

Lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználást csökkentő többciklusú vízhasznosítási rendszer kifejlesztését megcélzó kutatás

Vajdovich Ádám

Műszertechnikai és Automatizálási Intézet, Óbudai Egyetem, 1084 Budapest,
Tavasmező utca 17., Budapest, Magyarország

vajdovichadam@gmail.com

Abstract: Ez a tanulmány bemutatja egy vízhatékonysági kutatás első részét, amely a lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználásának csökkentésére vonatkozó lehetőségeken alapul. Napjainkban egyre nagyobb problémát jelent a világ minden táján a klímaváltozás, különösen a bolygónk édesvíz készleteinek csökkenése. Mivel a tiszta víz létünk alapja, így társadalmunk számos más eleme is ezen alapul. Azonban, nem csak az éghajlatváltozás járul hozzá az édesvíz készleteink csökkenéséhez, hanem a rekord sebességű népességnövekedés és az emberi tényező, azaz a tiszta víz pazarlása is. Kutatásom célja a háztartásokban és a közintézményekben a tisztított víz felhasználás csökkentése egy új, összetett rendszer létrehozásával, amely lehetővé teszi a szürke és az esővíz hatékony felhasználását, valamint a klímaberendezések, szárítógépek és páramentesítő készülékek által kibocsátott kondenzvíz összegyűjtését és újra felhasználását. Kutatásom másik célja a szürke és az esővíz kinetikus energiájának használata, továbbá az elfolyó használati melegvíz hőenergiájának felhasználása. Munkám során primer kvantitatív és szekunder kvalitatív kutatási módszereket alkalmaztam. Primer kvantitatív kutatás során kérdőíves felmérést végeztem a tudatos vízfelhasználásról és vízügyi kérdésekről az oktatási intézmények, önkormányzatok, egészségügyi intézmények és magánszemélyek körében. Szekunder kvalitatív kutatás során pedig sok olyan irodalmat tanulmányoztam, amelyek a vízhiánnyal kapcsolatosak, beleértve ENSZ dokumentumokat és magyar disszertációkat. Továbbá pedig a szűrési és fertőtlenítési eljárásokat, illetve ezek hatékonyságát is vizsgáltam. Ezenkívül sikeresen kapcsolatba léptem adatigénylés céljából a londoni önkormányzattal és az izraeli kormánnyal, hogy a legmegbízhatóbb információk birtokába jussak. Fokváros önkormányzatával jelenleg is zajlik az egyeztetés ezen célból. Kutatási eredményeim és következtetésem hasznosak lehetnek a vízügyi problémák enyhítésében a fejlődő és fejlett országokban egyaránt, illetve csökkenthetik a vízfogyasztásból származó költségeket.

Kulcsszavak: vízhatékonyság, szürke víz, klímaváltozás, kondenzvíz, esővíz, kinetikus energia, szűrés, fertőtlenítés, hőenergia, öntözés, tisztított víz, emberi tényező

1. Bevezetése

Napjainkban egyre fokozódó problémát jelent a klímaváltozás, amely új kihívások elé állítja az emberiséget a jelenben és a jövőben egyaránt. A Föld legkülönbözőbb pontjain évről évre egyre sűrűbben találkozhatunk a víz szélsőséges megnyilvánulásaival. Egyes helyeken árvizek tombolnak, míg másutt aszályok pusztítanak. Erről a 2018.-as év is tanúbizonyságot tett, elég csak az Indiai árvizekre vagy az Ausztráliában lévő aszályra gondolni. Nem véletlen, hogy az ENSZ a 2018-2028-as időszakot a Víz és a Fenntartható Fejlődés Nemzetközi Évtizedévé nyilvánította.

"Víz! Se ízed nincs, se zamatod, nem lehet meghatározni téged, megízlelnék, anélkül, hogy megismernének. Nem szükséges vagy az életben: maga az élet vagy." írta Saint-Exupéry.

Különösen súlyos következményekkel jár bolygónk édesvíz készleteinek csökkenése szerte a világon, hiszen az édesvíz létünk alapja. Társadalmunk számos más fontos eleme ettől függ, mint például, a gazdasági gyarapodás, egészségünk, biztonságunk, ételmiszer- és energiaellátásunk, munkahelyeink. Édesvíz készleteink csökkenéséhez azonban a klímaváltozás mellett hozzájárul a rekord sebességű népességnövekedés és az emberi tényező, azaz a tiszta víz pazarlása.

Kutatásom során arra keresem a megoldást, hogyan lehetséges vízfogyasztásunk csökkentése, milyen kiaknázatlan lehetőségek állnak rendelkezésre ennek megvalósításához, illetve hogyan vonható be az ember ebbe a folyamatba, mint aktív résztvevő.

2. Motiváció

Kutatásom megkezdéséhez a motivációt elsősorban a fokvárosi extrém vízhiányról szóló hírek jelentették. Részletesen tanulmányoztam az ott kialakult helyzetet, továbbá sikeresen felvettem a kapcsolatot a város önkormányzatával adatigénylés céljából, amellyel kapcsolatos egyeztetések jelenleg is zajlanak. Összeségében elég szomorú képet fest az ott kialakult helyzet a jövőre nézve. Jelenleg 50 liter/fő/nap az ajánlott vízfogyasztás, emellett pedig kijelölték a Nulladik Napot. Ez azt jelenti, hogy ha nem sikerül mérsékelni a vízhiányt, akkor a Nulladik Napon elzárják a vezetékes vizet és a jelentősebb közintézményeket leszámítva fejadagrendszer lépne életbe. Dolgozatom írásakor a Nulladik Nap 2019-re volt kijelölve. Összehasonlításképpen hazánkban az átlag egy főre jutó napi vízfogyasztás 110 liter.

Magyarországon jelenleg ugyan elképzelhetetlen egy a fokvárosi vízhiányhoz hasonló helyzet kialakulása, azonban ez a jövőben változhat és ezért még inkább fontosnak tartom édesvíz készleteink megóvását és vízfogyasztásunk csökkentését. Úgy gondolom, hogy ha időben cselekszünk hazánkban és a világ más tájain, akkor elkerülhető egy súlyos vízhiány kialakulása és ennek negatív következményei, mint például a vízfogyasztással kapcsolatos megszorítások, az árak emelkedése, élelmiszerhiány és nagyobb haszonállat állományok elpusztulása.

Kutatásom elindulásának másik oka személyes tapasztalatokon alapul. Ruhaszárító géppel, páramentesítővel és légkondicionáló készülékkel rendelkezem. Ezen berendezések egyik mellékterméke a kondenzációs víz, amely a ruhaszárító és a páramentesítő esetében egy tartályban gyűlik össze, míg a légkondicionálónál a szabadba kifolyik, esetleg bele van vezetve az esőcsatornába. Egy - egy nagyobb mosás után szembesültem azzal, hogy a ruhaszárító víztartályát többször kell üríteni és ezekben az esetekben tetemes mennyiségű vizet kellett kiöntenem a lefolyóba. Emellett pedig a melegebb napokon igazán nagy mennyiségű kondenzációs víz gyűlt össze a légkondicionáló kültéri egysége alatt. Ezen tapasztalatok vezettek ahhoz a felismeréshez, hogy rengeteg vizet öntök ki és a hozzám hasonlóan ilyen berendezéseket használók, gyakorlatilag teljesen feleslegesen. Így felmerült bennem a gondolat, hogy valamilyen módon hasznát lehetne venni ezeknek kondenzációs vizeknek.

