



NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT

KÖZEGÉSZSÉGÜGYI LABORATÓRIUMI FŐOSZTÁLY

---

Cím: 1097 Budapest Albert Flórián út 2-6. Tel: + 36 1 476 1100, Fax: + 36 1 476 6401, e-mail: [kozeglab@nnk.gov.hu](mailto:kozeglab@nnk.gov.hu)

## **Csapadékvíz gyűjtésének és felhasználásának lehetőségei**

### ***Jogszabályi háttér, nemzetközi tapasztalatok, közegészségügyi kockázatok***

#### **Tartalomjegyzék**

Vezetői összefoglaló .....	2
1. Bevezetés.....	4
2. Nemzetközi példák, tapasztalatok.....	5
3. Esővízgyűjtés szabályozása Magyarországon.....	6
4. A csapadékvíz minősége.....	8
5. Csapadékvíz használat közegészségügyi kockázatai, megbetegedések valószínűsége.....	12
6. Esővízgyűjtő rendszerek kialakítása.....	16
7. Esővízgyűjtőrendszerek üzemeltetése, a közegészségügyi kockázatok mérséklése .....	19
8. Felhasznált irodalom .....	25
1. melléklet Kockázatfelmérő adatlap esővízgyűjtő rendszer közegészségügyi szempontú felméréséhez, ellenőrzéséhez.....	27

## Vezetői összefoglaló

A megfelelő minőségű és mennyiségű ivóvízhez való hozzáférés folyamatos biztosítása egyes területeken már most is kihívást jelent, de a klímaváltozással összefüggő vízhiányos időszakok egyre gyakoribbá válása révén a jövőben várhatóan további nehézséget jelenthet.

**A legbiztonságosabb és közegészségügyi szempontból a legkisebb kockázatot jelenő ivóvízellátást a közműves vízellátás jelenti.** Ugyanakkor számos vízforrás is biztonsággal használható, ha azt nem ivóvízként kívánjuk igénybe venni. Az esővíz gyűjtése és felhasználása csökkentheti a közműves ivóvíz fogyasztását, csökkentheti a szárazság és hőhullámok idején szükséges vízkorlátozások hatását.

Hazánkban az összegyűjtött esővizet elsősorban locsolásra, esetenként WC öblítésre használják, nemzetközi gyakorlatban egyéb háztartási célra, pl. mosás, medencék feltöltése, autómosás, melegvíz rendszerek ellátása, épületek szellőzőrendszereinek nedvesítése, tűzivízkeleti felhasználására is számos példa van. Megfelelő kezeléssel és körültekintéssel a közműves ivóvízellátáshoz hozzá nem férő lakosság egyéb háztartási célú vízellátásában is szerepe lehet.

Magyarországon az ivóvízre vonatkozó jogszabályok nem tiltják az ivóvízkeleti felhasználását, sem ivásra, sem ételkészítésre, sem egyéb háztartási célra, azonban közegészségügyi szempontból az ivási és ételkészítési célú felhasználása nem javasolt. Amennyiben a vizet ivóvízként használják, a magánkutakhoz hasonlóan saját célú ivóvízellátásnak minősül és meg kell felelnie a vonatkozó ivóvízminőségi követelményeknek. Kizárólag egyéb háztartási célú felhasználás esetén, a népegészségügyi hatóság hozzájárulásával lehet ettől eltekinteni, ebben az esetben a minőségi és ellenőrzési követelményeket a népegészségügyi hatóság állapíthatja meg.

Az esővizek mikrobiológiai és kémiai minősége térben és időben is nagyon változó lehet. Az esővíz gyűjtésének és felhasználásának legnagyobb közegészségügyi kockázata a víz mikrobiológiai minőségromlása miatt jelentkezik, melyet a tető és az esővízszállító rendszer közvetlen szennyeződése (madarak, kisméltók ürüléke, és egyéb szerves anyagok, valamint azok bomlástermékei) és a levegőben szálló mikroorganizmusok okoznak. Az esővízben változatos környezeti és enterális baktériumok, vírusok és protozoák (egysejtűek) fordulhatnak elő. Az esővíz kémiai minősége elsősorban a környezettől, a levegőminőségtől és a gyűjtőrendszert felépítő szerkezeti anyagok minőségétől függ. Kémiai szempontból a legnagyobb egészségkockázatot jelentő szennyezőanyagok a nehézfémek, PAH vegyületek és a peszticidek.

A legtöbb esetben az esővízgyűjtő rendszerek (tetővízgyűjtő felület, ereszcatorna, csővezeték és esővíz tartályok) viszonylag egyszerűen kivitelezhetők és biztonságosan üzemeltethetők. Amennyiben a vizet bevezetik a házba, a tervezést és kivitelezést javasolt szakemberrel végeztetni. A fizikai és kémiai kockázatok kezelése technikailag egyszerűbb, míg az esővíz mikrobiológiai védelme jellemzően bonyolultabb feladat. **A helyszínen fellépő, a tulajdonos, üzemeltető által befolyásolható szennyező forrásokból származó kockázatok esetén a megelőzés a legfontosabb.**

Bár indikátor baktériumok gyakran kimutathatók az esővízből, az esővíz-felhasználással összefüggő felismert megbetegedések viszonylag ritkák. Azonban mivel az egyes esővízgyűjtő rendszereket kevesen használják, így az esetleges megbetegedések is jelenleg még kevés embert érintenek, emiatt, a tényleges előfordulás jellemzően alul- vagy egyáltalán nem jelentett. Nemzetközi tanulmányok eredményei sem egyértelműek abban, hogy a kezeletlen esővíz

ivóvízkénti fogyasztása milyen mértékben járul hozzá például a gyomor-bélrendszeri betegségek kialakulásához. Egyéb háztartási célú felhasználás esetén azonban a közegészségügyi kockázat a nemzetközi tapasztalatok alapján alacsony vagy elfogadható mértékű.

Az esővízgyűjtő rendszereket, hasonlóan minden közműves és egyedi ivóvízellátási módhoz, rendszeresen ellenőrizni szükséges. Magán ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízmű esetén, kizárólag egyéb háztartási célú vízfelhasználás esetén elegendő a rendszer üzemszerű működését szemrevételezéssel ellenőrizni, laboratóriumi vizsgálatot csak speciális, indokolt esetben szükséges végezni. Az esővízgyűjtő rendszer használatából eredő kockázatok felmérésére, a kockázat csökkentő intézkedések tervezésére, ellenőrzésére jelen módszertan melléklete nyújt segítséget.

# 1. Bevezetés

A megfelelő minőségű és mennyiségű ivóvíz a testi és lelki egészség, jóllét és emberi méltóság elengedhetetlen feltétele, az ENSZ által nevesített emberi alapjog [1]. A víz korlátozottan rendelkezésre álló természeti erőforrás, így a megfelelő mennyiség és minőség biztosítása egyes területeken már most is problémát jelent, de a melegedő és egyre szárazabbá váló klíma miatt várhatóan ez egyre nagyobb területet érinthet világszerte és hazánkban is [2].

A háztartások vízhasználata nem korlátozódik fogyasztási célra (ivás, illetve ételkészítés), sőt, a teljes vízhasználatnak ez csak viszonylag kis hányadát teszi ki. Nemzetközi adatok alapján a háztartások teljes vízfelhasználásuk 3-3%-át használják ivásra és főzésre, 20-26%-át WC öblítésre, 10-15%-át mosásra, 35-38%-át fürdésre, zuhanyzásra, 7%-át mosogatásra, és 10%-át autómosásra [3, 4].

Az esővíz gyűjtése és felhasználása csökkentheti a közműves ivóvíz felhasználását, a hálózati vízellátástól való függést. Fontos eszköz lehet a vizek megőrzését célzó küzdelemben, csökkentheti a szárazság és hőhullámok idején szükséges vízkorlátozások számát és hatását, segíthet az aszály és a klímaváltozás következményeinek mérséklésében. Az esővíz összegyűjtése – elsősorban a háztetőkről – évezredek óta ismert gyakorlat. Világszerte, különösen a fejlődő országokban jelenleg is elterjedt az esővíz gyűjtése és felhasználása, akár ivóvízként is, de elsősorban egyéb háztartási célra, amilyen pl. kertek öntözése, locsolás, WC öblítés, mosás, medencék feltöltése, autómosás, melegvíz rendszerek ellátása, épületek szellőzőrendszereinek nedvesítése vagy tüzivíz [2].

Az esővízgyűjtő rendszerek használata a háztartási vízfelhasználásban nagymértékű, írországi adatok alapján akár 30-92% megtakarítást eredményezhet. Ez azonban függ a fogyasztás jellegétől, a vízigénytől, az épület típusától és méretétől, és a csapadékvíz mennyiségétől. A vízfogyasztás csökkenésének gazdasági és környezetvédelmi haszna középületekben, kereskedelmi/ipari épületekben, iskolákban jelentősebb lehet, mivel általában nagyobb a tetőfelületük és nagyobb a nem fogyasztási célú vízigény, mint a magánlakásokban [2, 4].

1994-ben Japánban rendezték meg a tokiói nemzetközi esővíz konferenciát. A konferencia világszerte fordulópontot jelentett a csapadékvízgyűjtő-rendszerek, -technológiák szerepével, alkalmazásával és potenciáljával kapcsolatos felfogásban. Az esővíz kiemelt szerepet játszott a tokiói vízválság megoldásában, ami nagy hatással volt az esővíz felhasználás kiterjesztésére szerte a világon, különösen Ázsiában [5].

Az esővízgyűjtésben gondolkodók számára a fő visszatartó erő a tartályok és esővízgyűjtő rendszerek ára (47,5%), az időhiány (28%) és a helyhiány (15%), viszont az egészségügyi kockázatok miatti aggályok csak 1,4%-ban merültek fel [2].

Általánosságban az esővíz-gyűjtést fenntartható és megtérülő vízellátási formának tekintik, bár korlátozott mennyiségű információ áll rendelkezésre a technológia valós környezeti és gazdasági hatásairól. A csapadékvízgyűjtő-rendszer beruházási költségei abban az esetben térültek meg az épület várható élettartamán belül, ha az esővizet a WC-öblítés mellett az épület felújítása során is felhasználták. A megtérülés olyan vízellátó rendszerekben lassabb, ahol az esővízzel történő vízellátás és az egyéb vízfelhasználási módokhoz kiépített vízellátás elkülönítetten, külön rendszerben került kiépítésre [6].

## 2. Nemzetközi példák, tapasztalatok

A csapadékvíz-felhasználás elsősorban az édesvízben szegény területeken terjedt el (Sri Lanka, Banglades, Pakisztán, Uganda, Nepál, Ausztrália stb.). Indiában, vagy egyes szigeteken pl. Görögországban az egyéb elérhető vízforrások minősége (sós vagy vasas íz), vagy kémiai szennyezettsége, pl. arzéntartalma (Banglades, Dél-Nepál) vagy az időszakosan nagyobb vízigény (pl. turizmus) indokolta, hogy a lakosság nagy része az esővíz felhasználás felé fordult [7, 8].

