek megvalósításával érdemben mérsékelhetők, vagy akár meg is előzhetők az éghajlatváltozás által a településre, illetve a kialakítandó infrastrukturális létesítményre gyakorolt közvetlen, vagy közvetett káros hatások. A kiadvány nem kíván részletekbe menő útmutatást nyújtani e lehetőségek megvalósításának pontos technológiai eljárásairól, műszaki, vagy ökológiai követelményeiről, hiszen célja és terjedelme ezt nem teszi lehetővé. Elsődleges célunk inkább az, hogy lehetőség szerint teljeskörű áttekintést nyújtsunk az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást szolgáló beavatkozási lehetőségekről, amelyek közül kiválaszthatók azok, amelyek a konkrét tervezett fejlesztés esetében relevánsak és megvalósíthatók. Az azok gyakorlati kivitelezéséhez szükséges információkat pedig a kiadványban összegyűjtött [szakirodalomból](#) lehet megismerni.

1.2. KIADVÁNY CÉLCSOPORTJA

Jelen kiadvány elsődleges célcsoportját olyan tervezők képezik, akik egy település, vagy településrész, vagy akár konkrét létesítmény kialakításának, hasznosításának koncepcióját dolgozzák ki. Azaz arra vonatkozó elképzeléseket alakítanak ki és terjesztenek a döntéshozók elé, hogy milyen módon legyen hasznosítva egy terület, illetve, hogy a tervezett fejlesztések, beruházások milyen formában valósuljanak meg rajta. Az érintett terület nagysága szerint e tervezők különböző háttérű, eltérő munkakörökben dolgozó és különböző képzettséggel rendelkező szakemberek lehetnek.

A települési, településrészi szint esetében a kiadvány elsődlegesen a polgármesteri hivatalokban dolgozó településfejlesztő, építész, környezetvédelmi, vízgazdálkodási szakemberek érdeklődésére tart számot – beleértve a fejlesztési koncepciók és programok, valamint a rendezési típusú eszközök kidolgozásáért felelős munkatársakat is –, ugyanakkor szintén célcsoportjának tekinti a fenti szakembereket támogató tervező, tanácsadó cégek szakértőit is. Egyes konkrét létesítmények esetében a kiadvány főleg a beruházó vállalkozások azon munkatársait kívánja megszólítani, akik javaslatokat fogalmazznak meg a tervezett fejlesztések jellegéről, összetételéről, így pl. lakóterületek kialakításánál a csapadékvíz-elvezető-rendszerek kiépítésének módjáról, vagy ipari területek esetében a zöldfelületek alakításáról. De azoknak az igényeit is szem előtt tartottuk, akik egy-egy kisebb méretű, már meglévő létesítmény (pl. oktatási intézmény, vállalkozás) vezetőjeként vagy munkatársaként, esetleg azokat támogató külső tanácsadóként alacsonyabb költségigényű, aránylag egyszerűbben megvalósítható

beruházással ellenállóbbá kívánják tenni a rendelkezésükre álló infrastruktúrát az egyre szélsőségesebbá váló éghajlati hatásokkal szemben.

A fenti tág célcsoport megszólítását azt teszi lehetővé, hogy a **kiadvány** nem nyújt részletekbe menő útmutatást az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást célzó lehetőségek megvalósítási módjairól, hanem – mintegy menüjelleggel – inkább áttekintést nyújt azokról. **Célja elsődlegesen ötletadás, és nem technikai útmutatás,** célcsoportját ezért is képezik inkább a koncepcióalkotással foglalkozó szakemberek és nem feltétlenül szakági tervezők. Ugyanakkor a gyakorlati kivitelezéshez szükséges technikai információ megismerése érdekében a kiadvány szakirodalmi hivatkozásokat is tartalmaz.

1.3. KONCEPCIONÁLIS HÁTTÉR

A kiadványban megfogalmazott beavatkozási lehetőségek kiválasztásának elméleti háttérét az ún. Water Stewardship koncepció képezi. E megközelítés eredetileg a vállalati szférára lett kidolgozva. Lényege, hogy a vállalatok az általuk előállított, vagy szolgáltatott termékek életciklusában érintett szereplők bevonásával igyekeznek minél hatékonyabb vízgazdálkodást megvalósítani úgy, hogy – a saját közvetlen környezetükön túl – a vízgyűjtő terület távolabbi részein jelentkező hatásokat is figyelembe veszik. Valójában tehát a **Water Stewardship koncepció egy tudatos vízgazdálkodásra irányuló, valamennyi érintett fél bevonásával zajló, holisztikus szemléletet tükröző tervezési és menedzsment megközelítésnek tekinthető.**

Jelen kiadvány keretében ugyanakkor a Water Stewardship megközelítést az eredeti koncepciónál tágabban értelmezzük, leginkább annak két meghatározó elemére helyezük a hangsúlyt. Egyrészt arra, amely a települési, térségi vízhasználók közös szerepvállalásának, erőfeszítésének jelentőségét emeli ki, másrészt arra, hogy a vízgazdálkodást érintő döntések meghozatala során valamennyi vízhasználatot és arra gyakorolt hatást komplexen, egymásra gyakorolt összefüggéseik mentén kell értelmezni. **A Water Stewardship koncepcióban megjelenő és jelen kiadvány keretében hangsúlyosan kezelt hívószó tehát az együttműködés és a komplexitás.** Ebből fakadóan jelen kiadvány célcsoportjába nem csak vállalati szakemberek, hanem településtervezők, illetve különböző közintézmények döntéselőkészítő munkatársai, valamint tanácsadó cégek szakértői is beletartoznak.

A vízgazdálkodással összefüggő kihívások kapcsán napjainkban megkerülhetetlen az éghajlatváltozás szerepe és jelentősége. Gyakorlatilag az éghajlatváltozás valamennyi következménye közvetlenül, vagy közvetve befolyásolja a vizek mennyiségi és minőségi jellemzőit, a vízkészletek hasznosításának lehetőségeit. Éppen ezért, amennyiben a cél egy olyan, Water Stewardship koncepcióhoz igazodó vízgazdálkodási megközelítés érvényesítése, amely egy térségben, vagy településen élő lakosság, az ott működő intézmények és vállalatok számára összhangot teremt a környezeti fenntarthatóság, a társadalmi méltányosság és a gazdasági előnyök között, megkerülhetetlen az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás szempontjainak beépítése valamennyi helyi fejlesztésbe. Kiemelkedően fontos, hogy – összhangban a Water Stewardship koncepció komplexitást hangsúlyozó megközelítésével – nem csak azt kell vizsgálni, hogy az éghajlatváltozás miként befolyásolja egy fejlesztés hosszútávú fennmaradásának feltételeit, hanem azt is, hogy maga a fejlesztés során létrejött, vagy azáltal megújuló infrastrukturális létesítmény miként hat

környezetére, azon belül különösen a víz körforgására, a vízkészletek megőrzésére és hasznosítására.

A fentiek szellemében **jelen kiadvány** – a Water Stewardship koncepcióval összhangban, de azt települési, térségi szintre kiterjesztett módon értelmezve – **arra törekszik, hogy valamennyi olyan helyi és térségbeli szereplő számára, amely több évtizedes élettartamú, elsősorban infrastrukturális jellejű fejlesztést tervez megvalósítani, támpontokat nyújtson az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás szempontjainak érvényesítésére.** Ennek érdekében olyan megoldási lehetőségeket vázol fel, amelyek

- egyfelől csökkentik a tervezett fejlesztés megvalósításának és fenntartásának szélsőséges időjárási helyzetekkel szembeni kitettségét, ezáltal mérsékelik annak éghajlatváltozással összefüggő pénzügyi kockázatait,
- másfelől lehetővé teszik azt is, hogy az újonnan létrejövő, vagy megújuló létesítmények ne rontsák az őket körülvevő szűkebb, illetve tágabb térség éghajlatváltozással szembeni sérülékenységét, azaz összhangban legyenek környezetükkel.

A tárgyalt témakörök közös jellemzője, hogy mind hatással vannak a vízkészletek alakulására, a helyi vízgazdálkodásra. Természetesen a javasolt beavatkozások összessége képes a leghatékonyabban hozzájárulni a megváltozó éghajlati körülmények közepette is a helyi vízkészletek megőrzéséhez, illetve a fenntartható vízhasználathoz, azonban az itt bemutatott lehetőségek egy részének gyakorlatba történő átültetésével is előrelépést tehetünk a sikeres éghajlati alkalmazkodás felé. Ennek kulcsa azonban a Water Stewardship koncepció hangsúlyos elemének, a helyi szereplők minél nagyobb arányú bevonásának, a köztük lévő együttműködések kialakításának elérése.

2. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSAI ÉS AZ AZOK KEZELÉSÉT SZOLGÁLÓ JÓ GYAKORLATOK, BEAVATKOZÁSI LEHETŐSÉGEK

2.1. HŐMÉRSÉKLETI HATÁSOK KEZELÉSÉT SZOLGÁLÓ BEAVATKOZÁSOK

2.1.2. HATÁSOK

Az éghajlatváltozás egyik legközismertebb hatása az évi átlaghőmérséklet emelkedése. Bár részben ez is hatással van a települések, beleértve az épített környezet, valamint a zöldterületek alakulására, **a valódi kihívást a hőmérsékleti szélsőségek gyakoriságának és intenzitásának változása jelenti.** A település üzemeltetését, valamint az infrastrukturális létesítmények működését leginkább befolyásoló éghajlatváltozással összefüggő hőmérsékleti hatások az alábbiak.

Hideg szélsőségek visszaszorulása, azaz a fagyos napok számának csökkenése

A legtöbb éghajlati jelenséggel ellentétben, a szélsőségesen hideg időszakok gyakorisága az éghajlatváltozás hatására csökkenő tendenciát mutat. Ezt támasztja alá, hogy a **fagyos napok száma** (azaz, amikor a minimum hőmérséklet nem érte el a 0°C-t) **az elmúlt bő egy évszázadban (1901-2022) országos átlagban közel 20 nappal mérséklődött.** A klímamodellek projekciói szerint e tendencia a **XXI. században** is folytatódik, az évszázad **utolsó három évtizedében az ország északkeleti felében átlagosan több, mint 30 nappal kevesebb fagyos napra lehet számítani évente, mint a XX. század utolsó harmadában,** de a csökkenés mértéke a Dunántúlon is várhatóan meghaladja az évi 15 napot.

A fagyos napok számának csökkenése az épületek üzemeltetése szempontjából kedvezőnek tekinthető, hiszen annak hatására mérséklődik azok fűtési célú energiaigénye, továbbá csökken a fagykárok kockázata. Szintén előnyös a vonalas infrastruktúra karbantartása szempontjából, hiszen egyrészt csökken azok állagromlásának kockázata, másrészt csökken a téli síkosságmentesítés iránti igény. Ugyanakkor **a növényzet, az állatvilág, illetve a lakosság számára a fagyos napok számának csökkenése komoly kockázatot jelent, hiszen megnő a növényi, állati és emberi kártevők, illetve kórokozók elterjedésének kockázata.**

Meleg szélsőségek térnyerése, azaz a forró napok, hőhullámok számának emelkedése

Az éghajlatváltozás talán legközvetlenebb módon érezhető hatása a szélsőségesen meleg időszakok gyakoriságának, tartosságának és intenzitásának emelkedése. **A hőhullámos, azaz olyan napok száma, amelyek napi középhőmérséklete meghaladja a 25 °C-t, országos átlagban 7 nappal emelkedett 1910 és 2021 között,** az 1980-as évek közepe óta az emelkedő trend néhány év kivételével folyamatosnak tekinthető. Az ország déli részén, és a nagyvárosok, köztük mindenekelőtt Budapest belterületén, a forró napok száma (azaz, amikor a maximum hőmérséklet eléri a 35°C-t) is szignifikánsan, 4 nappal nőtt az említett közel 120 éves időszak alatt. A klímamodellek alapján a hőhullámos időszakok a jövő meghatározó kihívásai lesznek, hiszen a legpesszimistább – de egyáltalán nem kizárható – forgatókönyv alapján a hőhullámos napok évi átlagos száma akár 40-45 nappal is magasabb lehet a XXI. század utolsó harmadában, mint volt a XX. század végén.

A hőhullámok és forró napok egyrészt közvetlen közegészségügyi kockázatot hordoznak magukban, hiszen amellett, hogy rontják az emberek koncentrációs képességét és ezáltal a munkavégzés hatékonyságát és biztonságát, átmeneti rosszulléthez, de súlyos megbetegedésekhez, így hősokkhoz, kiszáradáshoz is vezethetnek, továbbá – elsősorban csecsemőknél, időseknél, szív- és érrendszeri betegségben szenvedőknél – idő előtti elhalálózást is eredményezhetnek. **Az élővilág hasonlóan érzékeny a hőhullámokra,** a tartós meleg kedvezőtlen hat a növények anyagcseréjére és szélsőséges esetben azok elpusztulását is okozhatja. Mindezek mellett az épített infrastruktúra állagát is kedvezőtlen módon befolyásolják az extrém meleg időszakok (pl. útburkolat állagának romlása).

Városklíma, városi hősziget-jelenség

Közismert és a meteorológiai mérések mellett tapasztalati úton is igazolható tény, hogy **a városok éghajlati jellemzői részben eltérnek a környező térségtől. A jelenség oka a beépített területek magasabb aránya,** amely módosítja egyes éghajlati jellemzők alakulását. Az eltérések mértékét a burkolt felületek aránya mellett egyéb tényezők, így a település szerkezete, a zöldterületek kiterjedése, azok kapcsolata a környező térségekkel, a szélcsatornák megléte, illetve hiánya, a beépítés módja, a jellemző építészeti megoldások, és a város földrajzi elhelyezkedése is befolyásolják.

A városi klíma legszembetűnőbb megnyilvánulási formája a városi hősziget jelenség. A mesterséges felületek a természetes felületekétől eltérő hőtani jellegzetességekkel bírnak, jellemzően több sugárzást képesek elnyelni, ugyanakkor hőkapacitásuk nagyobb. Emiatt a burkolt felületek nappal jobban felmelegsznek, éjszaka pedig kisugározzák az elnyelt hőt, így magasabb napi középhőmérsékletet és – ami az emberi egészség szempontjából még lényegesebb – elhúzódó és mérsékeltébb éjszakai enyhülést eredményeznek. A városi klíma további jellemzője, hogy **a városi levegő jellemzően szárazabb,** hiszen a burkolt felületek magas aránya miatt a beszivárgás aránya csökken, a csapadékvíz nagyobb arányban folyik le, továbbá a növényzet korlátozott kiterjedése miatt a párolgás is alacsonyabb. Összességében tehát **a városi klíma jelenség még inkább felerősíti a települések környezetének – az éghajlatváltozás következményeként – egyre szélsőségesebbé váló időjárási jellemzőit.**

A városklíma-jellemzők összességében komoly közegészségügyi kihívást jelentenek. Különösen a nyári hőhullámok idején kifejlődő városi hősziget jelenség, valamint a magas légnyomású időszakokban markánsabb légszennyezettség fenyegetést jelentenek az emberi egészségre, életminőségre, illetve akár magára az életre is. **A városi klíma** azonban nem csak az ember életfeltételeit érinti kedvezőtlenül, **a városi élővilág teljes egészségét negatív irányban befolyásolja, egy önmagát erősítő folyamatot képes fenntartani.** Hiszen a szélsőséges időjárású, szennyezett levegőjű városban a növényzet sokkal nehezebben marad fenn, annak hiánya ugyanakkor tovább erősíti a városi klíma jelenséget.



2.1.3. ALKALMAZKODÁST CÉLZÓ BEAVATKOZÁSOK, JÓ GYAKORLATOK

Zöldfelületek növelése a városi hősziget-jelenség mérséklése érdekében, lehetőség szerint háromszintű növényzet kialakításával, nagy lombosított árnyékoló fák telepítésével

A felszín felmelegedésének és ezáltal a városi hősziget hatás mérséklésének kulcsa a növényzettel borított területek kiterjedésének növelése, a burkolt felületek rovására. A besugárzás mérséklésében, a párolgás növelésében és mindezek eredményeképpen a felmelegedés megelőzésében értelemszerűen **sokkal hatékonyabbak a többszintű, széles lombú árnyékoló fákat is magában foglaló növényegyüttesek, így elsődlegesen ilyenek kialakítására kell törekedni** a településeken, és a fejlesztéssel érintett létesítmények területén is. Ugyanakkor – különösen a hosszabb élettartamú cserje- és faegyedek kiválasztásánál fontos, hogy azok a jövő szélsőségesebb éghajlatához igazodjanak.

