


A ködgyűjtő rendszerek szerepe és alkalmazhatósága a vízellátásban, árvízi helyzetek megelőzésében

The applicability and role of Fog Harvesting Systems in Water Supply, prevention of flood situations

Papp Tamás

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, egyetemi tanársegéd

Email: Papp.Tamas@uni-nke.hu

ORCID: 0000-0001-5574-8508 

Absztrakt:

A ködgyűjtő rendszerek olyan innovatív és fenntartható technológiát kínálnak, amely a levegő páratartalmából nyeri ki a vizet, jelentős szerepet játszva a vízhiányos területek vízellátásában. A világ különböző régióiban, mint például a chilei Atacama-sivatagban, Marokkó hegyvidéki falvaiban vagy a nepáli Himalája régióiban, a ködgyűjtők hatékonyan egészítik ki a hagyományos vízforrásokat, csökkentve a vízhiányból eredő kihívásokat. Ezek a rendszerek energiafüggetlenek, alacsony költséggel telepíthetők és fenntartható módon járulnak hozzá a helyi közösségek vízellátásához. A tanulmány bemutatja a ködgyűjtő technológia működését, szerkezeti kialakítását, valamint az üzemeltetésével kapcsolatos tapasztalatokat. A magyarországi vizsgálatok eredményei rávilágítanak a technológia potenciáljára a hazai domb- és hegyvidéki területeken, különösen a tavaszi és nyári időszakokban, amikor a páratartalom magasabb. A ködgyűjtők alkalmazása hozzájárulhat a fenntartható vízgazdálkodáshoz, a közösségek ellenállóképességének növeléséhez, valamint a klímaváltozáshoz való hosszú távú alkalmazkodáshoz.

Kulcsszavak: ködgyűjtő rendszerek, vízhiány, fenntartható vízgazdálkodás, vízellátás

Abstract:

Fog harvesting systems provide an innovative and sustainable technology for extracting water from atmospheric humidity, playing a significant role in water supply for arid and water-scarce regions. In various parts of the world, such as the Atacama Desert in Chile, mountainous villages in Morocco, and the Himalayan regions of Nepal, fog collectors effectively complement traditional water sources, alleviating the challenges caused by water scarcity. These systems are energy-independent, cost-effective to install, and sustainably contribute to local community water supply. The study provides a detailed overview of the functioning, structural design, and operational experiences of fog harvesting systems. Findings from Hungarian experiments highlight the technology's potential in domestic hilly and mountainous regions, particularly during spring and summer when humidity levels are higher. Implementing fog harvesting systems can significantly enhance sustainable water management, increase community resilience, and support long-term adaptation to climate change.

Keywords: fog harvesting systems, water scarcity, sustainable water management, water supply

1. BEVEZETÉS

A kék és zöld csapadékgyűjtő rendszerek jelentősége a védelmi tudományban és a katasztrófavédelemben kiemelkedő. Az éghajlatváltozás következtében egyre gyakoribbá váló szélsőséges időjárási események, például a hirtelen lezúduló esőzések vagy az aszályos időszakok, komoly kihívásokat jelentenek az érintett hatóságok számára. Az integrált rendszerek segítenek az árvizek megelőzésében azáltal, hogy csökkentik a csapadék gyors lefolyását, és lehetővé teszik a víz helybeni tárolását. Továbbá hozzájárulnak a vészhelyzeti vízellátás biztosításához, amely kritikus fontosságú lehet egy-egy katasztrófahelyzet során. [1]

Ezek a rendszerek nemcsak a katasztrófavédelmi stratégiák részévé válhatnak, hanem a helyi közösségek ellenálló képességét is növelik [2]. A védelmi tudomány számára a kék és zöld rendszerek alkalmazása lehetőséget kínál a természeti erőforrások fenntartható kezelésére, miközben hozzájárul a lakosság életének és vagyonának védelméhez. Az ilyen megoldások elősegítik a hosszútávú klímaadaptációt, valamint javítják a közösségek felkészültségét és alkalmazkodóképességét a változó környezeti feltételekhez, és nem utolsósorban az üvegházhatású gázemissziók csökkentéséhez is vezet a települési vízgazdálkodásban [3].