Ausztrália száraz és forró klímája miatt a víz korlátozottan elérhető és különösen értékes. Bár az ország 90%-ában elérhető a vezetékes ivóvíz szolgáltatás, vannak alacsony népsűrűségű ellátatlan területek, ahol az esővízgyűjtés és a felszín alatti vizek használata terjedt el. A lakosság 17-19%-a gyűjti az esővizet, 5,5% locsolási célra, 6% mosás és zuhanyozás, illetve 4,5% a WC-k öblítésére, de a lakosság 10%-a számára ez az ivóvíz fő forrása is. Vidéken elterjedtebb az esővízgyűjtés (33,5%), mint a városi területeken (11,2%) [2]. A legszárazabb Dél-Ausztrália vidéki területein a lakosok 62%-ának van esővízgyűjtő ciszternája és 53%-uk számára ez a fő ivóvízforrás [9]. Katherine államban kormányzati támogatást is élvez az esővízgyűjtés, mivel a közműves ivóvíz PFA vegyületekkel szennyeződött. Minden ausztrál államban szükséges víztakarékossági és az esővízgyűjtés elősegítését célzó intézkedéseket hozni; pl. egyes államokban már minden új épületbe kötelező esővízgyűjtő tartály beépítése. Ausztráliában emiatt 2014 és 2020 között megduplázódott az esővízgyűjtő rendszert üzemeltető háztartások száma [10].

Az Amerikai Egyesült Államokhoz tartozó Virgin-szigeteken olyan kevés a víz, hogy minden épületnek (kivéve a szövetségi tulajdonban lévőknek) ciszternával kell rendelkeznie [11].

Németországban 1,6 millió esővízgyűjtő rendszer üzemel (a háztartások 4%-ában) és évente közel 50.000 új rendszert telepítenek. A súlyos ipari légszennyezés és az ivóvízre vonatkozó szigorú előírások miatt a háztartási esővízgyűjtés jellemzően a nem fogyasztási célú felhasználásra korlátozódik, így WC-öblítésre, ruhamosásra és kerti öntözésre. Az esővízgyűjtő rendszerek terjedését támogatja, hogy több német városban a csapadékvíz-elvezetési díjat elengedik, illetve különböző támogatások érhetők el, ha a háztartás gyűjti vagy visszavezeti a talajba a csapadékvizet [10]. A frankfurti repülőtér esővízgyűjtő rendszere, amely a 26.800 négyzetméteres új terminál tetejéről gyűjti össze a vizet, évi 100.000 m<sup>3</sup> vizet takarít meg. A vizet elsősorban WC-öblítésre, növények öntözésére és a klímaberendezés tisztítására használják. A Darmstadti Műszaki Egyetemen az esővizet WC-öblítésre használják, és az egyetem laboratóriumaiba szállítják hűtési (klímatiszálás) és takarítási célokra. A rendszer telepítése óta a vízigénynek mindössze 20%-át fedezi közműves ivóvíz, ami évi 80.000 m<sup>3</sup> ivóvíz megtakarítást jelent [5].

Hasonlóképpen Franciaországban is csak nem fogyasztási célra engedélyezett az esővíz felhasználása a közegészségügyi aggályok miatt [10]. Írországban a háztartási esővíz-gyűjtő és szűrkevíz-kezelő rendszerek használata az ír háztartások 94%-ában jellemző [4]. Svédországban főleg nagy lakóparkok építéskor telepítenek esővízgyűjtő rendszereket a fenntartható fejlődés és víztakarékossági, ökológiai szempontok miatt [10].

Önálló jogi szabályozás az esővízgyűjtő rendszerek kialakítására, vízminőségi követelményeire a legtöbb európai országban nincs, kivéve ha az esővizet ivási célra is felhasználják [4].

### 3. Esővízgyűjtés szabályozása Magyarországon

Magyarországon az ivóvízminőség szabályozásáról és az ellenőrzés rendjéről szóló előírásokat az 5/2023 (I. 12.) Kormányrendelet (továbbiakban: Kormányrendelet) tartalmazza. A saját célú ivóvízműből történő vízellátásra *a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról* szóló 147/2010. (IV. 29.) Kormányrendelet (a továbbiakban: 147/2010. Korm. rendelet) vonatkozik [12, 13].

A Kormányrendelet alapján az ivóvíz az ivásra, főzésre, ételkészítésre vagy egyéb háztartási felhasználásra szánt vizet jelenti (2. § 20. pont). Az egyéb háztartási víz körébe tartozik pl. a kézmosásra, fürdésre, mosásra, WC öblítésére szolgáló víz [12]. A Kormányrendelet tartalmazza az ivóvíz minőségére vonatkozó követelményeket, határértékeket (1. melléklet).

A saját célú ivóvízműből történő vízellátáson a 147/2010. Korm. rendelet szerint a víztermelő létesítményt és a hozzá tartozó gépészetet és a csatlakozó-, házi ivóvízhálózat, illetve a víztisztítási feladatokat ellátó vízellétesítményt vagy víztisztító berendezést értjük. A szabályozás nem definiálja a saját célú ivóvízműben felhasználható lehetséges vízforrásokat, így az lehet saját kút, de akár esővíz gyűjtés is. A saját célú ivóvízmű, mint vízellétesítmény engedélyezésére - a csatlakozó- és házi ivóvízhálózatok kivételével - a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról szóló kormányrendelet szerinti hatósági engedély szükséges.

Magán ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízművön házi ivóvízigényt kiszolgáló vízellétesítményt értünk, amely az egy háztartás ingatlanon belüli legfeljebb 500 m<sup>3</sup>/év ivóvízigényét fedezi. Vízminőség-vizsgálatot az ivóvízellátó rendszer létesítésekor, majd azt követően háromévente kell végeztetni. A vizsgálandó paraméterek javasolt körét a Kormányrendelet 2. melléklet 4. pontja tartalmazza [13]. Magán ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízmű esetében az ellenőrzés során az engedélyező hatóság megkeresheti a víz felhasználási feltételeinek meghatározásához a fővárosi és vármegyei kormányhivatal népegészségügyi feladatkörében eljáró járási (fővárosi kerületi) hivatalát (a továbbiakban: járási hivatal).

Közösségi ivóvízellátást biztosító saját célú ivóvízmű üzemeltetésére, felügyeletére, a vízminőség ellenőrzési rendjére a Kormányrendelet vonatkozik.

A fővárosi és vármegyei kormányhivatal népegészségügyi feladatkörében eljáró járási (fővárosi kerületi) hivatala, illetve a népegészségügyi feladatkörében eljáró fővárosi és vármegyei kormányhivatal (a továbbiakban együtt: népegészségügyi szerv) felmentést adhat a Kormányrendelet előírásai alól olyan vízhasználat esetén, ahol bizonyított, hogy a víz felhasználása nem jelent a fogyasztóra nézve közegészségügyi kockázatot (1. § 2. d)). **Engedélyt kell kérni a szociális vízellátásként vagy ivástól és ételkészítéstől eltérő egyéb háztartási használati célú vízellátásként történő használatra.** Az engedély megadásának feltétele, hogy a víz minősége nem jelent sem közvetlen, sem közvetett káros hatást a vízhasználók egészségére és az **engedélyben meghatározásra kerülnek azok a feltételek, amelyek elősegítik a használók egészségének védelmét** a víz esetleges szennyeződéséből eredő káros hatásokkal szemben. Amennyiben fogyasztási célra biztosított a megfelelő minőségű ivóvíz közműves vízellátásból, saját célú ivóvízműből vagy egyéb forrásból, ezen pont alapján van lehetőség esővíz felhasználására egyéb háztartási célra. Ebben az esetben az esővízre vonatkozó követelményeket (felhasználási terület, vizsgálati- és ellenőrzési gyakoriság, vízkezelés, minőségi követelmények) a népegészségügyi szerv egyedileg

állapíthatja meg. Az esővíz egyéb háztartási célra és öntözővízként történő felhasználására jogszabályi szinten rögzített minőségi követelmények, határértékek nincsenek [12].

Összefoglalva, Magyarországon nem tiltott a csapadékvíz felhasználása sem egyéb háztartási célra, sem fogyasztásra szánt ivóvízként, **azonban az ivási és ételkészítési célú felhasználás közegészségügyi szempontból az esővíz minőségének változékonysága és rendszeres kontroll hiányában nem javasolt.** Egyéb háztartási célú felhasználás esetén, ha a népegészségügyi szerv hozzájárul, az ivóvízre vonatkozó minőségi követelményektől való eltérés elfogadható, amennyiben az adott felhasználási mód nem jelent kockázatot a felhasználók egészségére. Ebben az esetben a minőségi és ellenőrzési követelményeket a népegészségügyi szerv állapíthatja meg.

## 4. A csapadékvíz minősége

Az esővizek mikrobiológiai és kémiai minőségét számos tanulmányban vizsgálták, melyek alapján az esővíz minősége térben és időben is nagyon változó lehet, elsősorban a környéktől és az ott végzett tevékenységektől (pl. ipari kibocsátás), a levegőminőségtől, valamint a gyűjtő és tároló rendszer kialakításától függ. A csapadékvíz a gyűjtés és a tárolás során durva és finom részecskékkel, mikroorganizmusokkal, kémiai anyagokkal (szervesanyagokkal, fémekkel és ionos anyagokkal) is szennyeződhet, melyeknek lehet káros egészséghatása. Egy ausztrál tanulmány alapján a mikrobiológiai minőséget a tető és az esővizet szállító rendszerek közvetlen szennyeződése (madarak, kisemlősök ürüléke, egyéb szerves hulladékok és bomlástermékeik) befolyásolja elsősorban, de a levegőben szálló mikroorganizmusok és kémiai szennyező anyagok is jelentősen hozzájárulnak a szennyezettséghez. A szennyezőanyag-terhelést a szélsébség és a szélirány is befolyásolja [2, 14].

Az esővíz mikrobiológiai szennyezettségét szinte minden vizsgálat kimutatta. Az esővízben környezeti és enterális baktériumok, vírusok és protozoák (egysejtűek) fordulhatnak elő, az esővízminták minősége mikrobiológiai szempontból jellemzően kifogásolt [2, 16]. A mikroorganizmusok száma szezonális változást mutathat, jellemzően ősszel a legmagasabb, télen a legalacsonyabb, de alapvetően a gyűjtési terület (tető, talaj) tisztaságával mutat összefüggést [7, 17]. A célzott vizsgálatokban jellemzően az alábbi szervezetek jelenlétét vizsgálták: telepszám, coliform baktériumok, *Enterococcus ssp.*, *Salmonella spp.*, *Legionella spp.*, *Campylobacter ssp.*, *Aeromonas spp.*, *Cryptosporidium* ciszták és *Giardia* oociszták. A különböző nemzetközi tanulmányok főbb összefoglaló eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Az <i>E. coli</i> és az <i>Enterococcus</i> baktériumok mennyisége széles tartományban változhat a csapadékvízben.	Míg Queensland-i vizsgálatokban az esővízben az <i>E. coli</i> mennyisége <1 és 3060 ± 456 TKE/100ml (telepképző egység/100ml) közötti, az <i>Enterococcus</i> mennyisége <1 és 3400 ± 700 TKE/100ml között mozgott [20], bangladeshi általános iskolák gyűjtött esővizében csak 6TKE/100ml <i>E.coli</i> volt kimutatható [15]. Összefoglaló tanulmányok az esővízgyűjtő tartályok 48,5-74%-ában mutattak ki <i>E.coli</i> -t, valamint 60-94%-ában <i>Enterococcus</i> -t [20]. Egy 3 éves görögországi vizsgálati sorozatban az esővíz-minták 80,3%-a coliform, 40,9%-a <i>E.coli</i> és 28,8%-a <i>Enterococcus</i> miatt kifogásolt volt [3]. Dél-koreai vizsgálatokban az esővízminták 91,6%-a coliform baktériumok miatt, 72%-a <i>E.coli</i> miatt volt kifogásolt [17].
<i>Salmonella</i> , <i>Legionella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Campylobacter</i> baktériumok ritkábban mutathatók ki.	A Queensland-i vizsgált esővíz minták 10,7%-ában <i>Salmonella</i> , 9,8%-ában <i>Giardia lamblia</i> , 5,6%-ában <i>Legionella</i> és 0,4%-ában <i>Campylobacter jejuni</i> volt kimutatható [20]. Új-zélandi tanulmányban <i>Legionella</i> és <i>Campylobacter</i> fajok nem voltak detektálhatók egy mintában sem [2, 16]. Új-Zélandon 24 esővízgyűjtő tartályból kilencben azonosítottak <i>Campylobacter</i> -t, de a maximális koncentrációk átlaga alacsonyabb volt 1 TKE/100 ml-nél [2]. Thaiföldi esővíztartályokból származó 156 minta közül <i>Salmonellát</i> csak egy mintában mutattak ki, <i>Shigellát</i> pedig egyben sem [2].



