



KESZTHELY / CSÓKAKŐI PATAK KLÍMAADAPTÍV REVITALIZÁCIÓJA KONCEPCIÓTERV –PROJEKTBEMUTATÓ

KEHOP PLUSZ 2.2.1-25

Keszthely belterületi zöld-kék infrastruktúra fejlesztése

Típus: KEHOP Plusz 2.2.1-25

Szemlélet: Ökoadekvát, klímareziliens, mozaikos élőhely-rekonstrukció

KESZTHELY-CSÓKAKŐ PATAK - KO-P-2026/02-01

Konceptióterv –projektbemutató

KEHOP PLUSZ 2.2.1-25

Projektterület:

Keszthely, Georgikon utca – Balogh Ferenc utca közötti szakasz

HRSZ: 1568, 1569, 4348/2

Teljes projektterület: 11 133 m²

1. PROJEKTSTRATÉGIA ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A projekt célja a **Csókakő-patak belterületi szakaszának teljes ökológiai és tájépítészeti revitalizációja**, amely a jelenlegi erősen szabályozott, ökológiailag degradált városi vízfolyásból egy **klímaadaptív, biodiverz és rekreációs funkciókat is betöltő zöld-kék infrastruktúra elemmé** alakítja a területet.

A fejlesztés illeszkedik Keszthely város klímaadaptációs és zöldinfrastruktúra-fejlesztési stratégiájához, valamint a **KEHOP Plusz 2.2.1-25 program természet alapú megoldásokat (NbS) támogató célkitűzése**ihez.

A projekt három alapvető problémára ad választ:

1. Városi vízfolyások ökológiai degradációja

A patak jelenlegi szakasza erősen szabályozott, egyenes mederrel és egyszerű rézsűs kialakítással rendelkezik, amely alacsony élőhelyi diverzitást eredményez.

2. Városi mikroklíma és hőszigetelés

A patak menti zöldfelületek fragmentáltak, a lombkorona-borítás alacsony.

3. Városi rekreációs tér hiánya

A terület jelenleg alig használt zöldfolyosó, pedig potenciálisan a városi zöldhálózat fontos eleme lehet.

A projekt célja ezért egy **komplex zöld-kék infrastruktúra rendszer létrehozása**, amely:

- növeli a biodiverzitást
- javítja a városi mikroklímát
- erősíti a városi ökológiai folyosót

2. TERÜLETI ÉS HIDROLÓGIAI KONTEXTUS

A Csókakő-patak a Balaton vízgyűjtő rendszeréhez tartozó kisebb vízfolyás, amely Keszthely városi területén halad át, és a városi csapadékvíz-levezető rendszer egyik fontos elemeként működik. A revitalizációval érintett szakasz a **Georgikon utca és a Balogh Ferenc utca közötti patakmeder**, amely a település belterületén, lakó- és intézményi funkciójú városi területek között helyezkedik el.

A projektterület a következő helyrajzi számokat érinti:

HRSZ: 1568, 1569, 4348/2

Teljes projektterület: **11 133 m²**

A patak jelenlegi kialakítása tipikus **urbanizált vízfolyás morfológiát** mutat. A meder nagyrészt egyenesített, trapéz keresztmetszetű, a partoldalak gyepesített rézsűként jelennek meg. A hidromorfológiai változatosság alacsony, a mederben kevés természetes mikroforma figyelhető meg, így a vízfolyás elsősorban vízlevezető funkciót lát el.

A vízfolyás hidrológiai viselkedése jelentős mértékben függ a városi vízgyűjtő terület felszínborításától. A környező beépített területeken a burkolt felszínnek aránya magas, ami gyors felszíni lefolyást és csapadékcúcsok kialakulását eredményezi. Ennek következtében a patak vízjárása erősen ingadozó: intenzív csapadékesemények idején rövid idő alatt jelentős vízhozam-növekedés figyelhető meg, míg száraz időszakokban alacsony vízhozam jellemző.

A jelenlegi mederkialakítás a gyors vízlevezetést segíti elő, ugyanakkor korlátozza a vízvisszatartás lehetőségét, valamint csökkenti a vízfolyás hidromorfológiai és ökológiai működésének természetességét. A revitalizáció egyik alapvető célja ezért a vízfolyás hidrológiai működésének részleges átalakítása, amely a lefolyás lassítását, a vízvisszatartás növelését és a medermorfológiai változatosság erősítését célozza.

A tervezett beavatkozások során a patakmeder természetközeli hidromorfológiai elemekkel egészül ki, amelyek közé tartoznak a kisebb meanderező szakaszok, a sekély vízterek, a kavicsos mederalakzatok és a természetes fenékküszöbök. Ezek az elemek hozzájárulnak a vízfolyás hidraulikai dinamizmusának növeléséhez, valamint a városi csapadékvíz-kezelés kiegyensúlyozottabb működéséhez.

A revitalizáció során a patak menti zöldfelületek vízgazdálkodási szerepe is erősödik. A természetközeli partkialakítás és a növényzettel stabilizált rézsűk elősegítik a felszíni lefolyás csillapítását, valamint növelik a talajba történő beszivárgás lehetőségét. Ez a megközelítés összhangban áll a természetalapú vízgazdálkodási megoldások (Nature-based Solutions) elveivel, amelyek a városi vízrendszerek klímaadaptív működését támogatják.

A Csókakő-patak revitalizációja így nem csupán mederrendezési beavatkozás, hanem a városi csapadékvíz-kezelési rendszer részleges ökológiai újraszervezése, amely a hidrológiai stabilitás és a városi klímaadaptáció szempontjából is jelentős előnyökkel jár.

2.1 TÁJI ÉS TERMÉSZETVÉDELMI KONTEXTUS

A Csókakő-patak Keszthely városi területén haladó kisebb vízfolyás, amely a **Balaton vízgyűjtő rendszerének** részét képezi. A vízfolyás a települési csapadékvíz-elvezetési

rendszer egyik fontos elemeként működik, ugyanakkor ökológiai szempontból a Balaton környezetének kisebb léptékű, de potenciálisan jelentős **városi vízfolyás-élőhelyét** jelenti.

Keszthely térsége a **Balaton-felvidéki Nemzeti Park működési területéhez** tartozik, amely a Balaton nyugati medencéjének ökológiai rendszereit foglalja magába. A Balaton, a Kis-Balaton vízrendszere és a környező vizes élőhelyek országos jelentőségű ökológiai hálózatot alkotnak. Bár a projekt közvetlenül **nem Natura 2000 területen** helyezkedik el, a városi vízfolyások ökológiai állapota közvetetten hatással van a tágabb vízgyűjtő rendszer állapotára.

A Csókakő-patak belterületi szakasza ezért **városi ökológiai folyosóként** értelmezhető. A patak menti zöldfelületek lineáris szerkezete lehetőséget biztosít arra, hogy élőhelykapcsolatot teremtsen a település különböző zöldterületei között. A patakrevitalizáció eredményeként létrejövő természetközeli vegetációs szerkezet hozzájárulhat a városi biodiverzitás növeléséhez, valamint erősítheti a települési zöldinfrastruktúra hálózati működését.

A revitalizáció ezért nem csupán helyi közterület-fejlesztésként értelmezhető, hanem olyan **városi ökológiai infrastruktúra fejlesztéseként**, amely hosszabb távon erősíti a Balaton vízgyűjtő rendszerének ökológiai stabilitását is.

2.2 TALAJTANI ÉS GEOLÓGIAI HÁTTÉR

Keszthely térsége a Balaton nyugati medencéjének peremén helyezkedik el, ahol a felszínalatti és felszíni vízrendszereket elsősorban **pannon üledékekből, kavicsos-homokos alluviális képződményekből és fiatal folyóvízi lerakódásokból álló talajrétegek** határozzák meg. A városi vízfolyások mentén jellemzően laza szerkezetű, jó vízvezető képességű talajok találhatóak, amelyek kedvező feltételeket biztosítanak a természetközeli vízgazdálkodási megoldások alkalmazásához.

A Csókakő-patak menti területeken a talajok általában **humuszos homokos vagy homokos vályog szerkezetűek**, amelyek közepes vagy jó vízáteresztő képességgel rendelkeznek. Ezek a talajviszonyok lehetővé teszik a csapadékvíz részleges beszivárgását, valamint támogatják a vegetáció fejlődését.

A revitalizáció során alkalmazott kavicságyas szivárgó rétegek és speciális faültető szubsztrátok tovább javítják a talaj vízgazdálkodási tulajdonságait. A szivárgó réteg biztosítja a víz részleges infiltrációját, valamint csökkenti a felszíni lefolyás intenzitását. Ez a megközelítés összhangban áll a modern városi vízgazdálkodási rendszerekben alkalmazott **Sustainable Drainage Systems (SuDS)** elveivel.

A patak menti talajok stabilitása szintén fontos szempont a revitalizáció során. A partfalak stabilizációja természetközeli mérnöki megoldásokkal történik, amelyek a növényzet gyökérszáljainak talajerősítő hatására építenek. A vízparti növényzet gyökérrendszere hosszú távon hozzájárul a partfal stabilizálásához, miközben megőrzi a vízfolyás természetközeli karakterét.

A talajtani adottságok így kedvező alapot biztosítanak a projektben alkalmazott **természetalapú vízgazdálkodási és zöldinfrastruktúra-megoldások** számára.