Természetesen az említett két ok mellett nem elhanyagolható az a tény sem, hogy 2015-ben 2,1 milliárd ember nem jutott hozzá biztonságos ivóvízhez. Kutatásom motivációját legjobban Charles Franklin Kettering amerikai mérnök gondolatai foglalják össze: "Engem a jövő azért érdekel, mert életem hátralevő részét ott fogom eltölteni"

3. Célkitűzések és hipotézisek

3.1. Célkitűzések

Véleményem szerint a lakóegységek és közintézmények esetén számos lehetőség áll rendelkezésre az ivóvízfogyasztás csökkentéséhez. Elsősorban rengeteg lehetőség rejlik a szűrkevíz jól átgondolt felhasználásában. Szűrkevíznek tekinthető a fürdőkád, tusoló, mosdókaagyló, mosógép, mosogatógép és mosogató lefolyóvize. Természetesen mielőtt felhasználnánk ezeket a vizeket, a felhasználás céljától függően különböző tisztítási és fertőtlenítési eljárásokat kell elvégezni.

Kutatásom egyik célja, hogy olyan eljárást vagy szűrkevíz kezelési folyamatot találjak, amely energiafelhasználás szempontjából hatékony, a felhasznált

eszközök élettartama minél hosszabb és a kezelt szűrkevíz nem veszélyezteti az ételkészítés biztonságát és a felhasználók egészségét.

Motivációm során már említést tettem a légkondicionáló berendezés, páramentesítő készülék és ruhaszárító gép kondenzációs vizeinek felhasználási lehetőségeiről. Ezek a vizek a keletkezés folyamatából fakadóan tisztának tekinthetők, azonban a desztillált vizek így ásványi anyagokban rendkívül szegények, tehát emberi fogyasztásra alkalmatlanok. Szárítógép esetében, viszont felmerül a kérdés, hogy bármilyen mosó- vagy öblítőszer maradvány megtalálható-e a keletkezett vízben. Ennek biztos megállapításához laboratóriumi vízvizsgálat elvégzése lehet szükséges.

Kutatásom másik célja, hogy megfelelő felhasználási és tárolási lehetőséget találjak ezen desztillált vizeknek.

Az ivóvízfogyasztás csökkentéséhez azonban nem csupán a már említett két forrás áll rendelkezésre. Számításba kell venni az esővíz felhasználás lehetőségét is. Az esővíz mennyisége ugyan erősen függ a földrajzi elhelyezkedéstől, azonban felhasználás tekintetében két fő irányt is célba lehet venni. Elsődlegesen az esővíz különböző célokra való felhasználását tartom jó iránynak, azonban fontolóra kell venni az esővíz mozgási energiájának felhasználását is.

Kutatásom további célja tehát az esővíz és az esővíz mozgási energiájának felhasználása, valamint a szükséges eljárások tanulmányozása.

Mindemellett nem csak új források vagy már meglévő források új módon való bevonásával lehetséges az ivóvíz felhasználás csökkentése. Véleményem szerint fontos lenne az embereket is bevonni a folyamatba aktív résztvevőként. Szükség van új, ezen a területen eddig nem használt módszerekkel ösztönözni a fogyasztókat, hogy csökkentsék ivóvíz felhasználásukat. Ehhez azonban az emberek érdekes, izgalmas és átfogó tájékoztatásra lesz szükség.

Összesítve tehát a következő célokat fogalmaztam meg kutatásom elvégzéséhez:

C1: Olyan szűrkevíz kezelési folyamat megvalósítása, amely energiafelhasználás szempontjából hatékony, a felhasznált eszközök élettartama minél hosszabb és a kezelt szűrkevíz nem veszélyezteti az ételkészítés biztonságát és a felhasználók egészségét.

C2: A légkondicionáló berendezésből, szárítógépből és páramentesítő készülékből származó kondenzációs vizek megfelelő felhasználási és tárolási lehetőségeinek kidolgozása.

C3: Az esővíz és az esővíz mozgási energiájának hatékony felhasználása, tárolása és a szükséges eljárások tanulmányozása.

C4: Az emberi tényező vizsgálata, módszerek keresése a víz újrahasznosítási rendszerek vonzóvá tételére és az ivóvízfogyasztás csökkentésének ösztönzésére.

3.2. Hipotézisek

Mivel kutatásom során egy nagyobb téma különböző problémaköreit vizsgálom, így elengedhetetlen, hogy tiszta és világos hipotéziseket fogalmazzak meg. Ezek az előzetes feltevések lefedik kutatásom minden aspektusát. Következésképpen célkitűzéseim megvalósításának alapját az alábbi hét hipotézis képezi.

H1: Lehetséges a vízfogyasztás csökkentése a lakóegységek és közintézmények esetében.

H2: Lehetséges a légkondicionáló berendezések kondenzációs vizének hatékony felhasználása.

H3: Ruhaszárító gépek és páramentesítő készülékek melléktermékeként keletkezett kondenzációs vize újra felhasználható.

H4: Az elfolyó használati melegvíz hőenergiája visszanyerhető és környezetbarát hatékony módon felhasználható.

H5: A szürkevíz és esővíz mozgási energiája felhasználható villamos áram termelésre.

H6: Legionella baktérium ellen a réz ezüst ionizációs fertőtlenítés a leghatékonyabb.

H7: Vonzóvá lehet tenni a fogyasztók számára a vízfogyasztás csökkentését átfogó és izgalmas tájékoztatás útján.

4. Eredmények és értékelésük

A következő fejezetben bemutatom a primer és szekunder kutatás eredményeit. A keletkezett eredményeket értékelem és meghatározom a kutatás szempontjából lényeges konklúziókat.

4.1. Primer kvantitatív kutatás

A primer kvantitatív kutatás során négy kérdőív elkészítésére került sor egy komplex kérdéskör vizsgálata céljából. Többek között vizsgáltam, hogy a megkérdezettek rendelkeznek-e szárítógéppel, mosogatógéppel, légkondicionáló berendezéssel vagy páramentesítő készülékkel. Továbbá felmértem, hogy a megkérdezettek rendelkeznek-e valamilyen vízfogyás csökkentésére alkalmas berendezéssel, eszközzel (pl.: víztakarékos WC öblítő tartály, víztakarékos zuhanyrózsa stb.). Emellett pedig vizsgáltam, hogy részt vennének-e vízfogyasztás

csökkentését ösztönző programokban és hajlandóak lennének-e vízfogyasztás csökkentésére alkalmas eszközök alkalmazására a jövőben.

