

Csapadékinfrastruktúra fejlesztése tározóval egy újszegedi lakóház esetében

Készítette:

Horváth Csongor

2022

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	1
1.1. Problémafelvetés	1
1.2. Szakirodalmi összefoglaló	2
2. Lakossági csapadékvíz-gazdálkodás	3
2.1. Csapadékvíz hasznosítása DRHW rendszerekkel	4
2.2. Csapadékvíz tározó, mint megoldási javaslat.....	6
2.2.1. Csapadékvíz gyűjtésének folyamata	7
2.2.2. Tározók típusainak összehasonlítása	9
3. A települési csapadékvíz lakossági felhasználásával kapcsolatban készített kutatás	13
3.1. Hipotéziseim	13
3.2. Kérdőív válaszainak elemzése	14
3.3. Hipotézisek megválaszolása	20
4. Csapadékinfrastruktúra fejlesztése tározóval egy Újszegedi lakóház esetében	23
4.1. A lakóház elhelyezkedésének és környezeti adottságainak bemutatása.....	23
4.1.1. Szeged éghajlatának bemutatása	25
4.2. Tározó méretezése és kiépítése.....	28
4.2.1. Tározó méretezése	30
4.2.2. Tározók gazdaságossági összehasonlítás	35
4.2.3. Javaslattétel a tározók kiépítése és kiválasztása kapcsán	39
4.2.3.1. A tározóra vonatkozó szabványok és jogszabályok	40
5. Összegzés	40
6. Irodalomjegyzék.....	43
Képjegyzék.....	46
Ábrajegyzék	46
Táblázatjegyzék.....	46
Térkép jegyzék	46
Mellékletek jegyzéke.....	47
Mellékletek.....	48

1. BEVEZETŐ

A városokban 1980-as évekig a települési csapadékvíz-gazdálkodás abban merült ki, hogy a lehulló vizektől minél gyorsabb és hatékonyabb úton mentesíteni kell a területet. Az ezt megelőző időszakban a korok mérnökei úgy vélték, hogy a nagyobb káresemények úgy előzhetők meg, ha egyesített rendszeren keresztül történik a levezetés. Több főváros, például: Budapest, Berlin, London csatornahálózata is ilyen módon épült ki. Ezen műszaki megoldás egészen addig működött jól, amíg a városi utakról, illetve a helyi ipari területekről érkező szennyvíz hígítóvízként tudott funkcionálni. Az urbanizáció és a nagymértékű technológiai fejlődés, olyan szennyeződések képzett (gépolaj, üzemanyag, szmog, vegyi szennyezők, fémionok), melyek bemosódására a szennyvíztelepek nem voltak felkészülve. Az addig hígítóvízként kezelt esővizet nem tudták ilyen módon hasznosítani. Majd az ezredforduló környéktől az figyelhető meg, hogy az emberek a városokból az agglomerációba költöznek. A városok csatornahálózat fejlesztési koncepciói és technológiái alkalmazkodtak a változásokhoz. A külterületeken már úgy épültek ki a műtárgyak, hogy azokon elválasztott módon történjen az esővíz és a szennyvíz elvezetése. Azonban az elmúlt 20 évben megfigyelhető az, hogy több városban is villámárvizek alakultak ki. Ez annak tudható be egyrészt, hogy a klímaváltozás miatt a csapadékeloszlás koncentrálódik, másrészt egyre intenzívebbé vált a városi felületek leburkolása. A hirtelen nagy mennyiségű eső kezelésére az infrastruktúra nem lett méretezve, emiatt hatékony üzemeltetésük is egyre nagyobb kihívást jelent. A világ aktuális trendjei a környezetbarát megoldások (zöldebbé tétel) felé haladnak, így a megújuló természeti erőforrások használata prioritást élvez. A lehulló csapadékvíz felhasználása egy olyan szegmense a települési csapadékvíz-gazdálkodásnak, melyet jelenleg kevesen használnak ki szakszerűen és hatékonyan. Az összegyűjtött csapadékvíz felhasználása két módon valósulhat meg: hasznosulással (talajvízutánpótlás, beszivárgás) és hasznosítással (vezetékes ivóvíz részleges kiváltása például, wc öblítésnél). Amennyiben a települési csapadékvíz-gazdálkodás a helyben történő hasznosítás irányába fog változni, akkor ez ki fog hatni a lakossági ivóvíz fogyasztásra, a szennyvizek minőségi és mennyiségi paramétereire, a talajvíz utánpótlására és a belterületi lefolyásokra is.

1.1. Problémafelvetés

Dolgozati témám választása egy Szegeden található társasház vízgazdálkodási problémáján alapul. Az utóbbi 5 évben a társasház környezetében azt figyeltem meg, hogy egyre gyakoribbak azon csapadékesemények, melyek során a lehulló esővizet nem tudja levezetni a négylakásos társasház előtt lévő nyílt felszínű csatorna. A műtárgy rövid idő alatt megtelik

vízzel, majd kiönt, melynek következtében elárasztja a társasház kertjét. Az első ilyen alkalom után kezdtem keresni a probléma forrását és megoldási lehetőséget találni arra. Azt tapasztaltam, hogy a csatorna rendszeres takarításának elmaradása következtében az ott felhalmozódó levelek megakadályozzák a víz lefolyását. Az utcában élőknél jeleztem a problémát és kértem őket a rendszeres csatorna takarításra, de ez sajnos nem oldotta meg a problémát. Rövid idő alatt lehulló, nagy mennyiségű csapadékesemény idején ismételt kiöntött a csatorna (a közelben található befogadó az elégtelen kapacitás miatt visszaduzzadt a rendszer).

További gondot jelent az, hogy a szélsőséges időjárási (elsősorban csapadék) események térben és időben változó intenzitással fordulnak elő. Ez azt eredményezi, hogy a száraz időszakokban öntözni kell a növényzetet, összegyűjtött csapadékvíz hiányában vagy kutakból vagy pedig ivóvízellátó hálózatról lehet ezt megoldani. A dolgozatomban a fent említett problémákra kívánok egy költséghatékony és komplex megoldást kidolgozni és javaslatokat tenni a csapadékgyűjtő rendszer kiépítésére.

1.2. Szakirodalmi összefoglaló

Napjainkban az egész világon, így Magyarországon is számos, olyan természethez kapcsolódó probléma merül fel, mely a legtöbb esetben a víz mennyiségi (vízhiány, víztöbblet) problémájából ered. A szárazság és a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék okozta problémákra a szakértők szerint egyfajta megoldást jelenthet hazánkban az integrált vízgazdálkodás (Köles 2011). Az integrált vízgazdálkodás céljainak eléréséhez megoldást jelenthet, ha a vizet tárolni tudjuk, mert akkor annak beszivárgási intenzitása és elfolyásának mértéke a területen szabályozható. A vízfogyasztásunk mértéke, és az ezáltal a keletkezett szennyvíz mennyisége csökkenthető, a csapadékvíz decentralizált módon történő hasznosításával (Szántó és F.Holényi 1995).

Jelenleg a csapadékvízből lefolyás útján keletkezett szennyvíz egyesített vagy elválasztott rendszeren keresztül kerül a szennyvíztisztító telepre, vízkivétel nélkül. Több megoldási lehetőség van annak, hogy a lehullott csapadék helyben hasznosítható legyen. A fenntartható települési csapadékgazdálkodás célja, hogy a lehullott csapadékot helyben gyűjtsük össze, tároljuk és hasznosítsuk. Az alacsony talajvízszinttel rendelkező területeken ilyen megoldás az elszívárogatás (pl. árokban vagy területen hagyással), a komplex megoldást az jelentheti, ha a csapadékvizet a burkolt felületekről csapadéktározóba vezetem be. Zöld infrastruktúrákkal, mint pl. a tetők zöldtetővé alakításával szabályozható a víz lefolyási intenzitása, így csökkentve

a csatornákra és a szennyvíztisztítókra jutó terhelést. Ezenkívül a zöldtető egyfajta tározási lehetőséget is biztosít a víz számára (Hádinger 2013). Nemcsak a tető felületéről vezethető a tározótérbe a víz, hanem a burkolt, akár vízzáró felületekről is. A tárolt víz megfelelő mennyiségben és kellő időben történő zöld felületekre juttatásával biztosítható az egyenletes beszivárgás. Ezzel egyrészt kiküszöbölhető az urbanizáció zöld felületekre gyakorolt negatív hatása, másrészt a csatornában a levonuló árhullámkép is ellaposítható (Gayer és mtsai. 2007) (Matusz-Kalász 2019).

A gyakorlatban felmérés készül a csapadékvíz felhasználásának módjáról a megépítendő tározó optimális kihasználtsága érdekében. A kapott eredmények elemzése után kerül megtervezésre a tározó. A tározó térfogatának meghatározásához a gyűjtőfelület nagyságára és lefolyási tényezőjére, a csapadék mennyiségére és a szűrők hidraulikus szűrési hatásfokára van szükség. A felszín alatti tározók több medencetérre osztásával és sorba kapcsolásával az egyik medence derítő szerepe biztosítható (Köles 2011; Matusz-Kalász 2019).

Véleményem szerint, Magyarországon fejleszteni kellene a csapadékvíz infrastruktúrát, mi több ehhez jogszabályi paradigmaváltásra is szükség lenne. Az első lépés az lehetne, hogy az egyesített rendszerbe való vezetést teljesen meg kellene szüntetni, ez már jelentősen növelné a csapadék felhasználási lehetőségeit. Azt gondolom, hogy a jövőben az lesz a legfőbb cél, hogy a természet adta lehetőségeket környezetbarát módon használjunk ki. Amennyiben a csapadék felhasználása és a benne rejlő lehetőségek helyben kihasználásra kerülnének, az nagymértékben javítana a közvetlen lakókörnyezetekhez kapcsolódó vízgazdálkodási problémákon. A tározó egy olyan egységes megoldással kecsegtet, amellyel helyben tudjuk tartani a vizet, és tudjuk szabályozni annak felhasználását. Japánban például kiépítésre kerültek, olyan földalatti záportározók, amelyek segítségével csillapítani tudták a hálózatra eső óriási pillanatnyi terhelést nagy intenzitású eső esetén (Hayakawa, Nakajima, és Hakoda 2021).

2. LAKOSSÁGI CSAPADÉKVÍZ-GAZDÁLKODÁS

Az esővíz gyűjtése már az ókorban ismert volt, és a lényegi része azóta sem változott. A cél az, hogy a vizet helyben hasznosítani tudjuk, ennek érdekében egy nagy felületet kell biztosítsunk, amelyről a vizet le tudjuk vezetni egy ideiglenes tárolóba. Őseink nagyobb levelek segítségével agyag edényekbe vezették a vizet. Napjainkra a levelek tetőkre és burkolt felületekre, míg az edények tározókra cserélődtek. Hiszen a tiszta víz mindig is kincsnek számított és számít a mai napig is. Azonban néhány helyen, mint például a gyorsan fejlődő városokban megnövekszik a burkolt felületek aránya, amely azt okozza, hogy a lehulló

csapadék nem tud elszivárogni és helyenként központosul és ezzel elöntési problémákat okoz. Emiatt a lehulló esővíz kezelését napjainkban már nem feltétlenül tekintjük szükséges jónak, hanem sokkal inkább megoldandó problémának. Gondoljunk bele, hogy mennyire frusztráló, amikor a városok mélyebben fekvő részein összegyűlik a víz és csak nehezen lehet rajta keresztül jutni, ha egyáltalán ez lehetséges (Thomas és Martinson 2007).

A lakossági csapadékvíz-hasznosítás a nem is oly távoli jövőben egy kardinális kérdés lesz a vízviszatarítás miatt, mert még nagyon kevesen hasznosítják tudatosan a lehullott csapadékvizet otthonaikban. Sok esetben az tapasztalható, hogy a lakókörnyezetünkben lévő burkolt felületekre lehulló csapadékot megpróbáljuk a lehető leggyorsabb módon elvezetni. Csatornák segítségével összegyűjtjük, levezetjük a burkolt felületekről majd a központi csapadék csatornába vezetjük (Aladenola és Adeboye 2010).

2.1. Csapadékvíz hasznosítása DRWH rendszerekkel

A DRWH (Domestic Rainwater Harvesting – Házi Csapadékvíz Gyűjtés), (későbbiekben: DRWH) egy olyan esővízgyűjtési technológia, amellyel a lakókörnyezetünkben lehullott, összegyűjtött és rövidebb vagy hosszabb ideig tárolt esővizet háztartási célokra (öntözésre, mosásra, wc öblítésre) használhatjuk fel. A DRWH angol mozaikszóából az R betűszót nem csak „rainwater” -ként (esővíz) szokták emlegetni, hanem „roofwater” -ként (tetővíz) is. Ez nem véletlen, hiszen a legkézenfekvőbb, hogy a tetőről gyűjtsük össze a csapadékot (Thomas és Martinson 2007).

A tározók általában 1-10 köbméter esővizet képesek befogadni a DRWH rendszerek esetében. A vízellátási módok közül a DRWH technológia abban különbözik a többitől, hogy a vízszállításának az útja nagy mértékben lecsökken, hiszen a tározó közelében felhasználásra kerül az esővíz. A technológiának általánosságban 6 fő jellemzője van:

- A tetőkre hulló csapadékvizet gyűjtjük vele össze.
- Olyan tetőtípust igényel, amelynek lefolyási tényezője $\psi = 0.85-1^1$ között van, vagyis 80-100% a csatornába jut.
- Pontszerű vízforrásnak tekinthető, mert közvetlenül a lakókörnyezetbe kerül felhasználásra a tározóból az esővíz, ergo nem történik vízszállítás számottevő távolságban.

¹ „A lefolyási tényező a lehullott csapadéknak a csatornába jutó hányadát fejezi ki.” (Mrekva és Horváthné 2009)

- Nem függ különösebben a talajtani és domborzati viszonyoktól, így sok területen alkalmazható.
- Elkülönített módon történik a kívánt vízminőség elérése.
- Kémiai és biológiai szempontból általában elfogadható minőségű víz nyerhető belőle.

A tetőkről és burkolt felületekről történő vízgyűjtés csak korlátozott mennyiségben biztosít számunkra vízforrást, de ugyanakkor kényelmes és egyszerű a rendszer üzemeltetése. Ahol fejlettebb rendszerek épültek ki, ott általában a háztartás teljes vízigényét a DRWH rendszerek biztosítják. A vízgyűjtő területe adott, hiszen a ház tetőfelületének mérete nem változik. Azonban egy nagyobb méretű tározóval, amivel az összes tetőre lehulló esőt össze lehetne gyűjteni, ezen feltételek fényében gazdasági szempontból nem kifizetődő. Így azonban ezen rendszer önmagában nagyon nehezen tudja kielégíteni a teljes háztartás vízszükségletét, potenciálja 12%-100% között van. Az összegyűjtött víz minősége függ a tető anyagától, az esővíz tisztaságától és az aktuális évszaktól is. A víz közvetlen tározóból történő ivóvízkénti fogyasztása veszélyes, de a szegényebb országokban, mégis tiszta vízként tekintenek rá. Globálisan nézve a DRWH rendszerek sokkal inkább megbízhatóbb vízforrásként szolgálnak az emberek számára, annak ellenére is, hogy időszakos a víz utánpótlása (Palla és mtsai. 2012; Thomas és Martinson 2007).

A vezetékes ivóvízhez képest a technológia abban tér el, hogy a víznek nem kell hosszasan a hálózatba lennie, hanem közvetlenül a ház mellől történik a felhasználása. A tározóból való vízkivételhez sokkal kisebb nyomás szükséges, mint a víztisztító műtől a fogyasztóig való eljuttatáshoz, de kiegészítő áramforrást kell biztosítani a kivételi műnek. A szárazabb éghajlati adottságú területeken lévő országok lakóinak mind minőségbéli, mind mennyiségbéli előnyt jelent a DRWH rendszer. Hiszen több afrikai ország néz azzal nap, mint nap szembe, hogy a szárazabb időszakokban kevesebb az ivóvízhálózatokra bocsájtható víz, így sokan nem jutnak ivóvízhez (Mwenge Kahinda, Taigbenu, és Boroto 2007; Thomas és Martinson 2007).

A DRWH rendszer célja egyértelműen az, hogy minden ember számára egyfajta kiegészítő lehetőséget biztosítson a csapadékvíz felhasználásra, amely olcsó, könnyen üzemeltethető, kevés karbantartási igénnyel rendelkezik és függetleníteni tudja az embereket az ivóvíz szolgáltatóktól való kitettségétől. Ennek megfelelően a rendszer az önellátó és környezetbarát integrált csapadékvíz hasznosítási megoldások egyik nagy előfutára.

2.2. Csapadékvíz tározó, mint megoldási javaslat

A fenntartható települési csapadékvíz-gazdálkodás elengedhetetlen feltétele a csapadékvíz helyben történő hasznosítása. A hasznosításra számos megoldás létezik, például: tározók, beszivárogtatást segítő felületek, szikkasztók, esetleg esővízgyűjtő tavak. Ámbár ezen megoldások hatékony kiépítése és üzemeltetése még nem széleskörben ismert lehetőség, de a jövőben ezen technológiák az alkalmazása az újrahasznosítás lehetősége miatt valószínűleg világszinten elterjed. A cél az lenne, hogy az emberek a lehetőségeikhez mérten helyben, hasznosítani tudják a lehulló csapadékvizet, ezzel megvédve a rendelkezésre álló vízkészletet. Az esővízgyűjtés helyben történő megoldásával közvetlenül lakókörnyezetünkben történhetne a felhasználás. Így akár kiváltásra kerülhetne a vezetékes ivóvízzel történő öntözés, wc öblítés, vagy akár a ház körüli tevékenységek jórésze. Magyarországon a lakásban lévő vízhálózatra történő tisztított csapadékvíz bevezetése nem lehetséges az MSZ EN 16941-1:2018² szabvány előírásai miatt. A szabványból kiderül, hogy tározóból csak külön csövezéssel vezethető az ingatlanba a felhasználására szánt csapadékvíz. Az összegyűjtött víz minőségi paramétereit (pH, vezetőképesség, szervesanyag tartalom stb.) jelentősen befolyásolja gyűjtőfelület anyagi minősége. A felületről a vízbe oldódó ionok, szerves anyagok miatt, a tározóba érkező víz minősége olyan mértékben romlik, hogy az már közvetlenül nem szivárogtatható el a talajba. A tetőfelületekről összegyűjtött csapadékvíz tisztasága annak felhasználása előtt ajánlott, mert tisztaság hiányában az ivóvízszabvány követelményeitől nagymértékű eltérést mutat, nem felel meg a közegészségügyi előírásoknak. (Csapák és Fehér 2008).