<p><i>Giardia</i>, <i>Cryptosporidium</i> és egyéb protozoák (egysejtűek) mennyisége is széles tartományban változhat, <i>Cryptosporidium</i> gyakrabban kimutatható, mint <i>Giardia</i>.</p>	<p>Új-zélandi tanulmányban <i>Giardia</i> nem volt detektálható egy mintában sem, <i>Cryptosporidium</i> oociszták a minták 2%-ban voltak jelen [2, 16]. Egy Virgin-szigeteki vizsgálatban a közösségi használatú ciszternák 81%-ában, a magán használatú ciszternák 47%-ában voltak jelen protozoák [11].</p>
<p>A <i>Legionella</i> fertőzés kockázata jellemzően alacsony</p>	<p>Egy svéd vizsgálatban a <i>Legionella</i> fertőzés kockázatát értékelték az esővíz-gyűjtésből (RWH) táplált WC-öblítési rendszerek esetén. 4-ből 3 tartályban volt kimutatható <i>Legionella</i> spp., legmagasabb csíraszám 44000 genom kópia/l volt. A WC öblítéseket követően igazolták a levegőben a <i>Legionella</i> expozíció szempontjából kiemelten fontos 10 µm vagy annál kisebb átmérőjű aeroszol részecskék (PM10, amely képes elérni a tüdő alveoláris régióját) jelenlétét, azonban az eredményeik alapján a <i>Legionella</i> fertőződés kockázatát esővízzel üzemeltetett WC öblítési rendszer esetén viszonylag alacsonynak értékelték [29].</p>

Az esővíz kémiai minősége a tanulmányok alapján elsősorban a környezettől, a levegőminőségtől és a gyűjtőrendszert felépítő szerkezeti anyagok minőségétől függ. A szerkezeti anyagokból történő kioldódást fokozza, hogy az esővíz erősen agresszív (alacsony pH-ja <6,5, jelentős a szabad szénsav tartalma), korrozív a szerkezeti anyagokra [8, 18]. Az esővízbe a kémiai szennyezők a tetőről, a vízgyűjtőből és szerkezeti anyagokból kioldódva, valamint a szél által a tetőre hordott szennyeződés bemosódásával kerülhetnek be [38]. Az esővíz szennyeződését a légszennyezettség (ólom, nehézfémek, nitrogén-oxidok, kén-oxidok) is okozhatja [8]. Bár jellemzően az egészségügyi határérték alatt mutathatók ki fémek, illetve egyéb kémiai anyagok az esővízben, az iparosodott, városi területeken a határérték túllépés gyakoribb lehet [38]. Az esővíz kémiai minőségére vonatkozó nemzetközi tapasztalatok összefoglalását a 2. táblázat tartalmazza.

## 2. táblázat

<p>Nehézfémmel (különösen ólom) szennyezés eredete lehet a légszennyezettség, a tető felülete, festékek, szerkezeti anyagok, a szél által szállított ipari szennyezettség. Az ólomkockázat az ólomtartalmú szerkezeti anyagok kiváltásával jelentősen mérsékelhető.</p>	<p>Az esővíz ólomtartalmának eredete lehet a levegőszennyezés, vagy olyan cink anyagú tetők, ahol a vas és cink rétegek összekötése vagy bevonata, korrózióvédelme ólomot tartalmaz [8].</p>
	<p>Egy 34 esővízgyűjtő-tartály vizsgálatával végzett ausztrál tanulmány alapján a fémek 65%-a légköri eredetű, míg 35%-a szerkezeti anyagokból történő kioldódásból származik. Bányavidék környékén gyakrabban mutattak ki határérték feletti fémtartalmat (arzén, ólom, cink stb.) nyáron, mint télen; melynek oka, hogy a szárazabb nyári időszakban a felhagyott és működő bányák fémmel szennyezett porát a szél könnyebben elszállítja [18, 38]. Dél-koreai vizsgálatok alapján az esővízben az alumínium mennyisége jelentős növekedést mutatott tavasszal az Észak-kínai Góbi-sivatag felett átvonuló intenzív, időszakos porviharok miatt [17].</p>
	<p>Egy új-zélandi tanulmányban vizsgált fém paraméterek 17,6%-a haladta meg az ivóvízre vonatkozó határértéket; (ólom határérték túllépés 14,4%; réz 2,4%). Az ólom vagy galvanizált acél szerkezeti anyagok a gyűjtőrendszerben, valamint a 7-nél kisebb pH növelte az ólomszennyezés kockázatát [16, 17].</p>
	<p>23 esővizet használó bangladesi általános iskola esővizében az ólom 92%-ban határérték feletti volt (átlagos ólomkoncentráció 80 µg/l). Az ólom forrásaként a tetőanyag festékét azonosították [15].</p>
	<p>40 indonéz településen, cink tetőről összegyűjtött esővízben az ólomtartalom átlagosan 131,7 µg/l volt (maximum: 222 µg/l, minimum: 44,6 µg/l), a zavarosság átlagosan 20,0 NTU. A városi esővízben (Pontianak City: 211,6 µg/l) az ólomtartalom magasabb volt, mint a vidéki területen (Kubu Raya Regency: 51,75 µg/l) [8].</p>
	<p>Egy kefaloniai (Görögország) tanulmányban 3 éves vizsgálati sorozat alapján a fémek (Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni) mennyisége megfelelt az ivóvízre vonatkozó előírásoknak, amit a relatíve alacsony közlekedés általi emisszió, ipari és mezőgazdasági szennyezés magyaráz. [7].</p>
	<p>Egy 53 esővízgyűjtő rendszert vizsgáló ausztrál tanulmány (Adelaide régió) alapján az esővíz minták közel felében ólom, 15%-ban cink, 5%-ban kadmium, 2%-ban réz volt az egészségügyi határérték, cink esetében 3mg/l felett [18].</p> <p>Egy 13 helyszín vizsgálatán alapuló Brisbane-i vizsgálat alapján az esővíz emelkedett ólomtartalma nem a levegő szennyezettségéből, hanem elsősorban a tetőszerkezetből származott. Port Pirie településen magasabb ólomtartalom (átlagosan 61 µg/l) oka a közeli salak kohó üzem volt [2].</p>
	<p>Az ólomtartalom ausztrál vizsgálatokban széles tartományban változott, az ivóvízre vonatkozó határértéket a minták 0-15%-a lépte át, de egy Melbourne-ben végzett vizsgálatban a kifogásoltság aránya 33% volt. [2].</p>
<p>Légszennyező anyagok</p>	<p>A levegőből a közlekedésből, ipari tevékenységből származó NO<sub>x</sub>, CO<sub>x</sub>, és SO<sub>x</sub> légszennyezőkkel, porral és mikroorganizmusokkal is szennyeződhet az esővíz [8].</p>

<p>A szerves mikroszennyezők jelenléte az esővízben elsősorban a környéken folyó ipari és mezőgazdasági tevékenységgel függ össze.</p>	<p>A már említett kefaloniai (Görögország) tanulmányban a szerves vegyületek közül a PAH-ok (poliaromás szénhidrogének), OCP-k (szerves klórtartalmú peszticidek) valamint a VOC (illékony szervesanyagok) vegyületek mennyisége is megfelelt az ivóvízre vonatkozó előírásoknak. Az eredmények szezonális változást mutattak, és a tengertől való távolsággal fordítottan, valamint az emberi tevékenységekkel (közlekedés, petrokémiai ipar, műanyagipar) egyenes arányú összefüggést mutattak [7].</p>
--	---

## 5. Csapadékvíz használat közegészségügyi kockázatai, megbetegedések valószínűsége

Az esővíz gyűjtésének és felhasználásának legnagyobb közegészségügyi kockázata a víz mikrobiológiai minőségromlásával függ össze. A legjelentősebb és legismertebb kockázat az esővíz szennyeződése fekális eredetű szennyezőkkel, baktériumokkal, enterális vírusokkal, protozoákkal (egysejtűek) az összegyűjtés során. A legtöbb esetben a háztartási esővíztartályt a föld felett alakítják ki, és az ereszcsonatán keresztül gyűjtik össze a tetőről lefolyó vizet. Az enterális kórokozók legvalószínűbb forrásai ez esetben a madarak, gyíkok, egerek, patkányok és más állatok ürüléke, elhullott állatok és rovarok, akár az ereszcsonatokban, akár magában a tartályban. Földalatti tartályok esetén, ha azok nem teljesen zártak, vagy nem megfelelően szigeteltek, a talajból emberi és állati fekális szennyezésből származó mikroorganizmusok is szennyezhetik a tárolt esővizet. Nagyobb állatok (pl. rágcsálók, macskák stb.) tartályba fulladása is okozhat jelentős mikrobiológiai szennyezettséget, azonban ezt jellemzően a víz íze és szaga is jelzi. A nyitott esővíztartályok élőhelyet biztosíthatnak a szúnyogok szaporodásához. A szúnyogok mellett, hogy csípésükkel kellemetlenséget okoznak, egyes szúnyogfajok kórokozó vírusok hordozói is lehetnek (leggyakrabban az *Aedes aegypti*, a dengue lázat okozó vírus fő vektora). A Torres szigeteken 1996-1997-ben kitört dengue láz járvány forrásaként az esővízgyűjtő tartályokat azonosították [2].