2.3 VÁROSI ZÖLDHÁLÓZATI ÉS ÖKOLÓGIAI FOLYOSÓ SZEREP KESZTHELYEN

A városi zöldinfrastruktúra egyik alapvető eleme a **lineáris zöldfolyosók rendszere**, amelyek a település különböző zöldfelületei között ökológiai és rekreációs kapcsolatot teremtenek. A vízfolyások menti zöldsávok különösen fontos szerepet töltenek be ebben a hálózatban, mivel természetes módon képeznek **folytonos, élőhelykapcsolatot biztosító térstruktúrát** a városi környezetben.

A Csókakő-patak keszthelyi szakasza ilyen értelemben **potenciális városi ökológiai folyosóként** értelmezhető. A patak menti zöldfelületek lineáris elrendezése lehetőséget biztosít arra, hogy a terület kapcsolatot teremtsen a városi zöldterületek, parkok és kisebb természetközeli élőhelyek között. A jelenlegi állapotban azonban a patak menti zöldsáv ökológiai működése korlátozott, mivel a szabályozott mederforma, a homogén gyepfelületek és a fragmentált növényzet nem biztosítanak megfelelő élőhelyi változatosságot.

A revitalizáció egyik fontos hatása ezért az, hogy a patak menti terület **ökológiailag működő zöldfolyosóvá** alakul. A meanderezőbb mederszerkezet, a vízparti vegetáció, a vadvirágos rétek és az évelőfelületek együttesen olyan mozaikos élőhelyrendszert hoznak létre, amely alkalmas a különböző élőlénycsoportok – különösen rovarok, madarak és kisebb gerinces állatok – számára élőhelyet és mozgási útvonalat biztosítani.

A patak menti zöldsáv különösen fontos lehet a **beporzó rovarok számára**, mivel a több ezer négyzetméternyi vadvirágos rét és az évelő vegetáció folyamatos táplálékforrást biztosít. A lineáris élőhelyek szerepe a pollinátorok esetében kiemelkedő, mert ezek a fajok gyakran kisebb zöldfelületek láncolatán keresztül képesek terjedni a városi környezetben.

A revitalizált pataktér emellett **városi rekreációs zöldfolyosóként** is működik. A sétányrendszer, a pihenőpontok és a természetközeli parkstruktúra lehetővé teszi, hogy a patak menti terület a városi gyalogos és rekreációs hálózat részévé váljon. Az ilyen lineáris zöldterek jelentős szerepet játszanak a települési életminőség javításában, mert lehetőséget biztosítanak a természetközeli környezetben történő mozgásra és kikapcsolódásra.

A Csókakő-patak revitalizációja így egyszerre erősíti a **városi ökológiai hálózat működését és a települési rekreációs infrastruktúrát**. A kialakuló zöldfolyosó nem csupán lokális parkterületként funkcionál, hanem a városi zöldinfrastruktúra rendszerének integrált elemévé válik, amely hosszú távon hozzájárul Keszthely környezeti minőségének és biodiverzitásának javításához.

A projekt különösen értékes abból a szempontból, hogy a vízgazdálkodási, ökológiai és tájépítészeti beavatkozások **nem különálló elemekként jelennek meg**, hanem egymást erősítő rendszerként működnek. A patak menti zöldfolyosó így egy olyan komplex városi infrastruktúra-elemmé válik, amely egyszerre szolgálja a klímaadaptációt, az ökológiai stabilitást és a városi életminőség javítását.

3. ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOT ÉS ANÉR ÉRTÉKELÉS

A Csókakő-patak keszthelyi belterületi szakasza jelenleg alacsony természetességi értékű, urbanizált élőhelyrendszernek tekinthető, amelynek vegetációs szerkezete a városi területhasználat és a korábbi mederszabályozási beavatkozások következtében erősen

módosult. A patak menti élőhelyek azonban jelenlegi állapotukban is hordoznak olyan szerkezeti elemeket, amelyek megfelelő rehabilitációval egy biodiverzebb és ökológiailag stabilabb vízparti rendszer kialakulását teszik lehetővé.

A terület vegetációja az **Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ANÉR)** alapján több, részben degradált élőhelytípus mozaikjaként értelmezhető.

A patak menti zöldfelületek jelentős része **települési zöldfelületek (ANÉR: OB)** kategóriába sorolható. Ezek a területek rendszeresen karbantartott gyepfelületek, amelyek ökológiai szempontból alacsony diverzitással rendelkeznek, ugyanakkor potenciálisan alkalmasak természetközeli vegetáció kialakulására.

A patak mentén több helyen spontán cserjésedő foltok jelennek meg, amelyek az **ANÉR RB – települési cserjések** kategóriájába sorolhatók. Ezek a szukcessziós jellegű állományok a vízfolyás menti vegetáció regenerációjának korai stádiumát képviselik, és fontos szerepet játszhatnak a jövőbeni élőhelystruktúra kialakulásában.

A vízfolyás mentén elszórtan megjelenő fűzállományok a természetes vízparti ligeterdők degradált fragmentumainak tekinthetők. Ezek az állományok az **ANÉR J6 – fű-nyár ligeterdők** élőhelytípusához közelítenek, azonban jelenlegi állapotukban szerkezetileg hiányosak és fajösszetételükben is módosultak.

A patak menti gyepes területek egy része nedvesebb mikroélőhelyeket is tartalmaz, amelyek vegetációs szerkezete részben a **D34 – nedves kaszálórétek** élőhelytípushoz hasonlítható. Ezek a területek megfelelő kezeléssel fontos beporzó-élőhelyekké és biodiverz zöldfelületekké alakíthatók.

A vegetáció jelenlegi állapotát több inváziós növényfaj jelenléte is befolyásolja. A patak mentén elsősorban a bálványfa, a zöld juhar és a kanadai aranyvessző jelenléte figyelhető meg, amelyek gyors terjedésük révén csökkentik az őshonos vegetáció arányát és gátolják a természetes élőhelyek kialakulását. A revitalizáció egyik fontos eleme ezért az inváziós fajok visszaszorítása és az őshonos növényállomány fokozatos helyreállítása.

A tervezett revitalizáció során a patak mentén egy többszintű, mozaikos élőhelyrendszer kialakítása történik, amely a természetes vízfolyások menti vegetációs szerkezetet modellezi. A vízpart közvetlen közelében vízparti ligeterdő jellegű faállomány alakul ki, amelynek domináns fajai a mézgás éger, a fehér fűz és a fekete nyár. A part menti átmeneti zónában biodiverz cserjesáv jön létre, amely fontos élőhelyet biztosít madárfajok és kisebb gerinces állatok számára.

A meder rézsújában vízparti és mocsári lágyszárú vegetáció jelenik meg, amely stabilizálja a partfalat és hozzájárul a vízfolyás ökológiai diverzitásának növekedéséhez. A patak menti sík területeken extenzív kaszálóréti vegetáció kerül kialakításra, amely jelentős beporzó-élőhelyet biztosít a városi környezetben.

A revitalizált patak menti zöldsáv hosszú távon **Keszthely városi ökológiai hálózatának egyik lineáris elemévé válhat**, amely élőhelykapcsolatot biztosít a városi zöldfelületek között, és hozzájárul a település biodiverzitásának növeléséhez.

4. HIDROLÓGIAI REVITALIZÁCIÓS KONCEPCIÓ

(vízügyi és klímaadaptációs pillér)

A Csókakő-patak revitalizációs koncepciója a hagyományos mederrendezési megközelítéssel szemben a **természet alapú vízgazdálkodási rendszerek (Nature-based Solutions – NbS)** alkalmazására épül. A beavatkozás célja a vízfolyás hidrológiai működésének stabilizálása, a medermorfológiai diverzitás növelése, valamint a városi csapadékvíz-kezelési rendszer klímaadaptív átalakítása.

A tervezési megközelítés alapelve a „**gyors elvezetés**” **paradigmájának részleges felváltása a „helyben tartás és lefolyás-csillapítás” elvével**, amely a modern városi vízgazdálkodási rendszerek egyik meghatározó irányzata.

Hidromorfológiai revitalizáció

A jelenlegi patakszakasz hidromorfológiai szempontból egyszerű szerkezetű, egyenesített mederrel és homogén keresztmetszettel rendelkezik. Ez a kialakítás hidraulikailag stabil, ugyanakkor alacsony élőhelyi diverzitást és korlátozott hidrológiai pufferkapacitást eredményez.

A revitalizáció során a meder **természetközeli hidromorfológiai szerkezettel** kerül kialakításra. A beavatkozások célja a vízfolyás szerkezeti heterogenitásának növelése, amely egyidejűleg javítja a hidraulikai és ökológiai működést.

A tervezett morfológiai elemek:

- enyhe meanderező mederszakaszok kialakítása
- sekély parti vízterek és kisvízi zátonyok létrehozása
- kavicsos és hordalékos mederalakzatok kialakítása
- változó rézsúhajtású partfalak létrehozása
- lokális mélyebb mederterek kialakítása

A medermorfológiai diverzitás növelése csökkenti a vízfolyás hidraulikai homogenitását, ami hozzájárul a lefolyási sebesség mérsékléséhez és növeli a vízfolyás hidrológiai stabilitását.

Lefolyás-csillapítás és vízvisszatartás

A revitalizáció egyik kulcseleme a csapadékvíz-lefolyás **időbeli elnyújtása és részleges visszatartása**. A városi vízgyűjtőkön a burkolt felületek magas aránya gyors lefolyást eredményez, amely rövid idő alatt jelentős vízhozam-csúcsokat generál.