Létesítmények árnyékolása növényzettel vagy mesterséges eszközökkel

A kisebb-nagyobb kiterjedésű zöldterületek kialakítása mellett a növényzet kiválóan alkalmas egyedi létesítmények árnyékolására is. Az épületek közelébe lombhullató fákat célszerű ültetni, ezek a nyári melegben árnyékot nyújtanak és megakadályozzák az épület felmelegedését, télen ugyanakkor nem akadályozzák az épület besugárzását. Lényeges szempont, hogy a létesítmény délies tájolású oldalain lehetőség szerint kerülni kell a magas fák építését, hogy azok ne akadályozzák napelemek teljesítését, illetve ne rontsák azok hatékonyságát! **Amennyiben bármilyen okból nem nyílik lehetőség növényzet telepítésére a fejlesztéssel érintett létesítmény területén, úgy is mindenképpen gondoskodni kell a huzamosabb tartózkodásra szolgáló épületek árnyékolásáról.** A különböző árnyékolószerkezetek közül célszerű kültéren elhelyezhetőket választani, ezek jóval hatékonyabbak az épület felmelegedésének megelőzésében, illetve mérséklésében, mint a beltéri sötétítőeszközök.



Székesfehérvár óvárosában egy több mint 300 éves ház falát, több mint 120 m² felületen kúszórózsa borítja be. A növények egyedi rácsos szerkezeten helyezkednek el, öntözésük – amennyiben kiegészítő jelleggel indokolt – manuálisan történik.

kép forrása: Dr. Almási Balázs – Csizmadia Dóra (2016): Zöldinfrastruktúra füzetek 1. – Vízateresztő burkolatok

Zöldhomlokzatok, zöldtetők létesítése árnyékolási, hőszigetelési célból

A zöldhomlokzatok alkalmazásának elsősorban az intenzíven beépített városrészekben van jelentősége, de ipari, kereskedelmi területen is megfontolandó telepítésük. Megfelelő technológia megválasztásával szinte bármilyen falszerkezet esetén kialakíthatók. A növényzet gyökerezhet a falszerkezetbe illesztett ültetőközegben, vagy akár a talajban is, és növekedhet közvetlenül a falszerkezeten, vagy valamilyen azzal párhuzamos szerkezeten. A zöldtetők a tető síkján mesterségesen létrehozott, biológiailag aktív, vegetációs, növényzettel betelepített tetőfelületek. **A zöldhomlokzatokat és zöldtetőket „képező” növényzet a beeső napsugárzás akár 80%-ától is képes megóvni a befuttatott falfelületet, illetve tetőszerkezetet, így azok felületi hőmérséklete nyaranta jóval alacsonyabb lehet, mint a csupasz falé, ami csökkenti a légkondicionálás szükségességét. Ugyanakkor a növényzet szigetelő tulajdonsággal is rendelkezik, aminek következtében a határoló fal hővesztesége csökken, mérsékelve telente a fűtési célú energiafogyasztást.**



2016 tavaszán Zuglóban számos újszerű megoldással felépült a 48 férőhelyes Mesevonat bölcsőde. Az épület két alacsony hajlású zöldtetős épületszárnyal rendelkezik, amelyek majdnem teljesen lefutnak a terepszintig. Az épületet úgy tervezték, hogy az A+-os energetikai előírásoknak megfeleljen, hővisszanyerős szellőzéssel, valamint napelemekkel. A kiválóan működő zöldtető, amely az esővíz jelentős részét is visszatartja, mindenképpen hozzájárul a környék városklímájának javításához.

kép forrása: <http://okosvaros.lechnerkozpont.hu/hu/peldatar/zugloi-zold-bolcsode>

Növényekkel burkolt kertépítészeti elemek létesítése, egyéb funkciót szolgáló létesítmények (pl. megálló, várakozóhelyiség) növényzettel történő borítása

Olyan helyszíneken, ahol bármilyen oknál fogva nem lehetséges zöldterületek kialakítása, az árnyékolás és ezáltal a felszínre érő sugárzás csökkentése és annak felmelegedésének mérséklése érdekében **érdemes megfontolni olyan épületektől függetlenül kialakított, növényekkel burkolt, jellemzően függőleges jellegű kertépítészeti elemek elhelyezését**, mint a növényvel befuttatott támfalak, térfalak, lugasok, pergolák stb. Ezek a földfelszín felmelegedésének megelőzése mellett egyben közegészségügyi szempontból is hasznosak, hiszen kedvezőbb mikroklimatikus adottságokkal bíró mikroterekként tudnak funkcionálni és tesznek lehetővé hosszabb-rövidebb idejű tartózkodást. **Ezen túlmenően multifunkcionális eszközként valamilyen egyéb funkciót (pl. közösségi közlekedési várakozóhely) is betölthetnek.**

Létesítmények árnyékolása tájolással, az épület kialakításával

Az épületek túlzott felmelegedését – és egyben téli fűtési célú hőigényének mérséklését – azok megfelelő tájolásával, észszerű anyaghasználattal és belső kiosztással, esetleg csatlakozó benapozott külső helyiségek kialakításával is lehet mérsékelni. Így pl. a nagy fűtési igényű helyiségek déli tájolású felületek mellé illesztésével, a nagy összefüggő és külső eszközzel nem árnyékolható üvegfelületek mellőzésével, esetleg csatlakozó napterek (verandák, télikertek, üvegházak) kialakításával jelentős mértékben javítható a Napból érkező energia passzív módon történő hasznosítása.

Árnyékolás napelemes rendszerek telepítésével

A felszín árnyékolása nem kizárólag növényzettel történhet. **Különösen parkolók, logisztikai és kereskedelmi létesítmények, iparcarnokok esetében kézenfekvő és egyre szélesebb körben elterjedő megoldás azok napelempanelekkel történő borítása**, amelyek az árnyékolás mellett értelemszerűen költségcsökkentő, vagy éppen jövedelemtermelő funkcióval is bírnak. Felhívjuk azonban a figyelmet arra, hogy napelemes rendszereket minden esetben már eleve burkolt felület fölé célszerű csak elhelyezni, a növényzettel borított felszínre soha ne helyezünk ilyen eszközöket, akkor se, ha funkció nélküli területekről van szó!



Az egykori rozsdáövezet területén kialakított, háromdimenziós függőkerttel, 355 új fával, illetve egy 650 négyzetméter felületű tóval rendelkező Széllkapu Parkot 2020-ban adták át a nagyközönségnek. A park építészeti fókuszpontjában, a sétautak találkozásánál három, egyedileg tervezett design napelem kapott helyet, amelyek részt vesznek a park energiaellátásában és árnyékot is adnak. A park alatt 500 férőhelyes mélygarázst, elektromosautó-töltőállomást és kerékpártárolót alakítottak ki.

kép forrása: <https://alternativenergia.hu/napelemes-fat-ultettek-a-millennarison/91081>

Létesítmények, épületek hőtechnikai adottságainak javítása

Közismert, hogy az építmények, épületek energiafelhasználásának mérséklésében kulcsszerep jut a hőtechnikai adottságok javításának, amelynek elérésében a külső határoló felületek hőszigetelése, nyílászárók cseréje alapvető jelentőséggel bírnak. Kevésbé hangsúlyosan jelenik meg ugyanakkor, hogy **az épületek megfelelő vastagságú hőszigetelése** az egyre szélsőségesebbé váló éghajlati körülményekhez, mindenekelőtt a **nyári hőhullámokhoz való alkalmazkodásban is meghatározó szerepet játszik** – különösen árnyékolással kiegészítve. E kedvező hatás lehető legteljesebb mértékű kiaknázása érdekében ugyanakkor a **déli tájolású, téli hőveszteség szempontjából kevésbé kritikusnak számító határoló falakat is indokolt vastag szigetelőréteggel** ellátni (az optimális vastagság a helyi adottságok függvénye).

Gépi hűtés észszerű keretek közti alkalmazása, hőkibocsátó források ideális elhelyezése

A gépi hűtés huzamos – elsősorban nappali – tartózkodásra szolgáló helyiségekben egyre inkább elkerülhetlenné válik a jövőben. Rendkívül fontos ugyanakkor, hogy **a lehető legritkábban legyenek használatban a légkondicionáló berendezések vagy hőszivattyúk**, hiszen amellett, hogy energiafelhasználásuk révén maguk is üvegházhatásúgáz-kibocsátással járnak, azáltal, hogy meleg levegőt juttatnak a kültérre, egyben tovább fokozzák annak felmelegedését is. A gépi hűtés iránti igény mérséklését mindenekelőtt megfelelő árnyékolással, építményüzemeltetési eljárásokkal (pl. éjszakai átszellőzés biztosítása) és szemléletformálással lehet elérni.

A hűtőberendezések hatékonyságának javítása érdekében a kültéri egységeket úgy kell elhelyezni, hogy azok előtt semmiképpen se legyen akadály (pl. építmény valamely szerkezeti eleme, növényzet), amely a levegő szabad áramlását gátolná.

Ivóvízkutak, párapapuk kialakítása

A hőhullámok közegészségügyi hatásainak mérséklése érdekében nem csak a széles értelemben vett települési környezetet, és különböző mesterséges létesítményeket, hanem közvetlenül a bennük tartózkodó embereket is óvni kell a túlmelegedéstől. Ennek hatékony eszközeit képezik **az ivóvízkutak, párapapuk, amelyek kialakítását egy-egy szabadtéri létesítmény, akár közcélú tartózkodásra szolgáló park vagy intézményi terület, fejlesztésébe mindenképpen integrálni kell.**



2.2. VÍZHIÁNNYAL ÉS VÍZTÖBBLETTEL KAPCSOLATOS BEAVATKOZÁSOK

2.2.1. HATÁSOK

Az éghajlatváltozás következtében az elmúlt évszázadban sem változott és a klímamodellek alapján várhatóan a jövőben sem fog érdemben változni a Magyarországon lehulló csapadék éves átlagos mennyisége, annak éven belüli eloszlása azonban sokkal szélsőségesebbé válik. Ebből következően **a vízhiányra és a víztöbbletre egyaránt fel kell készülni, akár ugyanazon a területen és egyazon éven belül is.** A település üzemeltetését, valamint infrastrukturális létesítmények működését leginkább befolyásoló éghajlatváltozással összefüggő, csapadékot érintő hatások az alábbiak.

Aszály

A múltban a leghosszabb száraz időszakok, azaz amikor a napi csapadékösszeg nem éri el az 1 mm-t, nyaranta átlagosan 15 napig, míg ősszel és télen átlagosan 21-22 napig tartottak. A klímamodell szimulációk eredményei alapján a **XXI. század utolsó harmadában a nyári félévben nagyobb valószínűséggel hosszabb, míg a téli félévben rövidebb száraz periódusokra számíthatunk, mint a XX. század utolsó három évtizedében.** A száraz időszakok hosszának növekménye a nyári félévben az ország középső tájain elérheti akár a 6 napot is. A fenti számok azonban hangsúlyozottan átlagértékek, azaz ennél hosszabb száraz időszakok is minden bizonnyal előfordulnak majd.

Az aszály növényzetre és állatvilágra gyakorolt kedvezőtlen hatásait nem lehet túlbecsülni. Különösen amennyiben hőséggel párosul, könnyen a növényegyedek elpusztulásához vezethet. De ugyanilyen lényeges, hogy a vízhiány rendszerint a növények ellenállóképességének romlását idézi elő, így azok hosszú távú életfeltételeit is rontja. Mindazonáltal az aszályok nem csak a növényzet számára jelentenek kihívást. A száraz levegő, amely városi környezetben eleve jellemzőbb, az emberi egészség szempontjából is kedvezőtlen, **a környezeti levegő aszályok idején gyakrabban előforduló szállópor-szennyezettsége a légúti szervek megbetegedéséhez vezethet, a növényzet elpusztulása, károsodása, illetve a talaj nedvességtartalmának csökkenése** pedig az általuk nyújtott mezoklíma-kiegyenlítő hatás megszűnését, ezáltal **a közegészségügyi szempontból kedvezőtlen városklíma-jelenség erősödését idézi elő.** Külön kihívást jelent, hogy aszályos időszakokban az öntözővíz biztosítása is nehezített. Említést érdemel, hogy az **aszály, különösen amennyiben nagy intenzitású esővel váltakozik, a talajok szerkezetének változásai miatt az építmények statikai állapotának romlásához is vezethet.**

Kisvízes időszakok gyakoriságának emelkedése, tavak vízmérlegének romlása

A vízhiány a felszíni vizek esetében is egyre gyakrabban jelentkezik. Ennek elsődleges oka, hogy legtöbb folyónk vízgyűjtőjén a lefolyás éven belül átrendeződik. A klímamodellek szerint annak mértéke télen nő, nyáron viszont csökken, ennek következtében – különösen az utóbbi évszakban – **hosszan tartó alacsony vízállások alakulnak ki.** A kisvízfolyások vízhozama még inkább szélsőségesé válik, a csapadékhiányos nyári időszakban

tartósan ki is száradhatnak. **A tavak vízháztartása szintén romolhat, gyakoribbá válnak a tartósan alacsony vízállások.**

A felszíni vízkészletek vízhiánya egyrészt közvetlenül károsítja az élővilágot, másrészt akadályozhatja a megfelelő mennyiségű öntöző-, ipari hűtővíz, valamint parti szűrésű vízbázisok esetén az ivóvíz biztosítását. Ezen túlmenően az alacsony vízszint rendszerint a szennyezőanyag-koncentráció emelkedésével, illetve nyári időszakokban a vízhőmérséklet túlzott emelkedésével jár, amelyek tovább fokozza a vizek ökológiai rendszerekre gyakorolt káros hatásait, illetve az emberi, illetve különböző gazdasági célokra történő felhasználásának kockázatait.

Árvíz, villámárvíz

Az éves csapadékeloszlás egyre szélsőségesebbé válása következtében az árvizek kialakulásának kockázata is nő. A gyakoribbá váló özvízszerű esőzések miatt **elsősorban a hegy- és dombvidéki kisvízfolyások** minősülnek veszélyeztetettnek e szempontból, **ezenen nő a hirtelen megnövekvő vízállással, nagy vízhozammal járó és komoly károkozásra is képes villámárvizek kialakulásának kockázata.** Ugyanakkor alvízi országként a nagyobb és közepes folyókon is megnőhet a nagy árhullámok gyakorisága, bár ez utóbbira vonatkozóan nem állnak rendelkezésre részletes, klímamodellek eredményein nyugvó adatok.

A villámárvizek az elöntés által előidézett közvetlen károkozás mellett magukban hordozzák **a vízfolyás mellett elhelyezkedő területeken felhalmozódott szennyezőanyagok felszíni víztestbe történő bemosódásának,** és ezáltal a vízminőség időszakos romlásának, továbbá a szennyezőanyagok nagyobb távolságokra történő elszállításának **kockázatát** is.

Belvíz

Előjáróban érdemes hangsúlyozni, hogy a belvíz megjelenése nem kizárólag éghajlati, felszínalaktani és talajtani adottságok következménye, hanem szerepet játszik benne az ember felszínformáló tevékenysége is. Ez utóbbi esetben leginkább az utak, kerékpárutak, vasúti töltések nem megfelelő, a felszíni lefolyásviszonyokat nem kellő mértékben figyelembe vevő kialakítása eredményezhet belvizeket. **Az éghajlatváltozás hatására – a folyók, tavak vízjárásához hasonlóan – a belvizek bekövetkezésének tekintetében is sokkal nagyobb variabilitásra kell felkészülni a jövőben,** aszályos években jóval kisebb, míg intenzív esőzéseket követően számottevően nagyobb lesz a belvízzel borított területek kiterjedése, mint volt a XX. század végén.

A belvíz kedvezőtlen hatásai közismertek, a mezőgazdaságban terméskieséshez vezet, a közlekedési infrastruktúra egyes elemeit időszakosan használhatatlanná teheti, illetve az érintett építmények állagát is veszélyeztetheti. Lényeges ugyanakkor kihangsúlyozni, hogy **a belvizek káros hatásai elleni védekezés elmúlt évtizedekben bevett gyakorlata – azaz a többletvíz elvezetése – súlyosbította a későbbiekben kialakuló aszályok mértékét és ezáltal azok károkozó képességét.** A belvíz elvezetésére irányuló igényt részben a kialakult agrárszerkezet, azaz a kisebb táblaméretek, illetve az eredetileg pangóvizes területek szántóföldi célú hasznosítása is táplálja. Így a belvizek elleni védekezést célszerű az aszály elleni védekezéssel közös keretrendszerben értelmezni és a vizek visszatartására is hangsúlyt fektetni.

2.2.2. ALKALMAZKODÁST CÉLZÓ BEAVATKOZÁSOK, JÓ GYAKORLATOK

Szivacsváros koncepció érvényesítése új településrészek kialakítása, meglévők fejlesztése során

A szivacsváros koncepció az egyre szélsőségesebbé váló éven belül csapadékeloszlásra adott válasz, lényege, egyben **célja az, hogy a nagymennyiségű és/vagy nagyintenzitású esőzéseket követően az esővíz minél kisebb hányada folyjon le, ahelyett** – a szivacshoz hasonlóan – különböző természetes és mesterséges rendszerekben **tárolódjon**, hogy késleltetett módon hasznosulhasson, illetve a későbbi vízhiányos időszakokban is rendelkezésre álljon. A szivacsvárosok fő alkotóelemei a zöldfelületek, beleértve a parkok, fasorok mellett az épületek tetején elhelyezett tetőkerteket, út menti kisebb növényzettel borított felületeket, szikkasztóárkokat, esőkerteket, gyűjtőtartályokat, vízáteresztő burkolatok alatti sávokat és magát a talajt is. **A koncepció egyes elemei közismertek, annak újdonságát elsősorban az adja, hogy az említett megoldások rendszerszintű tervezésére és alkalmazására helyezi hangsúlyt.** Ezáltal az elérhető előnyök, amelyek részben az özönvízszerű esőzéseket követő vízkárok megelőzésében, részben az aszálykárok mérséklésében jelentkeznek, sokkal nagyobb valószínűséggel érhetők el.