2. KÖDGYŰJTŐ RENDSZEREK ALKALMAZÁSA

1.1 Kék és zöld csapadékgyűjtő rendszerek

Az urbanizációval járó kihívások egyik központi témája a csapadékvíz hatékony kezelése. A nagyvárosokban a burkolt felületek arányának növekedése csökkenti a talaj vízelnyelő képességét, ami árvizekhez, a csatornahálózatok terheléséhez és a vízkészletek kimerüléséhez vezethet. A kék és zöld infrastruktúrán alapuló csapadékgyűjtő rendszerek integrált megoldást kínálnak ezekre a problémákra, miközben a fenntartható városi fejlődést is elősegítik.

A "kék" rendszerek középpontjában a víz, mint természeti erőforrás fenntartható kezelése áll. Az ilyen rendszerek feladata, hogy az esővíz visszatartását, tárolását és hasznosítását lehetővé tegyék. Ezek közé tartozhatnak:

- Esővízgyűjtő tartályok: Az esővíz gyűjtése tetőfelületekről, amelyet később öntözésre vagy nem ivóvízi célokra lehet használni.
- Zárt tároló rendszerek: Nagyobb mennyiségű csapadékvíz ideiglenes vagy hosszútávú tárolására.
- Nyílt vizes felületek: mesterséges tavak és csatornák, amelyek nemcsak a vízgyűjtést, hanem a helyi mikroklíma javítását is szolgálják.

Ezek az elemek csökkentik a csatornarendszerek terhelését, segítik a talajvíz utánpótlását és hozzájárulnak a vízkészletek fenntartásához, különösen az aszályos időszakokban. [4]

A „zöld” rendszerek a természetes ökoszisztémák működését utánozzák, amelyek célja a csapadék helybeni elvezetése és hasznosítása. Ide tartoznak:

- Zöldtetők: Növényzettel borított tetőfelületek, amelyek csökkentik a csapadék lefolyási sebességét, és javítják a hőszigetelést.
- Esőkertek: Olyan növényesített felületek, amelyek beszívódási és szűrőkapacitásukkal csökkentik az esővíz lefolyását.
- Permeábilis burkolatok: A burkolatok olyan formái, amelyek lehetővé teszik a víz talajba szivárgását, miközben stabil közlekedési felületet biztosítanak.

- Városi erdők és parkok: Ezek a területek nemcsak a csapadékvíz gyűjtését segítik, hanem jelentős ökológiai és esztétikai értéket is képviselnek.

A zöld infrastruktúra javítja a városi biodiverzitást, csökkenti a hősziget-hatást, és hozzájárul a lakosság életminőségének növeléséhez.

A kék és zöld csapadégyűjtő rendszerek kombinálása olyan szinergikus hatásokat hoz létre, amelyek együtt hatékonyabbá teszik a vízkezelést. Például a zöldtetők által visszatartott víz a kék rendszerek tárolóiba vezethető, ahol további hasznosításra nyílik lehetőség. Az ilyen integrált rendszerek további előnyei, hogy csökken a csatornahálózatok karbantartási költsége, valamint az árvizek okozta károk, az esővíz kezelése segít a városoknak alkalmazkodni a szélsőséges időjárási eseményekhez. Ezen túlmenően csökken az elszállított csapadék mértéke, ezáltal kevesebb szennyezés kerül a felszíni vizekbe. Társadalmi hatása, hogy javul a városi környezet minősége, és nő a lakosság tudatossága a fenntartható vízgazdálkodás iránt. [4]