A projekt során alkalmazott hidrológiai eszközök:

- természetes fenékküszöbök
- rönkgát jellegű energiacsillapító műtárgyak
- kisebb vízvisszatartó mederformák
- parti mikrodepressziók
- növényzettel stabilizált vízvisszatartó zónák

Ezek az elemek együttesen csökkentik a lefolyási sebességet, növelik a víz tartózkodási idejét a rendszerben, és mérséklék a hidraulikai csúcsokat.

SuDS rendszer integrációja

A revitalizáció a **Sustainable Drainage Systems (SuDS)** elveire épül, amely a csapadékvíz természetközeli kezelését helyezi előtérbe.

A rendszer fő elemei:

- esőkerti jellegű szikkasztó zónák
- növényzettel stabilizált partmenti szűrőmezők
- természetes talajszűrése alapuló víztisztítás
- talajba történő beszivárgás növelése

A SuDS rendszer integrálása lehetővé teszi, hogy a városi csapadékvíz egy része **ne azonnal a befogadóba kerüljön**, hanem a patak menti zöldfelületekben hasznosuljon.

Mederstabilizáció és partvédelem

A revitalizáció során a meder és a partfal stabilitása természetközeli mérnöki megoldásokkal kerül biztosításra. A hagyományos kemény burkolatok alkalmazása helyett **bioengineering alapú partvédelem** valósul meg.

A stabilizáció fő elemei:

- élőfűzfonatos partvédelem
- növényzettel megerősített rézsűk
- kavicsos és kőszórásos stabilizáció
- gyökérezónás talajerősítés

Ezek a megoldások hosszú távon stabil mederszerkezetet biztosítanak, miközben fenntartják a vízfolyás természetközeli karakterét.

Klímaadaptációs működés

A Csókakő-patak revitalizációja jelentős szerepet játszik a városi klímaadaptációban. A vízfelület, a vegetáció és a talajnedvesség együttes hatása hozzájárul a mikroklíma stabilizálásához.

A rendszer működésének fő klímaadaptációs elemei:

- párologtatási hűtőhatás növekedése
- lombkorona-borítás növekedése
- árnyékolt vízfelület kialakulása
- talajnedvesség stabilizálása

A patak menti zöldfelületek így nemcsak hidrológiai, hanem **városi mikroklíma-szabályozási funkciót** is betöltenek.

Üzembiztonság és fenntartható működés

A revitalizáció során kiemelt szempont a rendszer hosszú távú üzembiztonsága. A meder kialakítása olyan hidraulikai paraméterekkel történik, amelyek biztosítják a vízfolyás biztonságos működését szélsőséges csapadékesemények során is.

A tervezett kialakítás lehetővé teszi:

- az árhullámok biztonságos levezetését
- a medererózió minimalizálását
- a hordalék természetes átrendeződését

A fenntartási igények csökkentése érdekében a rendszer nagyrészt **önszabályozó hidromorfológiai folyamatokra épül**, amely a természetes vízfolyások működését modellezi.

Összegzés

A Csókakő-patak revitalizációja komplex hidrológiai és mérnöki beavatkozás, amely a városi vízgazdálkodás modern irányelveit követi. A projekt a hagyományos mederrendezési gyakorlat helyett a természet alapú megoldások alkalmazásával alakítja át a vízfolyást, növelve annak hidrológiai stabilitását, ökológiai értékét és klímaadaptációs kapacitását.

A revitalizált patak szakasz így nem csupán vízügyi létesítményként működik, hanem a városi zöld-kék infrastruktúra integrált elemévé válik, amely egyszerre szolgálja a vízgazdálkodási, ökológiai és rekreációs célokat.

5. ÖKOLÓGIAI HATÁSOK, ZÖLDFELÜLETI SZERKEZET ÉS BAÉ-ÉRTELMEZÉS

(ökológiai és biológiailag aktív rendszerfejlesztési pillér)

A Csókakő-patak revitalizációjának egyik legnagyobb szakmai értéke, hogy a beruházás nem pusztán meder- és közterületrendezési projekt, hanem **jelentős biológiailag aktívfelület-növelést és szerkezeti ökológiai minőségjavulást eredményező zöld-kék infrastruktúra fejlesztés**. A költségvetés alapján a projekt ökológiai szempontból nem marginális zöldítést, hanem **teljes élőhelyi újraszervezést** valósít meg.

A beruházás különösen erős abban, hogy a zöldfelületi növekmény nem egyetlen elemre épül, hanem **többszintű vegetációs rendszerre**: gyep-, rét-, évelő-, fa- és vízparti zónák egyidejű kialakítására. Ez a szerkezeti összetettség az, ami ökológiai szempontból lényegesen értékesebbé teszi a projektet, mint egy hagyományos közparkfejlesztést.

5.1. A biológiailag aktív felületek mennyiségi növekménye

A költségvetés alapján a projekt legfontosabb ökológiai felületi elemei a következők:

- **szárazságtűrő gyep felülvetés:** 454 m²
- **vadvirágos rét vetése:** 7 006 m²
- **sorfa ültetés (18/20):** 77 db

- **évelő növénytelepítés:** 20 544 db
- **patakmeder meanderezés:** 985 m²
- **speciális faültető szubsztrát:** 77 m³
- **vízáteresztő murva burkolat:** 1 501 m²
- **futónövények pergolához:** 8 db

A költségvetési szerkezetből jól látható, hogy a projekt súlypontja nem a burkolt közterületi fejlesztésen, hanem a **zöld infrastruktúra domináns kialakításán** van. Különösen jelentős a **7 006 m² vadvirágos rét**, amely önmagában is komoly ökológiai hozadékat képvisel, mert a hagyományos nyírt gyephez képest lényegesen magasabb élőhelyi értéket, nektár- és pollenforrást, valamint alacsonyabb fenntartási intenzitást biztosít.

Az **évelő növények 20 544 db-os volumene** szintén arra utal, hogy a terület nem dekoratív szigetszerű kiültetésekkel, hanem nagy tömegű, funkcionális növényállománnyal kerül kialakításra. Amennyiben ezek a növényfelületek vízparti, mocsári, rézsű- és pollinátorbarát társuláslogika szerint kerülnek összeállításra, a projekt ökológiai értéke tovább emelkedik.

5.2. A zöldfelületi rendszer szerkezeti minőségjavulása

Ökológiai szempontból a projekt legfontosabb hozadéka nem kizárólag a négyzetméterben mérhető aktív felületnövekedés, hanem a **zöldfelületi rendszer vertikális és horizontális differenciálódása**.

A jelenlegi állapot jellemzően:

- szabályozott meder,
- gyepesített, homogén rézsű,
- korlátozott fajgazdagság,
- gyenge ökológiai kapcsolódás,
- alacsony mikroélőhelyi diverzitás.

A tervezett állapot ezzel szemben:

- **régi zónákat,**
- **évelősávokat,**
- **fásított sávokat,**
- **vízparti és meanderező patakmedri élőhelyeket,**
- **szűrt, részben beszivárogtató kék-zöld felületeket,**
- **valamint árnyékolt és ökológiailag működő parti átmeneti sávokat hoz létre.**

Ez lényegében azt jelenti, hogy a projekt a jelenlegi alacsony természetességű lineáris zöldsávból **mozaikos, többszintű, részben természetközeli városi élőhelyrendszert** alakít ki.

5.3. Fásítás és lombkorona-potenciál

A **77 db sorfa ültetés** a projekt egyik legfontosabb hosszú távú ökológiai eleme. A 18/20-as méretkategória azt jelenti, hogy nem pusztán jelképes telepítés történik, hanem olyan faállomány létesül, amely viszonylag rövid időn belül képes:

- árnyékolási funkciót adni,
- mérsékelni a nyári felszíni hőterhelést,
- növelni a párologtatási hűtést,
- javítani a levegő páratartalmi egyensúlyát,
- és stabilizálni a patak menti mikroklimát.

A fákhhoz kapcsolódó **speciális faültető szubsztrát** alkalmazása különösen fontos szakmai elem, mert arra utal, hogy a telepítés nem pusztán kertészeti, hanem **hosszú távú kondíció- és túlélésorientált** rendszerben történik. Ez azért lényeges, mert a városi fásítás sikerét nem a telepített darabszám, hanem a több év múlva is életképes állomány aránya határozza meg.

Ökológiai értelemben a 77 fa nemcsak egyedszámot jelent, hanem a jövőbeni **lombkorona-felület, árnyékolási arány és levélfelület-index növekedésének alapját** is. Ez a projekt hosszú távú klímaadaptációs értékének egyik legerősebb tényezője.

5.4. Vadvirágos rét és pollinátor-élőhely

A **7 006 m² vadvirágos rét** a beruházás egyik kulcseleme. Városi ökológiai szempontból ez az egyik legnagyobb értékű komponens, mert a nyírt gyepphez képest:

- sokszorosára növeli a virágforrások mennyiségét,
- javítja a beporzó rovarok táplálékbázisát,
- növeli a mikroélőhelyek számát,
- csökkenti a fenntartási intenzitást,
- és javítja a talaj biológiai aktivitását.

A vadvirágos rét különösen akkor képvisel magas ökológiai értéket, ha a magkeverék nem esztétikai, hanem **őshonos vagy honosodott, helyi viszonyokra adaptált, hosszú távon fenntartható réti összetételű**. A patak menti és városi átmeneti zónákban ez egyértelműen erősebb ökológiai megoldás, mint a folyamatosan nyírt gyeppfenntartás.