Budapesten a szivacsváros koncepció alapján jön létre a Városháza Park új arculata. A tervezés során figyeltek a tetőkre és a térre érkező csapadék hasznosítására, a szikkasztás mellett hangsúlyt helyeztek a párolgás növelésére, csökkentve ezzel a nyáron drasztikussá váló belvárosi hősziget effektust. Az egyre gyakoribb özönvízszerű esők elnyelésére is alkalmas a terület, a kialakított esőkertek összegyűjtik és egyben megsűrűrik a beérkező vizet.

kép forrása: https://varoshazapark.budapest.hu/?page_id=728

Gondos tervezés – modellezés, mint eszköz használata

Egy település és annak szélesebb környezete, a helyi vízfolyásokhoz tartozó vízgyűjtők egységes rendszert alkotnak, amelyen belül bárhol is avatkozunk be, az a rendszer másik elemén is éreztetheti hatását. E rendkívül komplex összefüggésrendszer megismerése és részletes feltárása nélkül kockázatos vállalkozás komolyabb infrastrukturális jellegű, zöldfelületeket, vagy víztesteket érintő beavatkozást végrehajtani, hiszen akár járulékos károkat is előidézhetünk a rendszer egy fejlesztéssel nem érintett pontján, de nagy valószínűséggel azt kockáztatjuk, hogy nem a minden szempontból leghatékonyabb megoldást választjuk. Különösen igaz mindez a felszíni és felszín alatti vízrendszereket érintő beavatkozásokra. **Az összetett rendszerek működése leghatékonyabb módon különböző szimulációs modellek segítségével ismerhető meg. Bár ezek alkalmazása értelemszerűen többletkiadással jár, az általuk megismerhető információ célzott fejlesztéseket tesz lehetővé, ami a rendszer működésének eredményességét egészen biztosan javítja, de nagy valószínűséggel költségtakarékosabb kivitelezést is lehetővé tesz.** A különböző modellek közül a településtervezésben leginkább a csapadékvízlefolyás-modellek alkalmazása bír a legnagyobb jelentőséggel, amelyek egyes típusai eltérő részletességű eredménnyel szolgálnak, ennek megfelelően különböző költségigénnyel is bírnak. Azt, hogy egy adott településen melyik eljárás alkalmazása javasolható, mindig a helyi körülmények döntenek el. De – méréseken alapuló – modellezéssel írmerhetők meg legjobban a fejlesztéssel érintett terület hidrogeológiai adottságai is, amelyek a felszín alatti vizek mennyiségét és minőségét befolyásoló fejlesztések esetében kulcsfontossággal bírnak.

Felszín alatti vízvisszatartást célzó eljárások

A felszín alatti víztározás lényege, hogy felszín alatti természetes víztartó rétegek vízutánpótlása folyamatosan biztosított legyen, azaz a felszínről származó vizet gyakorlatilag a felszín alatt „tároljuk”. Ennek előnye, hogy egyrészt a magasabb talajvízszint segít kielégíteni a növényzet ökológiai vízigényét, azaz kedvező az élőhelyek fennmaradása szempontjából, a fokozott párolgás révén hűti és nedvesebbé teszi a környezeti levegőt, továbbá a későbbiekben – leggyakrabban öntözési célú – vízkivételt tesz lehetővé. **Bár a víztároló közeg természetes képződmény, a rendszer működtetéséhez különböző műtárgyak (pl. beszivárogtató kutak és medencék, felszín alatti gátak, termelőkutak) is szükségesek.** A felszín alatti beszivárogtatásra szánt víz esetében a jó vízminőség kritikus jelentőséggel bír, hiszen a felszín alatti készletekbe semmiképpen sem juthat szennyeződés.

Kisebb kiterjedésű tavak, valamint a felszíni vízfolyások mentén ideiglenes tározómedencék kialakítása, holtágak fenntartása és kezelése

Mind az állandó vizű tavak, köztük a holtágak, mind az ideiglenes tározómedencék kiválóan alkalmasak a többletvizek visszatartására és tárolására. Kialakíthatók kisebb vízfolyások mentén, valamint nagyobb folyók nem mentesített ártereiben is, de a holtágak rendszerint mentett árterén is fenntarthatók. Az ideiglenes tározók előnye, hogy állattartási célú hasznosításra is alkalmasak, a tavak ugyanakkor egyész évben vizesélőhelyként funkcionálnak. **Nagyon lényeges, hogy a tavak, és víztározók fenékszintje a talajvízszint fölött helyezkedjen,** ellenkező

esetben ui. a fokozott párolgás révén a környező talajvízszint süllyedését idézik elő, tovább rontva a térség élőhelyeinek vízhiányos időszakokban jelentkező sérülékenységét. Ennek elkerülése érdekében, indokolt esetben a tavak, tározómedencék aljzatát vízszigeteléssel is el lehet látni. A feliszapolódás elkerülése érdekében időnként kotrásra is szükség lehet.



A Baranya-csatorna vízgyűjtőjének vízfolyásai mentén gyakran fordultak elő rövid ideig tartó, heves esők, amelyek elöntéseket, gyors lefolyású árvizeket, jelentős helyi vízkárokat okoztak. A Széchenyi 2020 Program Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program keretében ezért, elsősorban a tavaszi árvízveszély

csökkentése érdekében alakítottak ki 53,5 hektáros, 1 280 000 köbméter kapacitású víztározót. A tározó hosszöltéses kialakítású, a Baranya-csatorna többlet vízhozama a hosszöltésen lévő 60 méter szélességű oldalbukón keresztül ömlik a tározótérbe. A tározó megvalósításával – a víz visszatartásával – az árvízveszély csökkent, az aszályos periódusokban a vízpótlás megvalósítható, a vízfolyások vízjárása egyenletesebbé tehető. Az év nagy részében a tározó 28 hektár nagyságú állandó vízborítással rendelkezik, komplex hasznosítású.

szöveg és kép forrása: <https://www.ovf.hu/hu/korabbi-erdekessegek-1/a-baraturi-to> (felvételt készítette: Pinczehelyi-Tátrai Tímea)

Kisvízfolyások természetességének növelése, kanyarulatainak visszaállítása, hullámterének bővítése

A gyors lefolyást biztosító, jellemzően közel egyenes nyomvonalú, trapéz keresztmetszetű meder természetességének visszaállítása lassítja a lefolyást, ezáltal egyidejűleg mérsékeli az alsó folyás mentén potenciálisan jelentkező árvíz-veszélyeztetettséget, valamint a felső szakaszok menti területek kiszáradásának kockázatát. A vízfolyás természetes kanyarulatainak és rézsűinek helyreállításával értékes természetközeli élőhelyek is létrejönnek, továbbá településképi szempontból is kedvező helyszínek alakulnak ki.

Vízmegettartó megoldások alkalmazása a vízgyűjtőn folytatott erdőgazdálkodásban és mezőgazdaságban

Ahogy arra a Water Stewardship koncepciót vázlatosan ismertető [1.3 fejezetben](#) utaltunk, azt, hogy a települést, vagy nagyobb infrastrukturális fejlesztést érintő – éghajlatváltozás által is befolyásolt – vízgazdálkodási körülmények miként alakulnak, alapvetően befolyásolják a vízgyűjtő fejlesztéssel közvetlenül nem érintett szakaszán zajló folyamatok is. Ezek alakítására a tervezett fejlesztés keretében természetesen csak korlátozottan nyílik lehetőség, ugyanakkor nélkülözhetetlenek a létrehozott infrastruktúra hosszú távú fenntarthatósága, éghajlati alkalmazkodása szempontjából. Éppen ezért **megkerülhetetlenül lényeges feladat a település és az azon áthaladó vízfolyások felvízi részein elterülő szomszédos települések külterületeinek kezelőivel, az azokon gazdálkodókkal való kapcsolat kialakítása, és ennek eredményeképpen olyan eljárások alkalmazásának elterjesztése, illetve megvalósítása,**

amelyek a felszíni vizek lefolyásának lassítását és a víz visszatartását eredményezik. Ezek közé elsősorban az alábbi megoldások tartoznak, amelyek alkalmazhatóságát minden esetben a helyi körülmények döntenek el.

Vízvisszatartást szolgáló megoldások erdőgazdálkodási területeken:

- Erdősítés, elsősorban nagy lejtőszögű szántókon, de gyepterületeken is
- Szálasítás, folyamatos erdőképzés melletti erdőgazdálkodás
- Vízmossásfenék megkötése hordalékfogó gáttal
- Víz- és hordalék-visszatartás kis tavakban, tározókban
- Szivárgó rönkgátak, rőzsegátak

Vízmegettartást szolgáló eljárások mezőgazdasági területeken

- Folyamatos növényborítás biztosítása
- Takarónövényes talajvédelem
- Mezővédő erdősávok, sövények telepítése
- Térszint követő sávos művelés
- Lejtőirányra merőleges művelés
- Forgatás nélküli talajművelés
- Medertározás vízelvezető csatornáknál
- Belvíz visszatartása mély fekvésű szántókon



A Cserhátban található Püspökszilágyon a gyakran villámárvizeket okozó Szilágyi-patakon a gyorsabb vízelvezetés helyett a lefolyás lassítására, a víz megőrzésére fektették a hangsúlyt. A falu feletti vízgyűjtő területen hét darab szivárgó rönkgát épült a patakot tápláló időszakos vízmossásokon. A kis gátak helyben kitermelt rönkfából épültek azzal a céllal, hogy felhőszakadáskor a hirtelen összegyűlt vizet és a szántókról lemosott talajt megfogják, és csak lassan engedjék tovább.

kép forrása: <https://vjm.hu/ot-hazai-telepules-ami-peldat-mutat-a-klimavaltozas-elleni-harcban/>

Vízmegetartó megoldások alkalmazása és vízminőségvédelem beépített területeken

A beépített területre hulló csapadék visszatartása alapvető jelentőséggel bír mind a gyors lefolyás által kiváltott vízkár-kockázat, mind a vízhiány miatt fenyegető aszály mérséklésében. A vízvisszatartás eredményességének legfontosabb feltétele a burkolt felületek arányának mérséklése és azzal párhuzamosan a zöldfelületek bővítése, erre minden fejlesztés esetében hangsúlyozottan törekedni kell. **Ahhoz ugyanakkor, hogy a csapadékvíz a lehető leghatékonyabban, károkozás nélkül visszatartható legyen, számos közműüzemeltetési eljárás, valamint építészeti és zöldterület-fenntartási megoldás egymással összehangolt megvalósítására van szükség,** amelyek közül a legfontosabbak a zöldinfrastruktúra mindennemű, akár újszerűnek is ható kialakítása (pl. zöldtető, zöldfal stb.) mellett a vízáteresztő burkolatok széleskörű alkalmazása, burkolatlan vízvezető árkok, esőkertek, záportározók összefüggő rendszerének kialakítása, csapadékvízgyűjtő-, illetve elszikkasztó berendezések telepítése. **Mindezek vázlatos bemutatását a kiadvány [3.2.2 című fejezete](#) tartalmazza,** amely a tervezett fejlesztés által a helyi lefolyásviszonyokra gyakorolt kedvezőtlen hatások megelőzését szolgáló intézkedéseket mutatja be. Az említett megoldásokkal összefüggésben e helyen is érdemes kiemelni, hogy a talaj, valamint a felszíni és felszín alatti vizek védelme érdekében **kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy a burkolt felületekről, különösen közutakról összegyűlt csapadékvíz szennyezőanyag-tartalma ne legyen magas. Ennek elkerülését a csapadékvíz-elvezető rendszerbe telepített szűrők, ülepítő-medencék szolgálják,** amelyek alkalmazásától a befogadó víztestek védelme érdekében nem lehet eltekinteni.

Víztakarékosság, szürkevíz- és hulladékvíz-gazdálkodás

Elsősorban a vízhiánnyal kiemelkedő mértékben sújtott településeken megkerülhetetlen jelentőséggel bír a víztakarékosság, amelynek speciális formája a szürkevíz és/vagy hulladékvíz hasznosítása. **A szürkevíz hasznosításnak több formája is ismert.** Legegyszerűbb módszere **egy ingatlan területén összegyűlt csapadékvíz, vagy egy létesítményben összegyűlt használt mosóvíz hasznosítása, az előbbi esetében főleg öntözési, vagy mindkettő esetében WC-öblítési célokra.** E megoldás akár kisebb épületek, intézmények esetében is kivitelezhető. Külterületen található létesítmények, intézmények esetében szóba kerülhet a keletkező szennyvíz természetközeli módon, **gyökérszónás eljárással történő megtisztítása.** Ennek során a víz előtisztítás után náddal borított területre kerül, majd a talajrétegen lassan átszűrődve a gyökérszóna alatt lévő dréncsöveken keresztül távozik. Mindennek eredményeképpen a keletkező szennyvíz helyben hasznosul, a létesítmény szűk környezetében elterülő talajok vízellátottságát javítja. Végül **természetközeli tározókban visszatartható és elszikkasztható az ivóvíztisztító művek elfolyó technológiai vize (dekantvíz) és a szennyvíztisztítók által rendszerint természetes befogadóba bocsátott tisztított szennyvíz is.** A természetközeli vizesélőhelyeken megtartott víz párologtatás útján szabályozza a mikroklimát és hűti a település környezetét.



Mórahalmon, a Nagyszéksós-tavi Bivalyrezervátumban vízhiányos időszakban, ami a Homokhátságon nem ritka, a tó vizét a település szennyvíztisztítójának elfolyó szürkevizével pótolják.

Kép forrása: <https://www.visitmoraalom.hu/hu/latnivalo/nagyszeksos-to-es-bivalyrezervatum#&gid=1&pid=1>

2.3. VIHAROK, SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁS HATÁSAINAK KEZELÉSÉT CÉLZÓ BEAVATKOZÁSOK

Az éghajlatváltozással kapcsolatos legfőbb kihívás az időjárás egyre szélsőségesebbé válása, így többek között az özvívyszerű esőzések, viharok gyakoriságának emelkedése. A település üzemeltetését, valamint infrastrukturális létesítmények működését leginkább befolyásoló éghajlatváltozással összefüggő, viharokat érintő hatások az alábbiak-

2.3.1. HATÁSOK

Belterületi elöntés, villámárvíz

Belterületi elöntések rendszerint özvívyszerű esőzéseket követően fordulnak elő, kialakulásukban ugyanakkor az azokat közvetlenül kiváltó csapadék mennyisége mellett lényeges szerepet játszik az ún. megelőző csapadék mennyisége is, amely döntően befolyásolja a talaj víztartamát és ezáltal azt, hogy az mennyi csapadékot képes még elnyelni. Szintén meghatározóak a belterületi elöntések szempontjából a helyi csapadéklefolyási adottságok, amelyek kijelölik az elöntésekkel veszélyeztetett területek helyeit. **Az özvívyszerű esőzések – amelyen jelen esetben a napi 30 mm-t meghaladó csapadékmennyiséget értjük – bekövetkezésének kockázata az ország legnagyobb részén megkétszereződik a XXI. század végére a XX. század végi értékhez képest.** Míg néhány évtizeddel előtt átlagosan 0,5-1 között alakult az özvívyszerű esőzések évi átlagos száma, addig a XXI. század végén már nagy valószínűséggel minden évben kell ilyen potenciálisan belterületi elöntésekhez vezető esőzésekkel számolni.

A belterületi elöntések a közvetlen károkozások, így mindenekelőtt az épületek pincehelyiségeinek, alsó szintjeinek elöntései, valamint a közlekedési infrastruktúra (utak, kerékpárutak, járdák) átmeneti használhatatlanná válása, valamint hordalék ráhordások miatt fokozódó karbantartási igénye **mellett, magukban hordozzák a csapadékvízvezető-rendszer túlterhelésének, károsodásának kockázatát.** Amennyiben nem elválasztott rendszerű csapadékvízvezető-hálózat működik a településen, a szennyvíztisztító telepre érkező többletvíz

rontja a létesítmény hatékonyságát, illetve **szélsőséges esetben a szennyvíz befogadóba történő bemosódásához vezet**. A belterületi elöntések a környező felszíni vízfolyások vízminőségére nézve is kockázatokat rejtenek magukban, hiszen az utakon összegyűlő közlekedési eredetű szennyezőanyagokat (pl. gumitörmelék, olajszármazékok, nehézfémek) bemossa azokba.