A minta kiválasztása során a következő két módszer alkalmazására került sor. Nem véletlenszerű célirányos mintavétellel vizsgáltam a már említett kérdések kapcsán a kórházakat, oktatási intézményeket és önkormányzati hivatalokat, tekintve, hogy a közintézmények között ez a három csoport a legnagyobb vízfogyasztó. Az egyszerű véletlen mintavétel módszerével, pedig a magánszemélyek megkérdezésére került sor.

4.1.1. Konklúzió

Kérdőíves felméréseim során számos problémára és lehetőségre is fény derült. Elsősorban egyértelműen látszik, hogy a lakosság körében növelni kell az olyan programok számát, ami elősegíti, hogy az emberek tudatosabb vízfogyasztóvá váljanak, és ezzel csökkenjen a pazarlás mértéke. Erre kiváló lehetőséget biztosít a közösségi média számos felülete, amelyen keresztül több millió ember elérhető, és nem mellesleg ilyen kezdeményezéssel még nem találkoztam a közösségi médiában. Emellett a felmérés rámutatott, hogy ezekre a programokra és tájékoztatásra lenne is igény, ami bizonyítja H7-as hipotézisem, miszerint vonzóvá lehet tenni a fogyasztók számára a vízfogyasztás csökkentését átfogó és izgalmas tájékoztatás útján.

Továbbá az is elmondható a kérdőívek eredményei alapján, hogy az intézmények és magánszemélyek körében egyaránt számos lehetőség áll rendelkezésre a vízfogyasztás csökkentésére. Ez megvalósítható többek között víztakarékos WC öblítő tartályok, víztakarékos csaptelepek, illetve esővíz és szűrkevíz újrahhasznosító rendszerek alkalmazásával. Ezekre a megoldásokra pedig a többség nyitott és szívesen használná, azonban az ár egy fontos szempont, főként a magánszemélyek körében. A víztakarékos csaptelepek és WC öblítő tartályok kapcsán azonban meglepő, hogy nagyon kevés egészségügyi intézmény rendelkezik ezen eszközök érintés nélkül működő változatával, amelyek a vízfogyasztás csökkentése mellett csökkentik a baktériumok és fertőzések terjedését. Azonban a válaszadók többsége ilyen berendezéseket is szívesen alkalmazna. Ezek az eredmények alátámasztják H1-es hipotézisem, miszerint, lehetséges a vízfogyasztás csökkentése a lakóegységek és közintézmények esetében.

A felmérés arra is rámutatott, hogy nagyon változó a légkondicionáló, páramentesítő és ruhaszárító gépek száma, illetve ezen berendezések meglete nem tekinthető alapvetőnek, azonban a válaszadók jelentős része rendelkezik ezen berendezések valamelyikével vagy esetleg mindegyikével. Ebből az a megállapítás vonható le, hogy a tervezendő víztisztító-újrahhasznosító rendszert moduláris, az igényeknek megfelelően testre szabható szerkezetűre kell kialakítani, ezzel biztosítva, hogy mindig csak a szükséges szűrési, fertőtlenítési és tárolási lépések kerülnek kialakításra.

Összeségében tehát a kérdőíves felmérés sikeres volt, és a kapott eredmények nagyban segítik a célul kitűzött víztisztító – újrahasznosító rendszer kialakítását, illetve azt a célt, hogy az emberek tudatosabb vízfogyasztóvá váljanak.

4.2. Szekunder kvalitatív kutatás

Szekunder kvalitatív kutatás során sok olyan irodalmat tanulmányoztam, amelyek a vízhiánnyal kapcsolatosak, beleértve ENSZ dokumentumokat és magyar disszertációkat. Emellett a szűrési és fertőtlenítési eljárásokat, illetve ezek hatékonyságát is vizsgáltam. A következőkben ennek kutatási résznek az eredményeit és következtetéseit mutatom be.

4.2.1. Szekunder információk és elemzések

Az első és a legfontosabb dolog, ami a dokumentumok elemzése során kirajzolódott, hogy milyen kiterjedten kapcsolódik a víz társadalmunk számos más, fontos eleméhez, mint például az élelmiszerbiztonsághoz, egészséghez, békéhez, oktatáshoz és még sorolhatnám. [1] [2] [3] Ezeket legjobban a Fenntartható Fejlődési Célok (Sustainable Development Goals – SDG) foglalják össze, amelyek 2015-ben kerültek elfogadásra az ENSZ keretein belül.



1. ábra A víz és a fenntartható fejlődési célok kapcsolata

Látható, hogy alapvetően mind a 17 SDG kapcsolódik a vízhez (1. ábra), ami alátámasztja azt, hogy elengedhetetlen a vízügyi problémák megoldására való

törekvés. A legfrissebb információk szerint, azonban a világ nincs azon az úton, hogy 2030-ra megvalósuljon az SDG6, azaz mindenki számára biztosított legyen a tiszta ivóvíz és az elérhető szanitáció. [1]

A dokumentumok további elemzése során azokra az elemekre koncentráltam, amelyek fontosak lehetnek a kutatás szempontjából. Arra a megállapításra jutottam, hogy 6 fő probléma különböztethető meg, amelyek kapcsolatban vannak a kutatással, illetve ezek megoldásának elősegítéséhez juthatnak közelebb (1. táblázat).

Az elemzésekből arra a megállapításra jutottam, hogy a lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználásának csökkentése nem oldható meg egyetlen rendszer által. A kitűzött cél(ok) elérése érdekében átfogó megoldásokra, új eszközökre és módszerekre van szükség. [4] A következőkben ismertetem az elemzés során felderített megoldásra váró problémákat, és a megoldásokkal kapcsolatos lehetséges elképzeléseimet.

Megoldandó problémák	Lehetséges megoldás
Öntözés hatékonyabbá tétele	Okos öntözés támogató rendszer
Vízfogyasztás monitorozás	Komplex vízfogyasztás mérő
Információ megosztás	Víz takarékossgal és higiéniaiával kapcsolatos információk megosztása a közösségi média segítségével
Víz újrahasznosítás	Többciklusú esővíz és szürkevíz újrahasznosító rendszer.
Víztakarékos csapok és WC öblítő tartályok	Porlasztás elvén működő kézmosó egység, érintés nélkül működő csaptelep és WC öblítő tartály
Nem megfelelő kézmosás	Információ megosztás és porlasztás elvén alapuló kézmosó egység kifejlesztése

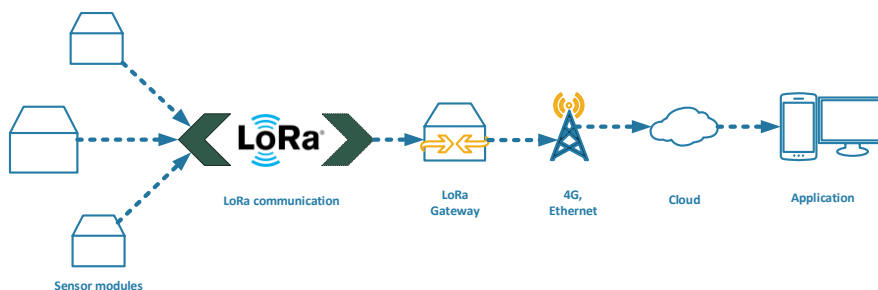
1 táblázat Problémák és lehetséges megoldások