A **454 m² szárazságtűrő gyepp** kiegészítő funkciót lát el. Ez nem elsődlegesen élőhelyi csúcserőértéket, hanem stabil, alacsony vízigényű, ellenálló zöldfelületi háttérrel biztosít, különösen az intenzívebben használt vagy vizuálisan rendezettebb szegélyzónákban.

5.5. Évelőfelületek és vízparti ökotónák

A **20 544 db évelő növény** mennyisége arra utal, hogy a projekt jelentős kiterjedésű, intenzíven strukturált lágyszárú vegetációt hoz létre. Ökológiai szempontból ez két okból kiemelkedően fontos.

Az egyik, hogy az évelősávok a patakmeder, a gyalogos zónák és a réti felületek között **ökotón jellegű átmeneti sávokat** képeznek. Ezek az átmeneti zónák általában nagyobb fajgazdagságot és magasabb élőhelyi változatosságot eredményeznek, mint a hirtelen határvonalú felületkapcsolatok.

A másik, hogy megfelelő fajösszetétel esetén az évelőállomány:

- hosszú virágzási periódust ad,
- táplálékforrást biztosít beporzóknak,

- bűvő- és telelőhelyet nyújt rovaroknak,
- stabilizálja a talajt,
- és javítja a párolgási–párologtatási egyensúlyt.

A projekt ökológiai minősége itt jelentősen függ a tényleges növényjegyzéktől. Ha a telepítés vízparti, mocsári, félszáraz és pollinátorbarát társulási logika szerint történik, az élőfelületek nem díszítő, hanem valódi **funkcionális ökológiai infrastruktúraként** működnek majd.

5.6. Kék-zöld elemek és élőhelyi heterogenitás

A **985 m² patakmeder-meanderezés** és a kapcsolódó kavicságy, valamint szubsztrát-rendszer ökológiai értelemben az egyik legnagyobb minőségi ugrást jelenti. A szabályozott, egyenes, alacsony morfológiai változatosságú mederhez képest a meanderezés:

- növeli a nedvességi gradiens változatosságát,
- új parti és sekélyvízi mikroélőhelyeket hoz létre,
- javítja a hordalék- és áramlási differenciáltságot,
- és erősíti a vízparti vegetáció betelepülési potenciálját.

A **kavicságy szivárgó réteg** és a természetközeli mederstabilizáció szintén többfunkciós elem: egyszerre szolgálja a vízgazdálkodási működést és a vízparti zóna ökológiai minőségének javítását. Ahol a mederanyag, a kő, a holtfa és a változó vízmélység együtt jelenik meg, ott a rendszer ökológiai teherbírása és élőhelyi összetettsége is lényegesen jobb.

5.7. BAÉ-értelmezés és előzetes szakmai becslés

A hivatalos BAÉ-t a **9/2007. (IV. 3.) ÖTM rendelet** alapján kell számítani, amelyet később módosítottak; a rendelet az eredeti és a változtatás utáni állapotot alapvetően a területfelhasználási egységekhez rendelt értékmutatókkal kezeli, és differenciált számítás is alkalmazható meghatározott esetekben.

A projektnél viszont a **differenciált, projektalapú BAÉ-mérleg** az erős, mert itt látszik meg, hogy a jelenlegi gyenge ökológiai állapotból mennyit javul a terület. Az alábbi táblázatot ezért **előzetes szakmai BAÉ-becslésként** adjuk meg, nem jogi értelemben vett végleges településszerkezeti BAÉ-kimutatásként.

BAÉ ELŐZETES SZAKMAI MÉRLEG

Keszthely – Csókakő-patak revitalizáció

Projektterület: 11 133 m² = **1,1133 ha**

5.7.1. Kiinduló állapot – szakmai becslés

A jelenlegi állapot a fotók és a projektlogika alapján döntően:

- gyepesített, alacsony diverzitású zöldsáv,
- szabályozott patakmeder,
- részben bolygatott parti sáv,

- alacsony lombkorona-borítás,
- csekély szerkezeti tagoltság.

Ez projektléptékben **alacsony-közepes biológiai aktivitású** állapotnak tekinthető.

Előzetes kiinduló felületi bontás (becslés)

| Felület / állapot | Terület | Indikatív BAÉ-szorzó | Részpont |
|---|-----------------------------|----------------------|--------------|
| Gyepesített, fajszegény zöldfelület | 8 500 m ² | 0,35 | 2 975 |
| Szabályozott patakmeder és erősen bolygatott parti sáv | 985 m ² | 0,20 | 197 |
| Burkolt / erősen taposott / funkcionálisan gyenge felület | 1 648 m ² | 0,05 | 82 |
| Összesen | 11 133 m² | | 3 254 |

Kiinduló átlagos BAÉ-index:

$$3\,254 / 11\,133 = 0,29$$

Ez a projekt szintjén reális nagyságrendű, és jól illik ahhoz, hogy a terület jelenleg inkább vízvezető zöldsáv, mint valódi ökológiai rendszer.

5.7.2. Tervezett állapot – szakmai becslés a költségvetés alapján

A költségvetésből egyértelműen leolvasható, hogy a projekt fő zöld-kék elemei:

- **vadvirágos rét:** 7 006 m²
- **szárazságtűrő gyep:** 454 m²
- **meanderezett patakmeder:** 985 m²
- **vízáteresztő murva:** 1 501 m²
- **fa palló:** 740 m²
- **homok burkolat:** 254 m² + 7 460 m² tétel szerepel, de ez utóbbi nyilván nem fedhető rá teljes területi értelemben a teljes projektre, ezért BAÉ-számításnál ezt nem lehet automatikusan teljes értéken beszámítani
- **77 db fa**
- **20 544 db évelő**

Itt nagyon fontos: a költségvetési tételek **nem területkimutatásként** készültek, ezért több tétel részben egymásra rétegződik. Emiatt a BAÉ-t nem a költségsorok egyszerű összeadásával, hanem **funkcionális felszínkategóriák szerint** kell becsülni.

Tervezett állapot – differenciált felületi modell

| Tervezett felület | Terület | Indikatív BAÉ-szorzó | Részpont |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------|
| Vadvirágos rét | 7 006 m ² | 0,80 | 5 604,8 |
| Szárazságtűrő gyep | 454 m ² | 0,45 | 204,3 |

| Tervezett felület | Terület | Indikatív BAÉ-szorzó | Részpont |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Meanderezett patakmeder és természetközeli parti zóna | 985 m ² | 0,75 | 738,8 |
| Vízáteresztő murva | 1 501 m ² | 0,20 | 300,2 |
| Fa palló / járófelület | 740 m ² | 0,05 | 37,0 |
| Homokos rekreációs / játszótéri felület | 447 m ² | 0,10 | 44,7 |
| Részösszeg | 11 133 m² | | 6 929,8 |

Fásítás és többszintű vegetáció korrekció

A projekt egyik legnagyobb többlete, hogy a felszínek nem egyszintűek maradnak, hanem:

- **77 db fa** települ,
- nagy tömegű **évelő- és cserjeszerkezet** jön létre,
- a patakpart **többszintű vegetációs rendszerré** válik.

Ezért szakmailag indokolt egy **szerkezeti korrekciós többlet** alkalmazása, mert ugyanazon felszínen a biológiai aktivitás magasabb lesz, mint egy egyszerű gyeper vagy egyszerű rét esetén.

Indikatív szerkezeti korrekció

| Korrekciós elem | Indok | Többletpont |
|---|---|--------------------|
| 77 db fa lombkorona- és párologtatási többlethatása | hosszú távú mikroklíma és többszintűség | +550 |
| Évelőzóna és ökotón jellegű átmenetek | 20 544 db növény, nagy kiterjedésű funkcionális lágyszárú tömeg | +450 |
| Vízparti élőhelyi heterogenitás | holtfa, kő, meander, rézsúváltozatosság | +250 |
| Összes szerkezeti korrekció | | +1 250 |

Tervezett állapot összesített pontja

$$6\,929,8 + 1\,250 = 8\,179,8$$

Tervezett átlagos BAÉ-index:

$$8\,179,8 / 11\,133 = 0,73$$

5.7.3. BAÉ ELŐTTE–UTÁNA MÉRLEG

| Állapot | Összesített BAÉ-pont | Átlagos BAÉ-index |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Kiinduló állapot | 3 254 | 0,29 |
| Tervezett állapot | 8 180 | 0,73 |
| Növekmény | +4 926 | +0,44 |

5.7.4. ÉRTELMEZÉS

A fenti előzetes differenciált mérleg alapján a projekt **jelentős BAÉ-növekedést** eredményez. A javulás nem pusztán abból adódik, hogy nő a zöldfelület aránya, hanem abból, hogy a terület:

- **fajszegény, gyepdomináns lineáris zöldsávból**
- **többszintű, biodiverz, vízhez kapcsolódó zöld-kék infrastruktúrává** alakul.

A BAÉ-javulás fő hajtóelemei:

- a **7 006 m² vadvirágos rét**,
- a **985 m² természetközeli patakmeder**,
- a **77 db fa telepítése**,
- valamint a **20 544 db élő növényből álló strukturált lágyszárú rendszer**.

A projekt különösen erős abban, hogy a magasabb BAÉ nem adminisztratív felület-átsorolásból, hanem **valós ökológiai minőségjavulásból** következik.