Bár a kék és zöld infrastruktúra jelentős előnyökkel jár, alkalmazásuk számos kihívást is rejt magában. Az infrastruktúrák kialakítása jelentős kezdeti befektetést igényel, valamint az érintettek közötti együttműködés és a lakossági elfogadás is kritikus tényezők. Ugyanakkor a technológiai fejlődés, a környezettudatosság növekedése és a nemzetközi példák adaptálása lehetőséget teremt arra, hogy ezek a rendszerek egyre szélesebb körben elterjedjenek, melyek közül a ködgyűjtő rendszerek kerülnek bemutatásra. [5]

1.2 A páragyűjtők szerkezeti kialakításai és folyamatos üzeme

A páragyűjtők szerkezeti kialakítása a vízgyűjtés hatékonyságának alapját képezi, hiszen a megfelelő anyagválasztás, méretezés és szerkezeti stabilitás elengedhetetlen a rendszerek eredményes működéséhez. Az SFC típusú (Standard Fog Collector) páragyűjtők általánosan elterjedt szerkezeti elemei közé tartoznak a hálók, a tartókeretek, a gyűjtőcsatornák és a víztároló egységek. A hálók anyaga jellemzően polipropilén Raschel-háló, amely könnyű, tartós és ellenáll az időjárási viszontagságoknak. A hálók árnyékolási sűrűsége meghatározza a ködgyűjtés hatékonyságát: míg a 65-75%-os árnyékolóháló a levegő páratartalmának egy részét képes felfogni, a sűrűbb, 98-99%-os árnyékolóhálók jelentősen növelhetik a vízgyűjtés mennyiségét, különösen magas páratartalmú környezetben. [6]

A páragyűjtő keretét általában könnyű, de tartós anyagból, például alumíniumból vagy rozsdamentes acélból készítik, amely biztosítja a háló feszes rögzítését és ellenáll a szél okozta terheléseknek. A hálót függőlegesen feszítik ki a kereten, így a vízcseppek gravitációs úton a háló alján elhelyezett gyűjtőcsatornába jutnak. A gyűjtőcsatorna anyaga műanyag vagy fém, és enyhe, általában 2%-os lejtési szögben helyezkedik el, hogy a felfogott víz akadálytalanul a csatlakoztatott víztároló edénybe jusson.

A szerkezet kialakításánál fontos figyelembe venni a környezeti kitettséget: a szélsébség, a hőmérsékleti ingadozások és a csapadék befolyásolják a háló feszítettségét és stabilitását. Erős szél esetén például a gyűjtőcsatorna rögzítőelemei (pl. gyorskötözők) idővel meglazulhatnak, ezért a tartósabb rögzítés érdekében ajánlott mechanikus csatlakozókat vagy erősített köteleket alkalmazni. A háló mérete szintén meghatározó: kevésbé szeles régiókban a nagyobb felületű, 2x2 méteres hálók, míg szelesebb területeken a keskenyebb, de magasabb 1x3 méteres konstrukciók bizonyulnak hatékonyabbnak. A megfelelő szerkezeti kialakítás lehetővé teszi, hogy a rendszer tartósan és minimális karbantartás mellett üzemeljen, miközben maximális mennyiségű vizet gyűjt a levegőből. [6]

A páragyűjtők folyamatos üzeméhez rendszeres ellenőrzés és karbantartás szükséges, mivel a környezeti tényezők hatása idővel befolyásolja a rendszer hatékonyságát.

A háló feszítettsége kulcsfontosságú: a szél, a csapadék súlya és a hőmérsékleti ingadozások miatt a rögzítőelemek fokozatosan meglazulhatnak, ami a gyűjtőcsatorna lejtésének megszűnéséhez vezethet. Ennek elkerülésére heti szintű ellenőrzés javasolt, amely során a háló feszességét és a csatorna megfelelő lejtését korrigálni kell.