A csatornázási díjat Magyarországon nem választják szét szennyvízelvezetési, szennyvíztisztítási, illetve egyesített rendszer esetében csapadékelvezetési díjakra. A fogyasztó a csapadékvízelvezetési díjat, elválasztott csatornarendszer esetén adó formájában fizeti meg. Továbbá a 58/2013. (II. 27.) Korm. rendelet 85.§ (5) értelmében:

„Elválasztott rendszerű szennyvízelvezető műbe csapadékvizet, egyesített rendszerű szennyvízelvezető műbe a víznyelőn keresztül szennyvizet, továbbá elválasztott rendszer esetén a csapadékvíz-elvezető műbe szennyvizet juttatni tilos.” - (Magyarország Kormánya 2013).

Ha azonban a lakástulajdonos csapadékvizet használ fel, például öntözési tevékenységre, a fizetendő összeg nem, vagy csak kis mértékben (önkormányzati támogatás miatt) például, Salgótarjánban csökken. Az Európai Uniónak azon irányelvét, amely szerint "a szennyező

² MSZ EN 16941-1:2018 - A keletkezés helyén hasznosító, nem ivóvízellátó rendszerek 1. rész. Csapadékvíz hasznosító rendszerek c. európai-magyar szabványban

fizet" nyilvánvalóan nem érvényesíti és nem éri el azon törekvését, hogy ösztönzőleg hasson a lakosságra. Ámbár a felhasznált csapadékvíz elvezetés után Hollandiában és több német tartományban sem kell fizetni, hazánkban még ezen módosítás nem valósult meg. A települési csapadékvíz-gazdálkodásra egyértelműen jó hatást gyakorolna az, ha az esővizet nem direkt a csatorna hálózatokon keresztül vezetnénk el a területről, hanem helyben hasznosítani tudnánk. A tározóval csökkenteni tudnánk a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű eső okozta villámárvizek csúcsvízhozamát ezzel együtt, pedig a kertek, utak, lakóházak elöntésének a veszélye is csökkenne (Hádinger 2013).

2.2.1. Csapadékvíz gyűjtésének folyamata

Az esővíz gyűjtésének legkönnyebb módja az, ha a tetőfelületekről ereszcsonatán keresztül lefolyó vizet egy tározóba vezetjük. Amennyiben az összegyűjtés csak a tetőfelületekről történik, akkor viszonylag tisztának nevezhető, hiszen a tetőfelületen nincsen, például zsír-és olajszenyeződés. Ugyanakkor a tetőről lefolyó víznek a minősége nagyban függ a tető anyagától. Fontos, hogy a tető lehetőleg úgy legyen kialakítva, hogy rajta különböző moha és zuzmó fajok ne telepedhessenek meg. Így a tetőfedés anyagi minőségének szempontjából a zománcozott cserép, palakő, üveg a leginkább ideális. Bizonyos fenntartásokkal kezelve ugyan, de elfogadható a nem zománcozott cserép, bádoglemez, mesterséges pala, betonburkolat (akár lapos tetők esetében is) és akár a műanyag is a tető anyagi minőségének szempontjából (Kószó 2005; Thomas és Martinson 2007; Ország 2015). Kevésbé vagy egyáltalán nem alkalmas a tetőhöz az ólom, a réz és az alumíniumból készült tető ugyanis a savas kémhatású eső következtében kis mennyiségben kioldódnak ezen anyagok (Palla és mtsai. 2012). Szintén ugyanezen anyag kioldódási probléma miatt nem ajánlatos a fazsindelyes tető alkalmazása, mert a fából kioldódó szerves anyagok a baktériumok elszaporodásának táptalaja. A kátrány és a bitumen sem igazán alkalmas arra, hogy megfelelő legyen a gyűjtés szempontjából, mert a tetőre eső víz átvesz egyfajta kellemetlen gumis illatot (Ország 2015). A különböző azbeszt anyagok több helyen is tetőfedő anyagként szolgálnak hazánkban, de az Európai Unió már az 76/769/EGK tanácsi irányelvben szabályozta ezt, de a 1999/77/EK irányelvben módosításokat a szabályozásokat, melyek 2004 óta már Magyarországon is hatályosak:

"6.1.Krokidolit, CAS 12001–28–4Amozit, CAS 12172–73–5Antofillit azbeszt, CAS 77536–67–5Aktinolit azbeszt, CAS 77536–66–4Tremolit azbeszt, CAS 77536–68–6 | 6.1.Ezeket a szálakat és e szálakat szándékosan tartalmazó termékeknek a forgalomba hozatala és használata tilos.

6.2.Krizotil, CAS 12001–29–5 | 6.2.Ezt a szálát és e szálát szándékosan tartalmazó termékeknek a forgalomba hozatala és használata tilos.” (Európai Községek Bizottsága 1999).

Ennek értelmében az azbeszt rákkeltő hatása miatt nem alkalmas arra, hogy tetőfedésként alkalmazni lehessen. Hazánkban jelenleg is több palatetővel rendelkező épület található meg, melyek mielőbbi cseréje lenne szükséges. A zöldtető vagy gyepesített tetőről a csapadékvíz gyűjtése nem túlságosan hatékony, mivel a lehulló esővíz magában a zöldtetőben kerül tározásra. Később a növényzet a tárolt vizet felhasználja, elpárologtatja. Nagyobb csapadéktevékenységek során ugyan érkezhethet annyi víz, hogy begyűjtésre is kerülhessen az esőből. Viszont az ekkor begyűjtött víz minősége nem megfelelő, barnás színű és humuszt tartalmaz szuszpenzió formájában. A zöldtető esetében a lefolyási tényező értéke csupán $\psi = 0,3$. Minden burkolat rendelkezik egyedi lefolyási tényezővel, amely megmutatja számunkra, hogy az összegyűlekezési helyről a lehullott csapadék hány százaléka gyűjthető össze. Tehát, ha egy cserépfedés lefolyási tényezője $\psi = 0,9-0,95$, akkor a lehulló csapadéknak 90-95%-a gyűjthető össze az ereszcatornával. Az egyes tetőtípusok lefolyási tényezőit a szakirodalmak sem kezelik egységesen a különböző anyagi minőségek miatt. A lefolyási tényező értéke nagyban függ a tető anyag porózusságától és hőenergia felvevő képességétől. Hozzávetőlegesen azonban, az alábbi táblázatban összefoglaltam az általam fellelt szakirodalmakból kinyert, egyes tetőtípusokhoz alkalmazható lefolyási tényező értékét.

Tető típusok	Lefolyási tényező (ψ)
Palafedés, agyagcserépfedés, zománczott cserépfedés	0,9 – 0,95
Nemjárható lapostetők	0,9 – 0,95
Fémlemezfedés	0,85 – 0,95
Betoncserépfedés	0,8
Kavics leterhelésű tetők	0,5 – 0,6
Zöldtetők	0,3
Szalma, pálma, nád	0,2
Azbesztfedés (már nem használható burkolat)	0,8 – 0,9

1. sz. táblázat: Tetőburkolatok lefolyási tényezője

(Saját szerkesztés, adatforrás: (Thomas és Martinson 2007; Mrekva és Horváthné 2009; Flórián 2009; Köles 2011; Hádinger 2013))

A tetőfelületről ereszcatornákkal gyűjtjük és vezetjük le a tartályokba a csapadékvizet. Az ereszcatornáknak is több anyagi minősége lehet például: alumínium, bádogg és műanyag. Az ereszcatornákat érdemes szezonálisan tisztítani és karbantartani a hosszútávú hatékony használat miatt. Annak érdekében, hogy a tározóba ne kerüljön falevél, egyéb állati

szervesanyag célszerű szűrőket elhelyezni. Vannak, akik dróthálót helyeznek el az ereszfőlé, így a tározóba nem kerülhet nagyobb szennyeződés. A drótháló 0.5-1 mm átmérőjű hézagokkal rendelkezik, és létráról könnyen tisztítható. Amennyiben nem az ereszfőlé kerül szűrő, akkor érdemes az ereszfüggőleges lefolyócsövébe helyezni különböző méretű rácsokat és azokat tisztítónyílásokon keresztül időnként tisztítani, de ez idő-, és karbantartási igényes. Az eresznek a szűrőkkel együtt is képesnek kell lennie arra, hogy a nagymennyiségű csapadékot le tudja vezetni, hogy ne keletkezzen kiöntés. Általánosságban elmondható az, hogy szűrők hidraulikus szűrési hatásfoka 0,9 (hatékonyság 90%), a finomabb szűrők esetében ez az érték egyre csökken, hiszen minél kisebb réseken tud keresztül folyni a víz a hidraulikus hatásfok annál kisebb lesz. A tetőfelületeken lerakódó por és finom homok miatt a felszín alatti tározóba vezetés előtt, érdemes üleptető medencét alkalmazni, melyet úgy kell elhelyezni, hogy lerakódott iszapot könnyen el lehessen belőle távolítani. Az üleptető részből túlfolyón keresztül távozik a víz a tározó felé (Thomas és Martinson 2007; Ország 2015).

A vízfelhasználás a háztartásokban alapvetően két nagyobb csoportra osztható szét. Az egyik csoportba azon tevékenységek sorolandók, amelyhez ivóvíz minőségű víz szükséges (mosás, főzés, tisztálkodás). Ezzel szemben a másik csoportba olyan tevékenységek tartoznak például: wc öblítés, locsolás, melyekhez nem feltétlenül szükséges szabványszerű, közegészségügyi szabályokat is kielégítő minőségű víz. Ezeket, akár csapadékvíz felhasználásával is ki tudnánk elégíteni, a megfelelő technológiai feltételek mellett. A helyben összegyűjtött csapadékvízzel, pedig akár a teljes vízfogyasztásunk 30%-át is fedezni lehetne. (Illés 2015)

2.2.2. Tározók típusainak összehasonlítása

A tározók elhelyezkedése alapján két nagy csoportra oszthatók, felszín alatti és felszín feletti tározókra. Mindkét esetben az a lényeges, hogy a tetőről lefolyó csapadék egy nagyobb űrtartalmú tározó térbe érkezzen, melyből a kellő időben kerül csak felhasználásra. Általánosságban elmondható, hogy a csapadékvíz már a tetőre érkezése előtt savas kémhatással rendelkezik azzal együtt is, ha légszennyezési paramétereket figyelmen kívül hagyjuk. A felületekkel való érintkezés előtt ásványi sókat nem tartalmaz. A tározó anyagának, így érdemes olyat választani, amely az esővíz természetes savasságát semlegesíteni tudja vagy legalább a savasságának mértékét nem növeli (Hádinger 2013; Illés 2015; Ország 2015).

A felszín alatti tározók esetében a tározó tér a felszín alatt van, így onnan azt valamilyen technológia segítségével felszínre kell hozni. A legkorszerűbb és leghatékonyabb ezen problémának egy külön szerelőaknában elhelyezett szivattyú, amely az igényeket kielégítő

szállítókapacitással és emelési magassággal rendelkeznek. A szivattyúhoz további kapcsolódó gépészeti, csövezési, tisztítási megoldásokból már sok, merőben eltérő típus található, melyek működése összetett, így ezekre részletesen nem térek ki. Az esővíz tisztításhoz általában klór tablettát, aktívszén szűrőt, UV sterilizálót, membránszűrőt alkalmaznak. A felszín feletti tározóknál a víz transzportációja nem jelent gondot, mert a tárolt víz kivétele vagy gravitációs úton a tartály alsó részéből, vagy pedig a tartály felső részéből merítéssel történik.

A felszín alatti tározóknak a legfőbb előnye az, hogy minimális nyoma van a felszínen, ennek esztétikai és praktikai előnyei is vannak. A vizet talaj az évszakok függvényében hűti, így a hőmérséklete jóval alacsonyabb, mint egy felszín feletti tározóból kivett víznek. Viszont az előnyök, több nehézséggel is járnak, a tározó talajba történő lehelyezéséhez egy nagyobb gödört kell biztosítani. A munkagödört olyan mélységben kell kiásni, hogy a belehelyezett tározó felső síkja fagyhatár alatt legyen. A gödör alján tömörített ágyazati réteget kell kialakítani, kulé kavics és homokos kavics segítségével a vízelvezetés és stabilitás miatt. A kiásott gödörben a nem megfelelő tömörítés miatt kialakulhatnak egyenlőtlen süllyedések, amelyek megdönthetik a tározót. Meg kell győződjünk arról, hogy abban a mélységben, ahol a tározó alsó síkja van, nincs talajvíz; ha van talajvíz, akkor vasbeton alaplemezhez történő lefogadás szükséges annak érdekében, hogy ne történjen felúszás. Ha a tározó anyaga lehetővé teszi azt, hogy a talajvízből beoldódó szennyezőanyagok hatással legyenek a vízminőségre, akkor ez ellen védekezni kell. Mivel a felszín alatt helyezkedik el tározó, így nehezen észlelhető az, ha a tározó fala megsérül és szivárog belőle a víz. A vízkivétel külön gépészetet igényel, amelynek áramforrást kell biztosítani. A tározó fedlapjának elmozdulása esetén balesetveszélyes.

A felszín alatti tározók alakja lehet: henger, téglatest, kocka, gömb/félgömb. Az anyagi minőség egyfajta megkötést is képez a tározó alakjának szempontjából, például: téglából nem praktikus gömb formájú tározót építeni, (holott a gömb alakú tározók tisztítása könnyebben megoldható, mint a téglatesté, hengeré és egyenletes terhelésnek vannak kitéve) mert hosszadalmas, bonyolult és nem igazán hatékony. A felszín alatti tározók anyagát tekintve általában négy nagy csoportba oszthatók:

- műanyagtározók
- fémtározók
- betontározók
- téglából készült tározók.

Műanyagtározók anyaguk miatt hosszútávú föld alatt történő használata nem feltétlenül ideális, a felszín alatt ható erők folyamatos számottevő hatást gyakorolhatnak a tározók oldalfalára. A henger alakú műanyag tározókat emiatt, például: acélmerítésekkel látják el. Talajvizes területeken nem ajánlott a földbe helyezésük, mert felúszás elleni védelmet kell biztosítani számukra. A védelmet úgy kell kialakítani, hogy ~ 7-15 centiméter vastag vasbeton alaplemezeket kell készíteni az az ágyazati réteg fölé. Ezután pedig a vasbeton alaplemezekre helyezett tározókat rá kell erősíteni. Abban az esetben, ha nem zöld felület alá, hanem burkolt felület (például: térkő) alá helyezzük a tározókat, akkor számolni kell a gépjárművek súlyából származó esetleges terhelésekkel. Ekkor nagyobb figyelmet kell a méretezés során a palástnyomás meghatározására fordítani. Abban az esetben lép fel a palástnyomás, ha a nyomóerő (például: a felszínen haladó autó) a hengeres felületre gyakorol hatást, és ezen felületen oszlik el. A műanyag szilárdsági, rugalmassági tulajdonságai miatt nem is ajánlott közvetlenül burkolat és földborítás alá helyezni. A földbe helyezett műanyag tározók fölé felső vasbetonlemezek készítése vagy áthidaló elemek elhelyezése szükséges, abban az esetben, amennyiben azok ki van téve nagyobb mértékű palástnyomásoknak. A lemezek felső síkját úgy érdemes megválasztani, hogy az a földfelszíntől számított -80 cm és -100 cm-re mélyen helyezkedjenek el a fagyhatár miatt. A műanyagból készült tározók a többi tározóhoz képest költséghatékonyabb (lásd tározók gazdaságossági összehasonlítása). A műanyag környezet károsító hatása miatt egyes országokban, például Srí Lankán műanyagtermékekre vonatkozó adók miatt jóval drágább ezen tározó típus. Emiatt a műanyag tározók ezekben az országban kevésbé terjedtek el. Ugyanakkor a korrózióálló anyagok szennyező, káros anyagoknak nagy mértékben ellenállnak és tisztításuk nem igényel különösebb képzettséget (Thomas és Martinson 2007; Ország 2015).

Az acélból készült tározók önsúlya önmagában nem elég ahhoz, hogy ne kelljen felúszás elleni védelmet biztosítani. Így a talajvizes területeken az acéltartályokat is a műanyagtartályokhoz hasonlóan kell elkészíteni, ágyazati réteggel és alaplemezzel. Az acéltartályok már jobban kezelik a dinamikus terheléseket, mivel esetleges alakváltozásuk könnyebben végbe megy, tönkremenetel (korrózió okozta károsodás) nélkül. Alsó és felsőlemezek helyett akár betongyűrűket is alkalmazhatunk a tartályok szilárdságának javításához. Az acélból készült tartályok már jóval költségesebbek, mint a műanyagból készültek. Az ilyen tartályokhoz sok ember juthat úgy hozzá, hogy korábban már valamilyen vegyi vagy erősen környezetkárosító anyagot tároltak benne, de kihasználatlanság miatt értékesítésre kerültek. Fontos, hogy használat előtt tájékozódjunk arról, hogy milyen anyagot

tároltak benne és annak megfelelően gondoskodjunk a szakszerű tisztításukról. A talajban és az összegyűjtött esővízben lévő korrodáló anyagok nagy hatást gyakorolnak a tartályokra, ezért savállónak és korrózióállóknak kell lenniük. A belső részüket esetlegesen további műanyag burkolattal látják el. (Thomas és Martinson 2007; Ország 2015).

A gyakorlatban a helyszínen készített betontározók építése nem terjedt el, helyette előregyártott betontározókat alkalmaznak. Ezek választása talán a legideálisabb, amennyiben a tartósság a fő szempont. Ennek megfelelően a fejlett országokban, ahol meg tudják fizetni ezen tározók telepítési költségeit, ott terjedt el a használatuk. Például Németországban jóval nagyobb, akár 35 m³ – es tározókat is telepítenek. A beton tározók önsúlya önmagában elég arra, hogy felúszás elleni méretezésüket ne kelljen elvégezni. Az előregyártott tározókat gyakorlatilag a megrendelő igényei szerint készítik el, nincs kötöttség formai szempontból. A felszín felől érkező dinamikus terhelésekkel szembe jóval ellenállóbbak, mint az fém és műanyag típusok. Az előregyártott beton tartályok helyszínre szállítása és gödörbe történő elhelyezése, bedaruzása is komoly logisztikai feladat, a tározó tömege miatt. Komolyabb problémát okozhat még a műanyag és az acél tározókhoz képesti nagy önsúly okozta egyenlőtlen süllyedés, ebből az következik, hogy a talajmechanikára (altalaj tömörítés, talajvíz esetén víztelenítés stb.) komolyabb figyelmet kell fordítani.