Mivel a **belterületi elöntések és a villámárvizek** egyik legfőbb kiváltó tényezője azonos, hiszen mindkét jelenség özvívyszerű esőzéseket követően fordul elő, azok **nem ritkán egyidőben jelenteznek és ezáltal súlyosbítják egymás kedvezőtlen hatásait**. Ilyen helyzetekben egyrészt a befogadó vízfolyások kisebb hatékonysággal képesek elvezetni a belterületen összegyűlt csapadékvíz többletet, így nagyobb területet érintő elöntéseket idéznek elő a települések belterületein, másrészt a belterületekről érkező csapadékvíz növeli a vízfolyások vízhozamát, így a levonuló villámárvíz szintjét és potenciális károkozó képességét.

Szélvihar

Az átlagos szélesebesség alapján Magyarország a mérsékleten szeles vidékek közé sorolható, a szélesebesség évi átlagai Magyarországon 2-4 m/s között változnak. Országos átlagban évente 33 nap minősül viharosnak, azaz ennyi alkalommal fordul elő 15 m/s-nál nagyobb szélleökés. **Az éghajlat egyre szélsőségesebbé válásával párhuzamosan azonban a XXI. század folyamán emelkedik a viharok**, azaz a szélvész, heves szélvész vagy orkán (85 km/h-t meghaladó szélleökések) jelenséggel érintett napok **éves átlagos száma**. A növekmény várhatóan a jelenleg is átlagosnál szelesebb Alföldön lesz a legnagyobb. Lényeges azonban kiemelni, hogy a szélesebesség aktuális

értékét nagymértékben befolyásolják a lokális tényezők, így mindenekelőtt a domborzat, illetve olyan tervszerű beavatkozással befolyásolható tényezők is mint, a felszínborítottság, vagy az adott hely környezetében levő épületek, fák, fasorok elhelyezkedése.

A szél potenciális károkozó képessége közimert, az építmények esetében elsősorban azok tetőszerkezetét, illetve felületből kiálló részeit veszélyeztetni, a faágak, vagy a rossz egészségi állapotban lévő idős fák egészségének kidöntése az emberi egészséget, szélsőséges esetben életet és a vagyonelemeket egyaránt veszélyezteti. A légvezetékek károkozása az áramellátás fennakadásához vezet.

2.3.2. ALKALMAZKODÁST CÉLZÓ BEAVATKOZÁSOK, JÓ GYAKORLATOK

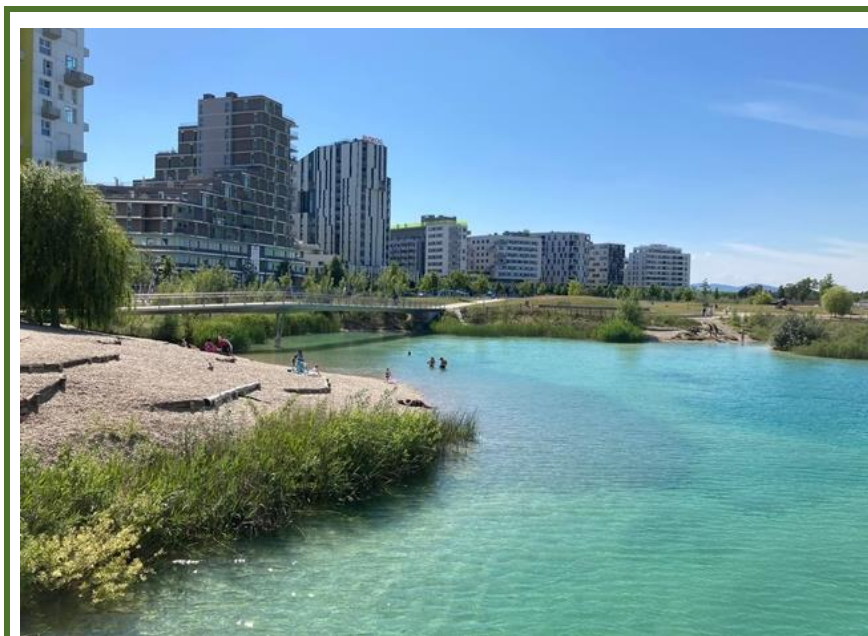
Vízkárok megelőzése a létesítmény helyszínének és kialakításának körültekintő megválasztásával

Bár egy létesítmény helyszínének megválasztását számos objektív körülmény (ld. tulajdonviszonyok, helyi szabályozási környezet, közművek elhelyezkedése stb.) **befolyásolja, mindenképpen érdemes törekedni arra, hogy annak során lehetőség szerint ne vízfolyások hullámtereire, vagy belvízveszélyes területekre essen a választás**. Míg a nagyobb vízfolyások mentén ez rendszerint kevésbé okoz kihívást, hiszen ott a településrendezési eszközök értelmében többnyire nem engedélyezett a nem mentett ártereken történő építkezés, villámárvizek által fenyegetett,

vagy belvízveszélyes területeken e korlátozás jóval ritkábban áll fenn. Amennyiben mégis ilyen helyszínen valósul meg a fejlesztés, kiemelt figyelmet kell fordítani a vízszigetelésre, amennyiben megoldható, megfontolandó az alsó szint olyan módon történő kialakítása, hogy abban az időszakos elöntés ne okozzon kárt (pl. kiszolgálóhelyiségek elhelyezése), az alapincézés mellőzése, szükség esetén védelmi művek (pl. töltés, gát, vízelvezető árkok) kialakítása.

Viharkárok megelőzése a szivacsváros koncepció érvényesítésével, azaz a csapadékvíz-lefolyás lassításával, a vizek visszatartásával

A viharok között meghatározó jelentőséggel bírnak a belterületi csapadékvíz-elöntésből származó **épület beázások**, az utak használatát ideiglenesen lehetetlenné tevő **elöntések**, **hordalékfelhordások**. Ezek **megakadályozásában kulcsszerep jut a lehulló csapadékvíz minél nagyobb arányú beszivárgásának** és azzal párhuzamosan a károkozó – és egyben a vizek helybeli hasznosítását kizáró – lefolyás lassításának. **Ennek módszereit a szivacsváros koncepció összegzi**, fő elemeit a zöldfelületek minél nagyobb arányú kiterjesztése, a vízvisszatartást szolgáló természetes megoldások és műtárgyak használata képezik, amelyek **vázlatos leírását a kiadvány 2.2.2 fejezete tartalmazza.**



Bécs új városrészében, Seestadt Aspernbén a közterületeket a szivacsváros koncepció alapján alakítják ki. A burkolt felületekről a víz a legtöbb helyen túlfolyóval és ülepítővel ellátott, medenceszerű esőkertekbe kerül, amelyek a felszín alatt dréncsövekkel vannak összekötve, így a víz túlnyomó része helyben hasznosul, a növények párologtatják el. A kialakított rendszerben – annak tökéletesítése érdekében – automatizáltan mérik a víztömeget, a sótartalmat, illetve a szennyeződések és a fák törzsméret-növekedését is nyomon követik.

szöveg és kép forrása: <https://budapest.hu/Lapok/2022/szakmai-tanulmanyutunk-becsbe-a-fenntarthato-esovizkezeles-jegyeben.aspx>

Viharkárok megelőzése az épület megfelelő kialakításával, véderdő kialakításával, megfelelő villámvédelem kialakításával

Bár az épületek megfelelő színvonalú kivitelezése alapvetően védelmet jelent a szél okozta viharkárok ellen, orkánerejű szelek mégis képesek kárt okozni az építményekben. Ennek megelőzése érdekében **javasolt lehetőség szerint minimalizálni a felületről kiálló szerkezeti elemek számát**, hiszen a tetőszerkezet mellett leginkább ezek vannak kitéve a szél rongáló hatásának. **Az ingatlan köré telepített, cserjéket és fákat is tartalmazó növénytörzs hatékonyan képes ugyan mérsékelni a szélerejét**, azok telepítésénél azonban figyelembe kell venni azt, hogy **megfelelő távolságban legyenek az épülettől**, hogy egyrészt dőlés esetén ne okozhassanak kárt abban, másrészt ne akadályozzák túlságosan a szélmozgást, mert az nyári hőhullámok idején jelentősen mérsékelheti az éjszakai enyhülést.

Légvezetékek lehetőség szerinti mellőzése, környezetükben lévő fák figyelemmel követése, gallyazása

A viharok következtében fellépő időszakos áramhiány elleni védelem egyik kézenfekvő módja a **légvezetékek lehetőség szerinti mellőzése**, azok kiváltása földkábelrel. Amennyiben erre nincsen lehetőség, úgy az ingatlan területén lévő légvezetékek környezetében folyamatosan figyelemmel kell kísérni a fák növekedését, és amennyiben 1 m-nél jobban megközelítik a légvezetékkel, úgy **az érintett gallyakat, ágakat el kell távolítani**.

3. A LÉTESÍTMÉNY „VISSZAHATÁSA” A SAJÁT KÖRNYEZETÉRE A FÖLDHASZNÁLAT MÓDOSULÁSÁNAK KÖVETKEZTÉBEN

3.1. SUGÁRZÁSVISZONYOK MÓDOSÍTÁSA

3.1.1. NEGATÍV "VISSZAHATÁSOK"

A burkolt felületek kiterjedésének növekedése – beleértve ipari, kereskedelmi, vagy közcélokat szolgáló területek, építmények, közlekedési infrastruktúrahálózatok, illetve annak elemeinek zöldmezős beruházás keretében történő kialakítását – megváltoztatják az érintett terület fényviszaverő képességét, vagyis albedóját. **A növényzettel borított területek beépítése következtében – az alkalmazott építőanyag típusától függően eltérő mértékben – a földfelszín nagyobb mennyiségű rövidhullámú sugárzást képest elnyelni és azt hő formájában kisugározva a levegő fokozott felmelegedéséhez és az esti órákban annak késleltetett és kisebb mértékű lehűléséhez vezet.** Az albedó változásának mértéke annál nagyobb, minél sötétebb színű borítás kerül a földfelszínre. Míg a füves területek a Napból érkező sugárzás nagyságrendileg 25%-át, az erdők pedig kb. 15-18%-át verik vissza, addig az aszfalt mindössze 4-12%-át.

A földfelszín és annak révén a levegő felmelegedése szempontjából ugyanakkor lényeges tényező az is, hogy a talajfelszínt milyen hosszú ideig, milyen mértékű napsugárzás éri. Értelemszerűen **az árnyékolt felületek kevesebb rövidhullámú sugárzást képesek elnyelni, és ezáltal kevesebb hőt bocsátanak ki**, mint a napsugárzásnak teljesen kitett szabad felületek. **Az árnyékolás ráadásul csökkenti a talaj párolgását, így nedvesebben tartja azt, a nedvesebb talaj pedig kevésbé képes felmelegedni, mint a szárazabb felszínek.** Mindezek következtében az árnyékos és napsugárzásnak kitett területek hőmérsékletei között nyári hóhullámos időszakokban akár 15 °C eltérés is kialakulhat. A városi klíma alakulása szempontjából ugyanakkor azt sem közömbös, hogy az árnyékolás mivel történik. Amennyiben az árnyékoló funkciót többszintű növényzet tölti be, úgy az érintett terület levegőjének páratartalma – a növények párolgása miatt – magasabb lesz, ami élettani szempontból kedvezőbb az emberek számára.

A fentiek következtében a burkolt felületek arányának növelése hozzájárul az ún. városi hősziget jelenség erősödéséhez, amely a települést övező térségnél magasabb napi csúcshőmérsékletek, enyhébb éjszakák és alacsonyabb páratartalmú levegő formájában nyilvánul meg. Mindez különösen nyári hóhullámok idején jelent komoly közegészségügyi kihívást, amikor a városi hősziget-jelenség egy eleve szélsőséges időjárási helyzet szélsőséges jellegét tovább erősíti.

3.1.2. LEHETSÉGES KORREKCIÓS INTÉZKEDÉSEK

Zöldfelületek növelése a burkolt felszínnek rovására lehetőség szerint háromszintű növényzet kialakításával, nagy lombosítási árnyékoló fák telepítésével

Egy település, településrész, vagy konkrét létesítmény fejlesztése akkor befolyásolja legkevésbé a környező térség felmelegedését, és ezáltal akkor járul hozzá legkevésbé a városi hősziget hatás kialakulásához, ha a fejlesztés eredményeképpen egyáltalán nem, vagy csak a lehető legszükségesebb mértékben nő a burkolt felületek aránya. Ennek elérése érdekében **minden arra alkalmas helyen célszerű növényzetet telepíteni, legnagyobb arányban háromszintű típusút.** Különösen a hosszabb élettartamú cserje- és faegyedek kiválasztásánál figyelni kell arra is, hogy azok a jövő szélsőségesebb éghajlatához igazodjanak.

Gyepterületek kialakítása biodiverz kiültetésekkel

Az albedó növelése, azaz a Napból érkező sugárzás visszaverésének fokozása, és ezáltal a földfelszín felmelegedésének megelőzése szempontjából kiváló tulajdonságokkal bírnak a gyepfelületek is. Azaz, ahol nincsen lehetőség fásszerű növényzet telepítésére, ott is mindenképpen célszerű a burkolt felületek helyett gyepfelületeket létesíteni. Mindazonáltal itt is jelezzük, hogy a széles körben alkalmazott intenzív gyepekkel szemben az **ökológikus zöldfelületek** sokkal fenntarthatóbbak, jobban igazodnak a jövő klimatikus viszonyaihoz, az azokra jellemző

magasabb talajborítottság révén pedig általában a talaj felmelegedését is hatékonyabban képesek megelőzni.

Sima, világos színű burkolatok és falfestés alkalmazása

Természetesen nem mindenhol nyílik lehetőség zöldfelületek létesítésére. Ugyanakkor a burkolatok típusának és a falfestés színének megfelelő kiválasztásával is növelhető azok fényvisszaverő képessége. **Minél kevésbé érdes felületű és világosabb színű a burkolat, illetve a falfestés, annál kevesebb sugárzást képes elnyelni,** azaz annál kevésbé melegszik fel és annál kevesebb hőt sugároz ki esténként magából. Éppen ezért gyalogos járófelületeken célszerű kőburkolatot, utakon ún. fehér betont előnyben részesíteni, amennyiben az egyéb körülmények ezt lehetővé teszik. Lényeges szempont ui., hogy e burkolatok fokozottan csúszásveszélyesek, azaz használatuk inkább kisebb forgalmú utakon, illetve járófelületeken javasolható.

Zöldhomlokzatok, zöldfalak létesítése

A zöldhomlokzatok, amellet, hogy rendkívül hatékonyak az egyedi létesítmények árnyékolásában és hőszigetelésében (ld. [2.1.3 fejezet](#)), egyben elősegítik az épület környezetére jellemző mikroklíma javítását is, hiszen párologtató felületeként funkcionálnak. Ugyanilyen szerepet töltenek be a zöldfalak és egyéb növényzettel felfuttatott kertépítészeti elemek is, annyi kiegészítéssel, hogy ezek a talajfelület árnyékolásában betöltött szerepük révén is mérsékelik a földfelszín által elnyelt rövidhullámú sugárzás mennyiségét és ezáltal a tervezett létesítmény környezetének felmelegedését.



Hazánk legnagyobb felületű zöldfala Budapesten, a Millenáris Széllkapu park részeként várja a látogatókat. A parkban két típusú zöldfalat építettek a szakemberek. Az egyiknél acél vázszerkezetre futtatott kúszónövények rendszere adja a fedettséget. Itt a teljes növényvel futtatott felület 4000 négyzetméter. A kúszócserjék egy része közvetlenül a talajban gyökerezik, az emeleteken viszont ültetőládákba telepítették a növényzetet.

A park egy másik részén, árnyékos és félsárnyékos fényviszonyú területen évelőkből és díszfüvekből áll a moduláris rendszerű épített zöldfal növényállománya, itt nincs közvetlen kapcsolat a termett talajjal. Ez utóbbi 170 négyzetméteres, és 2019-ben telepítették rá a több mint 4500 évelőt.

(<https://magyarmezogazdasag.hu/2020/09/09/zoldfalak-magyarorszagon>)

3.2. LEFOLYÁS MÓDOSÍTÁSA

3.2.1. NEGATÍV "VISSZAHATÁSOK"

A burkolt területek növelése gyökeresen megváltoztatja a fejlesztéssel érintett térség vízháztartását, a térségre hulló csapadékvíz hasznosulását. A burkolat típusától függő mértékben, de mindenképpen csökken a beszivárgás mennyisége, a szabad talajfelületek és növényzet hiányában pedig a párolgás is. Mindezek **következtében a lehulló csapadék legnagyobb része lefolyik, ami** egyidejűleg két kihívást is eredményez. Egyrészt csökken a helyben hasznosuló csapadék aránya, ami a talaj kiszáradásához, a növényzet és ezáltal az egész élővilág károsodásához, a levegő pártartalmának csökkenéséhez vezet és mindezek révén **erősíti a nyaranta különösen veszélyes városi hőszigetelést, másrészt** a lefolyó víz összegyülekezve károkozásra is képes **belterületi elöntésekhez vezethet.**

3.2.2. LEHETSÉGES KORREKCIÓS INTÉZKEDÉSEK

Zöldterületek kiterjedésének növelése a burkolt felületek rovására

A csapadékvíz lefolyásának lassítását, valamint ezzel párhuzamosan a beszivárgás arányának növelést és ezáltal a csapadékvíz helyben történő hasznosulását **legnagyobb hatékonysággal a zöldfelületek kiterjedésének növelése** és ezzel párhuzamosan a burkolt felületek arányának csökkentése **eredményezi.** Éppen ezért alapvető jelentőséggel bír, hogy a településen,

vagy a fejlesztéssel érintett létesítmény területén minél nagyobb zöldfelületi arányt érjünk el. Minél összetettebb, minél több szintből álló növényzetet telepítünk, annál hatékonyabban lesz az képes mérsékelni a csapadékvíz lefolyását és ezáltal mérsékelni a csapadékvizek összegyülekezésének helyén a potenciális károkozás kockázatát.