Az esővíz gyűjtésére használt tetők különféle anyagokból készülhetnek, mint például cement vagy terrakotta cserép, fém, horganyzott vas, alumínium-cink ötvözetrel bevont acél, azbeszt/szálal cement, polikarbonát vagy üvegszálal lemez és pala. A konzerválószerrel kezelt fa szerkezeti anyagokból az esővízzel való érintkezése következtében egyéb vegyi anyagok (vízbázisú fa tartósítószer pl. réz-króm-arszenátok és bórvegyületek, olajalapú konzerválószer pl. kreozot) kerülhetnek az összegyűjtött vízbe. A cement alapú vagy terrakotta burkolólapok színes felülete az időjárás hatására idővel oxidálódik, és ez az oxidált bevonat leválhat, az esővíztartályba mosódhat, ami elszínezheti a vizet, valamint leülepedik a tartály aljára. Nagyobb esőzést követően a tartályba áramló víz felkeverheti az iszapot és a lerakódott szennyező anyagokat. Az azbeszt- tartalmú szerkezeti anyagok beépítése ma már nem jellemző, azonban korábban rendszeresen használták tető anyagokhoz és vízvezeték csövekhez. Az azbesztrostok belélegezve kockázatot jelenthetnek, azonban az azbeszt-tartalmú szerkezeti anyagokról történő esővízgyűjtés alacsony közegészségügyi kockázatot jelenthet alapesetben, de az azbeszt vágását, fűrészelését és a nagy erősségű tisztítását kerülni kell [2].

A tetőanyagok festékei és az azokból kioldódó szennyező anyagok is kockázatot jelenthetnek. Az ólombázisú festékekből (beleértve az alapozókat is) ólom oldódhat ki, bár az ólomkoncentráció a festékekben az elmúlt 50 évben jelentősen csökkent. Az akrilfestékből az esővíz a felhordás utáni első néhány lefolyásnál kioldja az oldószereket, oldott vegyszereket. A bitumen alapú (kátrány) anyagokról történő esővízgyűjtés esetén a tetőanyagból veszélyes anyagok oldódhatnak ki, amik íz problémákat is okozhatnak. Egyes tetőtömítő anyagok higanyt tartalmaznak, és ezáltal az esővíz szennyeződését okozhatják [2].

A mezőgazdasági területek környezetében peszticidek jelenhetnek meg az esővízben, de mennyiségük jellemzően (ausztrál adatok alapján) az egészségügyi határértékek alatt marad [2].

Erdő- vagy bozóttüzek következtében nagy mennyiségű füst, hamu, törmelék és tüzgátló anyagok, habok jutnak a levegőbe, és rakódhatnak le a tetőkre. Szilárd lakossági tüzelés során, különösen a kémény nem megfelelő kialakítása esetén előfordulhat az égéstermékek lerakódása a tetőn. A tüztöltő víz, illetve a későbbi csapadék ezeket a szennyező anyagokat az esővízgyűjtő rendszerbe moshatja. A főbb szennyezők az égéstermékekből a PAH vegyületek és az arzén tartalmú fakezelő szerekből az arzén, melyek egészségkockázatuk mellett befolyásolhatják a víz színét, szagát, zavarosságát is. Egy ausztrál tanulmányban a lakossági tüzelés hatására ízpanaszok (enyhe égett fa íz) jelentkeztek, és kreozot szennyezést tapasztaltak. A kreozot, szénttartalmú vegyi anyag kategória, amely különféle kátrányok desztillációja és növényi eredetű anyagok, például fa vagy fosszilis üzemanyag pirolízise során képződik. Az esővíz PAH tartalma nem haladta meg a vonatkozó határértéket [2].

Az esővízgyűjtő rendszer környezetében lévő egyes mérgező növények pl. nadálytő-félék, leanderek, fehér cédrus, is kockázatot jelenthetnek, az általuk termelt toxinok, vagy a tartályba hulló növényi részek miatt. Általános szabály, hogy a tetővízgyűjtőket meg kell tisztítani a rányúló faágaktól, növényzettől, és levélszűrőkkel kell védeni az esővíztartályok bemeneteit, ami minimálisra csökkenti a növények által okozott kockázatot [2].

A víz ízét és szagát, valamint a mikrobiológiai minőségét ronthatja a gyűjtőrendszerben kialakuló biofilm szennyezettség vagy algaszaporodás [2].

Egyes polleneknek nagyon jellegzetes ízük és szaguk van, és ha felhalmozódnak a tetővízgyűjtőkön vagy az ereszsatornáknakban, befolyásolhatják a tárolt esővíz minőségét [2].

Egyéb lehetséges lokális szennyezőforrásokra (ipari, mezőgazdasági stb.) vonatkozóan a területileg illetékes kormányhivatal tud tájékoztatást adni.

Az esővízgyűjtő rendszer baleseti kockázatot is jelenthet. Biztosítani szükséges, hogy a kisgyermek ne közelíthessen meg a tartályokat, ne tudjanak rájuk felmászni [2].

Bár indikátor baktériumok gyakran kimutathatók az esővízből, az esővíz-felhasználással összefüggő felismert megbetegedések viszonylag ritkák. Azonban mivel az egyes rendszereket kevesen használják, így az esetleges megbetegedések is kevés embert érintenek, emiatt, a tényleges előfordulás jellemzően alul- vagy egyáltalán nem jelentett [2, 18].

Az esővízfogyasztás által okozott fertőzések kockázatának értékelésekor az alábbi tényezőket kell figyelembe venni:

- Az enterális szennyezettséget jelző indikátor szervezetek jelenléte mellett mekkora a kockázata a humán megbetegedést okozó kórokozók jelenlétének. A humán megbetegedést okozó enterális vírusok kisebb arányban találhatók meg az esővízgyűjtés szempontjából kockázatot jelentő kis állatok és madarak ürülékében. A humán *Cryptosporidium* fertőzések kórokozói is inkább emberi (*C. hominis*) és haszonállati (*C. parvum*) eredetűek. A madár eredetű *C. meleagridis* viszonylag kis arányban okoz megbetegedést. A baktériumok kevésbé specifikusak, a madarak esetében ismert, hogy humán megbetegedést okozó *Campylobacter* és *Salmonella* törzseket hordoznak [2].
- A fertőzéshez 1-10 vírusrészecske vagy protozoa (egysejtű) szervezet elegendő, míg baktériumok esetében 1000-100.000 is szükséges lehet [2].
- Az esővíz rendszeres fogyasztása esetén a jelenlévő szervezetekkel szemben bizonyos fokú immunitás alakul ki, és az immunis emberek esetében nagyobb dózisos szennyezés esetén alakul csak ki megbetegedés, vagy a megbetegedéseket enyhe tünetekkel vészelik át [2, 14].

Az elérhető ausztrál tanulmányok alapján bár patogén és indikátor mikroorganizmusok is gyakran kimutathatók az esővízben, pl. *Escherichia coli*, *Enterococcus*, coliformok, bakteriális kórokozók közül *Campylobacter*, *Salmonella*, *Legionella*, *Pseudomonas*, *Aeromonas* fajok és *Mycobacterium avium* komplexbe tartozó (MAC) szervezetek, vagy *Cryptosporidium* és *Giardia* egysejtű kórokozók (oo)cisztái, az epidemiológiai vizsgálatok arra engednek következtetni, hogy a mikroorganizmusok jelenléte és a gyomor-bélrendszeri megbetegedések gyakorisága között nem mutatható ki egyértelmű összefüggés [18].

A gastroenteritis megbetegedések gyakoriságának elemzése a kezeletlen esővizet fogyasztó gyermekek és a közműves ivóvizet, vagy a homokszűrővel kezelt esővizet fogyasztók között ellentmondásos. Számos tanulmány nem mutatott egyértelmű összefüggést, vagy csak enyhe szignifikáns növekményt mutatott ki [2, 19, 21] az esővízfogyasztással összefüggésben, de egy Queenslandben végzett kvantitatív mikrobiológiai kockázatértékelésben *Giardia lamblia* és *Salmonella* fajok, egy új-zélandi tanulmányban *Aeromonas* baktériumok jelenléte esetén is igazolódott, hogy a fertőzések kockázata egyértelműen összefügg a kezeletlen esővíz fogyasztásával [16, 18].

A megbetegedések gyakoriságának megfelelő vizsgálatát nehezíti, hogy az esővíz rendszerek kialakítása közegészségügyi szempontból gyakran nem megfelelő [2, 19]. Az esővízfogyasztással összefüggő igazolt megbetegedések jellemzően gyermekekhez, immunszuppresszált személyekhez, vagy nem megfelelő kialakítású esővízgyűjtő rendszerekhez (az esővíz állati ürülékkel való kontaminációja) köthetők [2]. Az esővíz zuhanyozásra és locsolásra történő használata esetén számított mikrobiológiai kockázat (*Salmonella* spp., *G. lamblia* és *L. pneumophila*) fertőzés jóval az elfogadható küszöbérték (1 fertőzés per 10.000 fő) alatt van, de ivási célú felhasználás esetén az elfogadható kockázat eléréséhez fertőtlenítésre van szükség [20].

*Legionella* kockázat is jelentkezhethet, különösen akkor, ha az esővíz felhasználása melegvízellátó rendszerben (is) történik. A földfelszín feletti esővíztartályok a *Legionella* potenciális forrásaként azonosíthatók, mivel felhalmozódhat bennük az iszap és nyaranta a tározott víz hőmérséklete 25°C és 50°C közötti lehet. Több nemzetközi tanulmányban azonosítottak *Legionella* baktériumokat esővízgyűjtő rendszerben, Új-Zélandon pedig az esővíz rendszerrel összefüggő legionellózis megbetegedést is igazoltak, melynek forrása valószínűleg a közeli kikötők vízfűvőiből származó aeroszol volt. Azonban megfelelő üzemeltetés (tároló tartályok tisztán tartása, a melegvízrendszerek áramoltatása, 55 °C melegvíz-hőmérséklet biztosítása) mellett az esővíz felhasználásból származó *Legionella* miatti kockázat alacsonynak tekinthető [2].

Egy holland tanulmányban mennyiségi mikrobiológiai kockázatértékelést végeztek WC öblítésre használt kezeletlen esővízre, valamint az ivóvízhálózattal való összekötés kockázatára. A számításokat *Legionella* spp., *Mycobacterium avium* komplex (MAC), *Escherichia coli* és *Pseudomonas aeruginosa* baktériumokra végezték el. Az eredmények alapján *P. aeruginosa* és a MAC esetén elfogadható mértékű a kockázat, azonban a *Legionella pneumophila* fertőzés kockázata 0,71/fő/év, amely meghaladja társadalmilag elfogadható értéket (10<sup>-4</sup> /fő/év). A kockázat csökkenthető vízkezeléssel, amely csökkenti az utószaporodás kockázatát a vízhálózatban, a WC ülőke lehajtásával öblítéskor, az ivóvízhálózattól teljesen elválasztott vezetékrendszer kialakítással [22].

A kémiai kockázatok alapvetően két csoportba sorolhatók: [2]

- 1) Külső forrásból származó, ami a tulajdonos, felhasználó hatáskörén kívül esik, pl. közlekedésből, ipari szennyezésből vagy kibocsátásból, mezőgazdasági tevékenységből eredő szennyezés. A városi, iparosodott környezetben a fő kockázat az ólom szennyezettség lehet, míg a vidéki területeken a peszticidek jelenléte jelent nagyobb kockázatot. Kockázatcsökkentő beavatkozások bevezetése ez esetben csak országos szinten, központilag lehetséges, úgy, mint az ipari kibocsátások szigorúbb ellenőrzése, a peszticid használat ellenőrzése és szabályozása stb., mivel Magyarországon az egyik legjelentősebb terhet jelentő ólomtartalmú üzemanyagok már betiltásra kerültek.
- 2) Belső forrásból származó: a tulajdonos által befolyásolható kockázatok, melyek a vízellátó rendszer közvetlen környezetében jelentkező forrásokat jelentik. Ilyen pl. a tetőszerkezet kialakítása és a tető, az eresz, a csövek és a tartály anyaga, fűtési rendszerek égéstermékei stb.