Tégla falazattal rendelkező tározók, a szegényebb országokban terjedtek el, mert ott helyben megtalálható, előállítható és elérhető a nem túl tehetős emberek számára is. Viszont a téglafalazat önmagában nem túl jó megoldás arra, hogy tározót épüljön belőle. Vízáró szigetelés hiányában könnyen átnedvesedik és a közvetlen környezeti hatásoknak kitett anyag pedig szerkezeti tönkremenetelt szenved el. A csapadék, amit tárolunk benne nem semleges kémhatú és a téglára érzékeny kémiai hatásoknak való kitettségnek, emiatt védelmet kell számára biztosítani. Ennek megfelelően belső oldalon vékony malter réteget érdemes felhordani, majd burkolatot (csempét) célszerű felhelyezni ezzel óvva a téglát az átázástól és a kémiai hatásoktól. Napjainkban a vízzáróság biztosításnak érdekében speciális habarcsot alkalmaznak. A téglafal külső oldalát pedig bitumenes szigeteléssel érdemes bevonni, hogy talajvíz ne áztassa a falakat, illetve, hogy a pórusokon keresztül ne juthasson be a tározótérbe. Ezekből következik, hogy nem praktikus téglából csapadékvíz tározókat építeni (Thomas és Martinson 2007; Ország 2015).

3. A TELEPÜLÉSI CSAPADÉKVÍZ LAKOSSÁGI FELHASZNÁLÁSÁVAL KAPCSOLATBAN KÉSZÍTETT KUTATÁS

Felmérést készítettem arról, hogy a lakosság miként kezeli a csapadékvizeket jelenleg Magyarországon. A kutatás Google Űrlap segítségével, a kapott adatok feldolgozása, kezelése és a diagramok készítése Excel programmal történt. Az elkészített kérdőív összesen 20 kérdést tartalmazott a témával szoros összefüggésben (lásd: 1.sz. melléklet). A kutatáshoz kapcsolódó kérdések megválaszolása anonim módon történt. A kérdéseket úgy tettem fel, hogy 4 db kérdés kivételével csak egy válaszlehetőség volt kiválasztható. Volt olyan kérdés a kérdőívben, melyre nem volt kötelező válaszolni, mert az azt megelőző kérdésre adott válasz kizárta annak megválaszolási lehetőségét. Annak érdekében, hogy jól kezelhető és egyértelmű eredményeket kapjak a kérdőívben nem alkalmaztam nyitott kérdéseket. A kérdések között (szürkevíz³) egy olyan fogalom volt, mely a köznyelvben nincs általános használatban, ennek a definiálását a vonatkozó kérdések leírásában tettem meg. A kérdőív alapvetően 4 fő részre bontható fel:

1. Általános kérdések
2. Csapadékvíz gyűjtésének módjaira vonatkozó kérdések
3. Csapadékvíz felhasználására és annak módjaira vonatkozó kérdések
4. Felszín feletti/alatti tározókkal kapcsolatos gazdasági kérdések.

A felméréssel az volt a célom, hogy felmérjem azt, hogy az embereknek milyen módszerük van az esővíz ideiglenes visszatartására és miként hasznosítják azt. Emellett a kérdőív (1. sz. melléklet) segítségével a települési csapadékvíz lakossági felhasználásával kapcsolatos hipotéziseimet (H_1 - H_7) tervezem igazolni.

3.1. Hipotéziseim

A felmérés elkészítésekor azt feltételeztem, hogy:

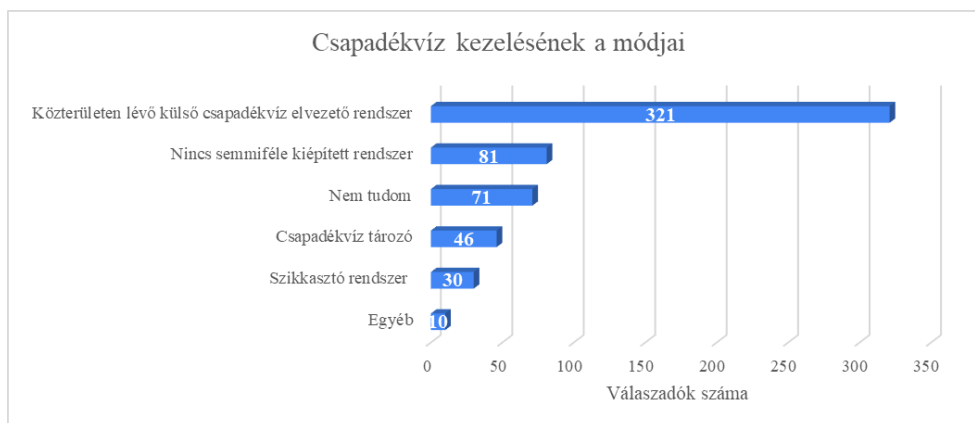
- H_1 : a válaszadók több, mint 50%-a nem használ semmilyen technológiát annak érdekében, hogy az esővizet helyben hasznosítsák.
- H_2 : a kitöltők, több mint 50%-a tározó segítségével helyben gyűjtené és hasznosítaná, nem pedig elvezetné a lehulló csapadékvizet, amennyiben erre lehetőségük lenne.
- H_3 : a lakosság körében a legelterjedtebb az, hogy felszín feletti tározóval gyűjtik össze a csapadékvizet.

³ szürkevíz: Olyan szennyvíz, mely relatíve kis mértékben szennyezett (nem tartalmaz ürüléket, gépolajat, üzemanyagot és nagy mennyiségű háztartási zsír és olaj szennyeződést), háztartások esetében általában mosogatás, fürdés, mosás, csapadékesemény során keletkezik, de emberi fogyasztásra nem alkalmas megtisztítás nélkül.

- H₄: a kutatásban résztvevőknek a 25%-ánál, településükön lévő önkormányzat a felszín feletti esővíz tározók kiépítési költségének felét finanszírozta.
- H₅: az összegyűjtött esővizet a megkérdezettek főleg: öntözésre, wc öblítésre és autómosásra használnák fel.
- H₆: a kérdőívet kitöltő, mint több 50%-a vezetékes ivóvízzel öntöz.
- H₇: a kutatásban résztvevők több, mint 50%-a az öntözési időszakban, átlagosan napi 80 litert feletti vízmennyiséget használ fel öntözés céljából.
- H₈: a téglából készült tározók a legalkalmatlanabbak arra (a tégl anyagi minősége miatt), hogy vizet tároljunk bennük.
- H₉: a felúszás elleni méretezést a felszín alatti tározók esetében csak akkor kell végezni, ha a talajvízszint az átlagos távolsága a felszíntől számítva -2 méternél feljebb található.
- H₁₀: a zománcozott cserépről hatékonyabb gyűjthető az esővíz, mint a betoncserépről, ha ugyanazon körülmények közt használjuk őket.
- H₁₁: a teljes tetőfelületen elhelyezkedő zöldtető és a csapadékvíz tározó együtt is képes hatékonyan és jól működő rendszerként üzemelni.
- H₁₂: a nyári időszakokban a vizsgált lakóház esetében az átlagos havi 8 m³ vezetékes ivóvízbéli többletfogyasztás biztosan az öntözés miatt keletkezett.
- H₁₃: a lakók az öntözésre szánt vízigénye legalább 50%-kal megnövekszik az elkövetkező 2 évben.
- H₁₄: a tározóval megoldható lenne az, hogy intenzív esőzés után ne öntsön ki a vizsgált lakóház előtt elhelyezkedő nyílt felszínű csapadékvíz elvezető csatorna.

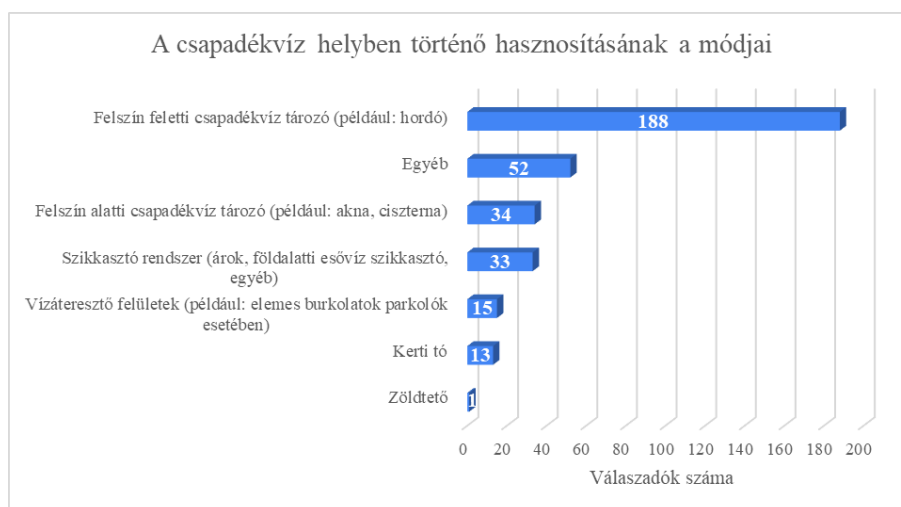
3.2. Kérdőív válaszainak elemzése

A települési csapadékvíz lakossági felhasználásával kapcsolatban készített felmérésemet összesen 516-an töltötték ki. A kitöltők 75%-a (387 fő) 25-65 év közötti, míg a fennmaradó 25%-ból, 56 fő 65 év feletti, illetve 73 fő 25 év alatti. A kutatásban rákérdeztem arra, hogy a kitöltők lakhelyének milyen a településük típusa, a válaszadók 47,1%-a él megyeszékhelyen; 23,1%-a városban, amely nem megyeszékhely; 21,3%-a faluban, 7 %-a fővárosban és 1,6 %-a tanyán. A felmérésben az első a konkrét témához kapcsolódó kérdés az volt, hogy milyen módokon kezelik otthonaikban a lehulló esővizet. Ezen kérdésben a több válasz lehetősége is adva volt.



1. sz. ábra: Csapadékvíz kezelésének a módjai
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

Az 1. számú ábráról leolvasható az, hogy a megkérdezettek legnagyobb részben, több mint 60%-ban közterületen lévő külső csapadékvíz elvezető rendszert használnak. Ez azt jelenti, hogy abban az esetben, ha összegezem a többi lehetőséget, akkor is többen használnak elvezető rendszert. Viszont az eredmények szűrése után kiderült az, hogy a 321 válaszból 31 olyan válasz érkezett, mely szerint nem csak elvezető árkot, hanem ezzel együtt más technológiát is használnak az esővíz kezelésére. A 31 válaszból 15 esetben tározót, míg 9 esetben szikkasztót használnak, a maradék 7 esetben adott válasz a többi lehetőség közt oszlik meg. Megkérdeztem a kutatásban azt is, hogy használnak-e a kitöltők valamilyen technológiát/technológiákat arra, hogy az esővíz helyben hasznosításra kerülhessen. Azt az eredményt kaptam, hogy azok, akik használnak, ők az összes válaszadónak csupán 38%-át teszik ki. Az 1. számú ábrán jól látható, hogy azon 196 fő, akik használnak egy vízvizsszatartó módszert, ők számos esetben többféle technológiát is alkalmaznak.



2. sz. ábra: A csapadékvíz helyben történő hasznosításának a módjai
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A 2. számú ábráról az is leolvasható, hogy a felszín feletti csapadékvíz tározó magasan a legelterjedtebb ideiglenes esővíz visszatartási mód az összes lehetőség közül. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy kiépítésének költsége nem túlságosan megterhelő, a költségeinek a megterülése viszonylag rövidtávú, illetve könnyen beépíthető egy használatban lévő ház esetében. A több válaszlehetőség miatt is alkalmaztam a szűrés lehetőségét és azt az eredményt kaptam, hogy 28 esetben kombinálják a kitöltők a felszín feletti tározójukat valamelyik másik technológiával. 2 esetben fordult az elő, hogy hármát is használnak a válaszadók. Az egyik ilyen esetben felszín feletti tározó mellett, felszín alatti tározót és vízáteresztő felületeket használ a kitöltő. A másik válaszadó a felszín alatti tározó helyett szikkasztó rendszert használ a tározó és a vízáteresztő felület mellett. A csapadék helyben hasznosítási kérdésél számítottam arra, hogy kevesebben kitöltőnek van jelenleg tározója. Ezzel kapcsolatosan az alábbi kérdést tettem fel: Van-e Önnek arra lehetősége, hogy a lakókörnyezetében a lehullott csapadékvizet helyben hasznosítsa? (3. számú ábra) És az alábbi eredményt kaptam:



3. sz. ábra: A lakókörnyezetében lehullott csapadékvíz helyben hasznosításának a lehetősége
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A kutatásban résztvevő 516 fő 16,1%-a nem él és nem is élne a csapadék helyben történő hasznosításának a lehetőségével. Ez összesen 83 főt jelent, a többi 433 főből 196 fő már él ezen lehetőséggel, így könnyen kiszámítható, hogy a kitöltők 45,9%-a, ami 237 főt jelent nyitott lenne arra, hogy a csapadékvizet helyben hasznosítani tudja. Ebből azon konklúzió vonható le, hogy nem az emberek csapadékvízzel szemben támasztott érdektelensége az, amiért sokan nem hasznosítják helyben az esővizet.

A helyben hasznosítással kapcsolatban további kérdéseket tettem fel a kitöltők számára, mégpedig olyan céllal, hogy megtudjam mire szeretnék felhasználni a csapadékvizet. Először

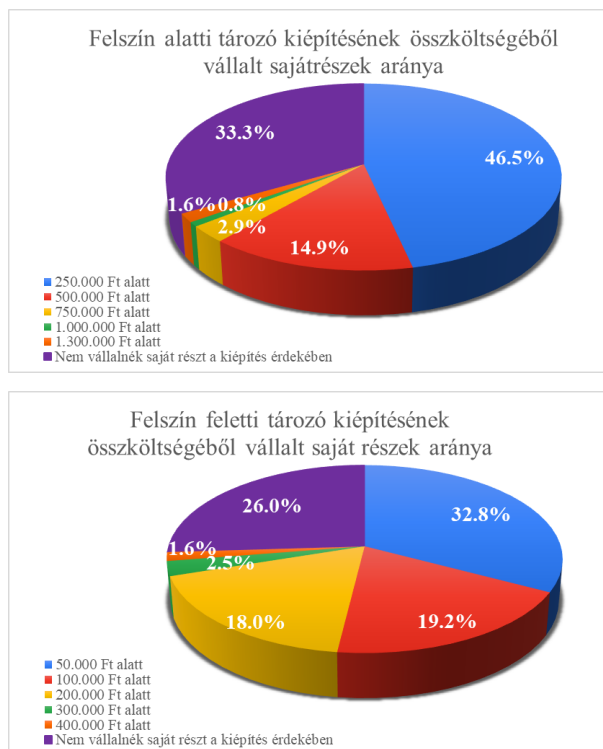
azzal kapcsolatban tettem fel kérdést, hogy milyen módon történne a hasznosítás. Három válaszlehetőséget adtam meg. A válaszadók 66,7%-a tározással, 28,7%-a pedig talajba történő beszivárogtatással hasznosítaná a rendelkezésére álló esővizet. Mivel a tárolás az esővíz hasznosítás legelterjedtebb módja, így ennek kapcsán arra voltam kíváncsi, hogy azoknak, akik jelenleg van bármiféle tározója ők mire használják, illetve akiknek nincs, de szeretnék ők mire használnák fel. Az eredmények alapján az 516 kitöltőből 282 főnek nincs kiépített tározója, illetve 18 fő nem használná semmire sem az esővizet. A tározóval rendelkező válaszadók közül 191 fő használja öntözésre, 55 fő autómosásra/takarításra és 54 fő wc öblítésre az összegyűjtött csapadékvizet. Továbbá 18 fő egyéb tevékenységre, 10 fő mosásra, 4 fő mosogatásra, 3 fő tisztálkodásra, 2 fő ivásra és 1 fő főzésre. Véleményem szerint a csapadékvíz szennyvízként való kezelése miatt alakulhatnak így az eredmények, komplex megoldással lehet csak ivóvíz minőségű vizet előállítani az esővízből. Annak érdekében, hogy felmérjem a tározóval nem rendelkezők véleményét is az esővíz felhasználás kapcsán feltettem egy olyan kérdést is, hogy amennyiben lenne tározója mire használná fel az esővizet.



4. sz. ábra: Tározóval nem rendelkező és rendelkezők esővíz felhasználása
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

Az eredmények közel hasonló módon alakultak, mint a már tározóval rendelkezők esetében. Több válaszlehetőség is megadható volt. A 4. számú ábráról leolvasható, hogy az összes kitöltő közül 410 fő használná fel öntözésre, 318 fő wc öblítésre és 268 fő autómosásra és vagy takarításra az összegyűjtött esővizet. Az emberek szkeptikusak, azon tevékenységekhez felhasználni az csapadékvizet (tisztás után), mely során közvetlenebb kapcsolatba kerülnek vele. Így alakulhatott ki, azon eredmény, hogy a mosásra 57, mosogatásra 31, egyéb

tevékenységre 23, tisztálkodásra 21, főzésre 6 és ivásra 4 ember használná fel a tisztított esővizet. További 16 ember tartózkodik attól, hogy ezen összegyűjtött és tisztított vizet bármire is felhasználja. Az eredmények alapján elmondható az, hogy a válaszadók közül az összegyűjtött esővizet jellemzően öntözési tevékenységre használják fel.



5. sz. ábra: Felszín alatti tározó kiépítésének összköltségéből vállalt saját részek aránya

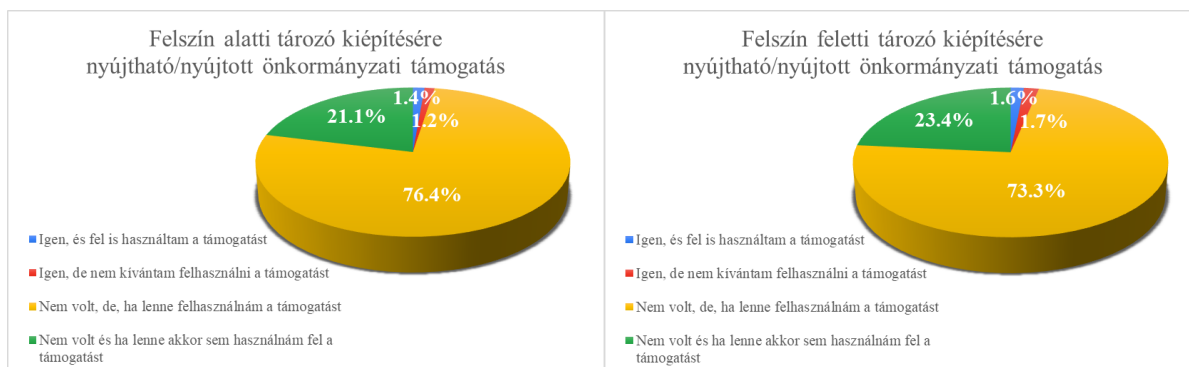
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

6. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítésének összköltségéből vállalt saját részek aránya

(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A kérdőívben a csapadékinfrastruktúra fejlesztése kapcsán, két tározó típusra (felszín alatti és felszín feletti) vonatkozóan szerepeltek kérdések. A 5. és 6. számú ábrákon az látható, hogy a válaszadók több, mint 60%-a hajlandó lenne tározót kiépíteni, önköltség terhe mellett is mindkét esetben. A felszín alatti tározó esetében a kitöltők egyharmada, még a felszín feletti tározó esetében körülbelül az egynegyedük nem kíván saját költséggel finanszírozni a tározó kiépítésének díját. A teljes kiépítési díjat 8-8 esetben vállalták a megkérdezettek, ez az összköltség 1,6 - 1,6%-a.