A gyűjtőcsatornák tisztítása szintén alapvető feladat a folyamatos üzem során. A hálóra hulló szennyeződések – például rovarok, falevelek, por és növényi nyesedékek – idővel felhalmozódhatnak a csatornában, akadályozva a víz áramlását a tároló edény felé. Ezt napi rendszerességgel ellenőrizni kell, különösen az őszi időszakban, amikor a növényi hulladék mennyisége megnő. A téli hónapokban a fagyveszély további kihívást jelent. Fagypont alatti hőmérséklet esetén a gyűjtött víz megfagyhat a gyűjtőedényben, ami károsíthatja a rendszert és akadályozza a további vízgyűjtést. Ilyenkor a gyűjtőedények cseréje szükséges, vagy a víztárolókat szigetelni kell, hogy megelőzzük a víz megfagyását. A háló anyagának tartóssága szempontjából fontos, hogy ellenálljon a téli időjárásnak, ezért a polipropilén Raschel-háló kiváló választás, mivel rugalmasságát alacsony hőmérsékleten is megőrzi. A páragyűjtők működési hatékonysága szorosan összefügg az időjárási viszonyokkal, különösen a szélesebséggel, a relatív páratartalommal és a hőmérséklettel. A folyamatos üzem érdekében a hálókat olyan helyeken célszerű telepíteni, ahol a légáramlás biztosított, de a túl erős szél nem okoz kárt a szerkezetben. A gyűjtési adatok folyamatos monitorozása lehetővé teszi az időjárási tényezők és a vízgyűjtés közötti összefüggések pontosabb meghatározását, ami hozzájárulhat a technológia további optimalizálásához. [7]

1.3 Nemzetközi alkalmazási példák

A ködgyűjtő rendszerek a világ különböző pontjain váltak a fenntartható vízellátás kulcsfontosságú elemeivé, különösen azokon a területeken, ahol a hagyományos vízforrások, mint a csapadék, folyók vagy talajvíz, nem elegendők vagy nem elérhetők. Ezek a rendszerek a természetes folyamatokat használják ki: a levegőben lévő páratartalom és a köd apró vízcseppeit gyűjtik össze egyszerű, energiafüggetlen technológia segítségével. Az alábbi példák jól mutatják, hogy a ködgyűjtők hogyan járulnak hozzá a vízellátási problémák megoldásához a világ különböző régióiban.

A chilei Atacama-sivatag a Föld legszárazabb helyeként ismert, ahol rendkívül alacsony a csapadék mennyisége, egyes területeken akár évekig nem esik eső. Ennek ellenére a sivatagban rendszeresen képződnek ködös időjárási jelenségek, amelyek a Csendes-óceán felől érkező páradús légáramlatokból alakulnak ki. Ezt a természeti jelenséget használják ki a ködgyűjtő rendszerek, amelyek napi szinten akár több ezer liter vizet is képesek összegyűjteni. A ködgyűjtők egyszerű polipropilén hálókából állnak, amelyeket szélirányba helyeznek el. Amikor a köd áthalad a háló felületén, az apró vízcseppek megtapadnak a szálakon, majd gravitáció hatására lecsorognak a háló alján elhelyezett csatornába, ahonnan víztároló edényekbe vezetik őket. Az így gyűjtött vizet ivóvízellátásra, mezőgazdasági öntözésre és állattenyésztésre használják fel a helyi közösségek. Az Atacama-sivatagban a ködgyűjtők telepítése nemcsak a vízhiányt enyhíti, hanem lehetőséget biztosít a vidéki közösségek megélhetésének biztosítására is. [8]

Marokkó északi részén, a Berber falvakban, ahol a vízhez való hozzáférés korlátozott, a ködgyűjtők kulcsfontosságú szerepet játszanak a helyi lakosság vízellátásában. A hegyvidéki régiókban, mint például az Anti-Atlas és a Rif-hegység, a ködgyűjtők a magas páratartalmú légáramlatokat hasznosítják, amelyek a tenger felől érkeznek, majd a hegyoldalak mentén felemelkedve köd formájában csapódnak le. A ködgyűjtő rendszerek itt is hasonló elven működnek: a hálókön fennakadó vízcseppek lecsorognak, és tárolókba gyűlnek. A helyi közösségek számára ezek a rendszerek létfontosságú vízforrást biztosítanak, különösen a száraz nyári hónapokban, amikor a hagyományos vízforrások, például a kutak és a patakok kiszáradnak.