Esőkertek, szikkasztóárkok, záportározók kialakítása

A csapadékvíz helyben történő hasznosulását, egyben a lefolyó víz mennyiségének csökkentését esőkertek, szikkasztóárkok, illetve záportározók kialakításával is elősegíthetjük. Az említett létesítmények között elsősorban nagyságrendi különbségek állnak fenn, a kisebb kiterjedésű esőkertek és szikkasztóárkok inkább létesítményi, vagy legfeljebb utcaszintű, míg a nagyobb záportározók települési, vagy településrészi mérettartományba esnek. „Működésük” lényege azonban közös, **olyan mélyebb fekvésű területrészt jelölnek, amelyek befogadják a gravitációs úton, ereszcatornákon, vagy – települési méretben – a csapadékvíz-elvezető hálózaton keresztül oda vezetett többletvizet és ott lassan elszikkasztják azt, egyben táplálják a bennük élő növényzetet.** Lényegük tehát semmiképpen sem a folyamatos vízborítás, az év legnagyobb részében értékes zöldfelületként funkcionálnak! **Esőkertek kialakítása intézményi, ipari területeken kiemelten javasolt,** hiszen hozzájárul a csapadékvíz-elvezető hálózat terhelésének mérsékléséhez.



A kecskeméti Gerlice utcában 18 esőkertet alakítottak ki ún. Seattle-módszerrel. A Seattle esőkertek technológiájába ma már beépültek a talajesztek, amelyeket laborban és a helyszínen a tervezés időszakában elvégeznek, vizes és száraz időszakban is. A talajt 70-

90-100 centiméter mélységben szedik ki a kert méretétől függően, majd komposzttal keverve teszik vissza. A teljes vízgyűjtőt együtt tervezik, befolyót és kifolyót is építenek a vízfelesleg eltávozása érdekében. A teljes felületet beültetik, a kert szerkezete leginkább egy tóéra hasonlít. A növények ültetése után vastag rétegben keményfa aprítékot terítenek szét. Ezzel a módszerrel valósult meg 2021-ben Kecskeméten a Gerlice utcai útfejlesztés, ahol árkok helyett összesen 18 esőkert kialakításával oldották meg a csapadékvíz elvezetését.

kép forrása:

<https://www.facebook.com/esokert/photos/pcb.197524712651073/197524072651137/>

Zöldtetők kialakítása

A zöldtető a tető síkján mesterségesen létrehozott, biológiailag aktív, vegetációs, növényzettel betelepített tetőfelület. **A zöldtetők kialakítása** az épületek felmelegedésének mérséklése és a városi hőszigetetés csökkentése mellett **hatékony szerepet tölt be a csapadékvíz-lefolyás lassításában és ezáltal a csapadékvíz-elvezető hálózat tehermentesítésében is.** Bár az ún. intenzív zöldtetők, amelyek gyakorlatilag gondozott kertként funkcionálnak, a magasabb növényborítottság miatt nagyobb mennyiségű víz helyben történő hasznosítására és elpárologtatására képesek, fenntartásuk mégis költségesebb, energia- és vízigényesebb, így összességében az extenzív zöldkertek létesítése javasolható, amelyek szintén jelentős mennyiségű csapadékvizet képesek „felfogni”.

Kéktető kialakítása

Sűrű belvárosi környezetben, vagy nagy kiterjedésű ipari, kereskedelmi létesítmények esetében bírhat jelentőséggel a lapostetők potenciális víztározó kapacitása. **Amennyiben a lapostetők felületén sekély medencét alakítunk ki, úgy jelentős mennyiségű csapadék tartható vissza,** amelynek nagy része a későbbiekben elpárolog, ezáltal nem növeli a lefolyást és nem terheli a csapadékvíz-elvezető hálózatot.

Vízáteresztő burkolatok alkalmazása

Beépített területeken természetesen számos helyszínen nélkülözhetetlen valamilyen mesterséges burkolat alkalmazása. **A beszivárgás elősegítése érdekében azonban mindenképpen érdemes előnyben részesíteni a vízáteresztő burkolatokat,** amelyeknek kiemelt jelentőségük a csapadékvíz-elvezető hálózatba és befogadó vízfolyásokba jutó és ezáltal helyben nem hasznosuló esővíz mennyiségének mérséklésében. Említést érdemel, hogy egy burkolat csak abban az esetben tekinthető vízáteresztőnek, ha mind az alépítmény, mind a felépítmény olyan szemcseösszetétellel rendelkezik, amely lehetővé teszi a víz áramlását a szemcsék közötti pórusokban. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy özönvízszzerű esőzéseket követően a vízáteresztő burkolatok sem képesek az esővíz egészét elszikkasztani, ezért túlfolyóról ebben az esetben is gondoskodni kell, a többletvizet lehetőség szerint zöldfelületre kell vezetni. A tervezés során kiemelt figyelni kell fordítani továbbá az érintett terület szennyezettségére, vízáteresztő burkolatok ui. csak ott alkalmazhatóak, ahol nem várható, hogy a csapadék szennyezőanyagokat mos be jelentős mennyiségben a talajba.



A 2016-ban megújított budapesti Nehru parton előnyben részesítették a vízáteresztő burkolatokat. Az utcabútorokkal ellátott pihenőfelületet kötőanyag nélkül stabilizált szórt burkolattal látták el, a játszótéri eszközök alatt és környékén pedig színes, vízáteresztő gumiburkolat található.

Kép forrása: Dr. Almási Balázs – Csizmadia Dóra (2016): Zöldinfrastruktúra füzetek 1. – Vízáteresztő burkolatok

Ciszternák, tűzi- vagy öntözővíz tározók kialakítása

A csapadékvíz tárolásának évezredes hagyománnyal rendelkező megoldása a ciszternák létesítése. A csapadékvízgyűjtő berendezések mérettartománya a lakóházakban alkalmazható edényektől a föld alatti hatalmas tárolókig terjed. Bár **e berendezések** elsődleges célja a csapadékvíz vízhiányos időszakban történő – elsősorban öntözési, vagy szaniter célú – hasznosításának elősegítése, **a csapadékvíz-lefolyásának mérséklésben is jelentős szerepet töltenek be.**

Mesterséges szikkasztórendszerek kialakítása burkolt felületek alatt

A csapadékvíz helyben történő hasznosítását célozzák a burkolt felületek esetében is kialakítható szikkasztórendszerek. Ezek **lényege, hogy a csapadékvíz drénkutakon és dréncsökeven keresztül a felszín alatt elhelyezett drénaknába vezetik, amelyekből az a későbbiekben a környező felszín alatti rétegekbe szivárog.** Az eljárás kétségtelen hátránya, hogy fokozza a szennyezőanyagok mélyebb talajrétegekbe és felszín alatti víztestekbe történő bejutásának kockázatát, így **csak megfelelően kialakított és folyamatosan karbantartott szűrőberendezések beépítésével alakíthatók ki biztonságosan.** Ugyanakkor kifejezett előnyük, hogy nagy kiterjedésű burkolt felületek alá is lehetővé teszik a csapadékvíz bejutását és hasznosulását, továbbá mérsékelik a felszíni lefolyást.

3.3. TERMÉSZETES ÖKOSZISZTÉMÁKAT ÉRINTŐ MÓDOSÍTÓ HATÁSOK

3.3.1. NEGATÍV "VISSZAHATÁSOK"

Az infrastrukturális fejlesztések, ezeken belül is kiemelten a vonalas közlekedési létesítmények, nagyobb telephelyek létrehozása, több szempontból is kockázatot jelentenek a természetes és természetközeli ökoszisztémák, a biológiai sokféleség megőrzése szempontjából.

A területfoglalás a jelentkező hatások legdrasztikusabb formája. **Az új infrastruktúra létesítmények építésekor az igénybe vett terület, mint biológiailag aktív élőhely, annak minden – az éghajlatváltozás tükrében kiemelten fontos – ökoszisztéma-szolgáltatásával** (pl. mikroklima-kiegyenlítő hatás) **együtt, teljesen megszűnik.** A területfoglalások ezért olyan irreverzibilis változásoknak tekinthetők, amelynek nagyságát mindenképpen a minimálisra kell szorítani.

A biológiai sokféleség megőrzése és fenntartása szempontjából komoly problémát eredményezhet az élőhelyek fragmentációja, azaz a beruházások eredményeképpen egy nagy, összefüggő élőhely több darabra osztódása is. Bár az eredeti élőhely kis, szétszórott darabjai fennmaradhatnak, azokat a közöttük lévő akadályok (utak, infrastrukturális elemek) izolálják egymástól. Amennyiben az új létesítmény egy adott faj helyi élőhelye és a korábbi szaporodási helye között létesül, akár fajvesztés is előfordulhat. Az élőhelyek fragmentációja csökkenti az ökoszisztémák rugalmasságát, így az egyre szélsőségesebbé váló időjárási körülményekhez való alkalmazkodási képességét is, aminek következtében **a feldarabolt**

élőhelyek biológiai sokfélesége számottevően csökkenhet, illetve szélsőséges esetben fennmaradásuk is veszélybe kerülhet az éghajlatváltozás hatására.

Az infrastrukturális fejlesztések – különösen amennyiben zöldmezős beruházásokról van szó – az érintett területek bolygatásával járnak. A bolygatott felszínek viszont többnyire kedvező feltételeket nyújtanak az özönnövények, köztük a hazai élővilág szempontjából kockázatos, ugyanakkor a következő évtizedekhez kiválóan alkalmazkodó, szárazságtűrő idegenhonos fajok megtelepedéséhez. Így **a bolygatott felszínek kiterjedésének növekedése tovább erősíti az éghajlatváltozás hazai természetes és természetközeli ökoszisztémákra gyakorolt kedvezőtlen hatásait.**

3.3.2. LEHETSÉGES KORREKCIÓS INTÉZKEDÉSEK

Zöldterületek bővítése, lehetőség szerint nagy kiterjedésű háromszintű növényzet kialakításával

Az éghajlatváltozás miatt egyre szélsőségesebbé váló éghajlati körülmények miatt elkerülhetetlen az élővilág életfeltételeinek javítása, amelynek leghatékonyabb módját az összefüggő, nagy kiterjedésű zöldfelületek kialakítása képezi. Természetesen fajtól függően változik, hogy milyen jellemzőkkel bíró és mekkora minimális kiterjedésű élőhelyre van szükség annak fennmaradásához, mindazonáltal általánosságban kijelenthető, hogy minél nagyobb területen, minél összetettebb, fajgazdagabb zöldfelületet érdemes létrehozni. Ennek jelentőségét az élővilág szempontjából nem lehet túlbecsülni!

Ökológiai folyósok kialakítása

A fajok fennmaradásában, az élőhelyek biológiai sokféleségének megőrzésében kulcsszerep jut az élőhelyek közti kapcsolatok megőrzésének. Éppen ezért törekedünk arra, hogy a településen, vagy fejlesztési területen található zöldfelületek összefüggő hálózatot képezzenek, ennek érdekében **a zöldfelületek helyszíneinek kijelölése során válasszuk a hiányzó elemek pótlását, illetve arra is figyeljünk, hogy lehetőség szerint az újonnan kialakítandó zöldterületek a környező térség zöldfelületi rendszeréhez is illeszkedjenek!**

Ökológikus szemléletű gyepterületek kialakítása

A Magyarországon elterjedt gyeptenntartási gyakorlat, azaz az évi nagyságrendileg 4-6 kaszálás rendszerint nyírt, nagyjából gyommentes felületeket eredményez, amelynek ökológiai értéke ugyanakkor erősen mérsékelt. **Biodiverz növénytelepítéssel, kevesebb, de megfelelő időben történő kaszálással e gyepek ugyanakkor átalakíthatók ökológiai szempontból lényegesen kedvezőbbnek minősülő, magasabb esztétikai értékű, biodiverz virágos gyepterületekké, amelyek sokkal nagyobb biológiai változatosságú élőhelyként funkcionálnak, egyben a fenntartási igényük is alacsonyabb.**



2021-ben a Vadvirágos Budapest Program keretében 22 helyszínen, összesen több mint 28 hektár területen vezettek be extenzív gyeptenntartást (1-2 alkalommal kaszáltak a korábban jellemző 8-10 helyett), ezáltal kialakítva

ökologikus zöldfelületeket a fővárosi parkokban és zöldsávokban. A program pozitív tapasztalatai közé tartozik, hogy jelentősen nőtt a növényfajok száma a kijelölt, „méhlegelőként” ismert helyszíneken a kontroll területekhez képest, volt, ahol védett növények is megjelentek. Továbbá több és többféle beporzó rovar látogatta a kijelölt területeket. Voltak olyan helyszínek is, amelyek nem működtek jól (például árnyékosak voltak vagy jelentősebb lakossági használatnak voltak kitéve). Az ezek kapcsán szerzett tapasztalatokat a következő évek területkijelölési gyakorlatánál már figyelembe vették, hogy növelhessék a program sikerességét.

kép forrása: <https://magyarmezogazdasag.hu/2021/05/20/nem-mind-gaz-mi-magasra-no-mik-ezek-sarqa-tablak-parkokban>

Vízvisszatartás, vizes élőhelyek kialakítása

A vízvisszatartás jelentőségét a vízkárok megelőzése mellett az élővilág életfeltételeinek biztosítása szempontjából is lehetetlen túlbecsülni. Az időjárási jellemzők, különösen az éven belüli csapadékeloszlás szélesőségesebbé válása miatt **az élővilág ökológiai vízigényének biztosítása szempontjából is minden rendelkezésre álló eszközzel törekedni kell a területre hulló, vagy vízfolyások által odaszállított víz visszatartására. Ennek legegyszerűbben kivitelezhető eszközei, eljárásai a fejlesztési területen belül a vízáteresztő burkolatok alkalmazása, esőkertek, szikkasztóárkok, záportározók kialakítása.** Bár ezek nem biztosítanak folyamatos vízborítást, a talaj nedvességtartalmának növelése révén hozzájárulnak az élővilág életfeltételeinek javításához. Amennyiben a fejlesztés jobb vízellátottságú területen valósul meg, a vízfolyásokhoz, állóvizekhez kapcsolódóan **új vizes élőhelyek kialakítása is szóba jöhet.**

Özönnövények rendszeres irtása

Az éghajlatváltozás következtében egyre szélsőségesebbé váló klimatikus adottságok miatt az özönnövények – köztük az őshonos fajok számára kiemelt kockázatot magukban hordozó idegenhonos fajok – robbanásszerű elterjedésének megelőzése érdekében **mindenképpen indokolt a fejlesztési területen előforduló növényfajok rendszeres nyomon követése és az özönnövények következetes eltávolítása.**

Fészkelő- és bűvőhelyek kialakítása

Az állatvilág megtelepedésének és fennmaradásának elősegítése érdekében a kialakított zöldterületeken érdemes mesterséges fészkelő és bűvőhelyeket kialakítani. Természetesen fajonként változnak ezek elvárt jellemzői, éppen ezért érdemes kapcsolatba lépni a helyi adottságokat ismerő szakemberrel (pl. Nemzeti Park Igazgatóság, Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, helyi zöld civil szervezetek stb. munkatársai), akik tanácsot tudnak adni, hogy melyek azok az őshonos állatfajok, amelyek védelme kiemelt jelentőséggel bír a fejlesztés helyszínén.

Nagy felületű, „csupa üveg” burkolat mellőzése

A nagy kiterjedésű üvegburkolatok megzavarják a rovarok tájékozódását, hiszen víztestnek vélik azokat, de a madarak is gyakran ütköznek neki azoknak, aminek következtében gyakran el is pusztulnak. Éppen ezért **lehetőség szerint a létesítmények kialakítása során törekedjünk a túlságosan nagy üvegfelületek alkalmazásának mellőzésére.** Amennyiben mégis ilyen építése mellett döntünk, gondoskodjunk azok „elrejtéséről”, azaz növényzettel való legalább részleges takarásáról, árnyékolásáról.