A kérdőívvel szerettem volna megtudni, hogy az önkormányzatok nyújtanak-e támogatást tározóval történő csapadékinfrastruktúra fejlesztésre, és az alábbi eredményeket kaptam:



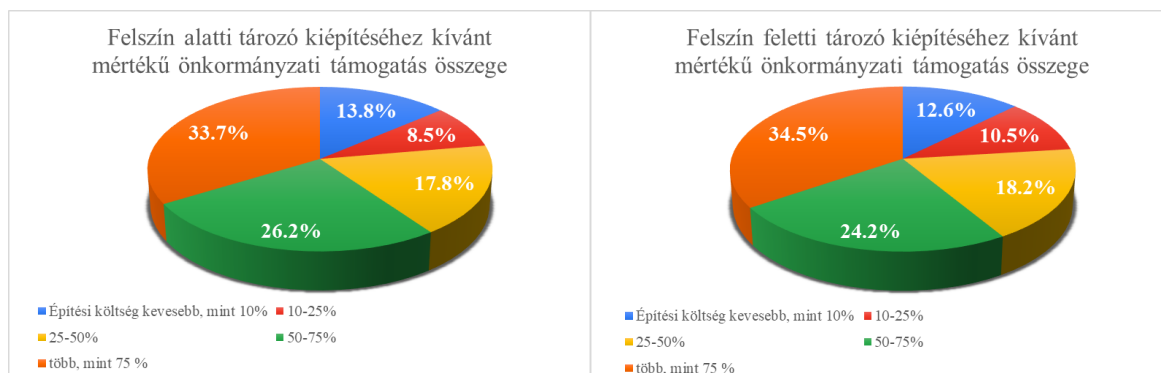
7. sz. ábra: Felszín alatti tározó kiépítéséhez nyújtható / nyújtott önkormányzati támogatások összege

(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

8. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítéséhez nyújtható / nyújtott önkormányzati támogatások összege

(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A 7. és a 8. számú ábrákon látható, hogy megkérdezettek több, mint 95 %-ának a helyi önkormányzat nem nyújtott támogatást ilyen jellegű fejlesztésre, pedig a felszín alatti és feletti tározók a legkézenfekvőbb módja az esővíz visszatartásnak. Felszín alatti tározóra támogatást 13 kitöltőnek volt lehetősége felhasználni, és 7-en éltek vele. A 7 főből 4 embernek volt lehetősége kevesebb, mint 10%-ot; 3 embernek 10-25%-ot; 3 embernek 25-50%-ot; 2 embernek 50-75%-ot; és 1 embernek több, mint 75%-ot visszaigényelni a teljes költségből. Felszín feletti tározóra támogatást 17 kitöltőnek volt lehetősége felhasználni, és 8-an éltek vele. A 8 főből 5 embernek volt lehetősége kevesebb, mint 10%-ot; 4 embernek 10-25%-ot; 3 embernek 25-50%-ot; 1 embernek 50-75%-ot; és 1 embernek több, mint 75%-ot visszaigényelni a teljes költségből.



9. sz. ábra: Felszín alatti tározó kiépítéséhez kívánt mértékű önkormányzati támogatások összege

(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

10. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítéséhez kívánt mértékű önkormányzati támogatások összege

(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A kutatásból az derült ki, ahogy a 9. és a 10. ábrákon is látható, hogy mind a felszín alatti, mind a felszín feletti tározó esetében azonos mértékű támogatást igényelnének az önkormányzatoktól a kiépítésre. Ez azt jelenti, hogy az kitöltők körülbelül 55%-a vélte úgy, hogy az önkormányzatoknak a ráfordítás összegének, több mint a felét kéne finanszíroznia. A válaszadók ~41%-a nem igényelne több, mint 50%-os visszatérítést az alábbi megoszlás

szerint: ~ 13%-a az építési költség kevesebb, mint 10%-át; ~10%-a 10-25% között; ~18%-a 25-50% között igényelné vissza azt.

3.3. Hipotézisek megválaszolása

A 14 darab hipotézisem közül 7 darab (H_1 - H_7) feltevésemet kívántam a kutatással megvizsgálni (igazolni/elvetni). Négy darab hipotézisemet (H_8 - H_{11}) a szakirodalmakban fellelt tényekkel és adatokkal kívánom igazolni. Az utolsó három (H_{12} - H_{14}) feltevésem csak a tározó rendszer kiépítése után, illetve további adatok tekintetében válaszolhatók meg.



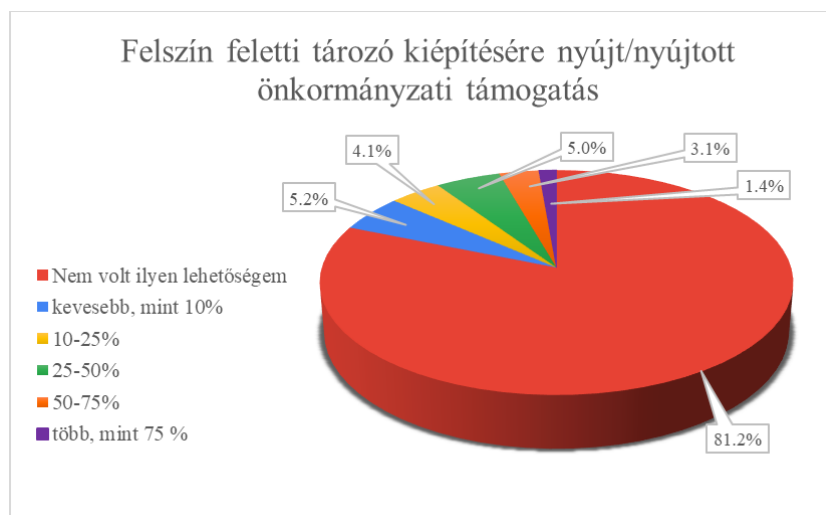
11. sz. ábra: A lakókörnyezetében lehullott csapadékvíz helyben történő hasznosítása
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A 11. számú ábráról leolvasható, hogy a válaszadók 38%-a, azaz 196 fő használ, és 62%-a, azaz 320 fő nem használ semmilyen technológiát arra, hogy a csapadékvizet helyben hasznosítani tudja. Ez azt jelenti, hogy a kutatás megkezdése előtt feltett H_1 -es hipotézisem megállja a helyét, mert az volt a feltevés, hogy: a válaszadók több, mint 50%-a nem használ semmilyen technológiát annak érdekében, hogy az esővizet helyben hasznosítsák. Ebből az következtethető, hogy az emberek jelenleg az esővíz gazdálkodás lakossági kérdéseivel jellemzően nem foglalkoznak.



12. sz. ábra: A lakókörnyezetében lehullott csapadékvíz helyben történő hasznosításának módjai
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A H₂-es elméletemet, miszerint: a kitöltők, több mint 50%-a tározó segítségével helyben gyűjtené és hasznosítaná, nem pedig elvezetné a lehulló csapadékvizet, amennyiben erre lehetőségük lenne a 12. ábra igazolja. Erről az ábráról leolvasható, hogy a megkérdezettek 66,7%-a tározná további felhasználás céljából az esővizet, amennyiben erre lehetősége lenne. A tárolás módjára vonatkozóan az 2. számú ábrán láthatók a kapott eredmények. Az eredmények azt bizonyítják, hogy a H₃-as hipotézisem megállja a helyét. Amiatt, mert a válaszadók között tényleg a felszín feletti tározó a legnépszerűbb csapadékvíz gyűjtési forma.



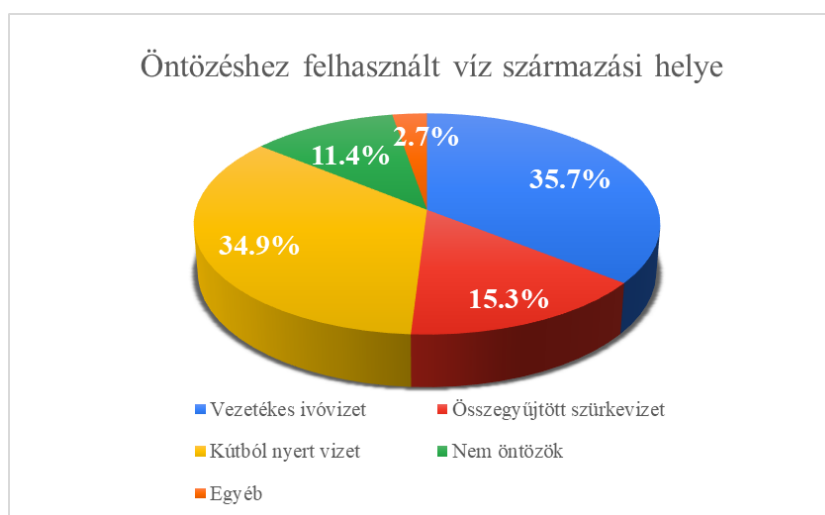
13. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítésére nyújt/nyújtott önkormányzati támogatás
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A felmérésből azt derült ki, hogy sokan használnák felszín feletti tározót a csapadékinfrastruktúrájuk fejlesztéséhez, viszont a 13. sz. ábrából az a következtetés vonható

le, hogy a helyi önkormányzatok, csak kevés helyen nyújtottak erre támogatást. Az kitöltők 81,2%-nak nem ad semmilyen támogatást az önkormányzat, mégis van a válaszadók között 74 fő, akiknek fedezték a felszín feletti tározó kiépítési díjának, legalább felét. A H₄-es hipotézisemben az állítottam, hogy a kutatásban résztvevőknek a 25%-ánál, településükön lévő önkormányzat a felszín feletti esővíz tározók kiépítési költségének felét finanszírozta, viszont ez a kutatás alapján a kitöltők csak 14,3%-át jelenti. Ebből az következik, hogy a H₄-es feltételezésem sem igazolódott be.

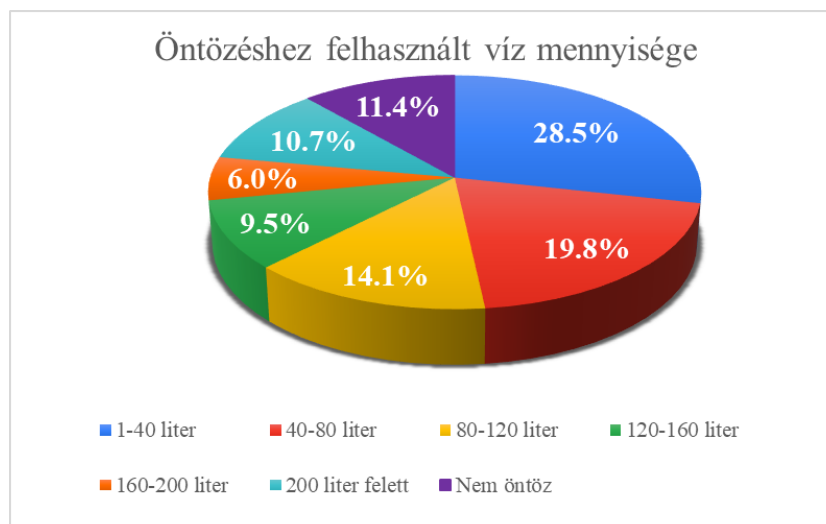
A tározóból kivett víz felhasználására vonatkozó H₅-ös feltevésemet az 4. sz. ábra támassza alá, mert erről leolvasható az, hogy a kutatásban résztvevők, amennyiben erre lenne lehetőségük nagyrészen locsolásra, wc öblítésre és autómosásra használnák fel azt.

Az öntözési szokásokra vonatkozóan két kérdést is feltettem a kutatásban, annak érdekében, hogy a H₆-os és a H₇-es hipotézisemet is igazolni tudjam. Az egyik kérdés az öntözővíz származási helyére, a másik kérdés pedig a felhasznált mennyiségére vonatkozott.



14. sz. ábra: Öntözéshez felhasznált víz származási helye
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

A 14. számú ábráról leolvasható kitöltők leggyakrabban vezetékes ivóvizet és kútból származó vizet használnak növényeik öntözésére. Ivóvizet 184 fő, kúti vizet 180 fő, összegyűjtött szürkevizet 79 fő, míg 14 fő egyéb technológiát használ locsolásra. Az összes beérkezett válaszból 59 esetben mondták azt a válaszadók, hogy nem öntöznek. Ezen eredmények alapján elmondható az, hogy a H₆-os hipotézisem nem állja meg a helyét, ugyanis a kutatásban résztvevők kevesebb, mint 50%-a öntöz csak ivóvízzel.



15. sz. ábra: Öntözéshez felhasznált víz mennyisége
(Saját szerkesztés, adatforrás: 5. sz. melléklet)

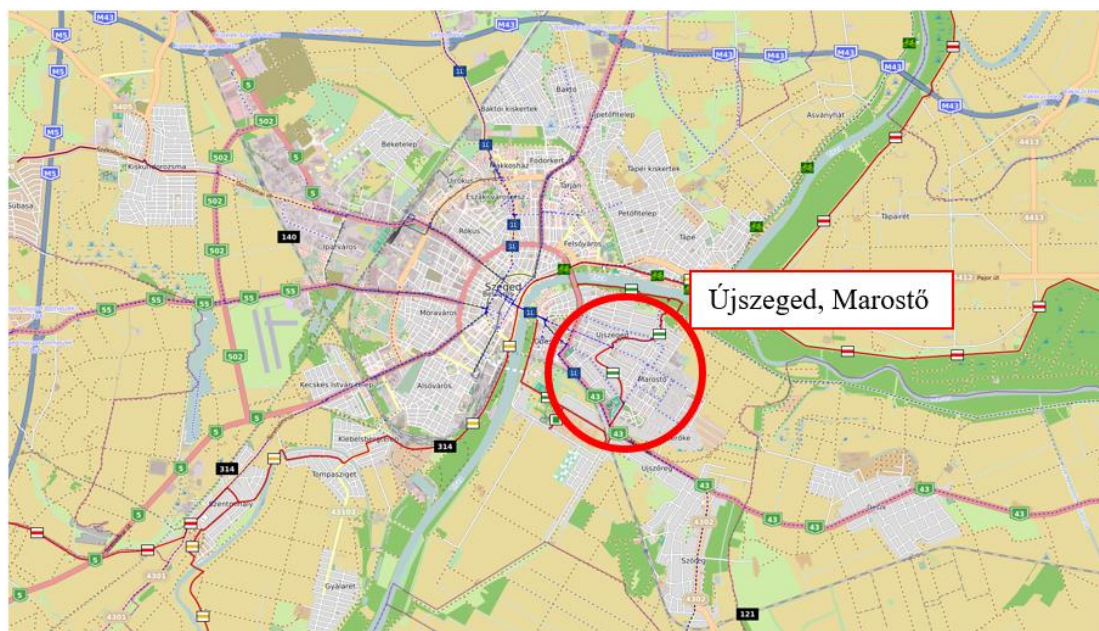
A 516 kitöltőből, 147-en (~28,5%) 1-40 litert, 102-en (~19,8%) 40-80 litert, 73-an (~14,1%) 80-120 litert, 49-en (~9,5%) 120-160 litert, 31-en (~6%) 160-200 litert, 55-en (~10,7%) 200 litert használnak fel locsolásra (15. sz. ábra). 59-en, ami az összes kitöltő 11,4%-át jelenti nem végeznek öntözési tevékenységet. Az eredményekből az állapítható meg, hogy a legtöbb válaszadó (249) függetlenül attól, hogy kerttel rendelkezik-e vagy sem, 80 liter alatt öntöz egy átlagos napon az öntözési időszakban. A H₇-es hipotézisemet ezen eredmény megcáfolta, ugyanis én azt gondoltam, hogy egy átlagos napon az öntözési szezonban 80 liternél többet öntöznek. A két kérdés kapcsán szűréseket végeztem, melyből kiderült az, hogy azon válaszadók, akik kútból nyert vizet használnak fel közülük, 118-an öntöznek 80 liter felett, míg vezetékes ivóvizet használók esetében ez a szám 50 főre csökkent. Ez alapján megállapítható, hogy a felmérésben résztvevő kúttal rendelkezők átlagosan nagyobb mennyiségű vizet használnak locsolásra.

4. CSAPADÉKINFRASTRUKTÚRA FEJLESZTÉSE TÁROZÓVAL EGY ÚJSZEGEDI LAKÓHÁZ ESETÉBEN

A dolgozatomban, egy négylakásos társasház csapadék infrastruktúrájának fejlesztését DRWH (Domestic Rainwater Harvesting – Házi Csapadékvíz Gyűjtés) rendszerrel szeretném elméleti szinten megtervezni. A tervezés során azt fogom megvizsgálni, hogy milyen méretekkel, milyen elhelyezkedéssel és milyen anyagi minőséggel kellene rendelkeznie a tározónak, hogy minél rövidebb idő alatt megtérüljön a kiépítés összköltsége.

4.1. A lakóház elhelyezkedésének és környezeti adottságainak bemutatása

Szeged Magyarország és azon belül is Csongrád-Csanád megye déli részén található a Tisza és a Maros torkolatánál (1. sz. térkép). A négylakásos társasház Szeged Marostói városrészében található Szeged közigazgatási határának közelében.



1. sz. térkép: Szeged és városrészei

(Saját szerkesztés, térkép forrás: (OpenStreetMap® 2022))

Újszeged és a Marostói városrész is egy mocsaras lápos terület volt egészen a 18. századig, majd a folyószabályozásoknak köszönhetően az elöntések megszűntek és az új terület új lehetőségeket kínált. Alapvetően a szabályozás után mezővárosként tartották számon Újszegedet, az itt élők főleg dohánytermesztéssel foglalkoztak. A 19. század végén érkező áradásoknak köszönhetően többször is elöntésre került ezen rész, ezért az akkori kormány olyan határozott adott ki, hogy a területrendezés során fel kell tölteni ezen területet. Újszeged és Szeged 1880-ban egyesült („Újszeged, a többször megújult városrész” 2020).