A projektterületre elvégzett előzetes differenciált biológiai aktivitásérték-értékelés alapján a Csókakő-patak revitalizációja számottevő pozitív BAÉ-változást eredményez. A kiinduló állapotban a terület döntően alacsony diverzitású, gyepesített, szabályozott vízfolyás menti zöldsávként működik, korlátozott szerkezeti és élőhelyi változatossággal. A tervezett állapotban ezzel szemben nagy kiterjedésű vadvirágos rét, többszintű élő vegetáció, új faállomány, valamint természetközeli, meanderezett patakmeder jön létre. Az előzetes szakmai becslés szerint a projekt átlagos BAÉ-indexe megközelítőleg **0,29-ről 0,73-ra** emelkedik, amely **mintegy +0,44 indexpont növekményt** jelent. Ez a változás egyértelműen igazolja, hogy a beruházás nem csupán közterületi esztétikai fejlesztés, hanem tényleges ökológiai állapotjavulást eredményező zöld-kék infrastruktúra beavatkozás.

„A fenti BAÉ-mérleg projektléptékű, előzetes differenciált szakmai becslés. A végleges, jogszabályi hivatkozással ellátott BAÉ-számítás a jóváhagyott helyszínrajz, végleges felületkimutatás és területfelhasználási besorolás alapján készítendő el.”

5.8. Ökológiai összegzés

Ökológiai szempontból a Csókakő-patak revitalizációja nem egyszerű közterület-fejlesztés, hanem **városi élőhely-rekonstrukciós beavatkozás**, amely egy alacsony természetességű, szabályozott lineáris zöldsávból **biodiverz, klímaadaptív és részben természetközeli zöld-kék rendszert** hoz létre.

A projekt erőssége abban rejlik, hogy a költségvetésben is világosan látható módon:

- nagy felületű vadvirágos rétet létesít,
- jelentős faállományt telepít,
- nagy tömegű élő vegetációt alkalmaz,
- természetközeli patakmedret hoz létre,
- és a vízgazdálkodást, a tájépítést és az ökológiát nem külön kezeli, hanem egy integrált rendszerben.

Ez a szerkezet már nem pusztán zöldfelület-növelés, hanem **ökológiai működőképesség-növelés**. Éppen ezért a projekt a BAÉ, a biodiverzitás, a városi mikroklíma és a települési zöldinfrastruktúra szempontjából is egyértelműen pozitív irányú változást képvisel.

6. TÁJÉPÍTÉSZETI KONCEPCIÓ

(városi zöld-kék infrastruktúra és rekreációs rendszer)

A Csókakő-patak revitalizációjának tájépítészeti koncepciója a vízfolyás menti területet nem hagyományos parkfejlesztésként, hanem **integrált zöld-kék infrastruktúra térként** értelmezi. A tervezés célja egy olyan lineáris közterület létrehozása, amely egyszerre biztosít **ökológiai működést, városi rekreációs használatot és klímaadaptációs funkciókat**.

A koncepció alapelve a természetközeli patakrevitalizáció és a modern városi tájépítészet összehangolása. A kialakítás során a vízfolyás menti tér nem egy homogén parkfelületként jelenik meg, hanem **mozaikos térszerkezetű, különböző használati és élőhelyi zónákból álló rendszerként**.

Térszerkezeti alapelv

A revitalizációs terület tájépítészeti rendszere három egymással összefüggő sávra épül:

1. **patak és vízparti ökológiai zóna**
2. **átmeneti vegetációs és élőhelyzóna**
3. **közhasználatú rekreációs sétányzóna**

Ez a szerkezet biztosítja, hogy a patak menti terület egyszerre legyen ökológiailag működő és városi használatra alkalmas.

Patak menti rekreációs tengely

A projekt egyik legfontosabb tájépítészeti eleme a patak mentén kialakított **rekreációs sétányrendszer**, amely lehetővé teszi a vízfolyás közvetlen megtapasztalását.

A költségvetés alapján ennek fő elemei:

- **740 m² fa palló / faburkolat**
- **vízáteresztő murva burkolat 1 501 m²**
- **szegélyrendszer 487 fm**

A fa palló rendszer a patak menti érzékenyebb zónákban kerül alkalmazásra, ahol a talajnedvesség vagy az ökológiai érték nem teszi lehetővé a hagyományos burkolatok alkalmazását. A palló emelt vagy félig emelt szerkezetben vezeti a látogatókat a patak mentén, minimalizálva a talaj bolygatását.

A murvaburkolatú sétányok a nagyobb igénybevételű szakaszokon jelennek meg, ahol fontos szempont a **vízáteresztő burkolat alkalmazása**, amely csökkenti a felszíni lefolyást és támogatja a természetközeli vízgazdálkodást.

Természetközeli partkialakítás

A tájépítészeti koncepció fontos eleme a patakpart természetközeli kialakítása. A költségvetésben szereplő **szikla- és holtfa stabilizáció** nem pusztán mérnöki megoldás, hanem tájépítészeti és ökológiai eszköz is.

A holtfa elemek:

- mikroélőhelyeket biztosítanak rovarok és kisebb gerincesek számára
- természetes vízparti karaktert adnak a pataknak
- segítik a vízfolyás morfológiai stabilitását.

A köves és kavicsos mederalakzatok a vízparti élőhelyek természetes karakterét idézik, és hozzájárulnak a patak vizuális és ökológiai értékének növekedéséhez.

Közösségi rekreációs terek

A projekt fontos célja, hogy a patak menti zöldsáv **élhető városi közterületté** váljon. Ennek érdekében több kisebb rekreációs pont kerül kialakításra.

A költségvetési tételek alapján a közösségi elemek:

- **fatörzs padok (10 db)**
- **pergolák (2 db)**
- **információs oszlopok és táblák**
- **játszóterei elem (fa-kötél játszószer)**

A fatörzs padok természetes anyaghasználata illeszkedik a természetközeli patakkörnyezethez, és egyben erősíti a park természetes karakterét.

A pergolák a sétány mentén kisebb pihenőtereket hoznak létre, ahol a futónövények idővel árnyékot és zöldfelületi tömeget biztosítanak.

Tanösvény és edukáció

A patakrevitalizáció egyik fontos eleme az **edukációs funkció erősítése**. A területen elhelyezett információs oszlopok és táblák lehetővé teszik egy kisebb **városi ökológiai tanösvény** kialakítását.

A tanösvény témái lehetnek:

- a Balaton vízgyűjtő rendszere
- patakok ökológiája
- beporzó élőhelyek
- városi klímaadaptáció
- zöld-kék infrastruktúra működése

Ez a funkció különösen fontos, mert a patak revitalizációja így nem csupán esztétikai vagy rekreációs fejlesztés, hanem **környezeti szemléletformáló térként** is működik.

Játszó- és pihenőterek

A projekt részeként egy kisebb **természetközeli játszótéri tér** is kialakul, amelynek központi eleme a fa-kötél játszószer. A játszótér kialakítása a természetes anyaghasználat elvére épül, amely jobban illeszkedik a patak menti környezethez, mint a hagyományos műanyag játszóeszközök.

A játszótér alatti **homok burkolat** ütéscsillapító réteggént működik, és egyben természetesebb karaktert biztosít a térnek.

Anyaghasználati koncepció

A tájépítészeti kialakítás során az anyaghasználat tudatosan a **természetközeli karakter erősítését szolgálja**.

A domináns anyagok:

- fa (palló, pergola, padok)
- kavics és murva
- természetes kő
- homok

A zárt burkolatok aránya minimális, így a terület vízgazdálkodási és ökológiai működése nem sérül.

Tájképi és városi karakter

A revitalizáció egyik fontos célja, hogy a patak menti tér **Keszthely városi zöldhálózatának karakteres elemévé** váljon. A kialakítás ezért nem klasszikus parkformálásra, hanem egy **természetközeli, urbánus pataktér megteremtésére** törekszik.

A patak menti sétány, a vadvirágos rétek, az élőfelületek és a fásított zónák együtt egy olyan tájképi rendszert hoznak létre, amely egyszerre természetközeli és városi.

A terület így hosszú távon **Keszthely egyik ikonikus városi zöld-kék terévé** válhat.

7. KLÍMAADAPTÁCIÓS HATÁSOK

(városi klímaadaptáció és ökoszisztéma-szolgáltatások)

A Csókakő-patak revitalizációs projekt egyik legfontosabb szakmai hozadéka a települési klímaadaptáció erősítése. A tervezett beavatkozások a városi környezetben jelentkező három alapvető klímakockázatra reagálnak: a **városi hősziget-hatás erősödésére, a szélsőséges csapadékesemények gyakoribbá válására és a nyári aszályos időszakok hosszabbodására**.

A projekt ezekre a kihívásokra nem hagyományos mérnöki infrastruktúrával, hanem **zöld-kék infrastruktúra rendszerrel** válaszol, amely a természetes ökológiai folyamatok erősítésével növeli a városi környezet alkalmazkodóképességét.

Mikroklíma szabályozás és hősziget-csökkentés

A városi hősziget-hatás egyik legfontosabb oka a burkolt felszínek magas aránya, valamint a vegetáció hiánya. A projekt jelentős növényállomány-növekedést hoz létre, amely közvetlen hatással van a mikroklíma alakulására.

A telepítés során létrejövő vegetációs rendszer fő elemei:

- **77 db várostűrő sorfa,**
- **7 006 m² vadvirágos rét,**
- **20 544 db évelő növény,**
- kiterjedt vízparti vegetáció.

A növényállomány növekedése több mechanizmuson keresztül csökkenti a városi hőterhelést.

Az egyik legfontosabb a **lombkorona árnyékoló hatása**, amely mérsékli a burkolt felületek felmelegedését. A faállomány növekedésével a lombkorona-borítás aránya fokozatosan emelkedik, ami jelentősen csökkenti a felszíni hőmérsékletet.