## 6. Esővízgyűjtő rendszerek kialakítása

A legtöbb esetben egy esővízgyűjtő rendszer (tetővízgyűjtő felület, ereszcsonna, csővezeték és esővíz tartály(ok)) viszonylag egyszerűen kivitelezhető és egyszerű üzemeltetési megoldásokkal az összetett vízkezelés is szükségtelen lehet. A tervezéshez és kivitelezéshez mindenképpen szakcég felkeresése javasolt. A fizikai és kémiai kockázatok kezelése technikailag egyszerűbb, az esővíz mikrobiológiai védelme bonyolultabb folyamat [2].

Az esővízgyűjtő rendszereknél fontos a megfelelő tervezés, különösen ha más, alternatív vízforrás nem áll rendelkezésre. A részletes és megfelelő csapadékatatok beszerzése elengedhetetlen a rendszer jó kialakításához, a havi átlagadatok használata napi mennyiségek helyett jelentős tervezési hibához vezethet. Rendelkezésre állnak már esővíz gyűjtő rendszerek tervezésére modellek is, melyek a csapadékmennyiségek jó előrejelzését teszik lehetővé [23].

A legelterjedtebb és fejlett, iparosodott területeken a leginkább kivitelezhető megoldás a tetőkről történő esővízgyűjtés, ami jellemzően sokkal kevésbé is szennyezett, mint más gyűjtésre használható területek, mint pl. a talaj vagy az útfelületek. Esővízgyűjtésre a legtöbb tetőanyag megfelelő, azonban kivételt jelentenek az alábbiak [4]:

- azbesztcement tető kopásából a rostok a szűrők eltömődését okozhatják, valamint a tető intenzív tisztítása, vágása a rostok felszabadulásával jár, belélegzése esetén káros egészséghatásuk ismert;
- rozsdamentes acél tetők kivételével a fém tetőanyagok esetén az agresszív, korrozív esővíz miatt fémkioldódás jelentkezhet, mely elszínezheti az esővizet és akár egészségre kockázatos koncentrációt is elérhet;
- a bitumen tetők elszíneződést és szagproblémákat okozhatnak;
- a növényzettel borított tető, az összegyűjtött esővíz mennyiségét csökkenti, valamint a talaj az esővíz elszíneződését is okozhatja.

Az esővízgyűjtő tartályokat úgy kell telepíteni, hogy minimálisra csökkenthető legyen az ipari szennyező anyagok okozta szennyeződés, por, levelek, pollenek, peszticidek, műtrágyák, törmelék, kártevők, madarak, kisebb állatok és rovarok bejutása. A földfelszín alatti tartályok esetén a felületi beszivárgás (talajvíz, szennyvíz stb. bejutás) elleni védelmet is biztosítani kell. Ezen tartályok tisztítása és karbantartása nehezebben kivitelezhető [2].

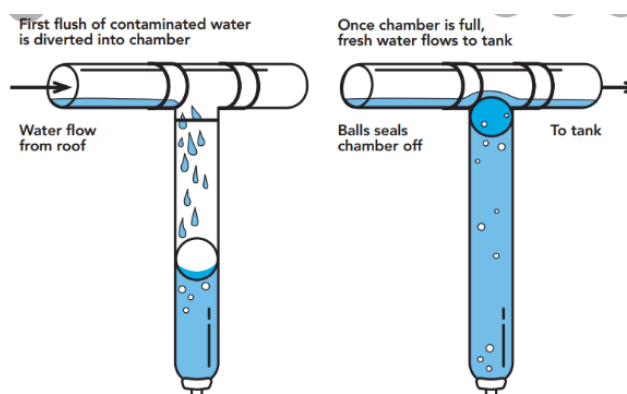
**Az esővízgyűjtő rendszer semmilyen módon nem köthető össze a közműves ivóvízhálózattal. Az összekötés még a visszaáramlást gátló eszközök beépítésével sem megengedett.**

A tartályok aljában felgyülemlett iszapban a szennyező anyagok feldúsulhatnak, kedvezőbb emiatt a tartályból a vízfelszín alóli vízelvétel, mert ott a legtisztább a víz [2, 3].

A tetőről összegyűjtött esővíz először lemossa a tetőről a rajta összegyűlt szennyeződést (állati eredetű szennyezést, leveleket, port stb.), így az első lemosásból származó víz minősége sokkal rosszabb, mint a későbbiekben összegyűjtött esővízé, így ennek elengedése javasolt. Általánosan 20-25 liter víz elengedését követően az összegyűjtött esővíz minősége már megfelelő. Az első lemosáskor összegyűjt esővíz leválasztására szolgáló egyszerű technikai eszköz, az úgynevezett „first flush diverter” vagy „first flush device”, azaz az első lemosóvizet elterelő rendszer. Ezek olyan egyszerű eszközök (1. kép), melyek az ereszcsonnába építve biztosítják, hogy a tetőről való lemosásakor az első adag, legszennyezettebb víz ne kerüljön a tároló tartályba. A megfelelő működés feltétele, hogy az eszköznek minden esőzés előtt üresnek kell lennie [2].



1. kép



A kezeletlen esővíz felhasználása kizárólag csak kerti locsolásra javasolt [24]. Egyszerű mechanikai szűrést követően a locsolás mellett WC öblítésre is alkalmas lehet az összegyűjtött esővíz. A szűrés a szilárd törmelék, levelek eltávolítását szolgálja, amelyek ezáltal nem jutnak be az esővízgyűjtő tartályba. A további lépések szükségessége a felhasználás módjától és a kiinduló vízminőségtől függ [10].

Számos viszonylag egyszerű és olcsó vízkezelő technika áll rendelkezésre az esővíz mikrobiológiai minőségének javítására. Mikrobiológiai vízminőség romlás esetén, vagy érzékeny fogyasztók, vízfelhasználók (kisgyermek, várandósok, idősek, daganatos betegségben szenvedők, transzplantáltak, cukorbeteg, HIV vagy egyéb immunrendszeri betegségben szenvedők) esetén szükség lehet a víz forralására. A melegvíz rendszerekben az elegendően magas hőmérséklettel (>55 °C a felhasználás helyén) biztosítható a megfelelő mikrobiológiai minőséget [2].

- Az ultraibolya (UV) besugárzás segítségével folyamatosan biztosítható a víz megfelelő mikrobiológiai minősége, bár a vírusok ellen kisebb a hatékonyságuk. Az UV berendezések karbantartási igénye viszonylag alacsony és emellett vegyszermentes fertőtlenítést biztosítanak. Az UV lámpák beépíthetők a tartályból a lakásba vezet szállító csővezetékbe, vagy szelektíven egy konkrét felhasználási hely előtti csapokhoz. A tervezéskor és az üzemeltetés során figyelembe kell venni a lámpák kimerülési idejét, valamint a lámpák felületén kialakuló szerves vagy szervetlen anyagokat [2].
- A mikrobiológiai minőség javítását célzó fertőtlenítés legegyszerűbb módja a klórozás. A háztartási tartályokban tárolt esővíz rendszeres, folyamatos klórozása a legtöbb esetben nem szükséges, és általában csak probléma esetén, korrekciós beavatkozásként javasolt. A klórozás hatásos a baktériumok és számos vírus ellen, de egyesítő kórokozókat, pl. a *Cryptosporidium*-ot korlátozottan képes csak inaktiválni. A klórozás az esővíz szagának eliminálásában is segíthet, amennyiben a kellemetlen szagot okozó kémiai anyagokat oxidálja. Klórozáskor a fertőtlenítőszer a vízben lévő szerves anyagokkal és egyéb szennyeződésekkel is reakcióba lép, ennek során fertőtlenítési melléktermékek keletkezhetnek, amit a fertőtlenítéshez szükséges klór mennyiségének meghatározásánál figyelembe kell venni. A megfelelő hatékonyságú fertőtlenítéshez 0,4-0,5 mg/l szabad klór szint biztosítása javasolt, 30 perc behatási idővel. Háztartási

hipó (nátrium-hipoklorit vagy kalcium-hipoklorit) vagy klórtabletta is megfelelő, azonban stabilizált klórvegyületek, mint pl. klórozott-cianurátok használata nem javasolt. A klórozást követően 10-14 napig szagproblémák jelentkezhetnek, forralással vagy a víz kiszellőztetésével a panaszok megelőzhetők [2, 24].

- A homokszűrés, vagy más lassú szűrés a fizikai szűrés mellett biológiai folyamatok által javítja a mikrobiológiai minőséget. Többrétegű szűrők alkalmazása során a durvább frakciók a szűrő tetején, a finomabb frakciók az alján találhatóak. A hatékonyságának feltétele a megfelelően lassú szűrési sebesség. Hátránya, hogy a mikroorganizmusok teljes eltávolítására nem alkalmas [2].

Az összegyűjtött esővíz lágy, tiszta és általában kémiai szempontból megfelelő minőségű. A megfelelő minőség fenntartására általában nincs szükség vízsűrők alkalmazására, amennyiben a környezetből eredő szennyezést az összegyűjtés és tárolás során sikerül megakadályozni. A megfelelő vízminőség fenntartása érdekében a megelőzésre, illetve az esetleges korrekciós intézkedésekre érdemes hangsúlyt fektetni, és csak legvégső esetben érdemes egyedi vízkezelést alkalmazni. Amennyiben vízkezelő berendezés telepítése kerül sor, kizárólag ellenőrzött vízkezelő technológiák alkalmazása javasolt, figyelembe véve a gyártók és a népegészségügyi hatóság ajánlásait [2].

Egy vietnami egyetemi épületben kivitelezett pilot projekt eredménye alapján, megfelelő kialakítással az esővízgyűjtő rendszer középületek vízellátására is használható. Fontos, hogy a kialakított esővízkezelő technológia előöblítési lépést („first draw” inverter = az első 500 liter elengedése) tartalmazzon, mellyel biztosítható, hogy a darabos szennyeződések az esővízgyűjtő felületekről, tetőkről ne jussanak be az esővízgyűjtő tartályba. Az esővíz tárolása több külön tartályban történjen, mellyel a kiülepedés fokozható, és a tartályokban az iszap eltávolítása folyamatosan biztosítható. A fogyasztói pontok előtt szükséges a víz fertőtlenítése, homokszűréssel és/vagy UV fertőtlenítéssel, hogy az esővíz változó, jellemzően kifogásolt mikrobiológiai minősége ellenére, a fogyasztásra szánt víz megfeleljen az egészségügyi határértékeknek [27].

## 7. Esővízgyűjtőrendszerek üzemeltetése, a közegészségügyi kockázatok mérséklése

Az esővízgyűjtő rendszereket, hasonlóan minden közműves és egyedi vízellátási módhoz, rendszeresen ellenőrizni szükséges.

Az ellenőrzés elsősorban az egyes elemek szemrevételezését jelenti, ezt támogatják szükség esetén a laboratóriumi vizsgálatok [2].