Napjainkban megfigyelhető azon jelenség Magyarország nagyvárosaiban, így Szegeden is mint, hogy a belvárosból az emberek kiköltöznek az agglomerációba. Ennek eredményeként a Marostói városrész az elmúlt 20 évben robbanásszerűen fejlődött. Az eddig parlagon lévő területeken kertesházak épültek, a víkendházakat lebontották helyükre nagyobb családi házakat építettek. A Marostói városrész burkolt felületeinek aránya sokszorosára nőtt, ezzel párhuzamosan pedig a csapadékvíz elvezetésének igénye is. Ezen ugrásszerű fejlődést a terület infrastruktúrája nem tudta lekövetni és több helyen fejlesztéseket kellene/kellett eszközölni (Szeged Város Honlapja 2022).

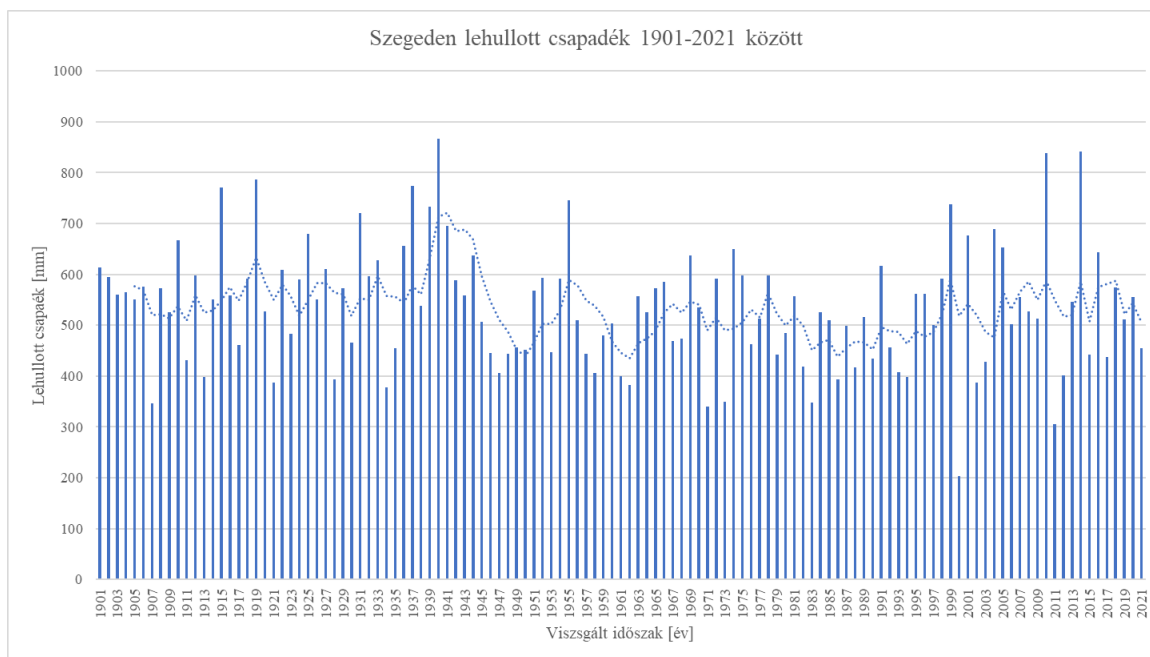
Újszeged városrész és a Marostői városrész határán található a Holt-Maros, amely effektíve egy holt ága a Marosnak, amelyet a folyószabályozás során választottak le. A Holt-Maros mára egy tározói szerepet tölt be, amelyet főleg a Marostői városrészből érkező összegyűjtött csapadékvíz táplál.

A Marostői városrész a Tisza és a Maros folyószabályozásáig mocsaras lápos vidék volt, ennek megfelelően alluviális, vagyis folyók által lerakott üledéken képződött nehéz mechanikai összetételű, más-más fejlettségi szinttel rendelkező fluvisolok, azaz fiatal hordalékos lerakódások képződtek. Újszegeden lévő talajok alapkőzete: lösz, feltöltési homok és öntésiszap. Az átlagos talajvízszint felszíntől számított mélysége -180 centimétertől kezdődik (Puskás és Farsang 2006).

4.1.1. Szeged éghajlatának bemutatása

Szegeden és környékén megfigyelhető az, hogy a január a leghidegebb, míg július a legmelegebb hónap. Éves szinten nézve napsütéses órák száma a déli országrészekhez hasonlóan 2000 óra/év feletti, kb. 2049 óra/év. Az évi középhőmérséklet 10 °C és 11 °C fok között alakul. Szegeden évi közepes hőingás értéke 22,6 °C fok (Országos Meteorológiai Szolgálat 2022).

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adatai alapján, 120 éves adatsort nézve a Szegeden lehullott átlagos éves csapadék mennyiség összege 535 mm/év. Ugyanakkor megfigyelhető az is, hogy három évben 1940-ben, 2010-ben és 2014-ben 800 milliméter felett volt az éves lehulló csapadék mennyisége. A legkevesebb éves csapadék mennyisége a 2000. évben volt, mikor csupán 203 mm csapadék hullott le egy év alatt.

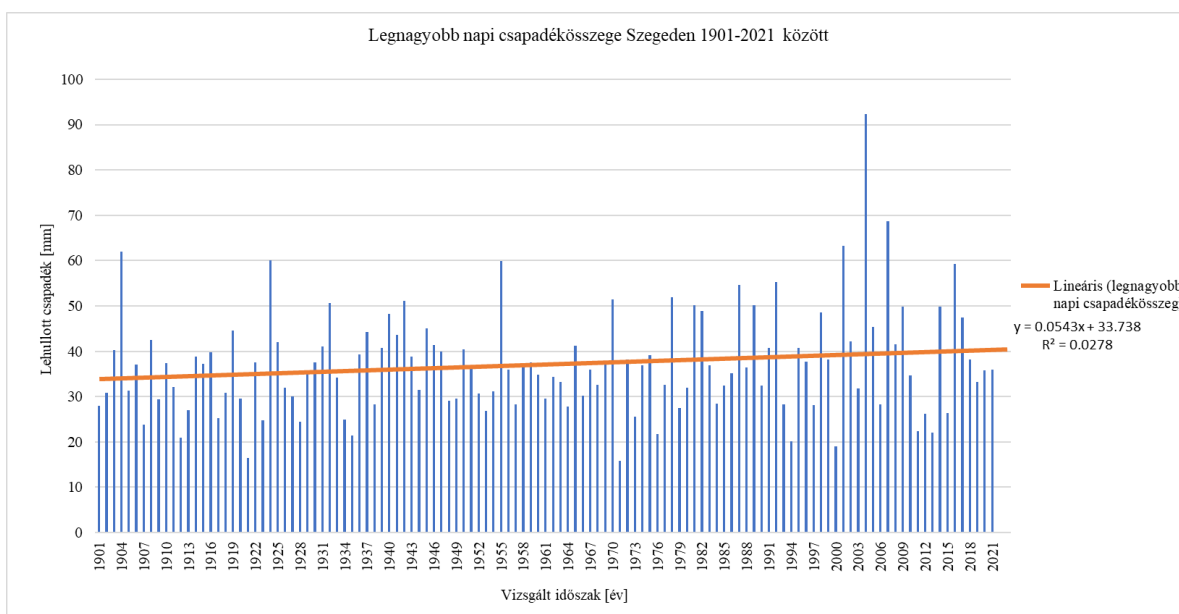


16. sz. ábra: Szegeden lehullott csapadék mennyisége éves bontásban 1901 és 2021 között
(Saját szerkesztés, adatforrás: (Országos Meteorológiai Szolgálat 2022))

A lehullott csapadék mennyiségét tekintve nagy mértékű szélsőségek fordulnak elő, melyet nem tudunk befolyásolni. A 16. sz. ábrán is látható csúcsok és mélypontok nem konzekvens módon követik egymást, azaz nem tudhatjuk előre, hogy csapadék mennyiség tekintetében milyen év vár ránk. Az eredményekből elmondható az, hogy szélsőséges csapadék események jóval nagyobb számban fordultak elő benne, mint az azt megelőző években. 120 év adatsorát tekintve, előfordult 203mm/év, de 842 mm/év éves összcsapadék mennyisége is. Ezekre a szélsőséges csapadékeseményekre nem is lehet előre felkészülni. Ha csak 25 év adatsorát vizsgáljuk az átlagos éves lehulló csapadék mennyisége 545 mm/év ez pedig csak kis mértékben tér el a 120 éves adatsor 535 mm/éves átlagától.

Excel program segítségével az Országos Meteorológiai Szolgálat online adatbázisában elérhető, az elmúlt 25 év Szegedre vonatkozó lehullott csapadék mennyiség adatsorát vizsgáltam, melyeknek az eredményeit az 2-5 mellékletben tüntetem fel. Szegeden elmúlt 25 évben lehulló csapadék eloszlásával kapcsolatban elmondható az, hogy a tél közepén, illetve a kora tavasszal van a legcsekélyebb mennyiségű csapadék. Míg késő tavasz és a nyár eleji-közepi időszakok jóval esősebbek. A legkevesebb csapadék januárban, februárban és márciusba hullik, körülbelül 30 mm/hó. A legtöbb csapadék pedig május, június és július hónapokban esik, átlagosan 67 mm/hó. Ez azt jelenti, hogy hozzávetőlegesen kétszer akkora mennyiségű csapadék hullott a legesősebb és a legszárazabb időszakokat tekintve.

Az OMSZ által mért adatokra lineáris trendvonalat illesztettem, majd a kapott eredményekből arra következtettem, hogy az elmúlt 25 évben a koncentrálódik a csapadékok lehullásának ideje (lásd 2-5 mellékletek). Február, március, május, június és október hónapokban átlagosan több csapadék hullik, ezzel párhuzamosan a többi hónapban (január, április, július, augusztus, szeptember, november, december) átlagosan egyre kevesebb csapadék hullik. 2025. márciusában körülbelül kétszer akkora mennyiségű csapadékra lehet számítani, mint amekkora mennyiségű csapadék hullott 2000. márciusában, amennyiben ez a mértékű növekedés tovább folytatódik. Illetve 2025. júliusában körülbelül fele akkora mennyiségű csapadék valószínű, mint amekkorára 2000. júliusában lehetett (lásd 2-5 mellékletek). A csapadék rövid időintervallumra való koncentrálódása nem előnyös több szempontból sem. Esetenként előfordulhat, hogy túl nagy mennyiségű eső érkezik, melyet sem a talaj, sem a növényzet nem tud kezelni (tartós vízborítás), míg a szárazabb időszakban a kiszáradás veszélye fenyegeti a növényzete. Az esővíz helyben történő hasznosításának szempontjából is a minél egyenletesebb csapadékeloszlás elérése lenne megfelelő, de erre egyre kevesebb az esély a globális felmelegedésnek köszönhetően (Bíró 2022).



17. sz. ábra: Szegeden lehullott legnagyobb napi csapadékösszeg
 (Saját szerkesztés, adatforrás: (Országos Meteorológiai Szolgálat 2022))

A 17. számú ábrán látható, hogy 120 év alatt, mekkora volt a napi legnagyobb lehulló csapadék összege. 2004. 07.26-a az elmúlt 120 év legcsapadékosabb napja lett Szegeden, mivel a mérések alapján egy nap alatt, 92,3 mm csapadék hullott le. A diagramra illesztett lineáris trendvonal az mutatja, hogy az egy nap alatt lehulló legnagyobb csapadékmennyiség évről évre növekszik, miközben az éves átlagos csapadékmennyiség csak kis mértékben mutat változást.

4.2. Tározó méretezése és kiépítése

A négylakásos társasház, amely kapcsán a méretezést végzem Szeged Marostói városrészében a Vellay Imre utcában található. A telek területe 835 m^2 , ebből körülbelül 435 m^2 a burkolt felület, 400 m^2 zöld felületek mennyisége. A tetőfelület 300 m^2 (1. sz. kép).



1. sz. kép: Felülnézeti kép a társasházról

(Képforrás: saját kép)

A társasház jelenleg semmilyen technológiát nem alkalmaz a csapadékvíz helyben visszatartására és felhasználására. A burkolt felületekről a csapadékvíz a ház előtti nyílt felszínű csapadékvíz csatornába kerül, ahonnan pedig gravitációs módon a Kürü sori árokba (2. számú térképen). A Marostói városrésznek a csapadékgyűjtő csatornája a Kürü sori árok, amely egy végátemelő aknába végződik, ahonnan az összegyűjtött esővizet szivattyúkkal a Maros folyóba emelik át. A területen elhelyezkedő házak nagy része, azután épült, hogy a terület csapadék elvezetését kiépítették. Az autóbehajtók alatt elhelyezett PVC csöveket a nagy tömegű munkagépek a házak építése közben összeroppantották. Ezeknek az összetört csőelemeket sok helyen nem, vagy nem megfelelő módon javították ki, emiatt sok helyen nem tudja a csatorna levezetni a vizet. A műtárgyakba hamar felduzzad a víz majd pedig elárasztja az utakat és a kerteket. További nehézségeket okozott az, hogy a befogadó a Kürü sori árok nyílt felszínnel és burkolt mederrel rendelkezett, melynek a karbantartására nem fordítottak kellő figyelmet az illetés hatóságok.



2. sz. térkép: A társasház előtti nyíltfelszíni csapadékgyűjtő csatorna és a Küri sori árok
(Saját szerkesztés, térkép forrás (Google 2022))

Ebből következhetett az, hogy 2018-ban Szeged Marostói városrészének bizonyos utcái egy nagyobb esőzés alkalmával víz alá kerültek (2. számú kép). A kiöntések több órán keresztül áztatták az utcákat, a nem megfelelően karbantartott külső csapadékvíz csatornák miatt. A rendszeres területi elöntések miatt 2021-ben megkezdődött a Küri sori árok felújítása mely még a mai napig folyamatban van. A H_{14} -es hipotézisem szerint a tározóval megoldható lenne az, hogy intenzív esőzés után, ne öntsön ki a lakóház előtt elhelyezkedő nyílt felszíni csapadékvíz elvezető csatorna.



2. sz. kép: Marostói városrészben 2018-ban kiöntött csapadékvíz csatorna

(Képforrás: saját kép)

4.2.1. Tározó méretezése

A Szeged 25 éves átlagos csapadékmennyiségével számolva átlagosan 545 mm/év és 41,2 mm/hó mennyiségű csapadék prognosztizálható, a számításaim során pedig ezen értéket fogom figyelembe venni. Az alkalmazott 545 mm/év és 41,2 mm/hó mennyiségű csapadék az Országos Meteorológiai Szolgálat online adatbázisában elérhető adatok átlagolásával határoztam meg. A társasházban mindenki rendelkezik saját kerettel, illetve a ház előtt található egy közös kert is. Egy kiépített tározóval megoldható lenne a csapadékvízzel való öntözés a zöld felületeken. Az abból kivett vizet csak locsolásra és kerti tevékenységre használnák fel a társasház lakói.

A csapadékvíz gyűjtése felszín feletti csapadékvíz tározó esetében csak a ház tetőburkolatról történne. Felszín alatti csapadékvíz tározó estében már kihasználásra kerülne, a melléképület teteje (kukatároló) és a garázsok tetőfelülete is. A számításokhoz a tetőfelületek vízszintes vetületi értékeit alkalmaztam, az általam felhasznált szakirodalmak alapján (Köles 2011; Mezei és Flórián 2013). Valójában, ha a dőlésszöget és a beesési szöget is figyelembe vesszem csekély mértékben módosul a gyűjtőfelület nagysága, viszont sokkal bonyolultabb számítási és mérési módszert igényel. A térkő burkolatokon naponta több alkalommal is autók haladnak át, illetve rendszeresen parkolnak rajta, így az olajszennyeződés esélye nagy, nem érdemes ezen felületről gyűjtést végezni. Olajfogó berendezés beépítése lenne szükséges, mely plusz költségekkel járna. A háztető és melléképület tető burkolata beton-cserép, a garázsoké pedig fémlemez. Ennek megfelelően lefolyási tényező értékét a betoncserép esetében 0,8-as értékben a fémlemez esetében 0,9-es értékben állapítottam meg az általam készített 1. számú összefoglaló

táblázat alapján. A csapadékvíz tartályba kerülése előtt szűrőn vagy szűrőkön keresztül folyik át. Ez változtat az átfolyó víz minőségén és energiáján. Ebből az következik, hogy a számítások során a szűrők hidraulikus szűrési hatásfoka tényezőként bekerül az egyenletbe. A számításhoz a felhasznált irodalmakban a csapadékvíz szűréséhez alkalmazott szűrők hidraulikus szűrési hatásfoka 0.9-es értékkel szerepel (Mezei és Flórián 2013). A méretezéshez a Köles Péter Csapadékvíz elvezetése, gyűjtése és felhasználása c. könyvét használtam fel (Köles 2011). A méretezéshez tudom kellett azt, hogy milyen mennyiségű csapadék gyűjthető össze. Az összegyűjthető csapadék mennyiségére a szakirodalom alapján az alábbi egyenlet írtam fel:

$$Q = ((A_h * q_{cs} * \Psi_h) * (A_m * q_{cs} * \Psi_m) * (A_g * q_{cs} * \Psi_g)) * \eta$$

ahol,

A_h = a ház tetőfelületének vízszintes vetülete; felhasznált mértékegysége: m²

A_m = a melléképület tetőfelületének vízszintes vetülete; felhasznált mértékegysége: m²

A_g = a garázs tetőfelületének vízszintes vetülete; felhasznált mértékegysége: m²

q_{cs} = egy év alatt lehullott átlagos csapadék mennyiség (25 évre visszamenő adatokból számított átlagot veszek figyelembe); felhasznált mértékegysége: mm/év/m², mm/hó/ m²

Ψ_h = a ház tetőfelületének lefolyási tényezőjének értéke

Ψ_m = a melléképület tetőfelületének lefolyási tényezőjének értéke

Ψ_g = a garázs tetőfelületének lefolyási tényezőjének értéke

η = szűrő hidraulikus szűrési hatásfoka

Q = összegyűjthető csapadék mennyisége; felhasznált mértékegysége: m³/év, m³/hó

Annak érdekében, hogy átfogóan lássam azt, hogy mekkora tározóra lenne szükségem Excel program segítségével a 2. számú táblázatot készítettem el. Az pontosabb eredmény érdekében 10, 25 (mértékadó), 50 és 100 év lehullott csapadék mennyiség adatsorát felhasználtam fel a táblázathoz és alábbi eredményeket kaptam:

Vizsgált időszakok	10	25	50	100	év
Csapadék mennyiség éves átlaga [q_{cs}]	554	545	515	530	mm
Ház tetőfelületének alapterülete [A_h]	294.84	294.84	294.84	294.84	m ²
Melléképület tetőfelületének alapterülete [A_m]	6.8	6.8	6.8	6.8	m ²
Garázs tetőfelületének alapterülete [A_g]	26.4	26.4	26.4	26.4	m ²
Háztető lefolyási tényezője [ψ_h]	0.8	0.8	0.8	0.8	
Melléképület tetőfelületének lefolyási tényezője [ψ_m]	0.8	0.8	0.8	0.8	
Garázs tetőfelületének lefolyási tényezője [ψ_g]	0.9	0.9	0.9	0.9	
Alkalmazott szűrő hidraulikus szűrési hatásfoka [η]	0.9	0.9	0.9	0.9	
Összegyűjthető éves csapadék átlagos mennyisége [Q]	132.165	130.018	122.861	126.439	m³/év

Vizsgált időszakok	10	25	50	100	év
Csapadék mennyiség havi átlaga [q_{cs}]	35.9	41.2	39	38	mm
Ház tetőfelületének alapterülete [A_h]	294.84	294.84	294.84	294.84	m ²
Melléképület tetőfelületének alapterülete [A_m]	6.8	6.8	6.8	6.8	m ²
Garázs tetőfelületének alapterülete [A_g]	26.4	26.4	26.4	26.4	m ²
Háztető lefolyási tényezője [ψ_h]	0.8	0.8	0.8	0.8	
Melléképület tetőfelületének lefolyási tényezője [ψ_m]	0.8	0.8	0.8	0.8	
Garázs tetőfelületének lefolyási tényezője [ψ_g]	0.9	0.9	0.9	0.9	
Alkalmazott szűrő hidraulikus szűrési hatásfoka [η]	0.9	0.9	0.9	0.9	
Összegyűjthető havi csapadék átlagos mennyisége [Q]	8.564	9.829	9.304	9.065	m³/hó

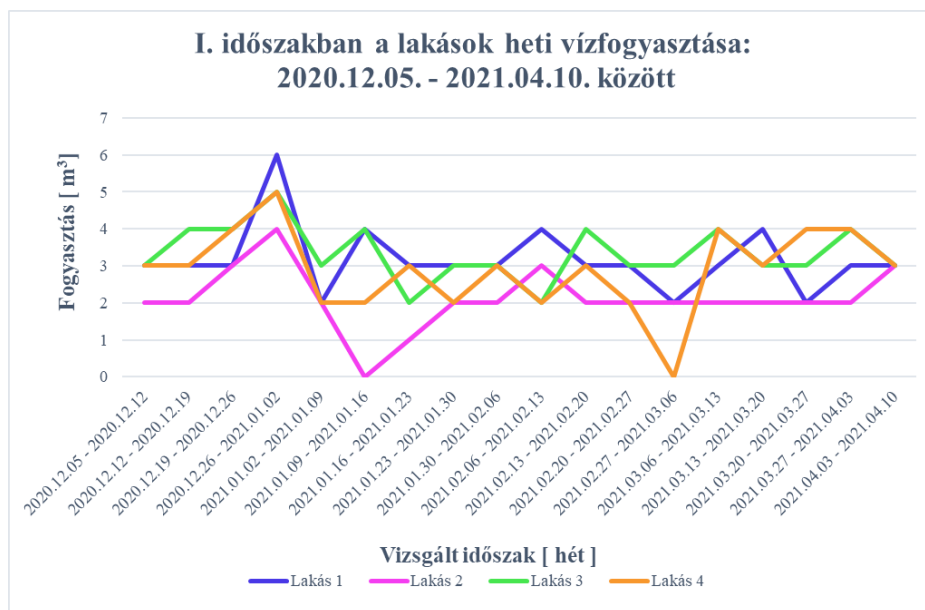
2. sz. táblázat: Vizsgált időszakokban összegyűjthető csapadék mennyisége
(Saját szerkesztés, adatforrás: (Országos Meteorológiai Szolgálat 2022))

A 2. számú táblázatból leolvasható, hogy amennyiben földalatti tározó kerül kiépítésre éves szinten, 25 év átlagos éves csapadék mennyiségét tekintve, átlagosan 130 m³ csapadékot tudnék összegyűjteni. Illetve, amennyiben 25 év átlagos havi csapadék mennyiségét tekintem mérvadónak, abban az esetben kerekítve 10 m³ esővizet tudnék havonta átlagosan majd a tározóba vezetni. Abban az esetben, ha felszín feletti tározó épülne ki, körülbelül 11%-kal kevesebb csapadékot tudnék átlagosan összegyűjteni, mert a felszín feletti tározóba csak a ház tetőfelületéről származó csapadék mennyiségével számoltam. A melléképületekről származó csapadék gyűjtése bonyolult kiépítéssel járna.

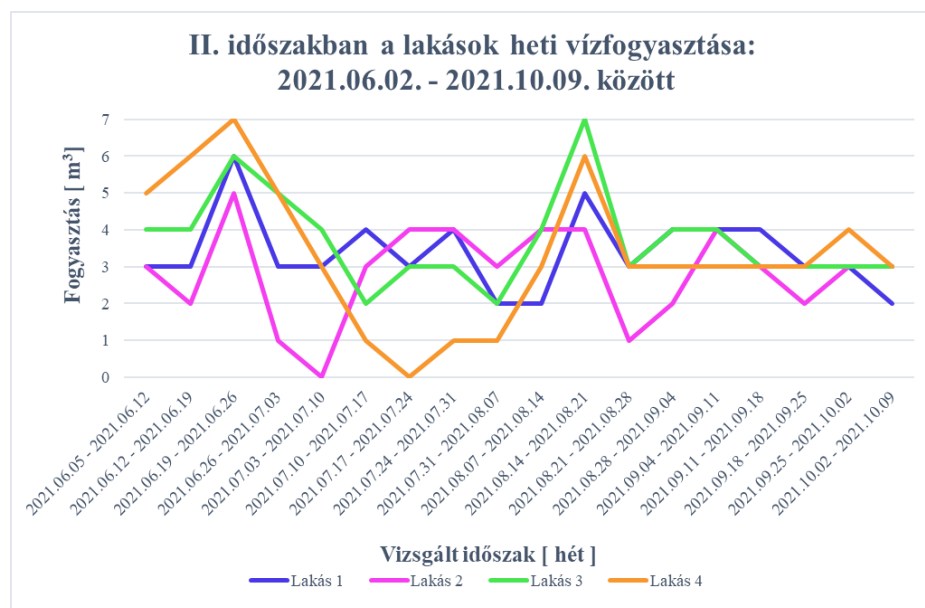
Az összegyűjtött vizet főleg locsolásra és kerti tevékenységekre használnák fel a négylakásos társasház lakói. A wc öblítéshez külön vezeték, öblítőtartály és egy összetettebb gépészetre (szintkapcsolók, szivattyúk) lenne szükség, ennek a kiépítése költséges lenne és rengeteg házban belüli munkálattal járna. Ennek a következtében a családok egyhangú véleménye az volt, hogy csak a zöldfelület locsolásához és a kerti tevékenységekhez használnák fel az esővizet. A téli hónapok során a lakók a zöld felületeket nem öntözik, így nincs állandó vízkivétel. Amikor hirtelen nagy mennyiségű csapadék hullik és a tározótér gyorsan megtelik, túlfolyó beépítése szüksége, amennyiben ez nem történik meg a tetőn lévő ereszcatornából kifolyik a víz.

Felmérést végeztem arról, hogy a társasházba élők körülbelül mekkora mennyiségben fogyasztanak vizet. Az első periódusban december, január, február és március hónapokat vizsgáltam. Azért ezt négy hónapot választottam ki, mert korábbi évek tapasztalatai alapján ezekben a hónapokban, nincs vagy nagyon csekély mennyiségű öntözés történik. Bár a

mezőgazdasági öntözési idény márciustól szeptemberig tart, lakossági szinten ezt nem lehet konkrétan behatárolni. A második periódusban június, július, augusztus és szeptember hónapokat. Azért ezt négy hónapot választottam ki, mert ezekben a hónapokban, vagy nincs, vagy nagy mennyiségű öntözés van, a nagy meleg és az egyenlőtlen mennyiségű csapadékeloszlás miatt. Az adatgyűjtést úgy végeztem, hogy heti rendszerességgel kértem a lakókat, hogy írják le nekem a vízóra mérőállásukat. A kapott eredményeket pedig vonal diagramokon ábrázoltam (18. sz. és 19. sz. ábrák):



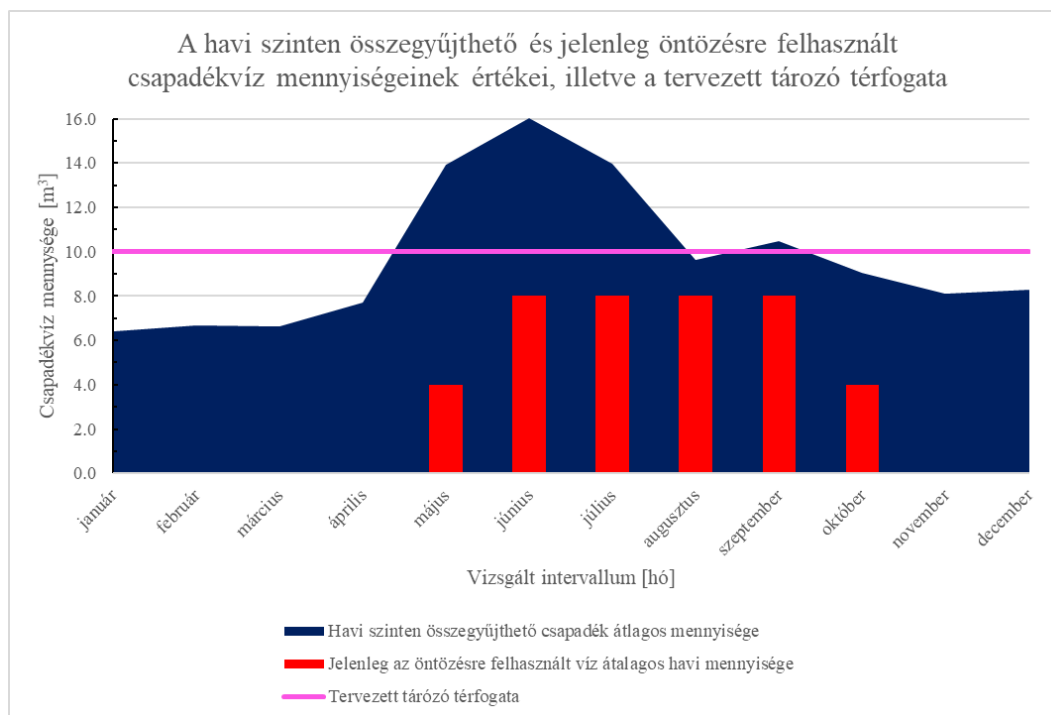
18. sz. ábra: I. időszakban a lakások heti vízfogyasztása: 2020.12.05. – 2021.04.10. között
(Saját szerkesztés, adatforrás: saját adatok)



19. sz. ábra: II. időszakban a lakások heti vízfogyasztása: 2021.06.02. – 2021.10.09. között
(Saját szerkesztés, adatforrás: saját adatok)

A kapott eredményekből megállapítottam, hogy a csak a vizsgált nyári időszakban átlagosan 8 m^3 többet fogyaszt a négy lakás. Ez a különbség annak ellenére alakult ki, hogy több lakásnak is 0 volt a fogyasztása a II. időszakban. Ezen időszakokban a családok elutaztak és nem történt fogyasztás. Továbbá jól látható az is, hogy az I. időszakhoz képest a II. időszakhoz jóval ingadozóbb a fogyasztások mértéke, véleményem szerint ezt nem csak az utazások, hanem a csapadékos időszakok is befolyásolják. A szárazabb, melegebb napokon több lakás is reggel és este is öntöz, ezzel jelentősen megnövelve a víz számlájuknak díját. A H_{12} -es hipotézisem szerint a nyári időszakokban ez az átlagos havi 8 m^3 vezetékes ivóvízbéli többlet fogyasztás az öntözés miatt keletkezett.

Szintén Excel táblázatkezelő program segítségével vizsgáltam azt, hogy mekkora mennyiségű csapadékot tudok összegyűjteni az adott felületről, amennyiben 25 éves intervallum átlagát nézem az egyes hónapokra. Ez azért lényeges, hogy optimalizálni lehessen a tározó méretét. A vízóra állások adatai alapján június, július, augusztus és szeptember hónapokra 8 m^3 vízfogyasztást ábrázoltam. Május és október hónapokra $4 - 4 \text{ m}^3$ fogyasztási értéket vettem fel, ugyanis a lakók arról tájékoztattak, hogy már májusban elkezdene sokszor öntözni, illetve október elején még kerti tevékenységükhöz vizet használnak. Felkerült továbbá az ábrára a tározó térfogata is, hogy látható legyen, hogy melyek azok a hónapok melyekben, átlagosan nem gyűjthető annyi eső, mellyel teljes leürülés esetén is után lehetne tölteni. Az 20. számú ábra alapján elmondható, hogy a tározó töltöttségére július hónapban kell kiemelten figyelni. Ugyanis ezen hónapban átlagosan $9,6 \text{ m}^3$ esővizet lehetne összegyűjteni, de öntözés szempontjából kiemelkedő mennyiségű víz fogyna a meleg és a szárazság miatt. Ebből következik az, hogy célszerű június hónapban teljesen feltölteni a tartályt, hogy teljes leürülés esetén se kelljen vezetékes ivóvízzel pótolni azt.



20. sz. ábra: A havi szinten összegyűjthető és jelenleg öntözésre felhasznált csapadékvíz mennyiségeinek értékei, illetve a tervezett tározó térfogata

(Saját szerkesztés, adatforrás: (Országos Meteorológiai Szolgálat 2022), saját adatok)

A méretezésem és kimutatásom alapján, 10 m^3 csapadékvíz tározó kiépítése lenne az ideális vagy felszín feletti vagy felszín alatti tározással. Viszont a felhasznált 8 m^3 -es többletérték csak egy havi átlagérték és a havi csapadék mennyiség is csak egy átlagérték, illetve a csapadékeloszlás folyamatosan változik, ezért a tározó méreteit még lehetne növelni, legalább 20 %-kal, de akár 50%-kal is. Ami azt jelenti, hogy $12\text{-}15 \text{ m}^3$ -es tározó térfogatba lehetne tárolni az esővizet későbbi felhasználásra. Mivel több víz áll rendelkezésre, a H_{13} -as hipotézisem szerint a lakók az öntözésre szánt vízigénye legalább 50%-kal megnövekszik, az elkövetkező 2 évben. A csapadékinfrastruktúra fejlesztésének következtében nagyobb mennyiségű tározott víz áll rendelkezésre, melyet maximálisan ki szeretnének használni. Amellett, hogy a tározó kiépítési díjának megtérülése után ingyenesen öntöznek, javítanak a környezetüknek a mikroklimáját is.

4.2.2. Tározók gazdaságossági összehasonlítás

A Szeged Megyei Jogú Város Önkormányzata jelenleg pénzügyi segítséggel nem tudja támogatni azon személyeket, akik szeretnék csapadékvíz tározót telepíteni, Emiatt a tározó rendszer kiépítésének az összköltségét saját részből kell vállalniuk a lakóknak.

A felszín alatti tározók teljes kiépítési költségeihez árajánlatokat kértem be, tározókkal és azoknak a telepítéssel foglalkozó cégektől. A felszín feletti víztározók áraihoz, kertrendezéssel

és tározókkal foglalkozó weboldalakat használtam fel. Az 3. és 4. számú táblázatokon látható 10 cégre esett a választásom, mert a jelenlegi piacon meghatározó résztvevők. A felszín alatti tározó esetében ezen vállalkozások (néhány esetben alvállalkozókkal) képesek lennének egy ilyen beruházást elkészíteni Szegeden is. Az 5-5 vállalkozás 5-5 különböző termékét és azoknak a megvalósulásához szükséges körülményeit, üzemeltetési feltételeit, két táblázatban foglaltam össze. Az 3. sz. táblázat a felszín alatti tározók kiépítésnek költségeit, még az 4. sz. táblázat a felszín feletti tározók megvalósulásához szükséges díjakat tartalmazza. Annak érdekében, hogy egységesíteni tudjam az árajánlatokat a jobb és követhetőbb összehasonlíthatóság miatt, 7 darab, illetve 4 darab tételként összegeztem a kapott árajánlatokban lévő tételes költségvetéseket. A felszín alatti tározó esetében 7 darab szempontot állapítottam meg míg a felszín feletti tározó esetében 4 darabot. Így egy jobban átlátható, könnyebben értelmezhető és összehasonlítható adattáblát kaptam a tározók kiépítésének összköltségei vonatkozásában.

A felszín alatti tározó ajánlat kéréseinél próbáltam úgy ajánlatot kérni, hogy azok a földbe építhető tározó típusait mind lefedjék. Árajánlatot kaptam: sima földbe építhető műanyag tározókra, acélmerevítéses műanyag tározóra, előregyártott beton tározóra és acél tározóra is. A kapott árajánlatok négy esetben, csak magára a tározókra vonatkoztak, generál kivitelezést nem vállaltak csak alvállalkozóval. Ezzel, azért volt nehézkes a kalkulációt elvégezni, mert a költségvetés 4 nagyobb tételéből csak egyet tudnak a cégek maguk beárazni. A négy nagyobb tétel: a tartály, a földmunka, a betonozási munkálatok és a gépészet kiépítése. Ezek a tételek minden ajánlat esetében meghaladta az fél millió forintot. A 4 cég képviselő (Zsombi-Plast Kft., Plasztikszervíz 3000 Bt., Hydrostella - mont Kft., Mobilszer Trade Kft.) jelezték számomra, hogy helyben csak az alvállalkozóit tudnák ajánlani, akik vállalnák a földmunkát, betonozást és aki gépészet kiépítését. A több cég, több munkást, több logisztikát és több kiadást jelentene. Ez meg is látszódik a kapott tételes kimutatáson, hogy egy-egy tétel jóval több pénzt igényel a négy cég esetében. A tározók mérete nem egységes, mivel nem tudtak egységesen 10 és 15 m³-es tározókról ajánlatot adni, emiatt készítettem egy olyan kimutatást is, hogy az egyes tározóknak mennyi lenne az 1 m³-re vetített kiépítési költsége. Azt tapasztaltam, hogy a nagyobb tározó térfogat olcsóbb kiépítési egységárat jelent. Viszont a 25 m³-es acéltartályból készített tározónak az összköltsége már 4.712.800 Ft körüli érték lenne a Mobilszer Trade Kft. ajánlata alapján, amely a négy családra leosztva 1.2 millió forint önköltséget jelentene, ami egy átlagos család számára nagy kiadás. Jelenleg a havi öntözési vízigénye 3,3 m³/hó, de a közeljövőben várható az értékét növekedése az eseti munkálatok miatt. Kiépítés szempontjából a betontározón kívül mindegyik földalatti tározónál jelentkezne plusz költségként a felúszás

elleni védelem. Erre megoldásként mind a négy cég azt javasolta, hogy vasbeton alaplemez lenne a tározó alatt, melyhez pántokkal rögzíteni tudnák magát a tartályt. Véleményem szerint a Grünwald Engineering by Z.E.H. Kft. ajánlata bizonyult a legjobbnak, mivel ők generálba tudnák vállalni a tározó kiépítését és ehhez minden eszközt biztosítanának.