4.2.1.1. Öntözés hatékonyabbá tétele

Számos szekunder forrásban olvasható, [5] [6] hogy a mezőgazdaság a világ ivóvízfogyasztásának 70% -ért felelős. Ez igen számottevő arány, ráadásul a becslések szerint 2050-re a népességnövekedés hatásából fakadóan 60%-kal több élelmiszerre lesz szükség. [7] A termelés hatékonyságának fokozása érdekében számos lehetőség áll rendelkezésre, a kutatás szempontjából azonban az öntözés hatékonyságának növelése a fontos. A hatékony és gazdaságos mezőgazdasági

termesztés során kritikus pont a megfelelő öntözés, amennyiben nem elegendő a vízmennyisége, a növények nem megfelelő termésmennyiséget szolgáltatnak, azonban túlzott öntözéssel is ártani lehet a termésnek, illetve a víz feleslegesen kerül felhasználásra. Ennek kapcsán egyeztettem az izraeli kormánnyal is, hogy náluk milyen lehetőségek állnak rendelkezésre a probléma megoldása kapcsán. Három fő termék található meg náluk, a Corpx talajnedvesség- és talajhőmérsékletmérője [8], a Manna-Irrigation műholdas megoldása [9], és a Phyttech növény szár összehúzódás mérő megoldása. [10] Ezek mind remek megoldások az öntözés hatékonyabbá tételére, azonban vagy drágák, és csak a nagyobb bevételű gazdaságoknak éri meg, vagy nem adnak öntözési ajánlásokat, előrejelzéseket.

Az öntözés hatékonyabbá tétele érdekében egy olyan okos öntözés támogató rendszer megtervezése a célom, amely alkalmazható akár a mezőgazdaságban, akár otthoni kert vagy intézmények kertje esetén. A tervezendő rendszer egy fő és több alárendelt egységből áll. A tápellátást napelem és akkumulátor, esetleg szuperkondenzátor biztosítja. Alapvető funkciók közé kell, hogy tartozzon a talajnedvesség, talajhőmérséklet, környezeti hőmérsékletmérés. A mért adatokat az öntözni kívánt terület nagyságától függő egy vagy több alárendelt egység vezeték nélküli kommunikáció segítségével továbbítja a master felé. Az összegyűjtött adatokat felhőben tárolva és elemelve, az időjárási adatok összevetése mellett, lehetséges lenne a növény-specifikus öntözés meghatározása.



2. ábra Öntözés támogató rendszer - Logikai rendszerterv

4.2.1.2. Vízfogyasztás monitorozása

A szekunder információk elemzése során fény derült arra, hogy a vízfogyasztás monitorozása is elengedhetetlen a vízfelhasználása hatékonyabbá tételének érdekében. [4] [6] [1] [2] [5] [3] A dokumentumok számos említést tesznek arról, hogy globális, országos és lokális szinten is szükség van ennek a területnek a fejlesztésére, azonban kutatásom során csak a fogyasztási helyen történő vízméréssel foglalkozom. A klasszikus vízőrák nem közölnek és tárolnak részeredményeket, hanem a nullázás időpontjától mérik és tárolják folyamatosan az átáramoltatott folyadékmennyiségét. Emellett vannak okos vízőrák is, amelyek képesek továbbítani az adatokat a szolgáltató felé.

Az én célom egy olyan komplex vízfogyasztásmérő létrehozása, amely amellet, hogy képes a szolgáltató felé adatot közvetíteni egy víz újra hasznosító rendszer kiegészítéseként is képes működni, azaz figyeli és elemzi a vízfogyasztást és ajánlásokat tesz, hogy hol és mivel lehetséges a fogyasztás csökkentése. Például, ha rendszeresen érzékeli az esti órákban, hogy 20 percen keresztül nagy a fogyasztás, akkor ajánlást tehet a rendszer egy applikáción keresztül, hogy legalább mennyire érdemes csökkenteni a tusolás időtartamát, és ez éves szinten milyen megtakarítást jelent, ezzel is ösztönözve a fogyasztót a spórolásra.

Emellett egy másik mérő-vezérlő egységet is szeretnék kialakítani, amely kifejezetten víz újrahasonosító rendszerek kiegészítését szolgálja. A készülék célja, hogy a lehető legoptimálisabban vezérelje a megtisztított szürkevíz és esővíz felhasználását a vízfogyasztási és időjárési adatokat alapul véve. Amennyiben a rendszer érzékeli, hogy hamarosan eső várható, abban az esetben például a csatlakoztatott WC öblítőtartály az esővíz gyűjtőből töltődik újra. Viszont, ha nincs sem esővíz, sem megtisztított szürkevíz, akkor úgy képes átkapcsolni a normál hálózatra.

4.2.1.3. Információ megosztás

Az információmegosztás ugyan nem kapcsolódik szorosan a villamosmérnöki alkalmazásokhoz, de nagyon fontos részét képezi a kutatásnak. A dokumentumok elemzése rámutatott, hogy megfelelő információmegosztás nélkül nem érhető el a vízfogyasztás csökkentése. [7] [11] [6] [3] Kérdőíves kutatásom során pedig kiderült, hogy nem sok intézmény vett részt ilyen programban, azonban lenne erre igény. Az információ megosztásban nagyon fontos szerepet játszanak az oktatási intézmények, hiszen ott sok ember érhető el egyszerre, emellett pedig a családba is hazaviszik ezeket az információkat. A klasszikus szórólapos vagy rövid informatív előadások útján történő környezettudatos felvilágosítás mellett a közösségi média biztosítja azt a felületet, ahol a leggyorsabban lehet elérni a legtöbb embert. Egy rövid kutatás során arra a megállapításra jutottam, hogy a Facebookon lehet ugyan találkozni ilyen témájú oldalakkal, de Instagramon már sokkal kevésbé. Ráadásul az eMarketer [12] [13] kutatása szerint egyre több fiatal használja az Instagramot és a Snapachatet. Ezért úgy gondolom, hogy fontos lenne ezeken a közösségi média platformokon vízfogyasztás csökkentéséről szóló és általános energiamegtakarítási kampányokat folytatni és felhívni az emberek figyelmét a mihamarabbi cselekvés fontosságára. A célkitűzésem megvalósítása érdekében létrehoztam egy Instagram oldalt @savewatersavefuture néven.

4.2.1.4. Víztaarékos csapatok és WC öblítő tartályok

A kérdőíves felmérés egyértelműen kimutatta, hogy nincs elegendő víztaarékos csaptelep és WC öblítőtartály, különösen igaz ez az egészségügyi intézményekre, azon belül is az érintés nélkül működő modellekre. A vízfogyasztás csökkentésére az egyik legjobb megoldás a perlátor, illetve WC tartályok esetén a két öblítési mód. Ezzel kapcsolatban az izraeli kormányval való egyeztetés során

fény derült egy nagyon jó gyakorlatra. Izraelben törvény írja elő a közintézmények számára a perlátor és a víztakarékos WC öblítőtartály használatát. Véleményem szerint ezt a szabályozást minél több helyen be kellene vezetni, természetesen a megfelelő anyagi támogatás mellett.