- **Az esővíz ivóvízként és főzési célból történő felhasználása közegészségügyi szempontból nem javasolt.** Magán ivóvízellátást biztosító vízellátás esetén, amennyiben egyéb biztonságosabb ivóvízellátásra nincs mód, az ivási és ételkészítési célú felhasználás esetén az esővíz rendszeres (a rendszer telepítésekor és azt követően 3 évente történő) laboratóriumi vizsgálata közegészségügyi szempontból indokolt. A javasolt vizsgálandó paramétereket és az alkalmazandó határértékeket a Kormányrendelet 2. melléklet 4. rész tartalmazza. A vízminőségi eredmények alapján az illetékes járási Kormányhivatal Népegészségügyi Osztálya adhat tájékoztatást a víz fogyaszthatóságáról és az esetlegesen szükséges vízminőségjavító beavatkozásokról [12, 13].
- Amennyiben a gyűjtött esővizet ivóvízként nem használják fel, magán ivóvízellátást biztosító rendszerek esetén a vizet nem szükséges rendszeresen laboratóriumban vizsgáltatni, de szükség van rendszeres helyszíni ellenőrzésekre, melyek révén időben felismerhetők a problémák, és lehetőség van beavatkozásra. Eseti laboratóriumi vizsgálat során, locsolás és WC-öblítés célú felhasználást figyelembe véve az 3. táblázat határértékei használhatók a vízminőség értékelésekor [4].

3. táblázat [4]

Paraméter	Nagynyomású mosók és locsoló rendszerek	Locsolás	WC-öblítés
<i>E. coli</i> (TKE/100ml)	1	250	250
<i>Enterococcus</i> (TKE/100ml)	1	100	100
coliform baktériumok (TKE/100ml)	10	-	-
<i>Legionella</i> (szám/liter)	100	1000	1000
oldott oxigén (mg/l)	1		
lebegő anyagok	nincs szabad szemmel látható szennyezés		
szín	elfogadható, nincs szokatlan változás		
zavarosság (NTU)	10		
pH	5-9		
szabad klór (mg/l)*	2	0,5	2
szabad bróm (mg/l)**	2		

\*: Ha klór alapú oxidáló- vagy fertőtlenítőszer adagolás történik.

\*\* : Ha bróm alapú oxidáló- vagy fertőtlenítőszer adagolás történik.

A mikrobiológiai és kémiai határértékek meghaladása esetén szükséges a rendszer azonnali átvizsgálása és a vizsgálat megismétlése. A mikrobiológiai határérték tízszeresének meghaladása esetén a vízfelhasználás azonnali leállítása szükséges a probléma megoldásáig [4].

Esővízgyűjtő rendszerek egyedi kockázatértékelésénél, de akár népegészségügyi hatósági ellenőrzés során adatgyűjtésre az 1. melléklet szerinti, az Egészségügyi Világszervezet (WHO) ajánlása alapján összeállított kockázatfelmérő adatlap felhasználható [28].

**A helyszíni, a tulajdonos, üzemeltető által befolyásolható szennyező forrásokból származó kockázatok esetén a megelőzés a legfontosabb.** A legfontosabb megelőző intézkedések az alábbiak [2]:

- a csővezeték-rendszer megfelelő kialakítása, folyamatos működés biztosítása, rendszeres öblítés
- ne gyűjtsenek esővizet bitumen alapú anyagokkal bevont, ólombázisú festékekkel festett vagy tartósítószerrel kezelt fa alapanyagú tetőanyagról
- szilárd tüzelőanyaggal üzemelő fűtőberendezések és a hozzá tartozó égéstermék-elvezetők megfelelően, szabályosan legyenek tervezve, telepítve és üzemeltetve
- ne használjanak tartósítószerrel kezelt, vagy festett fa tüzelőanyagot
- ne építsenek be bevonat nélküli ólomtartalmú szerkezeti anyagokat
- a tetőfedésben az ólom alátétek, csavarok cseréje, műanyaggal történő kiváltása javasolt
- javasolt a tartályok ellenőrzése évente, az alján felhalmozódott üledék mennyiségének, a tartály megfelelő fedésének vizsgálata, szükség szerint tisztítás
- az ereszcsontrák tisztán tartása, nagyobb fák és növények távoltartása, az ereszcsontra megfelelő esésének, lejtésének biztosítása, törmelék rendszeres eltávolítása; évi legalább kétszeri - szeles, poros területeken gyakoribb - kitisztítás,
- a lebegőanyagok jelenlétéből, az algák és egyéb mikroorganizmusok elszaporodásából származó kockázatok leginkább azáltal csökkenthetők, hogy lehetőség szerint tisztán, törmelékmentesen tartják az esővízgyűjtésre használt tetőket, ereszeket
- az első lemosáskor összegyűjt esővíz leválasztására szolgáló egyszerű technikai eszköz, azaz az első lemosóvizet elterelő rendszer az úgynevezett „first flush diverter” vagy „first flush device” beépítése
- sötét színű csövek és tároló szerkezeti anyagok használata
- a vízellátó rendszer teljes leeresztését lehetővé tevő eszközök beépítése

Az idegen szag vagy üledék megjelenésének leggyakoribb oka az összegyűlt törmelék a csövekben vagy a tartály alján; valamint a csövekben pangó víz. A tartály leeresztése és azonnali tisztítása nem mindig lehetséges, különösen, ha az esővíz gyűjtő rendszer az egyetlen vízellátási lehetőség, vagy nyáron melegebb, szárazabb időszakban, amikor a visszapótlás nehézkes, ilyenkor átmeneti megoldásként a tartályban lévő víz kezelése (klórozással történő fertőtlenítése) vagy a vízrendszer klóros vízzel való átöblítése is megoldás lehet. Mivel a kellemetlen szagokat gyakran anaerob folyamatok beindulása, a vízben az oldott oxigénszint csökkenése okozza, átmeneti megoldásként a levegőztetés is szóba jöhet. A levegő-adagolás sebességének és helyének megválasztásakor ügyelni kell arra, hogy a tartály alján az üledék ne keveredjen fel [2].

Az üledék felhalmozódását rendszeresen, évente ellenőrizni kell a tartály aljában, vagy azonnal, ha az elfolyó, felhasznált vízben üledék látszik. A felhalmozódott üledék kémiai szennyezés forrása lehet, de íz- és szagproblémákat is okozhat. Az iszapot a tartály teljes leürítése nélkül, egyszerűen kézi leszívással, szivattyúzással vagy a tartály alján létesített dugón keresztül is el lehet távolítani. A tartályok tisztítására szakcégek is megbízhatók. Az eltávolított iszap a kertben talajjavítóként felhasználható, de erről a helyileg illetékes környezetvédelmi hatóság állásfoglalását érdemes kérni. A tartály tisztításakor a felület szerkezeti állapotát is figyelembe kell venni. pl. különböző fém tartályok esetén a kialakult védő oxid belső bevonat eltávolítása korróziós folyamatok beindulásához vezethet. Tisztítás után a tartály alapos kiöblítése szükséges, az öblítővizet nem javasolt felhasználni [2].

Tűzoltás, erdőtüzek után a tetőn lerakódott hamut és törmeléket, valamint a tűzoltás során használt tűzgátlókat és habokat el kell távolítani, és a tető első öblítéséből származó vizet nem szabad felhasználni. A tűzgátló anyagok bejutása a vízbe jellemzően nem jelent veszélyt az egészségre, de befolyásolhatják a víz ízét, a tisztítószer a víz habosodását okozhatják. Ha mégis annyi szennyező anyag mosódik a tartályba, ami befolyásolja az esővíz ízét vagy színét, a tartályt le kell üríteni és ki kell tisztítani, de a víz nem ivási célra használható [2].

Az esővízgyűjtő rendszerek esetén szükséges ellenőrző és korrekciós lépések [2]:

- legalább hathavonta:
  - ereszcatornák tisztaságának ellenőrzése, ha az ellenőrzés során szennyeződés, eltömődés látszik, akkor azonnali tisztítás szükséges
  - tető tisztaságának ellenőrzése, ha összegyűlt törmelék vagy levelek látszanak rajta, akkor azonnali tisztítás szükséges
  - tartály beömlő nyílások, rovar elleni védelem (hálók) és levélszűrők ellenőrzése, szükség esetén ezeket meg kell tisztítani és meg kell javítani
  - tartályok és a tartály tetejének szerkezeti ellenőrzése, minden lyuk vagy hiba javítása
  - állatok, madarak, szúnyogok és lárvák bejutásának ellenőrzése, ha megtalálhatók, akkor a bejutási pontok ellenőrzése, javítása
  - csővezeték szerkezeti állapotának ellenőrzése, szükség esetén átöblítése, öblítési pontok kialakítása
  - tartályban felgyülemlett üledék mennyiségének ellenőrzése, szükség esetén leeresztés
- heti rendszerességgel, nagyobb esőzést követően:
  - szűrő rendszer ellenőrzése
  - az első lemosóvizet elterelő (first flush diverter) rendszer ellenőrzése
- napi rendszerességgel:
  - a vízgyűjtő területet és az esővízgyűjtő tartály környékének ellenőrzése és megtisztítása
  - a csapok és túlfolyók megfelelőségének ellenőrzése
  - védőkerítések ellenőrzése

Az esővízgyűjtéssel összefüggő veszélyeket, a javasolt megelőző és ellenőrzési tevékenységeket összefoglalóan az 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat [2]

Kockázat	Ok	Megelőző tevékenység	Monitoring	Korrektív tevékenység
Kisállat vagy madár eredetű fekális szennyeződés a tetőről	Kilógó elemek a tetőn a kisállatok közel kerülését segítik	Kilógó részek eltávolítása a tetőről Első lemosóvizet elterelő (first flush diverter) rendszer telepítése	Fák növekedésének ellenőrzése hathavonta Esőzés után a „first flush diverter” ellenőrzése	Ágak metszése A „first flush diverter” tisztítása, karbantartása
	Állati tetem vagy ürülék okozta szennyezés a tartályban	Az összes bemenet, túlfolyó és egyéb nyílás védelme, ami megakadályozza a kis állatok és madarak bejutását.	A bemenetek, túlfolyók és egyéb nyílások zártságának ellenőrzése hathavonta.	Hézagok, fedelek kijavítása. Állati szennyezés gyanúja esetén a tartály leeresztése, az állati maradványok eltávolítása, a víz fertőtlenítése klórral.
		Tartályok lefedése, fedelének épségben tartása.	Tartályok fedelének ellenőrzése.	
Emberi eredetű fekális szennyeződés	Földfelszín feletti tartály nem kellően zárt és védett	Hozzáférés megakadályozása biztonságos fedéllel	Tartály fedése és a nyílások ellenőrzése, különösen meleg időben.	Fedelek, nyílások sérüléseinek javítása.
	Talajvíz bejutás a sérüléseken föld alatti tartály esetén	Megfelelő szerkezet kialakítás	Tartály szerkezet rendszeres, évi egyszeri valamint nagyobb esőzéseket, viharokat követő ellenőrzése	Szerkezeti hibák javítása
	Föld alatti csővezetékek sérülései	Elkülönített esővízgyűjtő csövek; a szennyvíz és ivóvíz vezetésektől való elkülönített telepítés Engedélyezett csőanyagok használata		Összekötések megszüntetése, csőhibák kijavítása
Szúnyogok	Hozzáférés a tárolt vízhez	Belépési pontok, túlfolyók és egyéb nyílások védelme szúnyoghálószerűen	Szúnyoglárvák jelenlétének ellenőrzése havonta	Szúnyogháló javítása, pótlása. A tartályok fedése. Szúnyoglárvák jelenléte esetén a víz kezelése kis mennyiségű hidrofób, jól terülő anyaggal (csak ha ivóvízként nem használják)
Ólom szennyezés	Ólomtartalmú festékek, szerkezeti anyagok	Ólomtartalmú festékekkel kezelt tetőről, vagy magas ólomtartalmú szerkezeti anyagból álló tetőről az esővíz gyűjtés elkerülése Bevonatolt szerkezeti anyagok használata	Tető ellenőrzése félévente	Új tető esetén bevonatolt anyagok, vagy ólommentes szerkezeti anyagok használata
	Fokozott korrózió az esővíz alacsony pH értéke és eltömődés miatti hosszabb tartózkodási idő miatt	Ereszcsatornák tisztán tartása, levelek bejutása elleni védelem (pl. hálók)	Ereszcsatornák ellenőrzése félévente	Ereszek tisztítása