A másik fontos tényező a **párologtatás (evapotranszspiráció)**. A növényzet vízpárologtatása energiát von el a környezetből, amely természetes hűtőhatást eredményez. A nagy kiterjedésű rét- és évelőfelületek különösen hatékonyak ebben a folyamatban, mert jelentős levélfelülettel rendelkeznek.

A vízfelület jelenléte tovább erősíti ezt a hatást. A patak menti páradús mikroklíma hozzájárul a nyári hőterhelés mérsékléséhez.

Vízvisszatartás és csapadékkezelés

A klímaváltozás következtében a csapadékeloszlás egyre szélsőségesebbé válik. A rövid idő alatt lehulló intenzív csapadék nagy mennyiségű felszíni lefolyást generál, ami túlterhelheti a városi vízvezető rendszereket.

A revitalizáció során alkalmazott hidrológiai megoldások ezt a problémát több szinten kezelik.

A **meanderezett patakmeder** növeli a víz tartózkodási idejét a rendszerben, és csökkenti a lefolyás sebességét. A meder morfológiai változatossága energiacsillapító hatással rendelkezik, amely mérsékli az árhullámok hidraulikai intenzitását.

A **kavicságy és szivárgó rétegek** lehetővé teszik a víz részleges beszivárgását a talajba. Ez a folyamat növeli a talajvíz utánpótlását és csökkenti a felszíni lefolyást.

A projektben alkalmazott **vízáteresztő burkolatok** szintén fontos szerepet játszanak a csapadékvíz kezelésében. A murvaburkolatú sétányok és a természetes talajfelszínek lehetővé teszik a csapadék beszivárgását, ami csökkenti a vízvezető rendszer terhelését.

Talajnedvesség és aszályreziliencia

A klímaváltozás másik fontos hatása a hosszabb és gyakoribb aszályos időszakok megjelenése. A projektben kialakított zöldfelületi rendszer növeli a talaj vízmegtartó képességét és stabilizálja a talajnedvességet.

A réti és évelő vegetáció mélyebb gyökérzete javítja a talajszerkezetet és növeli a talaj vízbefogadó kapacitását. A növényzet által árnyékolt talajfelszín lassabban szárad ki, ami mérsékli a nyári aszályok hatását.

A vízparti vegetáció különösen fontos szerepet játszik ebben a folyamatban, mert a patak menti nedvesebb mikroélőhelyek stabilizálják a környező területek vízháztartását.

Biodiverzitás és ökológiai stabilitás

A klímaadaptáció nemcsak a fizikai környezet módosítását jelenti, hanem az ökoszisztémák alkalmazkodóképességének növelését is.

A projekt során kialakított élőhelyek – különösen a vadvirágos rétek és az évelőfelületek – jelentős táplálékforrást biztosítanak a beporzó rovarok számára. A pollinátor közösségek stabilitása kulcsszerepet játszik a városi ökoszisztémák működésében.

A növekvő fajgazdagság és élőhelyi diverzitás növeli az ökoszisztéma ellenállóképességét a környezeti stresszhatásokkal szemben.

Városi ökoszisztéma-szolgáltatások

A projekt klímaadaptációs hatásai több különböző ökoszisztéma-szolgáltatás formájában jelennek meg.

A legfontosabb szolgáltatások:

- **mikroklíma szabályozás,**
- **hősziget-hatás mérséklése,**
- **csapadékvíz visszatartás,**
- **talajvíz utánpótlás,**
- **levegőminőség javítása,**
- **biodiverzitás növelése,**
- **rekreációs és egészségügyi hatások.**

Ezek a szolgáltatások együttesen növelik a városi környezet élhetőségét és ellenálló képességét a klímaváltozás hatásaival szemben.

Klímaadaptációs összegzés

A Csókakő-patak revitalizációja jelentős klímaadaptációs hatással rendelkezik, mert a projekt egyszerre növeli a vegetáció mennyiségét, javítja a vízvisszatartást és csökkenti a városi hőterhelést.

A kialakított zöld-kék infrastruktúra rendszer nem csupán lokális környezetjavító beavatkozás, hanem a település klímaadaptációs stratégiájának fontos eleme. A projekt hozzájárul ahhoz, hogy a városi környezet jobban alkalmazkodjon a szélsőséges hőmérsékleti és csapadékviszonyokhoz, miközben növeli a biodiverzitást és a városi életminőséget.

8. ÖSSZEGZÉS

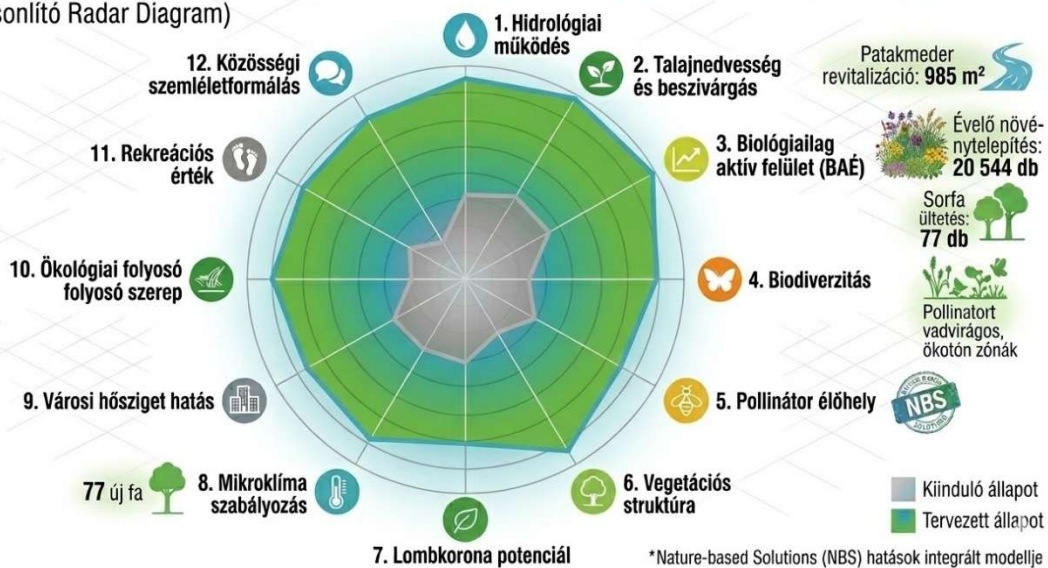
(zöld-kék infrastruktúra, NBS és Green City értékelési keret)

A Csókakő-patak revitalizációja olyan integrált városi zöld-kék infrastruktúra fejlesztés, amely egyszerre kezeli a vízgazdálkodási, ökológiai és tájépítészeti kihívásokat. A projekt nem pusztán egy vízfolyás mederrendezését valósítja meg, hanem egy komplex természetalapú rendszer kialakítását, amely a városi klímaadaptáció és az ökoszisztéma-szolgáltatások erősítésének eszközeként működik.

A beavatkozás alapvetően a hagyományos, gyors vízvezetésre épülő vízrendezési szemlélet helyett a **természetalapú megoldások (Nature-based Solutions – NbS)** elveire épül. A patakmeder meanderezése, a vízparti vegetáció kialakítása, a beszivárgást segítő talajrétegek alkalmazása és a nagy kiterjedésű biodiverz növényállomány együttesen olyan ökológiai rendszert hoznak létre, amely képes mérsékelni a klímaváltozás hatásait.

CSÓKAKŐ PATAK REVITALIZÁCIÓ – NBS ÉRTÉKELÉSI MÁTRIX VIZUALIZÁCIÓ

(Összehasonlító Radar Diagram)



A projekt jelentős mértékben növeli a biológiai aktív felületek arányát, és a jelenlegi alacsony természetességű zöldsávot **mozaikos, többszintű városi élőhelyrendszerre** alakítja. A 7 000 m²-nél nagyobb vadvirágos rét, a több mint 20 000 évelő növény, valamint a 77 darab új fa telepítése jelentős növénybiomassza-növekedést eredményez, amely közvetlen hatással van a városi mikroklíma alakulására.

A patak menti zöldfelületek így nem csupán esztétikai elemekként működnek, hanem **aktív ökoszisztéma-szolgáltatásokat biztosító infrastruktúráként**, amelyek hozzájárulnak a hősziget-hatás csökkentéséhez, a csapadékvíz visszatartásához és a városi biodiverzitás növeléséhez.

A projekt tájépítészeti kialakítása a természetközeli pataktér koncepciójára épül, amelyben a rekreációs használat és az ökológiai működés kiegyensúlyozott módon jelenik meg. A sétányrendszer, a természetes anyaghasználat, valamint a rekreációs és edukációs elemek együtt egy olyan városi zöldteret hoznak létre, amely hosszú távon a település zöldhálózatának meghatározó eleme lehet.

A revitalizáció eredményeként létrejövő rendszer nem csupán lokális fejlesztés, hanem a települési zöldinfrastruktúra fejlesztésének modellje, amely a Green City szemlélethez és a fenntartható városi vízgazdálkodási elvekhez egyaránt illeszkedik.