Reprodukciós időszakban a zavarás lehető legkisebb mértékre történő csökkentése

A fejlesztések kivitelezésének időbeli megtervezése során – amennyire lehetséges – **célszerű a nagy zajjal és földmunkával járó munkálatokat a legtöbb faj reprodukciós időszakán kívüli nyár végi, őszi, esetleg téli időszakokra ütemezni.**

3.4. LÉGMOZGÁS MÓDOSÍTÁSA

3.4.1. NEGATÍV "VISSZAHATÁSOK"

Egy település szerkezetének alakítása (pl. új utak kialakítása, meglévő háztömbök szanálása), de akár új nagy alapterületű és többszintes építmények létesítése is érdemben befolyásolja egy település légmozgásának jellemzőit. E tekintetben azonban az éghajlatváltozás egyes következményeivel összefüggésben jelentkező hatások nem egységesek, így a kedvezőtlen hatások megelőzése minden esetben a helyi légköri jellemzők körültekintő vizsgálatát igényli.

Az épületek kialakítása ui. egyaránt eredményezheti olyan szélcsatornák kialakítását, amelyek jelentős mértékben felerősítik a légáramlást és viharok idején károsító mértékű szélökéseket idézhetnek elő, ugyanakkor „le is árnyékolhatják” a légmozgást, megszüntetve ezáltal a település átszellőzését. Ez utóbbi egyrészt anticiklonális helyzetekben a légszennyezettség jelentős, tájékoztató, vagy akár riasztási határértékeket is meghaladó mértékű romlását, másrészt nyári hőhullámok alatt a település környezetéből származó enyhébb levegő beáramlásának megakadályozását eredményezheti, azaz mindenképpen káros a településen élők egészségének megóvása szempontjából. Mivel az éghajlatváltozás hatására mind a viharok, mind a hőhullámok gyakorisága várhatóan nőni fog, az épített környezet helyi légmozgásokat befolyásoló hatása a jövőben egyre nagyobb jelentőségre tesz szert. A **települések átszellőzéséhez** kapcsolódóan érdemes megjegyezni, hogy azt az építmények elhelyezkedése mellett **alapvetően befolyásolja a**

zöldterületek, és zöldfolyosók léte vagy hiánya is, a többszintű növényzet ui. egyrészt érdemben képes lassítani a légmozgásokat, másrészt a településen belüli sugárzásviszonyokra gyakorolt hatásuk révén a nagyobb kiterjedésű zöldterületek akár helyi szélmozgásokat is előidézhetnek.

3.4.2. LEHETSÉGES KORREKCIÓS INTÉZKEDÉSEK

Építmények elhelyezésére, kialakítására irányuló tervezés során a település, településrész átszellőzésének figyelembevétele

Egy településrész, vagy nagyobb létesítmény, építmény újonnan történő kialakítása, vagy jelentős mértékű átalakítása során célszerű meggyőződni arról, hogy annak elhelyezkedése, kialakítása nem akadályozza-e a település átszellőzését, azaz nem gátolja-e a környező területekről érkező légmozgásokat. Bár ezt **minden esetben a helyi adottságok határozzák meg, a teljesség igénye nélkül említést érdemel néhány építményelhelyezési gyakorlat, amelyet célszerű elkerülni** (bár ezek esetében is előfordulhat, hogy az adott helyszínen nem akadályozzák a település átszellőzését), **ezek a következők:** a külterületeket és a belvárost összekötő szélcsatornára merőlegesen elhelyezett nagyobb kiterjedésű kereskedelmi, vagy ipari célú épület; vízfolyásokkal párhuzamosan létesített zárt épületsor; nagyobb kiterjedésű zöldfelületeket és a környező sűrűbb beépítettségű településrészt elválasztó nagyobb kiterjedésű építmény.

Építmények elhelyezésére, kialakítására irányuló tervezés során a település, településrész lefolyási jellemzőinek figyelembevétele

Az előző szemponthoz hasonlóan az is lényeges, hogy egy újonnan létesülő vagy bővülő településrész, vagy különösen vonalas infrastruktúra vagy nagyobb létesítmény, építmény ne eredményezze annak környezetében a belterületi elöntések, hordalékárak, villámárvizek fokozott kockázatát. Ennek megelőzése érdekében **meg kell győződni arról, hogy a létesítmény nem akadályozza a vízfolyások akadálytalan lefolyását**, és ezáltal nem eredményezi azok károkozó mértékű összegyülekezését (pl. szűk, vagy hiányzó áttereszek utak alatt, hídlábak által képezett akadály), **illetve**, hogy a fejlesztés eredményeképpen esetlegesen **újonnan létrejött burkolt felületekről özönvízserű esőzéseket követően is megoldott-e a megnövekedett mennyiségű csapadékvíz károkozás nélküli elvezetése.**

Építmények állapotának folyamatos nyomon követése, karbantartása, szerkezeti elemeinek megerősítése

Az építmény által a környezetében okozott károk megelőzése érdekében folyamatosan nyomon kell követni annak állapotát, és el kell végezni a szükséges karbantartási munkálatokat. **Tekintve, hogy különösen a tetőszerkezet, az ablakok, illetve a függőleges síkből kiálló szerkezeti elemek minősülnek sérülékenynek a fokozott légmozgásokkal szemben, és ezek esetlegesen leszakadt darabjai okoznak legnagyobb valószínűséggel akár emberi sérüléssel is járó balesetet, ezek karbantartására fokozott figyelmet kell fordítani.**



4. ADAPTÁCIÓS TERVEZÉS AZ ÖTLETTŐL A TERVEKIG A WATER STEWARDSHIP KONCEPCIÓ ALAPJÁN

Annak érdekében, hogy megkönnyítsük az előző fejezetekben vázolt, Water Stewardship koncepció mentén megfogalmazott éghajlati alkalmazkodási lehetőségek településtervekbe, illetve projektszintű fejlesztési elképzelésekbe történő integrálását, az alábbiakban néhány átfogó jellegű szempontot adunk azok figyelembevételéhez, gyakorlati megvalósításához. A következő részfejezetek sorrendje a tervezési fázisok időrendjéhez igazodik.

4.1. VÁLOGATOTT ADAT- ÉS INFORMÁCIÓFORRÁSOK AZ ALKALMAZKODÁSI INTÉZKEDÉSEK RÉSZLETES MEGTERVEZÉSÉHEZ

Valamennyi tervezési folyamat a szükséges adatok, információk megismerésével kezdődik. Jelen kiadvány elsődleges célja is információátadás. Ennek keretében igyekszik felhívni a figyelmet azokra az éghajlatváltozással összefüggő jelenségekre, amelyek érdemben befolyásolhatják egy település, vagy infrastrukturális fejlesztés hosszú távú fenntarthatóságát, illetve azokra a hatásfolyamatokra is, amelyeket a tervezett fejlesztés vált ki és amely által felerősíti, vagy éppen mérsékeli az éghajlatváltozás helyben megnyilvánuló következményeinek mértékét.

A kiadvány terjedelme és elsődlegesen gondolatébresztőnek szánt jellege azonban nem teszi lehetővé részletes ismeretek átadását. **Az alábbiakban megadott adat- és információforrások azonban lehetőséget teremtenek a 2. és 3. fejezetben említett hatásfolyamatok és beavatkozási lehetőségek alaposabb megismerésére.**

Az alábbi szakirodalom gyűjtemény természetesen nem minősül teljeskörűnek, annak összeállítása során elsődleges szempont volt, hogy valamennyi kiadvány, illetve adatbázis online formában, korlátozás és regisztráció nélkül elérhető legyen.

Éghajlatváltozás hatásai

- A 2018-2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia <https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/6bcb816077f795960249fcc31c699245299be2da/letoltes>
- ITM (2018): Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről <https://banyasz.hu/images/klimapolitika/Jelent%C3%A9s%20az%20%C3%A9ghajlatv%C3%A1ltoz%C3%A1s%20K%C3%A1rp%C3%A1t-medenc%C3%A9re%20gyakorolt%20esetleges%20hat%C3%A1sainak%20tudom%C3%A1nyos%20%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s%C3%A9r%C5%91.pdf>
- Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (éghajlatváltozás Magyarország egyes régióiban jelentkező hatásaival kapcsolatos adatbázisok, szakirodalom): <https://nater.mbfisz.gov.hu/>

- KLIMADAT Térinformatikai Rendszer (éghajlati jellemzők változásának Magyarországon belüli regionális jellemzőit tartalmazó adatbázis)
<https://klimadat.met.hu/>

Alkalmazkodást célzó beavatkozási lehetőségek

- MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ormos Imre Alapítvány (2017): Zöldinfrastruktúra-hálózat fejlesztése (I. kötet) - A zöldinfrastruktúra szempontjából releváns intézményi és jogszabályi környezet áttekintése:
http://www.termeszetvedelem.hu/user/browser/File/Taj/KEHOP_TK_ZI/ZI_tanulmany_I_kotet.pdf
- MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ormos Imre Alapítvány (2017): Zöldinfrastruktúra-hálózat fejlesztése (II. kötet) - A zöldinfrastruktúra-hálózat felmérésével és fejlesztésével kapcsolatos hazai és nemzetközi tapasztalatok, jó gyakorlatok feldolgozása, adatigények meghatározása:
http://www.termeszetvedelem.hu/user/browser/File/Taj/KEHOP_TK_ZI/ZI_tanulmany_II_kotet.pdf
- Dr. Almási Balázs – Csizmadia Dóra (2016): Zöldinfrastruktúra füzetek 1. – Vízáteresztő burkolatok
<https://budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/Z%C3%B6ldinfrastrukt%C3%BAra%20f%C3%BCzetek%201.%20-%20Vizatereszt%C3%B6burkolatok.pdf>
- Pataky Rita (szerk.) (2017): Zöldinfrastruktúra füzetek 2. – Zöldhomlokzatok
https://budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/Zoldhomlokzatok_2017.pdf
- Csizmadia Dóra (2018): Zöldinfrastruktúra füzetek 3. – Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken
https://budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/ZOLDINFRASTRUKTURA_csapdek_10_01_online.pdf
- Bardóczy Sándor, Stefanics Beáta, Szakács Barnabás, Turcsányi Katalin (2018): Zöldinfrastruktúra füzetek 4. – Városi fák és közművek kapcsolata, tervezési útmutató
http://terkoz.budapest.hu/wp-content/uploads/2020/03/ZOLDINFRASTRUKTURA_FUZETEK_fak_11_90131_online.pdf
- Stefanics Beáta, Ráskai-Kiss Dorottya, Sógor Gabriella (2021): Zöldinfrastruktúra füzetek 6. – Fahelyek és zöldsávok védelme a városi utak mentén
https://budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/ZOLDINFRASTRUKTURA_FUZETE_K_6_online%20verzio.pdf
- Hercig Zsuzsanna, dr. Sztzker Petra (szerk.), 2021: Adaptációs Útmutató az éghajlatváltozás hatásaihoz önkormányzatok számára:
<https://vizmeqtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/Adaptacios%20Utmutato.pdf>
- dr. Nagy Zs., Dr. Bardóczy dr. Székely E., Lendér H. (2018): Kézikönyv települések számára a települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezéséhez:
https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfqi.hu/files/files/Belteruleti_vizrendezés_NATeR2.pdf
- Kovács-Hostyánszki Anikó (szerk.), 2023: Beporzóbarát városok - a beporzó rovarok támogatásának lehetőségei települési környezetben
<https://www.diszkerteszek.hu/files/beporzo-barat-varosok.pdf>

- Orbán Zoltán (2008): Madárbarát településfejlesztés
https://www.mme.hu/binary_uploads/5_kornyezeti_neveles/orban_zoltan_madarbarat_telepulesfejlesztes_konyv_2.kiadas_2008.pdf
- Ertsey Attila, Medgyasszay Péter (2014): Fenntartható építészet útmutató
<https://docplayer.hu/17415299-Fenntarthato-epiteszet-utmutato.html>
- Sütő Attila (szerk.), 2019: A turizmus szektor sérülékenysége és alkalmazkodóképessége – gyakorlati példák
https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgy.hu/files/files/10_A_turizmus_kiadvany_web.pdf
- EEA (2018): 10 case studies: How Europe is adapting to climate change
<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/about/climate-adapt-10-case-studies-online.pdf>
- EEA – Climate-ADAPT (Éghajlatváltozással összefüggő beavatkozási lehetőségek, jó gyakorlatok gyűjteménye, amely az éghajlatváltozással összefüggő potenciális hatások teljes körét lefedi)
<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/case-study-explorer>
- EEA (2012): Urban adaptation to climate change in Europe
<https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
- P. Strosser, G. Delacámara, A. Hanus, H. Williams és N. Jaritt. (2015): Útmutató a vízmegőrzés természetre alapozott módszereinek kiválasztására, megtervezésére, megvalósításának támogatására Európában: A természetre alapozott megoldások sokrétű hasznának megragadása. Végző változat, 2015 április
<http://nwrn.eu/quide-hu/files/assets/basic-html/index.html#1>
- Somarakis, G., Stagakis, S., & Chrysoulakis, N. (Eds.). (2019). ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook. ThinkNature project funded by the EU Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 730338. doi:10.26225/jerv-w202
https://platform.think-nature.eu/system/files/thinknature_handbook_final_print_0.pdf
- Woods Ballard, B, Wilson, Udale-Clarke, H, Illman, S, Scott, T, Ashley, R, Kellagher, R (2015): The SuDs Manual
<http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>
- PRUTSCH, A., FELDERER, A., BALAS, M., KÖNIG, M., CLAR, C., STEURER, R. (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Umweltbundesamt, Wien
https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/KLIEN_Methoden_und_Werkzeuge_zur_Anpassung_an_den_Klimawandel.pdf

4.2. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS TERVEZETT LÉTESÍTMÉNYRE, ÉRINTETT TELEPÜLÉSRE GYAKOROLT HATÁSAINAK AZONOSÍTÁSA

Ahhoz, hogy egy település vagy létesítmény hosszútávon is ellenálló legyen az éghajlatváltozás helyi hatásaival szemben, értelemszerűen **első lépésként azonosítani kell, hogy egyáltalán milyen klimatikus változásokra és azok mely következményeire kell felkészülni a fejlesztés helyszínén.** Bár az éghajlatváltozás hatásainak többsége közismert, érdemes valamennyi lehetőséget számba venni, és mérlegelni, hogy azok milyen mértékben jelentkeznek a fejlesztés helyszínén és ezáltal figyelembe kell-e venni azokat a projekt tervezése során.



4.2.1. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HELYI HATÁSAINAK ÉS AZOK VÁRHATÓ KÖVETKEZMÉNYEINEK MEGISMERÉSE LÉPÉSRŐL LÉPÉSRE

- 1. Első lépés:** Érdemes áttekinteni jelen kiadvány [„Az éghajlatváltozás hatásai és az azok kezelését szolgáló jó gyakorlatok, beavatkozási lehetőségek”](#) című 2. fejezetét, amely áttekintést nyújt a lehetséges hatásokról, azok következményeiről és az azokra adható válaszokról.
- 2. Második lépés:** Javasoljuk kitölteni a [4.2.2. fejezetben](#) található éghajlati hatások azonosításához támpontot nyújtó értékelő táblázatot.
- 3. Harmadik lépés:** Az első és második lépés alapján azonosíthatók azok a fő éghajlatváltozással összefüggő kihívások, amelyekre a várostervezés keretében, vagy a tervezett projekt fejlesztési szakaszában fel kell készülni, azaz amelyekhez való alkalmazkodás alapvetően szükséges a település, vagy létesítmény hosszú távú fenntarthatóságának biztosítása érdekében.
- 4. Negyedik lépés:** A fentiek alapján nagy vonalakban azonosított, helyben releváns éghajlatváltozási hatásokhoz kapcsolódóan javasolt részletesebb információk megismerése. Ehhez segítséget nyújt a kiadvány [„Válogatott adat- és információforrások ”](#) című fejezete.

4.2.2. ÉRTÉKELŐ TÁBLÁZAT AZ ÉGHAJLATI HATÁSOKRÓL

Az alábbi táblázat szándékaink szerint egy könnyen áttekinthető és alkalmazható eszközként szolgál a fejlesztés helyszínén leginkább releváns éghajlatváltozási következmények gyors azonosításához. A táblázat célja ennek megfelelően nem egy tudományos igényű, alapos helyzetelemzéshez szükséges adatok azonosítása, sokkal inkább **egy sorvezető, gondolatébresztő** a településtervezők és infrastrukturális fejlesztéseket tervező szakemberek számára **annak áttekintéséhez, hogy milyen szempontokat kell figyelembe venni az éghajlatváltozás hatásaival összefüggésben a fejlesztés helyszínén.**

A kiadvány 2. fejezetében leírtaknak megfelelően az éghajlatváltozás elsősorban az idő- és vízjárási szélsőségek gyakoriságának és intenzitásának fokozódása révén gyakorol hatást az egyes településekre, infrastrukturális létesítményekre, zöldfelületekre, valamint víztestekre. Ennek megfelelően az alábbi táblázat négy szélsőséges időjárási helyzet – szélsőségen hideg időszakok, szélsőségesen meleg időszakok, vízhiánnyal jellemezhető helyzetek (aszály, kiszáradás), víztöbblettel jellemezhető helyzetek (vihar, belterületi elöntés, villámárvíz) – előfordulásának vizsgálatát célozza.