<b>Kockázat</b>	<b>Ok</b>	<b>Megelőző tevékenység</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Korrekción tevékenység</b>
Kémiai szennyezés a csövekből, tartályanyagból	Hosszabb tartózkodási idő miatt kioldódás a szerkezeti anyagokból	Engedélyezett anyagok, elsősorban műanyag csövek használata	Vízellátó rendszer ellenőrzése, szerkezeti anyagok azonosítása	Nem engedélyezett anyagok cseréje a vízellátó rendszerben Reggelente a vízellátó rendszer átöblítése
	Üledék, iszap felkeveredése	A tartály rendszeres tisztítása, az iszap, üledék eltávolítása A tető és az ereszek tisztán tartásával, levélhálók alkalmazásával az iszapképződés csökkentése, első lemosóvizet elterelő „First flush diverter” rendszer használata	Tető ellenőrzése legalább félévente	A tető, az ereszek, tartály és szűrők soron kívüli takarítása
	Kezelt fa (tartósítószer) vagy bitumen tetőszerkezet	Az esővízgyűjtés nem javasolt kezelt fa, vagy bitumen tetőkről	Tető szerkezeti anyag ellenőrzése	Kezelt fa, bitumen tető cseréje
	Kioldódás a tartály anyagból és a csövekből	Engedélyezett anyagok, elsősorban műanyag csövek használata	Vízellátó rendszer ellenőrzése, szerkezeti anyagok azonosítása	Nem engedélyezett anyagok cseréje a vízellátó rendszerben Hosszabb pangó időszak után pl. reggelente a vízellátó rendszer átöblítése
Veszélyes növények	Tetőre, ereszre rálógó ágak, ismeretlen, esetleg mérgező növények	Növények megfelelő metszése	Fák ellenőrzése hathavonta	Metszés, vagy a zavaró növények eltávolítása
Baleseti veszély, fulladás	Hozzáférés a tartály tetejéhez (nyitott állapot, vagy a tető nem megfelelő állapota)	Gyermekektől jól elzárt tartályok, biztonságos védelem	Hozzáférési pontok ellenőrzése, létrák, rálógó ágak ellenőrzése	Hibák javítása, metszés
Íz/szag problémák szulfidos, romlott tojás vagy szennyvíz szag	Anaerob folyamatok a tartály aljában összegyűlt iszapban Biofilm, nyálka, pangó víz a hálózatban	Tartályok rendszeres takarítása, iszap eltávolítás Pangó szakaszok kialakulásának elkerülése, U alakú vezeték szakaszok kerülése Mosató, leeresztő helyek kialakítása	Tartály ellenőrzése évente	Takarítás szükség szerint Amikor a leeresztés nem lehetséges (pl. nyáron) a tartály fertőtlenítése – klórozás és a vezetékeken klórozott víz átáramoltatása A tartály levegőztetése
Íz/szag problémák, dohos, növényekre emlékeztető íz vagy szag	Tetőn vagy az ereszekben a növényi maradványok felhalmozódása, gyakran polleneket is tartalmaz	Rálógó ágak eltávolítása Ereszek tisztán tartása Levélháló használata az ereszekben	Ereszek ellenőrzése hathavonta, nagy mennyiségű hulladék esetén gyakrabban	Ereszek tisztítása A tartály levegőztetése
	Alga szaporodás a csövekben vagy a tartályban	Tartály teljes fedése, fénytől való védelme	A gyűjtött esővíz ellenőrzése hathavonta	Tető javítása Csövek sötét színre festése Oxigén bejuttatása a tartályba

<b>Kockázat</b>	<b>Ok</b>	<b>Megelőző tevékenység</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Korrekción tevékenység</b>
Íz/szag problémák, fertőtlenítőszer szag	Fertőtlenítőszer túladagolása	Folyamatos fertőtlenítés esetén a fertőtlenítőszer fogyás nyomon követése	Folyamatos fertőtlenítőszer adagolás esetén a fertőtlenítőszer-szint időszakos (hetente) gyorsesztes ellenőrzése; Eseti fertőtlenítés esetén a fertőtlenítést követően	Folyamatos fertőtlenítés esetén a vegyszeradagolás állítása
Keserű íz (betontartály) Fémes íz (rozsdamentes tartály) Műanyagos íz (műanyag tartály)	Új tartály telepítése	Nem javasolt ivóvízkénti és ételkészítési célra használni az új tartály első feltöltéséből származó, vagy tetőcserét követően elsőként összegyűjtött vizet	Hosszabb idejű használat után az íz/szag problémák enyhülnek	Vízfogyasztás (ivás és ételkészítési célra) mellőzése a problémák fennállásáig
Detergens (tisztítószer) szag, habzás	Frissen festett tető	A festést követő 2-3 esőzésből származó víz elengedése		
Szénhidrogénes, olajos íz	Fatüzelésből származó, fűtés égéstermék lerakódások	Kémények, fűtési rendszerek megfelelő kialakítása Megfelelő fűtőanyagok (kezeletlen fa) használata	Fűtőrendszerek, fűtőanyagok ellenőrzése	Fűtőrendszerek javítása, fűtőanyag cseréje
Elszíneződött víz	Nedves növényi maradványok az ereszen	Ereszek tisztán tartása Levélháló használata az ereszen	Ereszek ellenőrzése hathavonta, nagy mennyiségű hulladék esetén gyakrabban	Ereszek tisztítása
	Festett tetőkről a színező anyag bejutása vízbe vagy a lerakódott színező anyagot tartalmazó iszap felkeveredése a friss esővíz beáramlása miatt	Anyagában teljesen színezett tetőanyagok használata	Az összegyűjtött víz ellenőrzése eső után	Izlap eltávolítása
Rovarok, vízi élőlények	Hozzáférés a tárolt vízhez	Rovarháló alkalmazása minden nyitott vízfelületnél	Rovarhálók, vízben az élőlények és lárvák jelenlétének ellenőrzése félévente	Hálók javítása, élőlények, lárvák eltávolítása
Apró fehér pelyhek a vízben	Mikrobiológiai növekedés	Ereszek tisztán tartása Növekedést segítő szerves anyagok felhalmozódása Levél hálók alkalmazása	Ereszek tisztítása hathavonta Tartályok ellenőrzése évente	Ereszek, tartályok tisztítása Tartály fertőtlenítése klórral
Nyálka, bevonat a tartályban	Mikrobiológiai növekedés	Biofilmképződés		Természetes folyamat, általános felhasználás esetén nem szükséges
	Cink-oxid korróziós termék			Nem szükséges beavatkozás, eltávolítása a tartály felületének sérülését okozhatja



## 8. Felhasznált irodalom

- 1) ENSZ Közgyűlés 64/292 határozata;  
[https://www.un.org/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml)
- 2) Guidance on use of rainwater tanks ISBN: 978-1-74241-325-9; enhealth Ausztralia 2010
- 3) Judith A. Taylor, Rory McLoughlin John Sandford, Ruth Bevan, David Aldred: Legionella species: A potential problem associated with rain water harvesting Systems? Indoor and Built Environment 2021, Vol. 30(6) 801–815
- 4) Environmental Agency: Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide, October 2010
- 5) <http://www.rainwaterharvesting.org/>
- 6) Jay Devkota, Hannah Schlachter, Defne Apul: Life cycle based evaluation of harvested rainwater use in toilets and for irrigation; Journal of Cleaner Production 95 (2015) 311e321
- 7) E. Sazaklia, A. Alexopoulosb, M. Leotsinidis: Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece, Water Research 41 (2007) 2039 – 2047
- 8) Khayan Khayan, Adi Heru Husodo, Indwiani Astuti, Sudarmadji Sudarmadji, Tjut Sugandawaty Djohan: Rainwater as a Source of Drinking Water: Health Impacts and Rainwater Treatment; Journal of Environmental and Public Health; Volume 2019, Article ID 1760950, 10 pages; <https://doi.org/10.1155/2019/1760950>
- 9) Australian Bureau of Statistics 2004, Environmental Issues: People's Views and Practices, Australian Bureau of Statistics, Canberra. Available: [http://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/Lookup/0F0E97A651E4229ECA256F5500725849/\\$File/46020\\_mar%202004.pdf](http://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/Lookup/0F0E97A651E4229ECA256F5500725849/$File/46020_mar%202004.pdf)
- 10) Thi Thuy Bui, Duc Canh Nguyen, Mooyoung Han, Mikyeong Kim, Hyunju Park: Rainwater as a source of drinking water: A resource recovery case study from Vietnam; Journal of Water Process Engineering 39 (2021) 101740
- 11) Kristina D. Crabtree, Robert H. Ruskin, Susan B. Shaw, Joan B. Rosei: The detection of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts in cistern water in the U.S. Virgin Islands; Wat. Res. Vol. 30, No. 1, pp. 208-216, 1996
- 12) Az ivóvíz minőségéről és az ellenőrzés rendjéről szóló 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet; <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A2300005.KOR&dbnum=1>
- 13) A vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Kormányrendelet <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000147.kor>
- 14) C.A. Evans\_, P.J. Coombes, R.H. Dunstan: Wind, rain and bacteria: The effect of weather on the microbial composition of roof-harvested rainwater Water Research 40 ( 2006 ) 37 – 44
- 15) Md. Atikul Islam, Md. Ali Akber, Md. Aminur Rahman, Md. Azharul Islam, Md. Pervez Kabir: Evaluation of harvested rainwater quality at primary schools of southwest coastal Bangladesh; Environ Monit Assess (2019) 191: 80 <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7217-6>
- 16) Greg Simmons, Virinia Hope, Gillian Lewis, John Whitmore, Wanzen Gao: Contamination of potable roof collected rainwater in Auckland, New Zealand; Water Research Vol. 35, No. 6, pp. 1518–1524, 2001
- 17) Ju Young Lee, Jung-Seok Yang, Mooyoung Han, Jaeyoung Choi: Comparison of the microbiological and chemical characterization of harvested rainwater and reservoir water as alternative water resources; Science of the Total Environment 408 (2010) 896–905
- 18) Chirhakarhula E. Chubaka , Harriet Whiley, John W. Edwards, and Kirstin E. Ross: A Review of Roof Harvested Rainwater in Australia; Environmental Health, Science and Engineering, Flinders University, GPO Box 2100, Adelaide, SA 5000, Australia
- 19) Jane Heyworth: A Diary Study Of Gastroenteritis And Tank Rainwater Consumption In Young Children In South Australia