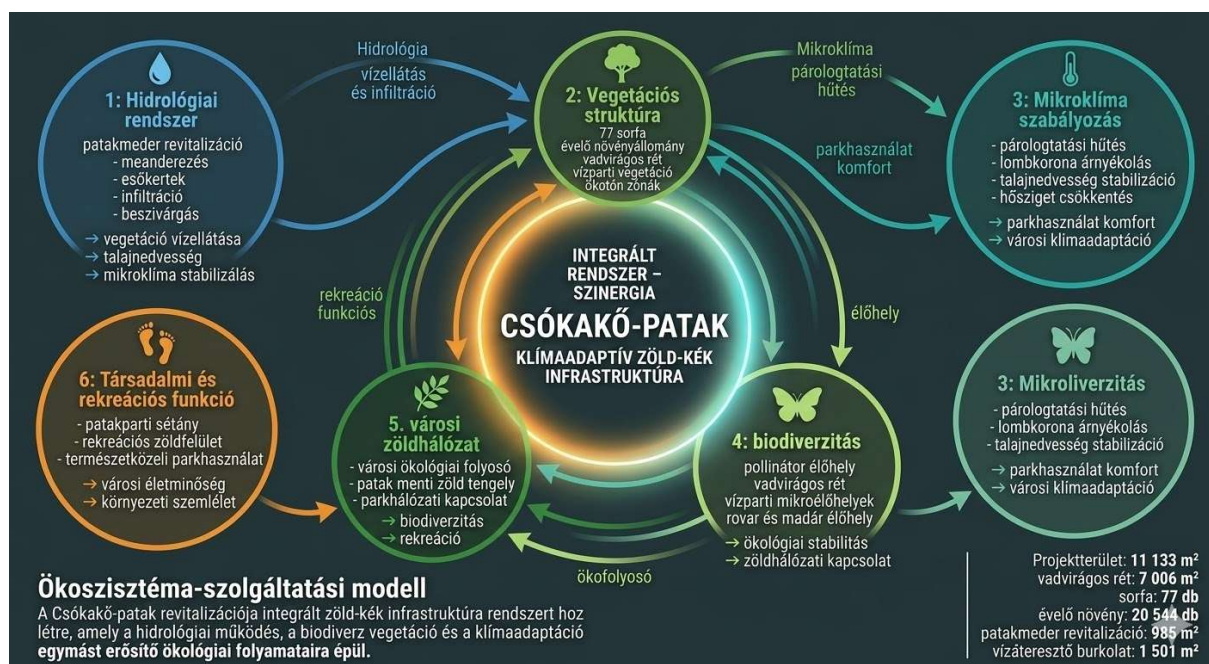
Projektindikátorok

| Mutató | Kiinduló állapot | Tervezett állapot | Hatás |
|----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|
| Biológiailag aktív felület | fragmentált gyep | >7 000 m ² biodiverz rét + évelők | biodiverzitás növekedés |
| Faállomány | elszórt fák | 77 új fa | lombkorona növekedés |
| Évelő vegetáció | minimális | 20 544 db | pollinátor élőhely |
| Patakmeder | egyenesített | meanderező, természetközeli | hidromorfológiai diverzitás |
| Vízvisszatartás | gyors levezetés | beszivárgás + lefolyáscsillapítás | árhullám csökkentés |
| Burkolatok | hagyományos | vízáteresztő burkolatok | beszivárgás növekedés |
| Mikroklíma | burkolt felületek dominanciája | növekvő vegetáció | hősziget mérséklése |

NBS és Green City megfelelés

| Szakmai keret | Kapcsolódó projekt elem | Hatás |
|------------------------------|--|-------------------------------------|
| Nature-based Solutions (NBS) | meanderező patak, vegetációs rendszer | természetes vízszabályozás |
| Green City | biodiverz zöldfelületek | ökoszisztéma-szolgáltatások |
| Klímaadaptáció SuDS | faültetés + vízfelület beszivárgó talajrétegek | hősziget csökkentés csapadékkezelés |
| BAÉ növekedés | vegetációs rendszer | biológiai aktivitás növekedése |

A Csókakő-patak revitalizációs projekt a városi vízfolyások korszerű rehabilitációjának jó példája. A tervezett beavatkozások nem csupán tájépítészeti fejlesztést jelentenek, hanem egy olyan komplex zöld-kék infrastruktúra rendszert hoznak létre, amely képes egyszerre javítani a városi környezet ökológiai állapotát, növelni a biodiverzitást és mérsékelni a klímaváltozás hatásait.



A Csókakő-patak revitalizációja nem csupán egy esztétikai tájépítészeti beavatkozás, hanem egy **összetett ökológiai gép**, ahol minden elem egymást hajtja. A modell lényege, hogy a víz nem „ellenség”, amit el kell vezetni, hanem az a motor, amely fenntartja a rendszert.

Hogyan működik a szinergia?

- A Hidrológiai Motor:** A patakmeder **meanderezése** (kanyargóssá tétele) lelassítja a vizet, így az nem átrohan a területen, hanem beszivárog. Ez a **hidromorfológiai revitalizáció** alapja: a természetes mederforma biztosítja a vízutánpótlást a növényzetnek még aszályos időszakban is.
- Zöld Hűtőrendszer:** A több mint **20 000 élő** és a **77 új fa** a patak vizét felhasználva párologtat. Ez a folyamat aktív **mikroklima-szabályozásként** működik, ami akár 3-5 fokkal is csökkentheti a környék hőmérsékletét a nyári kánikulában.
- Ökológiai Autópálya:** A vadvirágos rétek és a vízparti vegetáció nemcsak szép, hanem **biológiai folyosót** alkot. Összeköti a városi zöldfelületeket, lehetővé téve a beporzók és madarak mozgását, ami az egész város ökológiai stabilitását növeli.
- Társadalmi Hozadék:** A rekreációs funkciók (sétány, pihenők) ezen a stabil ökoszisztémán „élősködnek” a szó jó értelmében: a látogatók a hűvösebb, fajgazdag és természetközeli környezetben jobb életminőséget élvezhetnek.

Miért profi ez a modell?

A „**Hidromorfológiai revitalizáció**” beemelése a rendszerbe jelzi, hogy a projekt megfelel az **EU Víz Keretirányelv (VKI)** szigorú elveinek. Nemcsak „zöldítünk”, hanem visszaadjuk a patak természetes öfenntartó képességét.

A projekt erőssége abban rejlik, hogy a hidrológiai, ökológiai és tájépítészeti beavatkozások nem különálló elemekként jelennek meg, hanem egymást erősítő rendszerként működnek. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy a revitalizált patak szakasz hosszú távon stabil, fenntartható és ökológiailag működő városi térként funkcionáljon.

A kialakuló patakter így nemcsak vízgazdálkodási infrastruktúra, hanem a település **klímaadaptív zöldhálózatának egyik kulcseleme**, amely hozzájárul Keszthely környezeti minőségének és élhetőségének javításához.

9. FENNTARTÁSI ÉS ÜZEMELTETÉSI RENDSZER

9.1 Fenntartási objektumok összesítése

| Fenntartási egység | Mennyiség | Egység |
|--------------------|-----------|----------------|
| projektterület | 11 133 | m ² |
| vadvirágos rét | 7 006 | m ² |
| szárazságtűrő gyep | 454 | m ² |
| évelőfelület | 20 544 | db |
| faállomány | 77 | db |
| patakmeder | 985 | m ² |
| murvaburkolat | 1 501 | m ² |
| faburkolat / palló | 740 | m ² |
| pergola | 2 | db |
| pad | 10 | db |
| információs elemek | 10 | db |

9.2 Vegetáció fenntartási műveletek

| Fenntartási egység | Mennyiség | Fenntartási művelet | Technológia | Gyakoriság | Időszak | Éves műveletszám |
|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|------------|----------|------------------|
| vadvirágos rét | 7 006 m ² | kaszálás | rétkaszálás, mulcsozás nélkül | 2×/év | VI., IX. | 2 |
| vadvirágos rét | 7 006 m ² | kaszálék eltávolítás | rendfelszedés | 2×/év | VI., IX. | 2 |
| szárazságtűrő gyep | 454 m ² | nyírás | magas gyepvágás | 3×/év | V–IX | 3 |
| évelőfelület | 20 544 db | tavaszi visszavágás | kézi metszés | 1×/év | II–III | 1 |
| évelőfelület | 20 544 db | gyomkontroll | mechanikai | 3×/év | IV–VIII | 3 |
| évelőfelület | 20 544 db | pótlás | konténeres növény | 1×/év | IV | 1 |

9.3 Faállomány fenntartás

| Fenntartási egység | Mennyiség | Fenntartási művelet | Technológia | Gyakoriság | Időszak | Éves műveletszám |
|--------------------|-----------|---------------------|--------------|------------|---------|------------------|
| sorfa | 77 db | öntözés | törzsöntözés | heti | IV–IX | ~20 |

| Fenntartási egység | Mennyiség | Fenntartási művelet | Technológia | Gyakoriság | Időszak | Éves műveletszám |
|--------------------|-----------|----------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------------|
| sorfa | 77 db | faállapot ellenőrzés | vizuális felmérés | 2×/év | III., X. | 2 |
| sorfa | 77 db | ifjúsági metszés | koronaalakítás | 1×/év | II–III | 1 |
| sorfa | 77 db | kötözés ellenőrzés | karórögztítés | 2×/év | III., IX. | 2 |
| sorfa | 77 db | pótlás | új telepítés | szükség szerint | IV | max. 5% |