A táblázat valamennyi témakör esetében két eltérő kérdéstípust tartalmaz:

- egyrészt a mindennapi tapasztalatok alapján szövegesen megválaszolható kérdéseket,
- másrészt a témakör szempontjából releváns éghajlatváltozási jellemző számszerű értékre vonatkozó adatigényt. Ez utóbbiak esetében az adatforrás minden esetben meg van adva.

Hogyan használjuk a táblázatot?

1. Valamennyi kérdés, illetve adatigény alapján válasszuk ki a helyes választ a megadott négy lehetőség közül!
2. Jegyezzük fel a helyes válaszhoz tartozó pontszámot valamennyi sor végén a „kapott pont oszlopban”!
3. Adjuk össze mind a négy fő témakörre vonatkozóan a „kapott pont” oszlopban szereplő értékeket, így megkapjuk az adott szélsőséges időjárási helyzetre jellemző összes pontszámot.
4. Fontos, hogy **valamennyi kérdésnél ugyanarra az intézményre, településre vagy térségre (aza azonos területi szintre) adják meg a válaszokat**, ellenkező esetben különben téves értékhez lehet jutni.

Hogyan értékeljük a táblázat eredményét?

5. Amennyiben az így **kapott összes pontszám értéke 6, vagy annál magasabb szám, úgy** az éghajlatváltozás hatására várhatóan emelkedni fog a vizsgált szélsőséges időjárási helyzet gyakorisága a projekt fejlesztésének helyszínén, és befolyásolhatja annak tervezett eredményességét, hosszú távú fenntarthatóságát, így **az ahhoz való alkalmazkodást célzó intézkedéseket integrálni kell a fejlesztési elképzelések közé.**

Értékelő táblázat az éghajlatváltozás helyi hatásainak, azok projektekre gyakorolt lehetséges következményeinek előzetes megítéléshez

KÉRDÉSEK/ADATOK		PONT		PONT		PONT		PONT	KAPOTT PONT
Hogyan változott azon napok száma egy éven belül, amikor az utak síkosságmentesítésére volt szükség?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem volt ilyen igény	0	
Hogyan változott a személyi sérüléssel járó balesetek száma elcsúszás, vagy síkos úton gépjárművel bekövetkezett megcsúszás miatt?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem fordult elő	0	
A települési zöldterületek növényzete esetében hogyan változott a fagykarak gyakorisága az elmúlt 15 évben?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem fordult elő	0	
Fagyos napok évi átlagos számának medián értéke a fejlesztés helyszínénél szolgáló járásban az 2031-2060 közötti időszakban (Adatforrás: https://klimadat.met.hu/ - Térkép nézet – kvantilis: med)	≥ 90 nap	3	90 - 70 nap	2	70 ≥ nap	1			
SZÉLSŐSÉGESEN HIDEG IDŐSZAKOK							ÖSSZES PONTSZÁM:		
Hogyan változott az elmúlt 15 évben az Ön intézményében a hőség miatt bekövetkezett rosszulletek száma?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem fordult elő	0	
Hogyan van megoldva a munkavégzésre szolgáló épület(ek) hűtése a nyári időszakokban?	nincsen megoldva (legfeljebb beltéri sötétítő függönyök vannak)	3	helyiségek kevesebb, mint felében kültéri árnyékolás vagy gépi hűtés van	2	helyiségek több, mint felében kültéri árnyékolás vagy gépi hűtés van	1	nem releváns, VAGY árnyékolás és gépi hűtés is van az épület teljes egészében	0	
Zöldfelületek aránya a fejlesztéssel érintett telephelyen, városrészben	5 % ≥	3	5 – 15 %	2	15 – 30 %	1	≥ 30 %	0	
Hőségnapok évi átlagos számának medián értéke a fejlesztés helyszínénél szolgáló járásban az 2031-2060 közötti időszakban (Adatforrás: https://klimadat.met.hu/ - Térkép nézet – kvantilis: med)	≥ 100 nap	3	100 - 50 nap	2	50 ≥ nap	1			
SZÉLSŐSÉGESEN MELEG IDŐSZAKOK							ÖSSZES PONTSZÁM:		
Hogyan változott az elmúlt 15 évben az aszály által okozott károk nagyságrendje a településén, vagy az intézményének, vállalkozásának telephelyén lévő növényzetben?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem fordult elő	0	
Található-e a településen, illetve a fejlesztés helyszínén vízfolyás vagy állóvíz, és hogyan alakult annak vízszintje az elmúlt 15 évben?	rendszeresen kiszáradt a meder, vagy a vízigények kielégítését	3	előfordult, kiszáradt a meder, vagy a vízigények	2	A kisvízes időszakokra jellemző vízszint	1	A kisvízes időszakokra jellemző vízszint stagnáló, vagy	0	

KÉRDÉSEK/ADATOK		PONT		PONT		PONT		PONT	KAPOTT PONT
	megakadályozó mértékben csökkent a vízállás		kielégítését megakadályozó mértékben csökkent a vízállás		csökkenő tendenciát mutat		emelkedő tendenciát mutat		
A különböző célú vízigények alakulását milyen mértékben befolyásolja a fejlesztés?	Az ivó-, ipari, öntözési célú vízigények közül legalább kettőt növel, ÉS azok forrása felszíni, vagy karsztos víztest.	3	Az ivó-, ipari, öntözési célú vízigények közül egyet növel, ÉS annak forrása felszíni, vagy karsztos víztest.	2	Az ivó-, ipari, öntözési célú vízigények közül egyet növel, annak forrása nem felszíni, vagy karsztos víztest.		egyáltalán nem befolyásolja	0	
Egymást követő száraz napok száma az 2031-2060 közötti időszakban a fejlesztés térségében (Adatforrás: https://klimadat.met.hu/ - Térkép nézet – kvantilis: med)	≥ 80 nap	3	80 -25 nap	2	25 ≥ nap	1			
VÍZHIÁNY: ASZÁLY, FELSZÍNI VÍZFOLYÁSOK ALACSONY VÍZÁLLÁSA							ÖSSZES PONTSZÁM:		
Hogyan változott az elmúlt 15 évben özvízszerű esőzéseket követően a közlekedési infrastruktúrát érintő, a forgalmat átmenetileg akadályozó csapadékvíz-elöntések gyakorisága?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem fordult elő	0	
Hogyan változott a településen vagy a projekt helyszínén az épületekben keletkező viharokkal, illetve csapadékvíz-elöntéssel összefüggő, személyi és/vagy vagyoni kár (pl. pinceelöntés, beázás, villámkár) nagyságrendje az elmúlt 15 évben?	nőtt	3	stagnált	2	csökkent	1	nem fordult elő	0	
Áthalad-e a településen, illetve a fejlesztés helyszínén domb- illetve hegyvidéken eredő vízfolyás, és előfordult-e azon az elmúlt 15 évben olyan vízállás, amelynek következtében a vízfolyás kilépett a medréből?	van ilyen vízfolyás, többször is előfordult árvíz	3	van ilyen vízfolyás, egyszer fordult elő árvíz	2	van ilyen vízfolyás, de nem, fordult elő árvíz	1	nincsen ilyen vízfolyás	0	
20 mm-t meghaladó csapadéku napok száma a 2031-2060 közötti időszakban a fejlesztés térségében (Adatforrás: https://klimadat.met.hu/ - Térkép nézet – kvantilis: med)	≥ 6 nap	3	6 -3 nap	2	3 ≥ nap	1			
VÍZTÖBBLET: BELTERÜLETI ELÖNTÉS, VILLÁMÁRVÍZ, VIHAR							ÖSSZES PONTSZÁM:		

4.3. A TERVEZETT LÉTESÍTMÉNY KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK AZONOSÍTÁSA

A településtervek kidolgozása, illetve az egyes beruházások előkészítése során az éghajlatváltozással összefüggésben nem csak arra kell figyelni, hogy az említett jelenség miként hat magára a tervezett fejlesztésre, hogyan befolyásolja annak hosszú távú fenntarthatóságát, hanem arra is, hogy az előírányzott beavatkozások miként hatnak annak környezetére, azaz javítják, vagy esetleg rontják-e annak éghajlatváltozással összefüggő sérülékenységét. Az alábbiakban ennek megítéléséhez javasunk támpontokat.

4.3.1. A TERVEZETT FEJLESZTÉS, LÉTESÍTMÉNY KÖRNYEZETÉRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK MEGISMERÉSE LÉPÉSRŐL LÉPÉSRE

- 1. Első lépés:** Érdemes áttekinteni jelen kiadvány „[A létesítmény „visszahatása” a saját környezetére a földhasználat módosulásának következtében](#)” című 3. fejezetét, amely áttekintést nyújt arról, hogy a leggyakrabban előforduló infrastrukturális fejlesztések milyen módon képesek befolyásolni környezetük azon jellemzőit, amelyek meghatározó szerepet töltenek be az éghajlatváltozás helyi következményeinek kialakulásában.
- 2. Második lépés:** Javasoljuk kitölteni a [4.3.2. fejezetben](#) található értékelő táblázatot, amely támpontot nyújt annak megítéléséhez, hogy a tervezett fejlesztés hogyan „hat vissza” az éghajlatváltozás helyi következményeinek alakulásában meghatározó jelentőséggel bíró folyamatokra.
- 3. Harmadik lépés:** Az első és második lépés alapján azonosíthatók azok a hatásfolyamatok, amelyek a fejlesztés eredményeképpen nagy valószínűséggel jelentkeznek, és amelyek érdemben befolyásolják a beruházás környezetének éghajlatváltozással szembeni sérülékenységét. E hatások mérséklése a helyi lakosság, természeti környezet és a vállalkozások sikeressége szempontjából egyaránt alapvető jelentőséggel bír, így azt ezt szolgáló tervezési szempontokat, kisebb-nagyobb volumenű beavatkozásokat a várostervezés keretében, vagy a tervezett projekt fejlesztési szakaszában figyelembe kell venni.
- 4. Negyedik lépés:** A fentiek alapján az egyes fejlesztések által kiváltott, az éghajlatváltozás helyi következményeit befolyásoló hatásfolyamatokhoz kapcsolódóan javasolt részletesebb információk megismerése. Ehhez a kiadvány „[Válogatott adat- és információforrások](#)” című fejezete nyújt segítséget.

4.3.2. ÉRTÉKELŐ TÁBLÁZAT A FEJLESZTÉS „VISSZAHATÁS AIRÓL” AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HELYI KÖVETKEZMÉNYEINEK ALAKULÁSÁBAN MEGHATÁROZÓ JELENTŐSÉGGEL BÍRÓ FOLYAMATOKRA

Az alábbi táblázat szándékaink szerint egy könnyen áttekinthető és alkalmazható eszközként szolgál a fejlesztés által kiváltott azon hatásfolyamatok azonosításához, amelyek a tervezési területen, a tervezett beruházás helyszínén jelentkeznek és amelyek érdemben befolyásolják a környező térség éghajlatváltozással szembeni sérülékenységét. A táblázat célja ennek megfelelően – hasonlóan a 4.3. fejezetben szereplő táblázatéhoz – nem egy tudományos igényű helyzetelemzéshez szükséges adatok azonosítása, sokkal inkább **egy sorvezető, gondolatébresztő** a településtervezők és infrastrukturális fejlesztéseket tervező szakemberek számára **annak áttekintéséhez, hogy milyen szempontokat kell figyelembe venni annak érdekében, hogy a tervezett fejlesztés semmiképpen se erősítse fel, sőt, lehetőség szerint mérsékelje az éghajlatváltozás kedvezőtlen következményeit a fejlesztés helyszínén.**

A kiadvány 3. fejezetében leírtaknak megfelelően a fejlesztések – elsősorban, de nem kizárólag a beépítési viszonyok megváltozása és ezáltal a sugárzási viszonyok és a vízkörforgás módosítása miatt – az időjárási jellemzők mindegyikének alakulását többé-kevésbé befolyásolják. Ennek megfelelően az alábbi táblázat négy olyan szempont – sugárzási viszonyok, lefolyásjellemzők, természetes ökoszisztémák állapota, légmozgások – vizsgálatát célozza, amelyeknek alakulását az éghajlatváltozás és a tervezett fejlesztés egyidejűleg, egymással összefüggésben határozza meg.

A táblázat valamennyi témakör esetében a mindennapi tapasztalatok alapján szöveges formában könnyen megválaszolható, eldöntendő kérdéseket tartalmaz. Fontos, hogy az egyes sorokban szereplő számszerű értékeket ne módosítsuk, azok minden esetben a vizsgált szempont által előidézett, – az oszlopokban megjelenő – idő- és vízjárás jellemzőkre, élővilágra gyakorolt hatás mértékét jelzik, egy -2 és 2 közötti skálán. (Az üres cellák azt jelzik, hogy az adott beruházási elem, illetve jellemző nem gyakorol hatást az érintett oszlopban szereplő idő-, vízjárás jellemzőre, vagy az élővilágra.)

Hogyan használjuk a táblázatot?

1. Valamennyi sorban megadott fejlesztési szempont, illetve jellemző esetében döntsük el, hogy az a tervezett fejlesztés szempontjából releváns-e! A relevanciát az dönti el, hogy az adott beruházási elem, fejlesztési körülmény, vagy célállapot megjelenik-e a projektben, illetve a fejlesztési elképzelések között.
2. Csak a relevánsnak minősített sorokban szereplő pontszámokat kell figyelembe venni, a nem relevánsnak minősített sorokban szereplő pontszámokat hagyjuk figyelmen kívül (pl. töröljük).
3. Adjuk össze valamennyi oszlopban a relevánsnak minősített sorokban szereplő pontszámokat, az összeget tüntessük fel a „Pontszám összesen az egyes kategóriákban” sorban. Így mind a négy vizsgálati szempontra (ld. oszlopok) két értékünk áll majd rendelkezésre, az egyik a tervezett fejlesztés adott szempontra gyakorolt kedvező, míg a másik ugyanazon szempontra gyakorolt kedvezőtlen összesített hatásainak mértékét tükrözi.

Hogyan értékeljük a táblázat eredményét?

Amennyiben valamely vizsgálati szempont esetében a kedvezőtlen hatások összepontszáma meghaladja a kedvezőket, úgy a fejlesztés várhatóan fokozni fogja az éghajlatváltozás helyben megnyilvánuló káros hatását, így a fejlesztés tartalmát módosítani kell annak megelőzése érdekében!

Értékelő táblázat a projekt által az éghajlatváltozás helyi következményeire kifejtett esetleges hatások előzetes megítéléshez

FEJLESZTÉS JELLEMZŐI/ELEMEI	RELEVANCIA	SUGÁRZÁS-VISZONYOK MÓDOSÍTÁSA		LEFOLYÁS MÓDOSÍTÁS		TERMÉSZETES ÖKOSZISZTÉMÁK MÓDOSÍTÁSA		LÉGMOZGÁS MÓDOSÍTÁSA	
		pozitív hatás	negatív hatás	pozitív hatás	negatív hatás	pozitív hatás	negatív hatás	pozitív hatás	negatív hatás
Burkolt felületek aránya nő a fejlesztés következtében	igen/nem		-2		-2		-2		
Világos színű burkolatok alkalmazása (pl. fehér beton, fehér színű házfalak)	igen/nem	2							
Sötét színű burkolatok alkalmazása (pl. aszfalt, sötét színű térkő, sötét színű házfalak)	igen/nem		-2						
Vízáteresztő burkolatok alkalmazása talajfedésre	igen/nem			2		2			
Vízszigetelő burkolatok alkalmazása talajfedésre	igen/nem				-2		-2		
Összefüggő, de nem háromszintű zöldfelületek jönnek létre	igen/nem	2		1		1		1	
Összefüggő, háromszintű zöldfelületek jönnek létre	igen/nem	2		2		2		2	
Egymással össze nem függő fa és/vagy bokorcsoportok kialakítása	igen/nem	1		1		1		1	
Füvesített terület kialakítása	igen/nem	1		2		1			
Öntözőrendszer kiépítésre kerül	igen/nem					2			
Öntözővízrendszer kiépítése nem történik meg, de öntözővíz állandó biztosítása megoldott	igen/nem					1			
Öntözővíz biztosítása nem tekinthető minden körülmények között megoldottnak	igen/nem						-1		
Zöldmezős beruházás országos, vagy helyi védelem alatt álló terület mellett	igen/nem		-2		-2		-2		
Zöldmezős beruházás nem országos, vagy helyi védelem alatt álló terület mellett	igen/nem		-2		-2		-1		
Zöldmezős beruházás két egybefüggő zöldfelület (pl. erdőfolt) között	igen/nem		-2		-2		-2		
Barnamezős beruházás a zöldfelületi arány növelésével	igen/nem	2		2		1		1	
Barnamezős beruházás a zöldfelületi arány változatlanul hagyásával	igen/nem		-1		-1		-1		-1
A csapadékvíz-elvezető-hálózat kialakítását lefolyás-modellezés elvégzése előzte meg	igen/nem			2					