A ködgyűjtők segítségével összegyűjtött vizet elsősorban ivóvízként használják, de a mezőgazdaságban és az állattartásban is fontos szerephez jut. Ezzel a technológiával Marokkóban sikerült fenntartható megoldást találni olyan területeken, ahol más víznyerési módszerek nem lennének gazdaságosan alkalmazhatók. [9]

A Himalája térségében, Nepál magashegyi régióiban a ködgyűjtők fontos kiegészítő forrásai lettek a vízellátásnak. Az itt élő közösségek hagyományosan a gleccserek olvadásából származó vízre támaszkodnak, amely azonban a klímaváltozás következtében folyamatosan csökken. A globális felmelegedés hatására a gleccserek visszahúzódnak, ami hosszú távon veszélyezteti a helyi lakosság vízellátását. A ködgyűjtő rendszerek telepítése a Himalája páradús, magashegyi területein lehetőséget nyújt arra, hogy a levegő páratartalmából pótlólagos vízmennyiséget nyerjenek. Ezek a rendszerek kiegészítő megoldásként működnek, biztosítva a vízellátást azokon a területeken, ahol a hagyományos források már nem elegendők. Az összegyűjtött vizet elsősorban ivóvízként és mezőgazdasági célokra használják, hozzájárulva ezzel a helyi közösségek életminőségének javításához és a klímaváltozás hatásainak enyhítéséhez. [10]

A Kanári-szigeteken található Teno Természeti Parkban 1996 óta folynak kutatások a ködvíz gyűjtésének lehetőségeiről, amely a helyi lakosság vízellátását, mezőgazdasági, állattartási és erdőgazdálkodási igényeit hivatott kielégíteni. A park kiemelkedő biológiai értéket képvisel, hiszen itt található a Kanári-babérlombú erdő. Ugyanakkor a térséget komoly vízhiány, erózió és nyári tűzveszély sújtja, ami sürgetővé teszi a vízforrások bővítését.

A kutatások során különböző méretű ködgyűjtőket alkalmaztak, amelyek polipropilén Raschel-hálóval rendelkeznek. A mérések alapján a park legmagasabb pontján, Cruz de Galában (1340 m) télen és tavasszal átlagosan 5,7 l/m²/nap ködvíz gyűjthető. Ezzel szemben az alacsonyabb fekvésű, tengerhez közelebbi Teno Alto térségében (850 m) a nyári időszak a leghatékonyabb, ahol a napi átlagos vízhozam eléri a 4,5–5,5 l/m²-t. A maximálisan mért napi vízhozam 51 l/m², míg az óránkénti maximum 3,6 l/m² volt. [11]

1.4 Magyarországi adaptálhatóság

A páragyűjtő hálók alkalmazása Magyarországon egy olyan innovatív és fenntartható megoldást kínálhat, amely alacsony költséggel és külső energiaigény nélkül képes vizet nyerni a levegő nedvességtartalmából, valamint a csapadékból. Három hazai kísérleti helyszínen – Baján, Salgótarjánban és Taranyban – végzett vizsgálatok tapasztalatai alapján fontos következtetések vonhatók le mind a technológia működőképességére, mind pedig a rendszer továbbfejlesztésére vonatkozóan. [12]