	Zsombi-Plast Kft. [műanyag]	Plasztikszerház 3000 Bt. [műanyag]	Grünwald Engineering by Z.E.H. Kft. [műanyag acél merevítéssel]	Hydrostella - mont Kft. [előregyártott beton]	Mobilszer Trade Kft. [acél]
Tározó mérete [m ³]	10	15	15	17.64	25
Tározó önköltsége	666 750 Ft	1 428 115 Ft	1 054 846 Ft	1 722 000 Ft	1 744 400 Ft
Földmunka (munkagödör kiásás, felesleges föld elszállítás, ágyazati réteg kialakítása 20 cm vtg.- ban, stb)	450 000 Ft	500 000 Ft	471 365 Ft	550 000 Ft	650 000 Ft
Tározó helyszínre szállítása, behelyezése (kézi erővel/ daruzással)	250 000 Ft	250 000 Ft	74 900 Ft	350 000 Ft	268 400 Ft
Felúszás elleni védelem kialakítása (VB lemez, falazat, lefogás, egyéb kiegészítők)	600 000 Ft	700 000 Ft	790 708 Ft	0 Ft	1 000 000 Ft
Gépeszet és csövezés (szivattyú, tisztító berendezés, áramellátás, csövek stb.)	700 000 Ft	750 000 Ft	690 402 Ft	800 000 Ft	950 000 Ft
Tereprendezés	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft
Munkanem összesen:	2 766 750 Ft	3 728 115 Ft	3 182 221 Ft	3 522 000 Ft	4 712 800 Ft
Tározó összköltsége 1 m³ tározó térfogatra vetítve [Ft/m³]	276 675	248 541	212 148	199 660	188 512

*Telefonos beszélgetés során adott irányár a cégek alvállalkozóitól. Az alvállalkozók pontos árajánlatához általuk végzett, helyszíni felmérés lenne szükséges.

3. sz. táblázat: A felszín alatti tározók tételes költségvetési összehasonlítása
(Saját szerkesztés, adatforrás: saját adatok)

A felszín feletti tározók esetében a helyigény jelentene problémát, mert egy már beépített területen nehéz úgy kialakítani szabad teret, hogy az ne képezzen akadályt és még esztétikus is legyen. Mivel nem kellene földfelszín alá helyezni ezen tározó típusokat, így az összköltségből 800.000 Ft – 1.000.000 Ft figyelmen kívül hagyható. A felszínen elhelyezkedő tározók jóval kisebb térfogattal rendelkeznek az esztétikai szempont miatt, így több kerülne az egyes darabokból elhelyezésre. A felszín feletti tározókkal is legalább 10 m³ esővíz összegyűjtése lenne az ideális. Ezért a tározók mennyiségét úgy határoztam meg, hogy összességben legalább 10 m³ csapadékvíz tárolható legyen bennük. A tételes kidolgozáshoz az tározók árait a weboldalaiktól gyűjtöttem ki. A legegyszerűbb és egyben legolcsóbb megoldás is az lenne, ha úgynevezett IBC tartályokból⁴ 10 db kerülne beépítésre. Ezen tartályok könnyen esztétikussá alakíthatók (növényekkel való befuttatás). Az IBC tartályok egységes méretben 1 m³ űrtartalommal és kocka formával készülnek. Az AUER Packaging által forgalmazott egy köbös tározókat, acél vázzal erősítettek meg így stabilitásuk is kimagasló a többi tartályhoz képest. A többi négy cég által forgalmazott tározók, mind formavilágukban, mind színükben sokkal jobban passzolnának a kertek környezetéhez. Költségek szempontjából a Service Universal

⁴ IBC tartály: az angol Intermediate Bulk Container rövidítése.

Kft., a POLYDUCT Műanyagipari Zrt. és Otthonod a kert webáruház tározóival való teljes kiépítés nagyon hasonló árban van körülbelül 1,9 millió forint, ez azért lehet, mert az alapvető tulajdonságaikban ezen termékek nem térnek el, maximum más a formaviláguk. A FIKESZ-PLUSZ Kft. weboldalán találtam olyan tározót, amely felszín felé helyezve esztétikus és mégis 4000 literese kapacitással rendelkezik. A tározók helyszínre fuvarozása, rögzítése és lehelyezése itt is külön költséget jelent. Illetve többlet költségeket jelentene az is, hogy az ereszcsonát a tározókba kellene vezetni, illetve túlfolyókat kellene kialakítani. Ezeknek a kialakítására, egy általam megkeresett vállalkozó irányárként összesen 250 000 Ft-ot mondott, de a pontosabb árajánlatot csak konkrét helyszíni felmérés után tudna adni.

	Otthonodakert webáruház [műanyag]	Service Universal Kft. [műanyag]	POLYDUCT Műanyagipari Zrt. [műanyag]	FIKESZ-PLUSZ KFT [műanyag]	AUER Packaging [műanyag]
Legalább szükséges tározó méret [m ³]	10	10	10	10	10
Tározó mérete [m ³]	2	2,6	2	4	1
Szükséges tározó mennyiség (kerekítve) [db]	5	4	5	3	10
Tározó önköltsége	305 400 Ft	339 558 Ft	272 987 Ft	361 950 Ft	107 920 Ft
Szükséges tározók összköltsége	1 527 000 Ft	1 358 232 Ft	1 364 935 Ft	1 085 850 Ft	1 079 200 Ft
Tározó helyszínre szállítása, behelyezése (kézi erővel/ daruzással)	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft
Tereprendezés (szűrők, ereszcsonátok átalakítása, új csövezések, túlfolyó kialakítása, stb)	150 000 Ft	150 000 Ft	150 000 Ft	150 000 Ft	150 000 Ft
Munkanem összesen:	2 082 400 Ft	1 947 790 Ft	1 887 922 Ft	1 697 800 Ft	1 437 120 Ft
Tározó összköltsége 1 m³ tározó térfogatra vetítve [Ft/m³]	208 240 Ft	194 779 Ft	188 792 Ft	169 780 Ft	143 712 Ft

**Telefonos beszélgetés során adott irányár építési vállalkozótól. Az építési vállalkozó pontos árajánlatához általuk végzett, helyszíni felmérés lenne szükséges.*

4. sz. táblázat: A felszín feletti tározók tételes költségvetési összehasonlítása

(Saját szerkesztés, adatforrás: saját adatok)

A tételes értékelésből jól látható, hogy az ekkora tározótérfogat kiépítése nagy költségekkel jár. Amennyiben csak öntözési tevékenységre használok fel az összegyűjtött csapadékvizet, akkor a teljes kiépítés megtérülésének ideje hosszútávú több, mint 25 év, amennyiben 459 Ft/m³-es vezetékes ivóvíz díjjal és a szakirodalomban megtalálható 20 l/fő/nap⁵ öntözési vízmennyiséggel számolunk. Amennyiben a társasház csak öntözésre szeretné felhasználni a csapadékvizet én 4 db 1 m³-es használt IBC tartály ajánlok. Ebben az esetben a teljes kiépítés összköltsége nem haladja meg a 400 000 forintot. A megtérülésének az ideje hozzávetőlegesen 10 év, amennyiben 459 Ft/m³-es vezetékes ivóvíz díjjal és 20 l/fő/nap öntözési vízmennyiséggel számolunk.

⁵ Az öntözés vízigényének számítási irányértéke (Török 1998) alapján, l/fő/nap-ban kifejezve.

4.2.3. Javaslat a tározók kiépítése és kiválasztása kapcsán

A személyes meglátásom az, hogy jelenleg csak önköltségből kiépíteni egy nagyobb (10-15 m³) tározót, amelyből csak öntözésre és kerti tevékenységre történne az esővíz hasznosítása egy már használatban lévő ingatlan esetében, nem gazdaságos. Abban az esetben, ha az összegyűjtött esővíz lakóépületen belül wc öblítésre hasznosításra kerülne, melynek vízigénye 45 l/fő/nap⁶, akkor számításaim alapján körülbelül 25 év alatt megtérülne egy felszín alatti 15 m³-es tartállyal rendelkező rendszer kiépítési költsége. A megtérülés kiszámításához 20 l/fő/nap öntözési és 45 l/fő/nap wc öblítési vízigénnyel, illetve 459 Ft/m³-es vezetékes ivóvíz díjjal számoltam. Viszont a csapadékvíz házban történő hasznosításához külön csövezésre és tartályok elhelyezésre van szükség az MSZ EN 16941-1:2018 szabvány miatt. Ez egy épülő ingatlan esetében könnyen megoldható, de egy életvitelszerűen használt ingatlan esetében sok átmeneti nehézséggel járna például: a horonyvések, a bontási és visszajavítási munkálatok. Egy már lakott ingatlan esetében, a csapadékinfrastruktúra fejlesztése kapcsán, amennyiben csak öntözésre használnák fel a lehullott csapadékot, akkor én IBC tartályok használatát javaslom. Ezen tartályok viszonylag strapabírók, hosszú élettartamúak és mozgathatók könnyedén megoldható. A felszín alatti tározók kiválasztását érdemes nagyon megfontolni, mivel nem minden tározó képes arra, hogy napi szintű autóforgalmat alakváltozás és tönkremenetel nélkül elviseljen. A felszín alá telepített tározókat olyan helyre érdemes elhelyezni, ahol nincs magasabban a talajvízszint a lehelyezett tározó alsó síkjánál, mert akkor nem kell gondoskodni a felúszás elleni védekezésről. A kiépítés során nagyon ügyelni kell a fagyhatárra. A felszín alatti tározókat zöld terület alá érdemes helyezni, ami viszonylag közel van a házhoz és nem lesz kitéve nagymértékű dinamikus vagy állandó terhelésnek. A vízgyűjtő felület (tető felület) megtisztítása a tározó kiépítése előtt, illetve éves szinten ajánlott, hogy a rajta megtelepedő mohák és a szerves és szervetlen anyagokból, minél kevesebb kerüljön a tározóba. Akár a tározóból kivett vízzel történő tisztítással a tetőn lévő homok, por és egyéb szennyező anyagok is lemosódnak, így később kevesebb üledék képződik majd a tározó alján. Nézőpontom szerint azon felületek, melyek közvetlenül gépjárművel érintkeznek nem alkalmasak arra, hogy róluk csapadékvíz gyűjtés történjen, mert nagy az esélye, hogy a tartályba vegyi-, olaj szennyeződés jusson. Véleményem szerint az eresz vízszintes részéhez szerelt szűrők már olyan védelmet nyújtanak a tározónak, mellyel hosszútávon üzemeltetése biztosítva van, mivel a szilárd szennyezők tározóba kerülését megakadályozzák. Abban az esetben, ha algásodást, elszíneződést, erősebb szaghatást észlelünk érdemes klórtablettát adagolni a tárolt

⁶ A wc öblítés vízigényének számítási irányértéke (Csapák 2009) alapján, l/fő/nap-ban kifejezve.

vízhez, hogy javítsa a benne lévő víz minőségét. A klór nagy mennyiségű adagolása káros hatással lehet a növényzetre, célszerű a tározóban lévő víz klorid tartalmát az ivóvízhez hasonlóan 250 mg/l alatti értéken tartani (Nemzeti Népegészségügyi Központ 2018). Viszont teljes hiányában gyengébb a növekedés tapasztalható a kultúrnövényeknél (Terbe 2017). Magyarországon több cég is foglalkozik esővíztározó forgalmazásával, érdemes őket felkeresni, akár személyesen, akár telefonon és az árajánlat mellett szélesebb körű tájékoztatást kérni.

4.2.3.1. *A tározóra vonatkozó szabványok és jogszabályok*

A folyamatosan fejlődő világunkban számos esetben az aktuális jogszabályok, szabványok, törvények határt szabnak az új technológiák alkalmazhatóságának. Nincs ez másként a csapadékvíz hasznosításának a területen sem. Németországban egy 1989-es úgynevezett *DIN1989/1-4-es* míg Ausztriában a(z) *Ö-NORM B2572-es* szabványok rendelkeztek/rendelkeznek a DRWH rendszerekről. 2018-ban megjelent a(z) *MSZ EN 16941-1:2018-as* európai szabvány, amely az olyan vizekkel foglalkozik részletesebben, melyek emberi fogyasztásra nem alkalmasak (Európai Szabványügyi Szervezet 2018). Ezen szabvány tartalmazza a DRWH rendszerekre vonatkozó tervezési, méretezési, telepítési, elhelyezési és karbantartási ajánlásokat és követelményeket. Jelenleg Magyarországon csak angol nyelven érhető el, fordítása nem történt meg. A tározók tervezése és kiépítése során figyelembe kell venni a(z) *MSZ EN 752:2017* és a(z) *MSZ EN 12056/1-4:2001* szabványokat. Ezen szabványok a vízelvezető rendszerek üzemeltetése például: kilevegőztetésre, kiülepedésre vonatkoznak (Európai Szabványügyi Szervezet 2001b; 2017). A(z) *MSZ EN 1717* szabvány elkülöníti, az emberi fogyasztásra alkalmas és nem alkalmas vizeket.(Európai Szabványügyi Szervezet 2001a) Továbbá a „nem ivóvíz” feliratokat is ezen jogszabály miatt kell használni. A tározó kiépítése előtt, mindenképpen tájékozódjunk a helyileg illetékes önkormányzatoknál (Dienes 2007; Illés 2015).

5. ÖSSZEGZÉS

A dolgozatom célja az volt, hogy a globálisan jelentkező éghajlatváltozás következtében térben és időben változó csapadékeloszlás okozta problémákra olyan megoldással szolgáljak, mellyel az éghajlattól való kitettség mértékét csökkenteni lehessen. A szakirodalmak feldolgozása után arra a következtetésre jutottam, hogy a csapadékeloszlásából komoly vízgazdálkodási gondok (előntések, villámárvizek stb.) fakadnak. A települési vízgazdálkodás egyik részterülete a csapadékvíz-gazdálkodás, mely kihatással van az életünk minden részére.

Lokálisan nézve a lakossági csapadékvíz hasznosítása elenyésző, sokak nincsennek tisztában ezen kiaknázatlan forrásban rejlő potenciállal (Hádinger 2013; Matusz-Kalász 2019). Annak érdekében, hogy erről átfogóbb képet kapjak egy kérdőívet készítettem (1. számú melléklet.). Az eredményekből kiderült számomra az, hogy a kérdőívet kitöltők jelentős része nyitott lenne a csapadékvíz különböző módokon történő hasznosítására, amennyiben ennek kiépítéséhez támogatást tudnának igénybe venni. A válaszadók számottevő része csak locsolásra, wc öblítésre és autómosásra hasznosítaná az összegyűjtött csapadékvizet (H₅-ös hipotézis), mégis vannak, akik nyitottak lennének a teljes csapadékvíz hasznosításra.

A szakirodalmakból továbbá világossá vált számomra az, hogy a víz visszatartásával, illetve kellő időben és módon történő felhasználásával számottevő gazdasági előnyök származtathatók. Viszont ehhez szükséges egy olyan lokálisan elhelyezkedő DRWH rendszer, mely képes kezelni a rapid módon, nagy mennyiségben hulló esőt és majd mikor szükséges lesz, alternatív pontszerű vízbázisként tud szolgálni (Hádinger 2013; Bíró 2022). A dolgozatomban Szeged Marostói városrészében elhelyezkedő társasházhoz terveztem és méreteztem egy tározót. A társasháznak jelenleg semmilyen technológia nem áll rendelkezésre a csapadékvíz helyben történő gyűjtésre. Az öntözés is, mint minden vizet igénylő folyamat vezetékes ivóvízzel történik. A méretezés során megvizsgáltam a vízgyűjtő felületek kiterjedését és minőségét, illetve a megvalósíthatóság miatt, azoknak a térbeli elhelyezkedését. Ezt követően a lakók vízfogyasztását (18. és 19. számú ábra) elemeztem az általuk megadott vízóra adatok alapján. Az eredményekből azt a következtetést vontam le, hogy a nyári időszakban (II. periódus) keletkező vezetékes ivóvízbéli többletfogyasztás az öntözés miatt keletkezett. A méretezést megelőzően kérdésként felmerült a csapadékvíz (tisztás utáni) wc öblítésre történő hasznosítása is, de az *MSZ EN 16941-1:2018* szabványban lévő külön csövezés bonyolult kialakítása miatt, csak kerti tevékenységek vízigényével történt meg a méretezés. Annak érdekében, hogy minél költséghatékonyabb (karbantartás, javítás, elhelyezés, kialakítás stb.) módot találjak a társasház tározóval történő csapadékinfrastruktúra fejlesztéséhez 10 darab (5 darab felszín alatti és 5 db felszín feletti) tározókkal foglalkozó céget kerestem fel. A tőlük kapott árajánlatok (3. és 4. táblázat) kielemezése után azt a következtetést vontam le, ugyan a felszín alá helyezett tározó nem foglal el helyet az udvaron és esztétikailag nem befolyásolja a lakóház külső környezetet, viszont a gazdasági megtérülésének ideje többszöröse a felszín felé elhelyezett tározónak. A tározó lehetséges anyagfajtáiról részletesen az általam feldolgozott szakirodalmakból tájékozódtam és ezek alapján vizsgáltam azt, hogy melyik a legideálisabb. A gazdaságossági szempontot szem előtt tartva, ezen ingatlan

vonatkozásában, amennyiben csak külső kerti tevékenység során történik felhasználás, én egy felszín feletti tározó (IBC tartály) kiépítését helyezném előnybe.