- 20) W. Ahmed, A. Vieritz, A. Goonetilleke, T. Gardner: Health Risk from the Use of Roof-Harvested Rainwater in Southeast Queensland, Australia, as Potable or Nonpotable Water, Determined Using Quantitative Microbial Risk Assessment; *Applied and Environmental Microbiology*, Nov. 2010, p. 7382–7391
- 21) JS Heyworth, G Glonek, EJ Maynard, PA Baghurst, J Finlay-Jones: Consumption of untreated tank rainwater and gastroenteritis among young children in South Australia; *International Journal of Epidemiology* 2006;35:1051–1058
- 22) Agung Kusumawardhana, Ljiljana Zlatanovic, Arne Bosch, Jan Peter van der Hoek: Microbiological Health Risk Assessment of Water Conservation Strategies: A Case Study in Amsterdam *Environmental Research and Public Health* 2021, 18, 2595.; <https://doi.org/10.3390/ijerph18052595>
- 23) Duc Canh Nguyena, Moo Young Hanb: Proposal of simple and reasonable method for design of rainwater harvesting system from limited rainfall data; *Resources, Conservation & Recycling* 126 (2017) 219–227
- 24) Zhe Li, Fergal Boyle, Anthony Reynolds: Rainwater Harvesting and Greywater Treatment Systems for Domestic Application in Ireland; *Desalination*. Volume 260, Issues 1-3, Pages 1-8. 30 September 2010. doi:10.1016/j.desal.2010.05.035
- 25) Muhammad T. Amin, Mohsin Nawaz, Muhammad N. Amin, Mooyoung Han: Solar Disinfection of *Pseudomonas aeruginosa* in Harvested Rainwater: A Step towards Potability of Rainwater; [www.plosone.org](http://www.plosone.org); March 2014
- 26) M.T. Amin, M.Y. Han : Roof-harvested rainwater for potable purposes: Application of solar collector disinfection (SOCO-DIS) water research 43 ( 2 0 0 9 ) 5 2 2 5 – 5 2 3 5
- 27) Thi Thuy Bui, Duc Canh Nguyen, Mooyoung Han, Mikyeong Kim, Hyunju Park: Rainwater as a source of drinking water: A resource recovery case study from Vietnam; *Journal of Water Process Engineering* 39 (2021) 101740
- 28) WHO Sanitary Inspection Form 2020-02-25; [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/sanitary-inspection-packages/1-sif-rainwater-collection-storage-d.pdf?sfvrsn=72835576\\_6](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/sanitary-inspection-packages/1-sif-rainwater-collection-storage-d.pdf?sfvrsn=72835576_6)
- 29) Judith A. Taylor, Rory McLoughlin, David Aldred: Legionella species: A potential problem associated with rain water harvesting systems; *Indoor and Built Environment*; Volume 30, Issue 6

# 1. melléklet Kockázatelemző adatlap esővízgyűjtő rendszer közegészségügyi szempontú felméréséhez, ellenőrzéséhez

## 1) Esővíz felhasználás területe:

- ivás és ételkészítés (nem javasolt)
- fürdés/ zuhanyozás
- medence töltés
- autómosás
- dísznövények öntözése
- fogyasztásra szánt kultúrnövények öntözése

## 2) Felhasználók száma:

- ebből 18 év alatti gyermekek száma:
- várandósok száma:
- 65 év feletti:
- immunhiányos vagy daganatos betegségben szenvedő:

## 3) A felhasználási hely jellemző használati módja

- lakóhely
- üdülőhely, hétvégi ház, időszakos vízhasználat
- munkahely

## 4) Utolsó vízminőség vizsgálat

- ideje:
- mintavétel helye:
  - esővízgyűjtő csatorna
  - esővízgyűjtő tartály/ciszterna felső rész
  - esővízgyűjtő tartály/ciszterna alsó rész
  - épületen belüli fogyasztói pont (esővíz bevezetve a házba)
- Napi átlaghőmérséklet a mintavételt megelőző 48 órában:
  - <0°C
  - 0-15°C
  - 15-25°C
  - >25°C
- Jellemző csapadék a mintavételt megelőző 48 órában:
  - Havazás
  - Erős esőzés, erős, viharos szél
  - Esőzés
  - Száraz időszak

- eredménye (javasolt paraméterek a Kormányrendelet 2. melléklet 4. rész alapján):
  - a) Organoleptikus paraméterek:
    - szín:
    - szag:
    - zavarosság:
  - b) Hőmérséklet (°C):
  - c) *Escherichia coli* (szám/100ml):
  - d) Coliform baktériumok (szám/100ml):
  - e) Telepszám 22 °C (szám/100ml):
  - f) *Enterococcus* bélbaktériumok (szám/100ml):
  - g) pH
  - h) Vezetőképesség (µS/cm):
  - i) Ammónium (mg/l):
  - j) Nitrit (mg/l):
  - k) Nitrát (mg/l):
  - l) Keménység (mgCaO/l):
  - m) Klorid (mg/l):
  - n) Permanganát index (KOIps) (O<sub>2</sub>mg/l):
    - o) Vas (mg/l):
    - p) Mangán (mg/l):
    - q) Lúgosság (mg/l):
    - r) Fertőtlenítéssel összefüggő paraméterek
      - szabad aktív klór (mg/l)
      - egyéb:

## 5) Esővízgyűjtő rendszer kialakítása

- Esővízgyűjtő felület helye:
  - tető
  - szilárd talajfelület (betonozott felület)
  - talaj
- Esővízgyűjtő tartály kialakítása
  - föld feletti zárt/fedett
  - föld feletti nyitott
  - föld alatti
- First flush diverter beépítése
  - van
  - nincs
- Vízkezelés
  - van
  - ha van, a vízkezelés módja:
    - nincs
- Vízfertőtlenítés
  - van
  - ha van, az alkalmazott fertőtlenítőszer
    - fertőtlenítés módja, gyakorisága:
  - nincs

## 6) Kockázatértékelés:

- *A tetőn vagy az ereszcatornában lévő szennyeződés nagyobb esőzések esetén bemosódhat az esővízgyűjtő tartályba és az esővíz szennyeződését okozhatja.*

A tetőn vagy az ereszcatornában látható szennyeződés (növényi anyag, állati hulladék)?

- igen   
nem

- *Az ereszek nem megfelelő lejtése esetén az ereszcatornában a víz pangása jelentkezhet, mely mikrobiológiai és kémiai vízminőségromláshoz vezethet.*

Biztosított-e az esővízgyűjtésre használt tető és az ereszcatorna megfelelő lejtése?

- igen   
nem

- *A tetőre rálógó növények, vezetékek lehetővé teszik az állatok könnyebb rájutását a tetőre, ami növeli a fekáliával való szennyeződés kockázatát. Továbbá a lehulló levelek az ereszek és szűrők eltömődését okozhatják.*

A tetőn látható valamilyen rálógó növényzet, vagy eszköz (pl. elektromos, telefon vezeték)?

- igen   
nem

- *A tartály, a tartály túlfolyó csöve és az ereszek hiányzó vagy sérült rovarhálója esetén rovarok és egyéb szennyeződések bejuthatnak az esővíz tartályba és mikrobiológiai szennyeződést okozhatnak.*

Megfelelő és sérülésmentes-e az esővíz gyűjtő tartályt, túlfolyó csövet és az ereszeket védő szűrő?

- igen   
nem

- *A szűrő berendezés nem megfelelő működése esetén a darabos szennyeződések bejuthatnak az esővíz tartályba, az eltömődött szűrők pedig túlcsondulást okozhatnak, mely miatt a szennyeződések szűrés nélkül jutnak be a tartályba.*

Megfelelően működik az esővíz tisztító szűrő berendezés?

- igen   
nem

- *A „first flush diverter” rendszer biztosítja, hogy az esőzés megkezdésekor a tetőről és az ereszekből lemosódó első, leginkább szennyezett víz ne kerüljön a tartályban összegyűjtésre.*

Használják-e és megfelelően működik-e a „first flush diverter” rendszer?

- igen   
nem

- *Az állatok, állati ürülék vagy tetemek jelenléte a tartályban súlyos mikrobiológiai kockázatot jelent.*

Az esővízgyűjtő tartály tartalmaz valamilyen szabad szemmel látható szennyeződést pl. állatokat, állati hulladékot?

igen   
nem

- *A tartályban felhalmozódott üledék mikrobiológiai és egyéb kémiai (pl. fémek) szennyeződést tartalmazhat.*

Az esővízgyűjtő tartály tartalmaz szabad szemmel látható felhalmozódott üledéket, iszapot?

igen   
nem

- *Ha a tárolótartály nincs megfelelően lefedve vagy lezárva (pl. repedt tartály vagy sérült nyílás fedél), az lehetővé teszi a szennyeződések (pl. kártevők) bejutását. Továbbá fény juthat a tartályba, ami alganövekedést eredményezhet.*

A tartályon látható sérülés, nem megfelelően fedett nyílás ahol külső szennyezés juthat be?

igen   
nem

- *A tárolótartály szivárgó vagy hibás csapja utat biztosíthat a szennyeződések bejutásához a tároló tartályba.*

A tárolótartály csapja szivárog vagy más módon hibás?

igen   
nem

- *A pangó víz növeli a szennyeződések kockázatát, növeli a szerkezeti anyagokból való kioldódás és a mikrobiológiai utószaporodás kockázatát.*

Megfelelő-e a tárolótartály, esővízgyűjtő rendszer környezetének vízelvezetése, pangó víz nem alakulhat ki?

igen   
nem

- *Az esővízgyűjtő tartály hiányzó vagy sérült elkerítése esetén a házi- és haszonállatok megközelíthetik a tartályt, mely a tartály sérülését és a környezet szennyeződését okozhatja.*

A tárolótartály és esővízgyűjtő rendszer környezete elkerített-e, a védőkerítés ép-e?

igen   
nem

- *Állati vagy emberi ürülék a földön, közel a gyűjtőterülethez komoly veszélyt jelenthet a vízminőségre nézve. Az egyéb hulladék jelenléte (pl. háztartási, mezőgazdasági, ipari stb.) szintén kockázatot jelentenek a vízminőségre nézve.*

A tárolótartály 15m-es környezetében az alábbiak közül megtalálható-e valamelyik?

- állatok, állati hulladék
- kommunális hulladék gyűjtés
- árnyékszék
- állati trágya tároló
- üzemanyag tárolás
- háztartási vegyszer, növényvédőszer, festék tárolás
- akkumulátor bontás

- *Az ipari tevékenységből, ipari és háztartási égetésből, permetezésből, hígágya szórásból származó lebegő szennyeződések beszennyezhetik a tető vízgyűjtő területét.*

Ismert-e olyan helyi tevékenység (pl. ipar vagy mezőgazdaság) mely beszennyezheti a tetőt?

- igen
- nem