FEJLESZTÉS JELLEMZŐI/ELEMEI	RELEVANCIA	SUGÁRZÁS-VISZONYOK MÓDOSÍTÁSA		LEFOLYÁS MÓDOSÍTÁS		TERMÉSZETES ÖKOSZISZTÉMÁK MÓDOSÍTÁSA		LÉGMOZGÁS MÓDOSÍTÁSA	
		pozitív hatás	negatív hatás	pozitív hatás	negatív hatás	pozitív hatás	negatív hatás	pozitív hatás	negatív hatás
Új vonalas közlekedési infrastruktúra kialakítása során a csapadékvíz és – amennyiben érintett – felszíni vízfolyás akadálytalan lefolyásának biztosítása, figyelemmel a jövőben várhatóan előforduló magasabb vízállásokra	igen/nem			2					
Új vonalas közlekedési infrastruktúra kialakítása során a csapadékvíz és – amennyiben érintett – felszíni vízfolyás átvezetését szolgáló műtárgyak méretezése során kizárólag a jelenlegi éghajlati adottságokhoz igazodó mértékadó napi csapadékmennyiség, illetve vízhozam figyelembevétele	igen/nem				-2				
Esőkertek, záportározók, tavak, csapadékvíz-szikkasztók kialakítása	igen/nem			2		2			
Felszíni vízfolyások természetes mederszerveinek (pl. meanderek, természetes rézsűk) helyreállítása megvalósítása a fejlesztés részeként, vagy ahhoz kapcsolódó együttműködés keretében	igen/nem			2		2			
Felszíni lefolyások lassítására irányuló megoldások megvalósítása a fejlesztés részeként, vagy ahhoz kapcsolódó együttműködés keretében (pl. lejtőre merőleges talajművelési eljárás, rönkgátak, nagyobb folyók mentén ideiglenes tározók kialakítása)	igen/nem			2					
Zöldtető, zöldfal kialakítására is kiterjed a fejlesztés	igen/nem	1		1		1		1	
A kialakításra kerülő építmény nagy kiterjedésű összefüggő üvegfelületeket tartalmaz	igen/nem		-1				-2		
Létesítmény szintű szürkevíz-hasznosításra irányuló beruházások megvalósítása (pl. csapadékvíz és/vagy mosóvíz stb. hasznosítása a létesítményen belül öntözésre, szaniter-célokra, technológiai folyamatokban, végső soron helyben történő elszikkasztásra)	igen/nem			2					
Fejlesztés eredményeképpen nő a keletkező, helyben nem hasznosított, elvezetett szennyvíz mennyisége	igen/nem				-2				
PONTSZÁM ÖSSZESEN AZ EGYES KATEGÓRIÁKBAN									

4.4. OPTIMÁLIS BEAVATKOZÁSI LEHETŐSÉGEK ÉS HELYSZÍNEK AZONOSÍTÁSA A HATÁSOK MÉRSÉKLÉSE ÉRDEKÉBEN

A tervezés előző fejezetekben bemutatott fázisai alapján beazonosíthatók egyrészt az éghajlatváltozás azon helyben megnyilvánuló hatásai, amelyek érdemben befolyásolják a település, településrész, vagy fejlesztéssel érintett létesítmény hosszú távú fenntarthatóságát, másrészt azok a hatásfolyamatok, amelyeket a fejlesztés vált ki a környezetében, és amelyek erősíteni, vagy éppen gyengíteni képesek az éghajlatváltozás helyi lakosságra, élővilágra és gazdasági életre gyakorolt kedvezőtlen hatásait.

A következő lépés a fentiek alapján azonosított **kedvezőtlen hatások mérséklését célzó tervezési szempontok, beavatkozási irányok, illetve** – amennyiben indokolt – **konkrét beruházások típusának és helyszínének azonosítása.**

1. **Első lépés:** Érdemes áttekinteni jelen kiadvány „Az éghajlatváltozás hatásai és az azok kezelését szolgáló jó gyakorlatok, beavatkozási lehetőségek”, valamint „A létesítmény „visszahatása” a saját környezetére a földhasználat módosulásának következtében” című fejezeteit, amelyek áttekintést nyújtanak arról, hogy milyen lehetőségek vannak az éghajlatváltozás által a tervezett fejlesztésekre, illetve megfordítva, a fejlesztés által az éghajlatváltozás helyi megnyilvánulási formáira gyakorolt kedvezőtlen hatások mérséklésére.

A gyors áttekintés megkönnyítése érdekében az alábbi táblázatban összefoglaltuk, hogy az éghajlatváltozás leggyakoribb következményeire és a fejlesztés által az éghajlatváltozás következményeinek esetleges fokozódására gyakorolt hatásokra milyen alkalmazkodási válaszok adhatóak.

Az éghajlatváltozás leggyakoribb következményeire és a fejlesztés által az éghajlatváltozás következményeinek esetleges fokozódására gyakorolt hatásokra adható alkalmazkodási válaszok áttekintése

ALKALMAZKODÁSI LEHETŐSÉGEK	ÉGHAJLATVÁLTOZÁS KÖVETKEZMÉNYEI				
	Hideg szélsőségek ritkulása	Meleg szélsőségek térnyerése	Vízhiány	Víz többlet	Viharok
Szivacsváros koncepció érvényesítése új településrészek kialakítása, meglévők fejlesztése során	X	X	X	X	X
Gondos tervezés – modellezés, mint eszköz használata	X	X	X	X	X
Építmények elhelyezésére, kialakítására irányuló tervezés során a település, településrész átszellőzésének figyelembevétele		X			X
Létesítmények árnyékolása tájolással, az épület kialakításával		X			
Építmények elhelyezésére, kialakítására irányuló tervezés során a település, településrész lefolyási jellemzőinek figyelembevétele			X	X	X
Zöldfelületek növelése a városi hősziget-jelenség mérséklése érdekében, lehetőség szerint háromszintű növényzet kialakításával, nagy lombosított árnyékoló fák telepítésével	X	X	X	X	X
Gyepterületek kialakítása biodiverz kiültetésekkel	X	X	X	X	X
Létesítmények árnyékolása növényzettel vagy mesterséges eszközökkel		X	X	X	X
Zöldhomlokzatok, zöldtetők létesítése		X	X	X	X
Kéktető kialakítása		X	X	X	X
Növényekkel burkolt kertépítészeti elemek létesítése, egyéb funkciót szolgáló létesítmények (pl. megálló, várakozóhelyiség) növényzettel történő borítása		X		X	
Víz visszatartás, vizes élőhelyek kialakítása		X	X		
Kisvízfolyások természetességének növelése, kanyarulatainak visszaállítása, hullámterének bővítése		X	X	X	X
Kisebb kiterjedésű tavak, valamint a felszíni vízfolyások mentén ideiglenes tározómedencék kialakítása, holtágak fenntartása és kezelése		X	X	X	X
Esőkertek, szikkasztóárkok, záportározók kialakítása		X	X	X	X
Vízáteresztő burkolatok alkalmazása		X	X	X	X

ALKALMAZKODÁSI LEHETŐSÉGEK	ÉGHJALTVÁLTOZÁS KÖVETKEZMÉNYEI				
	Hideg szélsőségek ritkulása	Meleg szélsőségek térnyerése	Vízhiány	Víztöbblet	Viharok
Cisztárnák, tűzi- vagy öntözővíz tározók kialakítása		X	X	X	X
Felszín alatti vízviszatartást célzó eljárások			X	X	X
Mesterséges szikkasztórendszerek kialakítása burkolt felületek alatt			X	X	X
Víztakarékosság, szürkevíz- és hulladékvíz-gazdálkodás			X		
Vízmegetartó megoldások alkalmazása a vízgyűjtőn folytatott erdőgazdálkodásban és mezőgazdaságban			X	X	X
Vízmegetartó megoldások alkalmazása és vízminőségvédelem beépített területeken		X	X	X	X
Légvezetékek lehetőség szerinti mellőzése, környezetükben lévő fák figyelemmel követése, gallyazása					X
Árnyékolás napelemes rendszerek telepítésével		X			
Létesítmények, épületek hőtechnikai adottságainak javítása		X			
Gépi hűtés észszerű keretek közti alkalmazása, hőkibocsátó források ideális elhelyezése		X			
Sima, világos színű burkolatok és falfestés alkalmazása		X			
Ivóvízkutak, párapuk kialakítása		X			
Építmények állapotának folyamatos nyomon követése, karbantartása, szerkezeti elemeinek megerősítése	X	X	X	X	X

2. **Második lépés:** A fenti beavatkozási lehetőségek részletesebb megismeréséhez és ezáltal a helyben megvalósítható változatok kiválasztásához a kiadvány „[Válogatott adat- és információforrások](#)” című fejezete nyújt segítséget.

3. **Harmadik lépés:** Az alkalmazkodási intézkedések tervezésének egyik legfontosabb lépése azok helyszínének kijelölése. Bár ezt legtöbbször különböző objektív körülmények (pl. tulajdonviszonyok, közművek elhelyezkedése, védelem alatt álló területek kiterjedése stb.) határozzák meg, **az alábbi általános szempontokat mindenképpen érdemes figyelembe venni a fejlesztések helyszíneire vonatkozó végső döntések meghozatala előtt:**

- A zöldfelületi fejlesztések esetében a nagyobb kiterjedésű zöldterületeket összekapcsoló összefüggő zöldfolyosók kialakítására kell törekedni, amelyek egyben a település, létesítmény környezetével is kapcsolatot teremtenek, azaz **javasolt előnyben részesíteni az összefüggő zöldfelületi rendszer kialakítását, bővítését, hiányzó elemeinek pótlását célzó egyedi fejlesztéseket;**
- **A települési – és nagyobb létesítmények esetében az annak területére vonatkozó – csapadékvíz-gazdálkodást érintő fejlesztési elemeket célszerű egy előzetes lefolyásmodellezés eredményei alapján kijelölni,** amely ugyan pluszköltséget jelenthet a tervezési fázisban, ugyanakkor mindenképpen növeli a rendszer üzemeltetésének hatékonyságát és elképzelhető, hogy felesleges beruházásokról óvja meg a beruházót;

- Valamennyi műszaki infrastrukturális létesítmény (vonalas infrastruktúra, ipari park, lakóövezet stb.) kialakításánál messzemenően figyelembe kell venni a környező vízfolyások lefolyásviszonyait. Figyelembe véve, hogy az éghajlatváltozás következtében várhatóan szélsőségesebbé válik azok vízállása, **a tervezésnél megfontolandó a jelenlegi mértékadó árvízszintnél magasabb vízállások figyelembevétele.**
- A fentiekkel összefüggésben a beruházások helyszíneinek kiválasztásánál nagyon körültekintően kell eljárni abból a szempontból is, hogy **a létrejövő infrastrukturális létesítmény ne akadályozza a víz lefolyását** és ezáltal ne növelje az árvizek bekövetkezésének kockázatát. E szempontra különösen domb- és hegyvidéki kisebb vízfolyások esetében hívjuk fel a figyelmet, amelyek középvízhozama rendszerint alacsony, így nem feltétlenül kerül figyelembevételre a tervezés során, hogy özönvízszűrő esőzéceket követően fennáll esetükben a villámárvizek kialakulásának esélye.
- **Alapvető jelentőséggel bír, nem ritkán mégis megtörténik, hogy a települések belvízveszélyes, illetve időszakos elöntések által fenyegetett részein nem célszerű építmények elhelyezése.** Annál inkább javasolt e területeken esőkertek, záportározók, természetközeli zöldfelületek kialakítása, amelyek egyben a környező térség vízkárok elleni védelmében is meghatározó szerephez juthatnak.

- **A fejlesztés helyszínének kijelölése előtt** mindenképpen **fel kell mérni az annak** eredményeképpen létrejövő településrész, létesítmény **fenntartásához szükséges természetes erőforrások, mindenekelőtt a víz hosszú távú rendelkezésre állását**, figyelembe véve az éghajlatváltozás vízkészletekre gyakorolt hatásait is.
- Elsősorban települések, de nagyobb volumenű egyedi létesítmények esetében is gyakori, hogy a vízkárok megelőzése, illetve a szükséges ivó-, öntöző-, ipari vagy ökológiai vízigény biztosítása nem oldható meg helyi szinten, hanem vízgyűjtő-szintű tervezést igényel. Ez egyben azt is jelenti, hogy a szélsőséges időjárási helyzetekhez igazodó vízgazdálkodási célú beruházások, illetve a csapadékvizek jobb hasznosulását célzó földhasználati módok, művelési eljárások elterjesztésére irányuló beavatkozások ideális helyszínei a vízgyűjtő különböző pontjain találhatóak (azaz pl. egy település villámárvizek elleni védelme érdekében a környező települések közigazgatási területein is indokolt lehet különböző fejlesztések megvalósítása). Az ideális fejlesztési helyszínének azonosítására általános irányelv nem adható, „mindössze” annyi, hogy **a vízgyűjtő egészének adottságait fel kell mérni és figyelembe kell venni a döntések meghozatala előtt.**

4.5. EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK BEAZONOSÍTÁSA ÉS EZEK ELINDÍTÁSA

Nagyon fontos tudatosítani azt, hogy **az éghajlati alkalmazkodási intézkedések, beavatkozások megtervezése rendszerszemléletet követel, hiszen a fejlesztéssel érintett rendszerek**, így a zöldfelületek, ökoszisztéma rendszerek, felszíni és felszín alatti víztestek, valamint az épített környezet **összefüggésben állnak egymással, ha az egyikbe beavatkozunk, az rendszerint a másik mennyiségi és/vagy minőségi jellemzőit is befolyásolja**. E holisztikus szemléletet és cselekvést azonban jelentősen hátráltatja az a körülmény, hogy az említett rendszerek fenntartásáért különböző szervezetek (pl. vízügyi igazgatóságok, nemzeti park igazgatóságok, közútkezelők stb.) felelősek, továbbá számtalan egyéni szereplő – cégek, különböző közintézmények, lakosság – befolyásolja működésüket.

A fentiekből következően a sikeres éghajlati alkalmazkodás alapvető feltétele a helyi partnerségek kialakítása, több helyi és/vagy regionális szervezet bevonása a közös gondolkodásba, tervezésbe és a szükségesnek ítélt megoldások gyakorlatba történő átültetésébe. Ezzel összefüggésben azonban fontos kiemelni az alábbi szempontokat:

- **Az együttműködések célszerű mind az éghajlatváltozással összefüggő kihívások azonosítására, mind az indokoltnak minősített válaszlépések végrehajtására kiterjeszteni;**
- A tervezett fejlesztések éghajlatváltozással összefüggő kihívásainak azonosítására fókuszáló együttműködések egyik kézenfekvő és széles körben elterjedt formáját a hatósági egyeztetések képezik.

Hangsúlyozzuk ugyanakkor, hogy **az önkormányzati és állami szervezetekkel való együttműködés mélysége túl kell, hogy lépjen a jogszabályok által elvárt szinten**, azaz nem elegendő a minimális feltételek teljesítésére törekedni, hanem meg kell ismerni a sérülékeny rendszerek, mindenekelőtt az ökoszisztéma rendszerek, felszíni és felszín alatti vízrendszerek, állat- és humán egészségügy éghajlatváltozással szembeni sérülékenységet kiváltó, vagy fokozó, a tervezett fejlesztés által kiváltott tényezőket, hatásfolyamatokat és a lehető leginkább mérsékelni kell azokat.

- Az éghajlatváltozással összefüggő kihívások azonosításába **a kötelezően előírt szereplők mellett érdemes további, mérvadó szakmai vonatkozású helyismerettel rendelkező szervezeteket, személyeket is bevonni** (pl. önkormányzatok, civil szervezetek, tudományos intézmények, szakmai érdekképviseleti szervezetek).
- Különösen nagyobb volumenű, vagy komplex fejlesztések **esetében az együttműködést célszerű földrajzi értelemben is kiterjeszteni**, különösen a környező települések önkormányzatait, a fejlesztéssel érintett vízgyűjtőn gazdálkodó szervezeteket is érdemes bevonni a partnerségi egyeztetésekbe.
- **Az együttműködések** egyik legnagyobb haszna – az alapos ismeretek megszerzése mellett – az, hogy az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást célzó beavatkozások olyan formában és azon a földrajzi helyen végezhetőek el, amelyek a legkisebb befektetéssel a legnagyobb eredményre vezetnek, azaz **a leghatékonyabb megoldást jelentik**. Így pl. a villámárvizek megelőzésében több kisebb volumenű megoldás (ld. lejtőre merőleges szántás, állandó növényborítottság fenntartása, rönkgátak telepítése a vízfolyások felső szakaszain, városi

zöldterületek bővítése, csapadékvíz gyűjtése és hasznosítása a lakóingatlanok területén) együttesen költséghatékony módon képes megelőzni a vízkárokat, ennek feltétele azonban, hogy az egyes fejlesztési elemek közül lehetőleg valamennyi megvalósuljon.

- **Az együttműködések messze nem csak fizikai beruházásokra irányulhatnak, legalább ilyen fontos szerepet játszanak a képzések, szemléletformálási tevékenységek is** (pl. ebben kiemelt szerep juthat a gazdálkodók szakmai továbbképzéseinek, de a lakossági ismeretek bővítésének, ilyen irányú helyi kezdeményezések ösztönzésének is).