A kutatás során használt SFC típusú páragyűjtő hálók megépítési költsége alacsonynak mondható: egy kisberendezés előállítására körülbelül 5000 forintba került. Ugyanakkor a hálók működése igényelt rendszeres karbantartást annak érdekében, hogy az eszközök folyamatosan hatékonyan működhessenek. A gyűjtőcsatornákat például rendszeresen korrigálni kellett, mivel a szél és a víz súlya miatt a gyorskötözők idővel megereszkedtek, ami a lejtési szög változásához vezetett. Emellett a hálók környezetének kitétsége is kihívást jelentett: fagyponthoz alatti hőmérséklet esetén a gyűjtött víz rendszeresen belefagyott a kannákba, és ezeket cserélni kellett.

A három helyszín közötti eltérések jól mutatják, hogy a páragyűjtő hálók hatékonysága erősen függ az adott terület mikroklímájától. A Baján telepített háló napi átlagban 188 ml, a Salgótarjánban működő háló 311 ml, míg a Taranyban üzemeltetett háló 445 ml csapadékvíz gyűjtésére volt képes. Ezzel szemben a páragyűjtés eredménye elenyésző volt: átlagosan mindössze 28 ml/nap vizet sikerült kinyerni a levegő páratartalmából, ami gyakorlati szempontból kevésbé hasznosítható. Ugyanakkor a csapadékvíz, amelyet a hálók összegyűjtöttek, öntözési célokra külön tisztítás nélkül felhasználható volt, fedezve például kerti dísznövények vízigényét.



1. kép: Páragyűjtő háló a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Karán (Forrás: ld. [12])

A vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a hálók hatékonyságának növelése többféleképpen lehetséges. Egyrészt a sűrűbb szövésű, 98-99%-os árnyékolóháló alkalmazása jelentős mértékben javíthatná a gyűjtött víz mennyiségét. Másrészt a hálók méretének növelésével, például kevésbé szeles területeken 2x2 méteres, szelesebb régiókban 1x3 méteres hálók alkalmazásával szintén nagyobb eredmények érhetők el. Emellett a technológia helyes elhelyezése is kulcsfontosságú: a tapasztalatok szerint a hálókat olyan területeken érdemes telepíteni, ahol minimális a rongálás kockázata, például kerítések mellé, ahol esztétikailag is jobban illeszkednek a környezetbe. [12]

3. KÖVETKEZTETÉS

A ködgyűjtő rendszerek világszerte fontos szerepet töltenek be a fenntartható vízellátásban, különösen ott, ahol a hagyományos vízforrások, például az eső, folyók vagy talajvíz, hiányosak vagy nem hozzáférhetők. A páragyűjtők folyamatos üzemének biztosítása alapos tervezést, rendszeres ellenőrzést és karbantartást igényel. A hálók rögzítésének megerősítése, a csatornák tisztítása és a fagyvédelem mellett a környezeti adottságokhoz igazodó telepítési hely kiválasztása kulcsfontosságú a rendszer hosszú távú, hatékony működéséhez. A fenntarthatóság és a gazdaságosság érdekében a páragyűjtők üzemeltetése minimális energiaigénnyel jár, ami hosszú távon előnyös a vízhiányos területek számára.

A magyarországi vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a páragyűjtés különösen a domb- és hegyvidéki területeken lehet eredményes a tavaszi és nyári időszakban, amikor a levegő relatív páratartalma magasabb, és a csapadékos időszakok gyakorisága is növekszik. Az eddigi kísérletek viszonylag rövid időintervallum alatt zajlottak, így az időjárási tényezők (hőmérséklet, szélsébség, páratartalom) és a csapadékgyűjtés közötti összefüggésekre vonatkozóan még nem lehetett egyértelmű következtetéseket levonni.