9.4 Patakmeder és hidrológiai rendszer fenntartás

| Fenntartási egység | Mennyiség | Fenntartási művelet | Technológia | Gyakoriság | Időszak | Éves műveletszám |
|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|------------|-----------------|------------------|
| patakmeder | 985 m ² | mederellenőrzés | hidromorfológiai felmérés | 2×/év | III., IX. | 2 |
| patakmeder | 985 m ² | uszadék eltávolítás | kézi tisztítás | 2×/év | VI., X. | 2 |
| patakmeder | 985 m ² | hordalék ellenőrzés | mederprofil vizsgálat | 1×/év | IX | 1 |
| rönkgát | 1 klt | stabilitás ellenőrzés | szerkezeti vizsgálat | 1×/év | IX | 1 |
| rönkgát | 1 klt | felújítás | részleges csere | 5–10 év | szükség szerint | - |

9.5 Burkolatok és épített elemek fenntartása

| Fenntartási egység | Mennyiség | Fenntartási művelet | Technológia | Gyakoriság | Időszak | Éves műveletszám |
|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|------------|----------|------------------|
| murvaburkolat | 1 501 m ² | profilozás | gépi | 1×/év | IV | 1 |
| murvaburkolat | 1 501 m ² | pótlás | murva terítés | 1×/év | IV | 1 |
| faburkolat | 740 m ² | szerkezeti ellenőrzés | vizuális | 1×/év | III | 1 |
| faburkolat | 740 m ² | felületkezelés | faápoló olaj | 5 év | - | - |
| pergola | 2 db | szerkezeti ellenőrzés | csavarzat vizsgálat | 1×/év | III | 1 |
| pad | 10 db | karbantartás | tisztítás | 2×/év | IV., IX. | 2 |

9.6 Inváziós fajok kezelése

| Fenntartási egység | Érintett terület | Fenntartási művelet | Technológia | Gyakoriság | Időszak |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|----------|
| teljes terület | 11 133 m ² | inváziós fajok felmérése | botanikai felmérés | 1×/év | V |
| teljes terület | 11 133 m ² | inváziós faj eltávolítás | mechanikai | 2×/év | VI., IX. |
| patakpart | 985 m ² | inváziós fa eltávolítás | gyökérkiszedés | szükség szerint | - |

9.7 Éves fenntartási művelet összesítés

| Fenntartási művelet | Éves mennyiség |
|-----------------------|-----------------------|
| kaszálás | 14 012 m ² |
| gyepnyírás | 1 362 m ² |
| évelő visszavágás | 20 544 db |
| faöntözés | ~1 540 alkalom |
| burkolat karbantartás | 2 241 m ² |
| patakmeder ellenőrzés | 2 alkalom |

9.8 Fenntartási intenzitás

| Fenntartási kategória | Intenzitás |
|---------------------------|------------|
| extenzív rét | alacsony |
| évelő vegetáció | közepes |
| faállomány | alacsony |
| patakmeder | alacsony |
| rekreációs infrastruktúra | közepes |

Becsült éves fenntartási ráfordítás

0,6–0,8 munkaóra / 100 m² / év

ami jelentősen kedvezőbb egy intenzív városi park fenntartási igényénél.

A fenntartási rendszer alapelve az extenzív, ökológiai működésen alapuló zöldfelület-kezelés. A vadvirágos rétek, évelő vegetáció és a patak menti ligetes faállomány olyan ökoszisztéma-alapú rendszert alkot, amely a kezdeti 2–3 éves stabilizációs időszakot követően alacsony fenntartási intenzitás mellett is stabilan működő városi élőhelyrendszert biztosít.

10. DNSH MEGFELELÉS (DO NO SIGNIFICANT HARM)

10.1 A DNSH elv alkalmazása a Csókakő-patak revitalizációs projektben

A projekt értékelése az **EU Taxonómia rendelet (2020/852)** és a kapcsolódó DNSH-módszertan alapján történt. A vizsgálat célja annak megállapítása, hogy a tervezett beavatkozások nem okoznak-e jelentős környezeti kárt az EU hat környezeti célterületének egyikében sem.

A Csókakő-patak revitalizációja jellegéből adódóan **természetalapú megoldásokra (Nature-based Solutions, NBS)** épülő zöld-kék infrastruktúra fejlesztés, amelynek elsődleges célja a hidromorfológiai állapot javítása, a városi biodiverzitás növelése és a klímaadaptáció erősítése.

A DNSH-vizsgálat ezért elsősorban a következő potenciális kockázati területekre terjed ki:

- hidromorfológiai változtatások hatása a víztest állapotára
- talajbolygatás és hordalékmozgás
- inváziós fajok terjedése
- burkolt felületek növekedése
- fenntartási intenzitásból eredő ökológiai kockázatok.

A projekt műszaki és ökológiai kialakítása alapján ezek a kockázatok **nem minősülnek jelentős környezeti kárnak**, sőt a beavatkozások többsége a jelenlegi állapothoz képest javulást eredményez.

10.2 Klímaváltozás mérséklése

A projekt nettó szénmérlege pozitív irányba változik.

A tervezett vegetációs rendszer:

- **77 db fa**
- **20 544 db évelő**
- **7006 m² vadvirágos rét**

jelentős biomasza-növekedést eredményez.

A növekvő lombfelület:

- növeli a **szénmegkötési kapacitást**,
- javítja a **párologtatási hűtőkapacitást**,
- csökkenti a városi felületek **nettó sugárzási mérlegét**.

A projekt nem jár energiaintenzív infrastruktúra létesítésével, így **nem generál számottevő többlet üvegházgáz-kibocsátást**.

10.3 Klímaadaptáció

A projekt egyik kulcseleme a **városi vízfolyás hidromorfológiai revitalizációja**, amely közvetlenül növeli a klímaadaptációs kapacitást.

A meanderezett patakmeder és a kapcsolódó kavicságy rendszer:

- növeli a **vízvisszatartást**,
- csökkenti a **csapadékcúcsok hidraulikai hatását**,
- javítja a **vízparti mikroklímát**,
- mérsékli a városi **hőszigetelést**.

A vízáteresztő burkolatok és a vegetációs zónák együttese **SuDS-jellegű városi vízgazdálkodási rendszert** hoz létre.

10.4 Víztestek állapotának védelme (VKI megfelelés)

A Csókakő-patak a Balaton vízgyűjtő rendszeréhez tartozik, ezért a revitalizáció során kiemelt szempont volt a **Víz Keretirányelv (2000/60/EK)** célkitűzéseinek figyelembevétele.

A tervezett beavatkozások:

- nem járnak a víztest **hidrológiai romlásával**,
- nem csökkentik a **meder vízszállító képességét**,
- nem hoznak létre új **mesterséges akadályokat**.

A meanderezés és a természetközeli partkialakítás ezzel szemben:

- növeli a **hidromorfológiai változatosságot**,
- javítja a **vízparti élőhelyek minőségét**,
- támogatja a vízi és vízparti szervezetek betelepülését.

A projekt ezért **nem okoz jelentős kárt a víztest állapotában**.

10.5 Talaj és szennyezés

A projekt során a talajbolygatás mértéke korlátozott, és elsősorban a mederformáláshoz és tereprendezéshez kapcsolódik.

A kivitelezés során alkalmazott műszaki megoldások:

- kavicságy szivárgó réteg
- faültető szubsztrát
- természetes partstabilizáció

A projekt nem tartalmaz:

- ipari tevékenységet
- jelentős légszennyező kibocsátást
- veszélyes anyagok alkalmazását.

A talaj és vízszennyezési kockázat ezért **elhanyagolható**.

10.6 Biodiverzitás és ökoszisztémák

A projekt egyik legfontosabb hatása a városi biodiverzitás növekedése.

A jelenlegi állapot fő jellemzői:

- fajszegény gyepfelületek
- szabályozott patakmeder
- alacsony szerkezeti heterogenitás.

A revitalizáció után a terület:

- mozaikos vegetációs szerkezetet kap
- vízparti ökotón zónák alakulnak ki
- nő a mikroélőhelyek száma.

A vadvirágos rétek és az évelősávok:

- növelik a pollinátor-élőhelyek számát
- stabil táplálékforrást biztosítanak rovarok számára.

Az inváziós fajok visszaszorítása és az őshonos vegetáció telepítése **javítja az élőhelyek ökológiai minőségét**.

10.7 DNSH kockázati mátrix

| Környezeti cél | Potenciális kockázat | Projekt hatása |
|----------------|------------------------------|------------------------|
| Klímaváltozás | burkolt felületek növekedése | nem jelentős |
| Klímaadaptáció | hidrológiai módosítás | pozitív |
| Víztestek | medermódosítás | javuló hidromorfológia |
| Talaj | tereprendezés | átmeneti |
| Szennyezés | kivitelezési hatások | alacsony |
| Biodiverzitás | inváziós fajok | javuló élőhely |

10.8 DNSH szakértői összegzés

A Csókakő-patak revitalizációs projekt a DNSH értékelés alapján **nem okoz jelentős környezeti kárt** az EU hat környezeti célterületének egyikében sem.

A projekt jellege kifejezetten **ökoszisztéma-alapú beavatkozás**, amely a jelenlegi, hidromorfológiailag degradált városi vízfolyást természetközelibb, ökológiailag működő zöld-kék infrastruktúra rendszerré alakítja.

A beavatkozások eredményeként:

- javul a hidrológiai működés
- nő a biológiai aktivitás

- erősödik a városi ökológiai folyosó szerep
- és mérséklődik a városi hőszigetelés.

A projekt ezért a DNSH elvvel **teljes mértékben összeegyeztethető**, és több környezeti cél teljesítéséhez is érdemben hozzájárul.

11. JELENLEGI ÁLLAPOT



13. TERVEZETT HANGULATOK