Perlátoros csaptelepek és piszoárok esetén megoldott ugyan az érintés nélküli működés és WC öblítő tartályok terén is létezik erre megoldás, ami azonban nem elterjedt (én még sehol nem találkoztam ilyennel). Vízfogyasztás csökkentése és higiénia növelés érdekében több eszköz implementálását tervezem. Elsősorban egy olyan mosdókagyló létrehozását, amely porlasztás segítségével több irányból juttatja a vizet a kézre, de ha a felhasználó igényli normál csapteleppel is felszerelhető kiegészítésként. A kéz érzékelését pedig közelségérzékelő szenzor végzi majd. Ezzel a megoldással biztosított az érintés nélküli működés és a vízfogyasztás minimalizálása.

Másodsorban egy olyan WC öblítő rendszert szeretnék létrehozni, amely tárgyreflexiós infra érzékelők segítségével végzi az öblítést, illetve az illemhelyiség ajtajának nyitását és zárását. Ezzel a megoldással elérhető, hogy a WC öblítés minden alkalommal megtörténjen és a működés teljesen érintésnélküli legyen, így csökkentve a baktériumok és fertőzések terjedését. Ezt a rendszert az angol WC -hez tervezem kialakítani tehát nem összetévesztendő a piszoárok öblítő megoldásával.

4.2.1.5. *Víz újrahasznosítás*

Kutatásom központi részét képezi egy víz tisztító-újrahasznosító rendszert kialakítása. A kérdőíves felmérés már rámutatott, hogy egyrészt kevés ilyen rendszert használnak háztartásokban és közintézményekben egyaránt, másrészt pedig a rendszert moduláris, az igényeknek megfelelően testre szabható szerkezetűre kell kialakítani. A szekunder adatok ugyancsak azt mutatják, hogy egyre égetőbb szükség van ilyen rendszerek alkalmazására. A londoni önkormányzattal való egyeztetés során fény derült arra, hogy náluk 2025-ben léphetnek fel problémák az ivóvíz ellátásban és 2040-ben már súlyossá válhat a helyzet. [14] Másrészt a világ népessége egyre csak növekszik, ezzel párhuzamosan pedig a vízfogyasztás is. Ha pedig nem történik változás vízfogyasztás terén, 2050-re a világ népességének 40%-a fog vízhiányban szenvedni. [7] Víz újrahasznosításban Izrael élen jár 80%-os aránnyal, őt követi másodikként Spanyolország 17% - al, majd az USA 5% - al. [15] Ezek a számadatok ugyan a központosított újrahasznosításra vonatkoznak, ebből is látszik, hogy jelentős fejlesztésekre van szükség a világ sok országában ezen a területen.

A célkitűzéseknek megfelelően egy olyan víz tisztító-újrahasznosító rendszert szeretnék létrehozni, amely energiateljesítmény szempontjából hatékony, a felhasznált eszközök élettartama minél hosszabb és a kezelt szürkevíz, esővíz és kondenzációs vizek nem veszélyeztetik az élelmiszer biztonságot és a

felhasználók egészségét. A kondenzációs vizek felhasználása mellett szól, hogy ilyen megoldásról még az izraeli kormánynál sem hallottak, azonban a szennyezettségi szint megállapításához szükséges lesz laboratóriumi vízvizsgálat elvégzése. Emellett úgy szeretném kialakítani a rendszert, hogy az esővíz és a szűrkevíz mozgási energiáját kihasználva a rendszer képes legyen villamosenergiát termelni. Ezt az energiát valamilyen módon pedig tárolni kell majd. Erre lehetséges megoldásként szóba jöhetnek a napelemes rendszerek akkumulátorai. A villamosáram termelés ezen módjának lehetőségét az is alátámasztja, hogy Ausztriában olajvezetékekkel termelnek áramot. [16] Tehát egy csővezetékben áramló folyadék hajt meg generátort, ami áramot termel. Mindemellett szeretném felhasználni az elfolyó használati melegvíz hőenergiáját. Az izraeli kormánnyal való egyeztetés során kiderült, hogy náluk nem létezik ilyen fejlesztés.

A rendszer megtervezésénél több fontos szempontot is figyelembe kell venni. Elsősorban a szűrkevíz, esővíz és kondenzációs vizek kezeléséhez más – más szintű szűrési és fertőtlenítési eljárást kell megvalósítani mivel a szennyezettségi szint is más – más szintű. Ennek érdekében vizsgáltam a szűrési és fertőtlenítési eljárásokat kutatásom során. Másodsorban azt is figyelembe kell venni, különösen a szűrkevíz elvezetésénél, hogy a mosdókagyló és fürdőkád/tusoló tisztításához különböző vegyszerek kerülnek alkalmazásra. Így annak érdekében, hogy ezek a vegyszerek ne kerüljenek bele a szűrkevíz tisztító rendszerbe a mosdókagyló és a fürdőkád/tusoló lefolyójának átkapcsolhatónak kell lennie a szennyvíz hálózatra. Továbbá figyelembe kell venni az esővíz kezelése során annak egészségügyi kockázatait is. A felhasználni kívánt esővizet meg kell tisztítani a betegséget okozó mikroorganizmusoktól (baktériumok, vírusok, állati véglények) az állati eredetű ürüléktől és az esetleges ólomszármazékoktól. [17]

4.2.2. Szűrési és fertőtlenítési módszerek kiválasztása

Az eljárások tanulmányozása során arra a megállapításra jutottam, hogy a szűrési eljárások közül az ülepítésre és lassú homokszűrésre biztosan szükség lesz. Különösen a szűrkevíz és esővíz kezelés során lesz szükség az ülepítésre, hogy a technológiai sorban következő homokszűrőhöz már előkezelten és a nemkívánatos apró szemcsés anyagoktól megtisztítva érkezzen a víz, ezzel is növelve a homokszűrő élettartamát. A homokszűrő alkalmazása mellett számos érv szól (2. táblázat, 3. táblázat), azonban a rendszer kialakítása során számításba kell venni a lassú homokszűrő helyigényét, illetve annak elhelyezését, ugyanis a hideg hőmérséklet csökkenti a szűrés hatékonyságát. A kondenzációs vizek megfelelő tisztításához az aktív szén szűrést gondolom a legjobb megoldásnak, azonban a biztos kiválasztásához szükséges lesz, a már említett laboratóriumi vízvizsgálatok elvégzése. Viszont az biztos, hogy ülepítésre nem lesz szükség mivel, a kondenzációs vizek keletkezésük módjából fakadóan nem tartalmaznak kisebb nagyobb szemcsés szennyeződések.