A hosszabb távú megfigyelések azonban pontosabb képet adhatnának a technológia hatékonyságáról. A kutatás társadalmi oldalát vizsgálva a kérdőíves felmérés eredményei azt mutatták, hogy a lakosság körében jelentős érdeklődés mutatkozik a páragyűjtő hálók iránt, különösen vidéki területeken, ahol a kertek öntözése költséges és időigényes feladat. A hálók alacsony előállítási és üzemeltetési költsége miatt a technológia széles körű alkalmazása gazdaságilag is indokolt lehet.

Összességében a magyarországi páragyűjtő hálós kísérletek azt mutatják, hogy a csapadékvíz gyűjtésében rejlik a legnagyobb potenciál, míg a levegő páratartalmából nyerhető víz mennyisége egyelőre kevésbé jelentős. A technológia további fejlesztésével, a hálók méretének és anyagának optimalizálásával, valamint a helyszínek körültekintő kiválasztásával azonban a páragyűjtés egyre hatékonyabbá válhat. A hazai viszonyokra adaptált rendszerek kiépítése nemcsak a vízhiányos időszakokban jelenthet megoldást, hanem hosszú távon hozzájárulhat a fenntartható vízgazdálkodáshoz és a környezetbarát technológiák elterjedéséhez Magyarországon. További kísérletekre lenne szükség az ország különböző területein, hogy a technológia hatékonyságát hosszabb időszakon keresztül vizsgálni lehessen, lehetővé téve a gyakorlati alkalmazás széleskörű elterjedését.

4. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Foster, Josh, Ashley Lowe, and Steve Winkelman. "The value of green infrastructure for urban climate adaptation." *Center for Clean Air Policy* 750.1, pp. 1-52. 2011.
- [2] Voskamp, Ilse M., and Frans HM Van de Ven. "Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events." *Building and Environment* 83, pp. 159-167. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.018>
- [3] Bencsik D., and Karches T. "Estimation of GHG Emissions of a Fixed Bed Biofilm Reactor Cascade in Wastewater Treatment." *Journal of Environmental Science and Engineering A* 4.11, 2015. <https://doi.org/10.17265/2162-5298/2015.11.001>
- [4] Teston, Andréa, et al. "Comprehensive environmental assessment of rainwater harvesting systems: a literature review." *Water* 14.17, Paper ID: 2716, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14172716>
- [5] Zabidi, Husna Aishah, et al. "A review of roof and pond rainwater harvesting systems for water security: The design, performance and way forward." *Water* 12.11, Paper ID: 3163, 2020. <https://doi.org/10.3390/w12113163>
- [6] Zeng, M. J., J. G. Qu, and J. F. Zhang. "Design and optimization of an electrostatic fog collection system for water harvesting: Modeling and experimental investigation." *Separation and Purification Technology* 323 Paper ID: 124422, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2023.124422>
- [7] Fessehaye, Mussie, et al. "Fog-water collection for community use." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29, pp. 52-62. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.063>
- [8] Carter Gamberini, María Virginia, et al. "The Atacama Desert fog collection project at Falda Verde, Chile." *4th International conference on Fog, Fog Collection and Dew*. 2007.

- [9] Bouchaou, Lhoussaine, et al. "Multi-aspect assessment of operational fog collection systems: A rural development perspective, insights from the Sidi Ifni project in Morocco." *Journal of Arid Environments* 222, Paper ID: 105174, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2024.105174>
- [10] Schemenauer, R. S., B. Bignell, and T. Makepeace. "Fog collection projects in Nepal: 1997 to 2016." *Proceedings of the 7th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew, Wrocław, Poland*. 2016.
- [11] Ritter, Axel, Carlos M. Regalado, and Juan Carlos Guerra. "Quantification of fog water collection in three locations of Tenerife (Canary Islands)." *Water* 7.7 (2015): 3306-3319. <https://doi.org/10.3390/w7073306>
- [12] Jüngling R. „Öntözési célú precíziós csapadékvíz gyűjtési módok vizsgálata” szakdolgozat, Vízellátási és Csatornázási Tanszék, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Baja, Magyarország, 2024.