Előnyök	Hátrányok
A baktériumok, vírusok, protozoák, zavarosság és nehézfémek nagyon hatékony eltávolítása szennyezett vízben	A hideg hőmérséklet lecsökkenti a hatékonyságot mivel csökken a biológiai aktivitás
Nagy megbízhatóság és képes ellenállni a vízminőség ingadozásának	Nagy helyet igényelhet a szűrő és manuálisan kell tisztítani
Hosszú élettartam	A víz előkezelése szükséges lehet
Ha csak gravitációs áramlással van megépítve akkor nincs szükség szivattyúra	Rendszeres karbantartást igényelhet, illetve kémiai és fizikai paraméterek ellenőrzését
Nem szükséges vegyi anyagok alkalmazása	Alacsony szűrési sebesség

2. táblázat Lassú homokszűrés előnyei és hátrányai

Nagyon hatékony ellene	Közepesen hatékony ellene	Nem hatékony ellene
Protozoa	Szag	Sók
Vírusok	Vas, Mangán	Fluorid
Zavarosság	Szerves anyag	Trihalogén
Nehézfémek (Zn, Cu, Cd, Pb)	Arzén	A legtöbb vegyi anyag

3. táblázat Lassú homokszűrés hatékonysága

A fertőtlenítési eljárások kiválasztása már egy jóval nehezebb dolog. Mivel különböző forrásokból származó vizeket fog kezelni a rendszer, így elengedhetetlen a megfelelő fertőtlenítés elvégzése még akkor is, ha csak WC öblítésre lesz használva a kezelt víz. Például WC öblítés során alkalmazandó újrahasznosított víznél figyelembe kell venni a szagot és a zavarosságot is a felhasználói elfogadás miatt. Ennél azonban fontosabb szempont a különböző baktériumok és fertőzések terjedésének megakadályozása. Különös tekintettel az egyes, esővízből vagy fürdővízből származó szennyeződésekre és a Legionella pneumophila baktériumra. Ha Legionella baktériumot tartalmazó apró vízcseppeket belélegezzük az komoly megbetegedést vagy akár végső esetben halált is okozhat. A szekunder adatok tanulmányozása alapján arra jutottam, hogy a legmegfelelőbb vízfertőtlenítési módszer a réz ezüst ionizáció. Ez a módszer

hatékony, környezetbarát és nem termel a környezetre vagy az emberre veszélyes mellékterméket. Továbbá ezzel a módszerrel az egész vízkezelési rendszer fertőtleníthető és a többi eljárással ellentétben sokkal hatékonyabb a *Legionella pneumophila* baktériummal szemben [18] Amennyiben szükséges a rendszer kiegészíthető még aktív szén szűréssel a megfelelő szag és szín elérése érdekében.

Előnyök	Hátrányok
Biztonságos	Befolyásolja a pH
Nem képződik veszélyes melléktermék	Horganyzott acélt korrodálhatja
Van visszamaradó hatás tehát fertőtleníti az egész hálózatot	A túlzott ionszint a víz feketés és a porcelán levendulás elszíneződéséhez vezethet
Több vízi eredetű kórokozóval szemben is hatékony (<i>Legionella pneumophila</i>)	-
Nem befolyásolja a hőmérséklet	-

4. táblázat Réz ezüst ionizáció előnyei és hátrányai

4.2.3. Mérendő paraméterek

A víztisztító - újrahasznosító rendszer megfelelő és biztonságos működése érdekében elengedhetetlen bizonyos paraméterek mérése, mivel bizonyos határértékek túllépése vagy az átlagshoz képest szokatlan változás negatívan hathatnak a vízminőségére és a rendszer hatékonyságára. Az első és legfontosabb paraméter a hőmérséklet. Ennek a mérése több szempontból is fontos. Elsősorban a *legionella pneumophila* baktérium megelőzése érdekében, mivel ez a vízi organizmus 25°C és 45°C között képes növekedni. Másodsorban, ha a hőmérséklet meghaladja a 30°C-ot az növeli más mikroorganizmusok jelenlétét és a roszdásodás esélyét is. [19] Azonban nem csak a felső határokra kell figyelni, mivel, ha túl alacsony a hőmérséklet az a lassú homokszűrő hatékonyságát rontja.

A következő mérendő paraméter az a pH érték. Elsősorban technológia okokból szükséges, mivel a pH érték befolyásolja a réz ezüst ionizációs fertőtlenítést, illetve a megfelelő értéken tartással elkerülhető a vízkő kiválás. Másodsorban akkor fontos még a pH érték, ha a megtisztított vizet öntözésre is szeretnénk használni, ugyanis a pH érték befolyásolja a talaj tápanyag szolgáltató képességét, azaz nem megfelelő érték esetén egyes tápelemek felvehetetlenné válnak a növények számára és hiánybetegségek lépnek fel. [19] [20]

A már említett értékek mellett fontos mérni a víz elektromos vezetőképességét is. Az elektromos vezetőképesség (EC), melynek mértékegysége mS/cm a víz összes

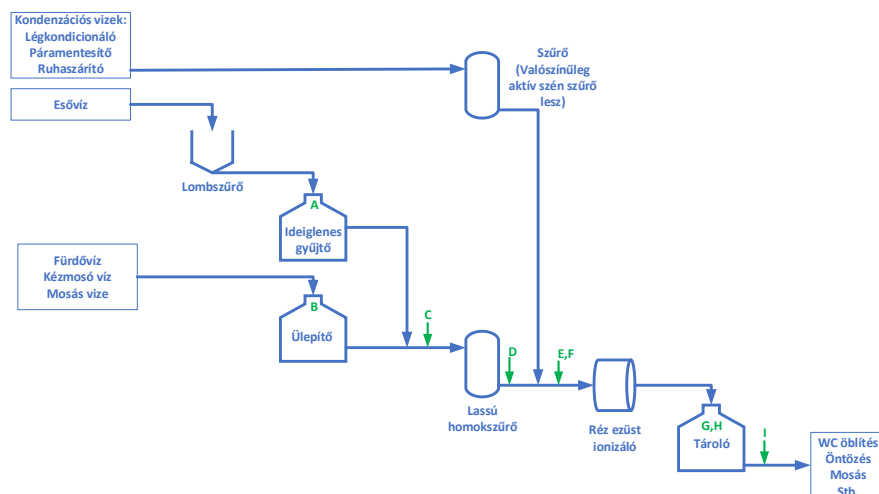
oldott sótartalmára utal. Tehát ahol magas az ásványi sók koncentrációja, ott a vízben nő az ionok mennyisége, vagyis nő a vezetőképesség és az EC-érték magasabb lesz. Ennek a paraméternek a mérése több szempontból is fontos. Egyrészt, ha az újrahasznosított vizet öntözésre használjuk akkor, figyelemmel kell kísérni, milyen minőségű a felhasznált víz, ugyanis a növények nagyrészt oldott ásványi sók formájában képesek felvenni a számukra szükséges tápanyagokat. Másrészt a víz keménységét a benne oldott magnézium és kalcium sók okozzák. Tehát minél keményebb a víz, annál magasabb az EC érték. Amennyiben pedig az újrahasznosított vizet mosásra használjuk, a kemény víz nem tenne jót a mosógépeknek és a mosás hatékonyságát is csökkentené. [19] [21]

Mindezek mellett mérni kell még a zavarosságot, amit turbidimetriának neveznek és folyadékok minőségének fotometriai módszerrel történő meghatározását jelenti. A zavarosság meghatározásához több mértékegység is létezik, én azonban az NTU-t, azaz a nefelometriás zavarossági egységet fogom használni. 1 NTU értéknek 1mg/L szilícium dioxid felel meg. A mérésnek nagy szerepe van a megfelelő lassú homokszűrés elérése érdekében, mivel, ha a megszárt víz zavarossága 1.0 -ás nefelometriás érték alatt marad, akkor a vírusok és baktériumok 90 – 99%-át sikerült kiszűrni. [22] [23]

Végezetül a megfelelő működés érdekében szükséges lesz még a tároló tartály(ok) szintmérésére, illetve a hatékony szűrés és fertőtlenítés meghatározásához az áramlási sebesség mérésére.

5. Logikai rendszerterv

Miután kiválasztásra kerültek a szűrési és fertőtlenítési eljárások, illetve meghatároztam a legfontosabb mérendő paramétereket meghatározható a víztisztító - újrahasznosító alapvető logikai rendszerterve (3. ábra). Ebben ismertetem a legfontosabb technológiai elemeket, illetve a mérendő paramétereket és ezek mérési helyét.



3. ábra Víz tisztító-újrahasznosító logikai rendszerterv

A rendszer első része a kondenzációs vizek szűrését végzi. Mivel ezek a vizek lassan keletkeznek, így véleményem szerint, nagyobb keresztmetszetű csővel elkerülhető az ideiglenes gyűjtőtartály alkalmazása. A kondenzációs vizek ezután egy aktív szén szűrőn keresztülhaladva jutnak el a réz ezüst ionizációs fertőtlenítő berendezéshez, onnan pedig a tároló tartályba.

A rendszer második része az esővíz tisztítását végzi. Mivel az esővíz hirtelen nagy mennyiségben gyűlik össze, azt nem tudná kezelni a lassú homokszűrő és nem lenne megfelelő a szűrési sebesség sem. Ezért itt ki kell alakítani egy ideiglenes gyűjtőtartályt, illetve azelőtt egy lombszűrőt kell elhelyezni, ami kiszűri a falevelek és egyéb természetes szennyeződések. A megtisztított esővíz a homokszűrőt követően szintén a réz ezüst ionizációs fertőtlenítőn keresztülhaladva a tárolóba kerül.

A rendszer harmadik része a szürkevizet gyűjti és tisztítja. Itt egy ülepítő tartályt kell elhelyezni, aminek használatával csökken a szürkevíz zavarossága és ezzel a módszerrel növelhető a homokszűrő élettartama is. Az ülepítőből a lassú homokszűrőn és a fertőtlenítőn keresztül szintén a tárolóba jut a megtisztított víz.

A legfontosabb mérendő értékeket a következő táblázat foglalja össze. Az ábrán a zöld színű betűk és nyilak jelölik ezeket a paramétereket (3. ábra).

Jelölés	Paraméter
A	Ideiglenes gyűjtő tartály folyadékszintje
B	Ülepítő tartály folyadékszintje
C	Lassú homokszűrő bemenő folyadék hőmérséklete
D	Lassú homokszűrő kimenő folyadék zavarossága
E	Réz ezüst ionizáló bemenő folyadék pH-ja
F	Folyadék áramlási sebesség
G	Tárolótartály folyadék szint
H	Tárolótartály folyadék hőmérséklete
I	Megtisztított víz EC értéke

5. táblázat Mérendő paraméterek

6. Okos otthon kompatibilitás

Az általam tervezett víztisztító - újrahasznosító, vízfogyasztás monitorozó és az öntözést hatékonyabbá tevő rendszerek megvalósítását illetően mindenképpen fontosnak tartom az okos otthon kompatibilitás megvalósítását. Ilyen okos otthon rendszerek például a Google Home vagy az Amazon Alexa. A következő táblázat összefoglalja milyen előnyökkel és hátrányokkal jár a kompatibilitás megvalósítása (6. táblázat).

A táblázat alapján látható, hogy a kompatibilitás megvalósítása számos előnnyel és néhány hátránnyal is jár. Összeségében azonban az előnyök kiszorítják a hátrányokat és megfelelő hardver és szoftver létrehozásával elkerülhető a hátrányok megvalósulásának többsége. A kompatibilitás megvalósítása tehát lehetséges és érdemes.

Előnyök	Hátrányok
Információk megjelenítése telefonon: Hiba esetén azonnali beavatkozás lehetősége Karbantartási igény jelzése	Aki nem rendelkezik okosház rendszerrel/eszközzel annak ezt is be kell szerezni
Folyamatos rendszerfelügyelet	Növelheti a fejlesztési időt
Megtakarított víz mennyiségének nyomon követése	Különösen veszélyes lehet, ha internetes vírus támadja meg a rendszert
Csökkenti a költségeket, ha egy már meglévő rendszerrel alakítók ki kompatibilitást	Más szolgáltató applikációjától vagy termékétől is függ a saját termékem
Eladhatóbbak lesznek az eszközök	-
Öntözés egyszerűbb vezérlése	-
Kevesebb vezeték szükséges	-
A felhasználónak nem egy új vezérlőrendszert csupán egy applikációt kell kezelni, amit akár távolról is elér	-

6. táblázat Okos otthon kompatibilitás előnyei és hátrányai

7. Összegzés

Munkám során a víz újrahasznosításnak számos részét vizsgáltam, amelyek ugyan nem mind villamosmérnöki vonatkozásúak, de elengedhetetlenek voltak a problémák feltárásához és a helyes következtetések meghozásához.

A kérdőíves felmérés rámutatott, hogy a lakosság körében növelni kell az olyan programok számát, amelyek elősegítik, hogy a fogyasztók tudatosabb vízfogyasztóvá váljanak és ezzel csökkenjen a pazarlás mértéke. Emellett az is kiderült, hogy ezekre a programokra lenne is igény, ami a H7-as hipotézisem bizonyítja, miszerint vonzóvá lehet tenni a fogyasztók számára a vízfogyasztás csökkentését átfogó és izgalmas tájékoztatás útján. A felmérés során arra is fény derült, hogy számos lehetőség rendelkezésre áll a vízfogyasztás csökkentésére a lakóegységeknél és közintézményeknél egyaránt, ami alátámasztja a H1-es hipotézisem. Tehát sikeres volt a kérdőíves felmérés, sikerült bizonyítani a

témához tartozó hipotéziseket és sikerült olyan információkat gyűjteni, amelyek segítik a rendszer kidolgozását. Összeségében pedig teljesítettem a 4-es célkitűzésem, mivel tanulmányoztam az emberi tényezőt a víz újrahaznosításban és sikerült megoldást is találnom a problémára, amit az információ megosztás című fejeztben részletesen kifejtettem.

Munkám során sikeresen tanulmányoztam a szekunder információkat és ezekből megállapítottam a kutatás szempontjából releváns problémákat, amelyek megoldásának elősegítéséhez ismertettem a lehetséges elképzeléseimet. Azaz a vízfogyasztás monitorozását, az öntözés hatékonyabbá tételét, a víz újrahaznosítást, az információ megosztást és a víztakarékos WC öblítő tartályok és csapok fejlesztési lehetőségeit.

Mindemellett tanulmányoztam az egyes szűrési és fertőtlenítési eljárásokat, illetve a mérendő értékeket. Ezek közül kiválasztottam a megfelelőket a rendszer megvalósításához az ismertett paraméterek alapján és kidolgoztam a víz tisztító - újrahaznosító logikai rendszertervét. Ezzel sikerült bizonyítanom a H6-es hipotézisem, miszerint a Legionella baktérium ellen a réz ezüst ionizációs fertőtlenítés a leghatékonyabb. Továbbá ismertettem a logikai rendszerterv alapján a működést és a mérendő értékek fontosságát is meghatároztam. Ezáltal bizonyítottam a H2-es és H3-as hipotézisem, azaz lehetséges a légkondicionáló, páramentesítő és szárító gépekből származó kondenzációs vizek felhasználása, illetve eleget tettem C1-es és C2-es célkitűzésemnek. Igyekeztem egy olyan rendszert megtervezni, amelyben minél hosszabb a felhasznált eszközök élettartama és a kezelt víz nem veszélyezteti az ételmezser biztonságot vagy a felhasználók egészségét.

Munkám során sikerült bizonyítanom a felvázolt hipotézisek jelentős részét és a célkitűzések nagyobb részének is eleget tettem, azonban sok munka áll még előttem. A jövőben szeretném kidolgozni a víz tisztító - újrahaznosító és a többi eszköz fizikai rendszertervét, illetve elkészíteni ezek prototípusát. A hipotézisek közül még bizonyítanom kell a jövőbeni munkám során, hogy az elfolyó használati melegvíz hőenergiája visszanyerhető és környezetbarát módon felhasználható, illetve, hogy a szürkevíz és esővíz mozgási energiája felhasználható villamos áram termelésre.

Véleményem szerint kutatási eredményeim és következtetéseim hasznosak lehetnek a vízügyi problémák enyhítésében a fejlődő és fejlett országokban egyaránt, illetve csökkenthetik a vízfogyasztásból származó költségeket.

Irodalomjegyzék

- [1] UN. 2018 HLPF Review of SDG implementation:SDG 6 – Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.

[2] The Critical Role of Water in Achieving the Sustainable Development Goals: Synthesis of Knowledge and Recommendations for Effective Framing, Monitoring, and Capacity Development.

[3] VÍZÜGYI ELNÖKI TESTÜLET ZÁRÓJELENTÉS
http://www.keh.hu/pic/upload/files/VET_jelentes_0314.pdf

[4] State-of-Israel. Israeli Know-How and Adaptation Technologies for Climate Change.(14)

[5] UNSGAB. The UNSGAB Journey

[6] Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report on Water and Sanitation 2018. New York, New York 10017, United States of America : United Nations, 2018. ISBN: 978-92-1-101370-2.

[7] WATER USE EFFICIENCY FOR RESILIENT ECONOMIES AND SOCIETIES. 2017.

[8] Corpx. [Online] [Hivatkozva: 2018.. szeptember 24.]
<https://www.cropx.com/>.

[9] Manna Irrigation Intelligence. [Online] [Hivatkozva: 2018.. október 2.]
<https://manna-irrigation.com/team/>.

[10] Phyttech. [Online] [Hivatkozva: 2018.. október 10.]
<https://www.phyttech.com/>.

[11] UN. Introduction to the proposal of the open working group for sustainable development goals.

[12] Facebook Losing Younger Users, but not all are migrating to Instagram. eMarketer. [Online] [Hivatkozva: 2018.. november 2.]
<https://www.emarketer.com/content/facebook-losing-younger-users-at-even-faster-pace>.

[13] Facebook losing young users even faster to Snapchat, eMarketer says. USA Today. [Online] [Hivatkozva: 2018.. november 1.]
<https://eu.usatoday.com/story/tech/2018/02/12/facebook-losing-young-users-even-faster-snapchat-emarketer-says/323765002/>.

[14] Waterwise. Water Efficiency Strategy for the UK. 2017.

[15] The Art of Water Conservation in Israel. [Online] [Hivatkozva: 2018.. szeptember 10.] <https://www.entymag.com/art-water-conservation-israel/>.

[16] Ausztriában a világon elsőként termelnek áramot olajvezetékkel. [Online] [Hivatkozva: 2018.. október 15.]
http://www.kisalfold.hu/kulfold_hirek/ausztriaban_a_vilagon_elsokent_termelnek_aramot_olajvezetekkel/2574032/.

- [17] Rainwater Treatment Guide
<https://www.health.nsw.gov.au/environment/water/Documents/Rainwater-Treatment-Guide.pdf>
- [18] Dr.-N.-Walraven-and-Dr.-C.-Chapman. The efficacy of various disinfection methods against Legionella pneumophila in water systems. 2016.
<https://hollandwater.com/wp-content/uploads/2016/10/10-comparion-Legionella-Disinfection-Techniques-22-09-2016.pdf>
- [19] Zsuzsanna, Dávidovits. A lakossági ivóvízellátás környezetbiztonsági kockázatai csökkentésének lehetőségei és az ivóvízbiztonsági tervezés kapcsolatrendszere. Budapest : ismeretlen szerző, 2015.
- [20] A talajok pH értéke és a tápanyag felvehetőség. <http://kertlap.hu/talajok-ph-erteke/>
- [21] GYAKORI KÉRDÉSEK AZ EC/TDS-MÉRÉSEL KAPCSOLATBAN
http://www.laboreszkozok.hu/Gyakori_k%C3%A9rd%C3%A9sek_GYIK/Gyakori_k%C3%A9rd%C3%A9sek_az_EC/TDS_m%C3%A9r%C3%A9ssel_kapcsolatban.html
- [22] Slow Sand Filtration. [Online] [Hivatkozva: 2018.. szeptember 20.]
<https://sswm.info/sswm-university-course/module-6-disaster-situations-planning-and-preparedness/further-resources-0/slow-sand-filtration>.
- [23] Turbidimetria. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Turbidimetria>
- [24] Sedimentation. [Online] [Hivatkozva: 2018.. szeptember 20.]
<https://sswm.info/sswm-university-course/module-2-centralised-and-decentralised-systems-water-and-sanitation-2/sedimentation>
- [25] Adsorption (Activated Carbon). [Online] [Hivatkozva: 2018.. szeptember 20.]
[https://sswm.info/sswm-university-course/module-2-centralised-and-decentralised-systems-water-and-sanitation-2/adsorption-\(activated-carbon\)](https://sswm.info/sswm-university-course/module-2-centralised-and-decentralised-systems-water-and-sanitation-2/adsorption-(activated-carbon)).