A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodáshoz a jövőben szükség lesz olyan jogszabályi és szemléletbeli változtatásokra, mellyel környezettudatosan, gazdaságosan kiépíthetők és üzemeltethetők lesznek az ilyen és ehhez hasonló lakossági vízgazdálkodási műtárgyak. Továbbá a cél az, hogy ezen műtárgyak segítségével az urbanizációs (burkolt felületek mennyisége), éghajlatváltozási, csapadékeloszlási hatások mértékét kompenzálni lehessen.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- Aladenola, Olanike Olowoia, és Omotayo B. Adeboye. 2010. „Assessing the Potential for Rainwater Harvesting”. *Water Resources Management* 24 (10): 2129–37.
<https://doi.org/10.1007/s11269-009-9542-y>.
- Bíró, Tibor. 2022. Fékezd, Uram, az esőt! Interjúkészítő Anna Páhy. *Ludovika Magazin*.
<https://www.ludovika.hu/magazin/aula/2022/01/20/fekezd-uram-az-esot/>.
- Csapák, Alex. 2009. „Települési vízgazdálkodás, lakossági csapadékvíz-gyűjtés és -felhasználás”. Doktori értekezés, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
http://teo.elte.hu/minosites/tezis2009/csapak_a.pdf.
- Csapák, Alex, és Katalin Fehér. 2008. „A vízminőségi mutatók változása a tárolt”. *Hidrológiai Közlöny A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA* . 88. ÉVF. 1. SZÁM . 2008. JANUÁR-FEBRUÁR (3): 57–60.
- Dienes György. 2007. „HYDRO-KING Esővíz-hasznosítás”. *A HYDRO-KING Kft. műszaki információs kiadványa*, 7.
- Európai Községek Bizottsága. 1999. *A Bizottság 1999/77/EK irányelve (1999. július 26.) a tagállamok egyes veszélyes anyagok és készítmények (azbeszt) forgalomba hozatalának és használatának korlátozásaira vonatkozó törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezéseinek közelítéséről szóló, 76/769/EGK tanácsi irányelv I. mellékletének a műszaki fejlődéshez történő hatodik kiigazításáról EGT vonatkozású szöveg*. DD. <http://data.europa.eu/eli/dir/1999/77/oj/hun>.
- Európai Szabványügyi Szervezet. 2001a. *Protection against pollution of potable water in water installations and general requirements of devices to prevent pollution by backflow*.
http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=3F7DE7D5C6CA2867DB64AB2E28A5FDE5?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=113269&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search.
- . 2001b. *Gravity drainage systems inside buildings*.
http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=3BE12B792E1EA2F5CB41A161C8AA84BE?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=115701&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search.
- . 2017. *Drain and sewer systems outside buildings. Sewer system management*.
http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=165911&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search.
- . 2018. *On-site non-potable water systems. Part 1: Systems for the use of rainwater*.
http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhaz;jsessionid=C8323309D60AAC6E2BE47D5930A618CD?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=168088&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search.
- Flórián Sándor. 2009. „Csapadékvíz hasznosításának lehetősége a háztartásokban”. In , *DEBRECENI MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK* 2009/1-2:5.
https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/93247/file_up_ForianS-DMK-Csapadekviz.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

- Gayer, József, Ferenc Ligetvári, Endre Juhász, és György Kőszegfalvi. 2007. *Települési vízgazdálkodás, csapadékvíz-elhelyezés*. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
http://www.gwpmo.hu/sources/root/upload/0314_k_nyv_c_mlappal.pdf.
- Google, Maps. 2022. „Kürü sori árok”. Google Maps. 2022. április 23.
<https://www.google.com/maps/place/Szeged,+K%C3%BCr%C3%BC+sz,+6726/@46.2416833,20.1833645,1839m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x474489b338c4983d:0xf9b87c26faab8413!8m2!3d46.2436917!4d20.1891877>.
- Hádinger Judit. 2013. „Az esővíz hasznosítás lehetőségei és szerepe a vízgazdálkodásban”. In , 44. Óbudai Egyetem.
https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/6288/0172_rkk_pub_hadjud_palyamunka_12053_0140.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Hayakawa, Masato, Tomohiko Nakajima, és Ryo Hakoda. 2021. „Examination of Flood Countermeasures Utilizing a Yokohama City Main Rainwater Pipeline and Public–Private Anti-Flood Measures”. *Journal of Disaster Research* 16 (3): 437–41.
<https://doi.org/10.20965/jdr.2021.p0437>.
- Illés, Cecília. 2015. „Csapadékvíz hasznosítás Budapest XI. Kerület Környezettudatos Óvodáiban”. Eötvös József Főiskola.
- Kószó, József. 2005. *Háztetők*. Köt. HÁZTETŐK. 1 köt. Szeged: Szukits Könyvkiadó.
- Köles, Péter. 2011. „Települési csapadékvíz gazdálkodás”. 2011.
<https://docplayer.hu/27660910-Telepulesi-csapadekviz-gazdalkodas-koles-peter.html>.
- Magyarország Kormánya. 2013. *A víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról*.
https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=A1300058.KOR&targetdate=ffffff4&printTitle=58/2013.+%28II.+27.%29+Korm.+rendelet&referer=http%3A/net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi%3Fdocid%3D00000001.TXT.
- Matusz-Kalász Dávid. 2019. „Családi ház esővízgyűjtő rendszerének méretezése”. *Multidiszciplináris Tudományok* 9 (2): 43–49.
<https://doi.org/10.35925/j.multi.2019.2.7>.
- Mezei Balázs, és Flórián Sándor. 2013. „CSAPADÉKVÍZ HÁZKÖRÜLI HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE POSSIBILITIES OF RAINWATER USE IN HOUSEHOLDS”, december, 13.
- Mrekva László, és Horváthné Pintér Judit. 2009. „Zöldtetővel a városi árvizek ellen”, október, 6.
- Mwenge Kahinda, Jean-marc, Akpofure E. Taigbenu, és Jean R. Boroto. 2007. „Domestic Rainwater Harvesting to Improve Water Supply in Rural South Africa”. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Mainstreaming Integrated Water Resources Management in the Development Process*, 32 (15): 1050–57.
<https://doi.org/10.1016/j.pce.2007.07.007>.
- Nemzeti Népegészségügyi Központ. 2018. „Klorid”. 2018. február 18.
<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegezessegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/ivoviz/ivovizben-vizsgalt-parameterek/1003-klorid>.
- OpenStreetMap®. 2022. „Szeged térképe”. 2022. február 25.
<https://data2.openstreetmap.hu/hatarok/hatarok.php?hatar=Szeged&zoom=11&lat=46.28166&lon=20.3022&layers=B0FFT>.
- Ország, József. 2015. „VÍZÖNELLÁTÓ - A TELESŐ rendszer elhelyezése”. 2015.
<https://www.eautarcie.org/hu/03f.html#cinq>.

- Országos Meteorológiai Szolgálat. 2022. „Szeged - Városok éghajlati jellemzői - met.hu”.
Országos Meteorológiai Szolgálat. 2022. február 26.
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Szeged/.
- Palla, A., I. Gnecco, L.G. Lanza, és P. La Barbera. 2012. „Performance Analysis of Domestic Rainwater Harvesting Systems under Various European Climate Zones”. *Resources, Conservation and Recycling* 62 (május): 71–80.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.02.006>.
- Puskás, Irén, és Andrea Farsang. 2006. „A városi talajok osztályozása Szeged talajtípusainak példáján”. *Talajtani Vándorgyűlés, Sopron*. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/5648/1/1161835.pdf>.
- Szántó Katalin, és F. Holényi Magdolna. 1995. *Architectural Ecology - Építészeti ökológia*. Budapest. http://www.terport.hu/webfm_send/3994.
- Szeged Város Honlapja. 2022. „Szeged, belterületi csapadékvíz elvezetés III. és IV. ütem”. 2022. február 25. <https://www.szegedvaros.hu/belterulet-vizelvezetes-3-4-utem/>.
- Terbe István. 2017. „Klór: mérgező vagy növényi tápanyag?” *Agroinform.hu*. 2017. február 9. <https://www.agroinform.hu/szantofold/klor-mereg-vagy-novenyi-tapanyag-31422-001>.
- Thomas, T.H., és David Martinson. 2007. *Roofwater harvesting: a handbook for practitioners*.
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/THOMAS%20%26%20MARTINSON%202007.%20Roofwater%20harvesting.pdf.
- Török, László. 1998. „Tervezési segédlet települési vízellátása tanulmányterv készítéséhez”. Eötvös József TIF Könyv- és Médiatár. https://filr.uninke.hu/ssf/a/c/p_name/ss_forum/p_action/1/showCollection/-1/entityType/user/action/view_permalink/entryId/ss_user_id_place_holder/novl_url/1/novl_root/1#1643707995209.
- „Újszeged, a többször megújult városrész”. 2020. *Szeged Tourinform* (blog). 2020. november 10. <http://szegedtourism.hu/hu/ujszeged-a-tobbszor-megujult-varosresz/>.

KÉPJEGYZÉK

1. sz. kép: Felülnézeti kép a társasházzról.....	28
2. sz. kép: Marostói városrészben 2018-ban kiöntött csapadékvíz csatorna	30

ÁBRAJEGYZÉK

1. sz. ábra: Csapadékvíz kezelésének a módjai.....	15
2. sz. ábra: A csapadékvíz helyben történő hasznosításának a módjai	15
3. sz. ábra: A lakókörnyezetében lehullott csapadékvíz helyben hasznosításának a lehetősége	16
4. sz. ábra: Tározóval nem rendelkező és rendelkezők esővíz felhasználása.....	17
5. sz. ábra: Felszín alatti tározó kiépítésének összköltségéből vállalt saját részek aránya	18
6. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítésének összköltségéből vállalt saját részek aránya	18
7. sz. ábra: Felszín alatti tározó kiépítéséhez nyújtható / nyújtott önkormányzati támogatások összege	19
8. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítéséhez nyújtható / nyújtott önkormányzati támogatások összege	19
9. sz. ábra: Felszín alatti tározó kiépítéséhez kívánt mértékű önkormányzati támogatások összege	19
10. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítéséhez kívánt mértékű önkormányzati támogatások összege.....	19
11. sz. ábra: A lakókörnyezetében lehullott csapadékvíz helyben történő hasznosítása	20
12. sz. ábra: A lakókörnyezetében lehullott csapadékvíz helyben történő hasznosításának módjai	21
13. sz. ábra: Felszín feletti tározó kiépítésére nyújt/nyújtott önkormányzati támogatás.....	21
14. sz. ábra: Öntözéshez felhasznált víz származási helye	22
15. sz. ábra: Öntözéshez felhasznált víz mennyisége	23
16. sz. ábra: Szegeden lehullott csapadék mennyisége éves bontásban 1901 és 2021 között.....	26
17. sz. ábra: Szegeden lehullott legnagyobb napi csapadékösszeg	27
18. sz. ábra: I. időszakban a lakások heti vízfogyasztása: 2020.12.05. – 2021.04.10. között.....	33
19. sz. ábra: II. időszakban a lakások heti vízfogyasztása: 2021.06.02. – 2021.10.09. között.....	33
20. sz. ábra: A havi szinten összegyűjthető és jelenleg öntözésre felhasznált csapadékvíz mennyiségeinek értékei, illetve a tervezett tározó térfogata.....	35

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. sz. táblázat: Tetőburkolatok lefolyási tényezője	8
2. sz. táblázat: Vizsgált időszakokban összegyűjthető csapadék mennyisége	32
3. sz. táblázat: A felszín alatti tározók tételes költségvetési összehasonlítása	37
4. sz. táblázat: A felszín feletti tározók tételes költségvetési összehasonlítása.....	38

TÉRKÉP JEGYZÉK

1. sz. térkép: Szeged és városrészei	24
2. sz. térkép: A társasház előtti nyíltfelszíni csapadékgyűjtő csatorna és a Kürü sori árok	29

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. sz. melléklet: Felmérés a települési csapadékvíz lakossági felhasználásával kapcsolatban (kérdőív)
2. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük a téli időszakban 1996-2021 között
3. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük a tavaszi időszakban 1996-2021 között
4. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük a nyári időszakban 1996-2021 között
5. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük az őszi időszakban 1996-2021 között

MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet: Felmérés a települési csapadékvíz lakossági felhasználásával kapcsolatban (kérdőív)

Tisztelt Kérdőív-kitöltő!

Horváth Csongor vagyok, az egyetemi tanulmányaim során felmérést készítek a települési csapadékvíz lakossági felhasználásával kapcsolatban. A kérdőív kitöltése anonim, kb. 10 percet vesz igénybe.

Kérem, válaszaival segítse munkámat!

Köszönettel,

Horváth Csongor

Kérdések:

1. Az Ön életkora?
 - 25 év alatti
 - 25-65
 - 65 év feletti
2. Kérem válassza ki, a lakóhelyének típusát!
 - tanya
 - falu/község
 - város, de nem megyeszékhely
 - város és megyeszékhely
 - főváros
3. Kérem válassza ki, hogy melyik a leginkább jellemző az Ön lakókörnyezetére!
 - Panelház
 - Társasház saját kerttel
 - Társasház közös kerttel
 - Társasház kert nélkül
 - Családi ház
 - Egyéb
4. Kérem válassza ki, hogy milyen módon/módokon történik a csapadékvíz kezelése az Ön lakókörnyezetében! (több válaszlehetőség)
 - Közterületen lévő külső csapadékvíz elvezető rendszer

- Szikkasztó rendszer
 - Csapadékvíz tározó
 - Nincs semmiféle kiépített rendszer
 - Nem tudom
 - Egyéb
5. Használ-e Ön valamilyen technológiát/technológiákat a lehullott csapadékvíz helyben történő hasznosításra? (Amennyiben nem, akkor a kérdőív kitöltésénél hagyja ki a következő kérdést!)
- Igen
 - Nem
6. Milyen technológiát/technológiákat használ Ön a lehullott csapadékvíz helyben történő hasznosításra? (több válaszlehetőség)
- Felszín feletti csapadékvíz tározó (például: hordó)
 - Felszín alatti csapadékvíz tározó (például: akna, ciszterna)
 - Vízáteresztő felületek (például: elemes burkolatok parkolók esetében)
 - Szikkasztó rendszer (árok, földalatti esővíz szikkasztó, egyéb)
 - Kerti tó
 - Zöldtető
 - Egyéb
7. Van-e Önnek arra lehetősége, hogy a lakókörnyezetében a lehullott csapadékvizet helyben hasznosítsa?
- Igen, és élek is a helyben hasznosítás lehetőségével
 - Igen, de nem élek a helyben hasznosítás lehetőségével
 - Nincs, de amennyiben lenne rá lehetőségem élnék a helyben hasznosítás lehetőségével
 - Nincs, és ha lenne rá lehetőségem, akkor sem élnék a helyben hasznosítás lehetőségével
8. Amennyiben lehetősége lenne arra, hogy hasznosítsa a csapadékvizet milyen módon tenné meg azt?
- Beszivárogtatnám a talajba
 - Tároznám, további felhasználás céljából (például: háztartásban, autómosáshoz stb.)
 - Nem hasznosítanám

9. Amennyiben az Ön lakókörnyezetében jelenleg van tározó az összegyűjtött szürkevizet (esetleges helyben történő megtisztítás után) mire használja fel Ön? (több válaszlehetőség) *[szürkevíz: Olyan szennyvíz, mely relatíve kis mértékben szennyezett (nem tartalmaz ürüléket, gépolajat, üzemanyagot és nagy mennyiségű háztartási zsír és olaj szennyeződést), háztartások esetében általában mosogatás, fürdés, mosás, csapadékesemény során keletkezik, de emberi fogyasztásra nem alkalmas megtisztítás nélkül.]*

- Öntözés
- WC öblítés
- Mosás
- Autómosás/takarítás
- Mosogatás
- Tisztálkodás
- Ivás
- Főzés
- Egyikre sem
- Nincs jelenleg kiépített tározóm
- Egyéb

10. Amennyiben kiépítésre kerülne az Ön lakókörnyezetében tározó, akkor az összegyűjtött szürkevizet (esetleges helyben történő megtisztítás után) mire használná fel Ön? (több válaszlehetőség)

- Öntözés
- WC öblítés
- Mosás
- Autómosás/takarítás
- Mosogatás
- Tisztálkodás
- Ivás
- Főzés
- Egyikre sem
- Egyéb

11. Öntözésre jelenleg milyen vizet használ Ön? (a lehetőségek közül azt válassza, mely leginkább igaz önre!)

- Vezetékes ivóvizet
- Összegyűjtött szürkevizet
- Kútból nyert vizet
- Nem öntözők
- Egyéb

12. Átlagosan hány liter vizet szokott a nyári időszakban öntözésre szánni napi szinten?
(Egy átlagos locsolókanna mérete: 8-10 liter)

- 0-40 liter
- 40-80 liter
- 80-120 liter
- 120-160 liter
- 160-200 liter
- 200 liter felett

13. Ha egy FELSZÍN ALATTI 5.000 literes csapadékvíz tározó összköltsége kb. 1.300.000 Ft, mekkora saját részt vállalna Ön a kiépítés érdekében?

- 250.000 Ft alatt
- 500.000 Ft alatt
- 750.000 Ft alatt
- 1.000.000 Ft alatt
- 1.300.000 Ft alatt
- Nem vállalnék saját részt a kiépítés érdekében

14. Azon a településen, ahol Ön él tud-e arról, hogy a helyi önkormányzat nyújtott/nyújt támogatást FELSZÍN ALATTI csapadékvíz tározó építésére?

- Igen, és fel is használtam a támogatást
- Igen, de nem kívántam felhasználni a támogatást
- Nem volt, de, ha lenne felhasználnám a támogatást
- Nem volt és ha lenne akkor sem használnám fel a támogatást

15. A FELSZÍN ALATTI csapadékvíz tározó építési költségének hány %-át tudta visszaigényelni, amennyiben a helyi önkormányzat által nyújtott támogatást Ön igénybe vette?

- kevesebb, mint 10%
- 10-25%
- 25-50%

- 50-75%
- több, mint 75 %
- Nem volt ilyen lehetőségem

16. Véleménye szerint, ha a helyi önkormányzat támogatná a FELSZÍN ALATTI csapadékvíz tározó kiépítését, akkor milyen mértékű kellene, hogy legyen az? (Egy felszín alatti 5.000 literes csapadékvíz tározó összköltsége kb. 1.300.000 Ft.)

- Építési költség kevesebb, mint 10%
- 10-25%
- 25-50%
- 50-75%
- több, mint 75 %

17. Ha egy FELSZÍN FELETTI 3.000 literes csapadékvíz tározó összköltsége kb. 400.000 Ft, mekkora saját részt vállalna Ön a kiépítés érdekében?

- 50.000 Ft alatt
- 100.000 Ft alatt
- 200.000 Ft alatt
- 300.000 Ft alatt
- 400.000 Ft alatt
- Nem vállalnék saját részt a kiépítés érdekében

18. Azon a településen, ahol Ön él tud-e arról, hogy a helyi önkormányzat nyújtott/nyújt támogatást FELSZÍN FELETTI csapadékvíz tározó építésére?

- Igen, és fel is használtam a támogatást
- Igen, de nem kívántam felhasználni a támogatást
- Nem volt, de, ha lenne felhasználnám a támogatást
- Nem volt és ha lenne akkor sem használnám fel a támogatást

19. A FELSZÍN FELETTI csapadékvíz tározó építési költségének hány %-át tudta visszaigényelni, amennyiben a helyi önkormányzat által nyújtott támogatást Ön igénybe vette?

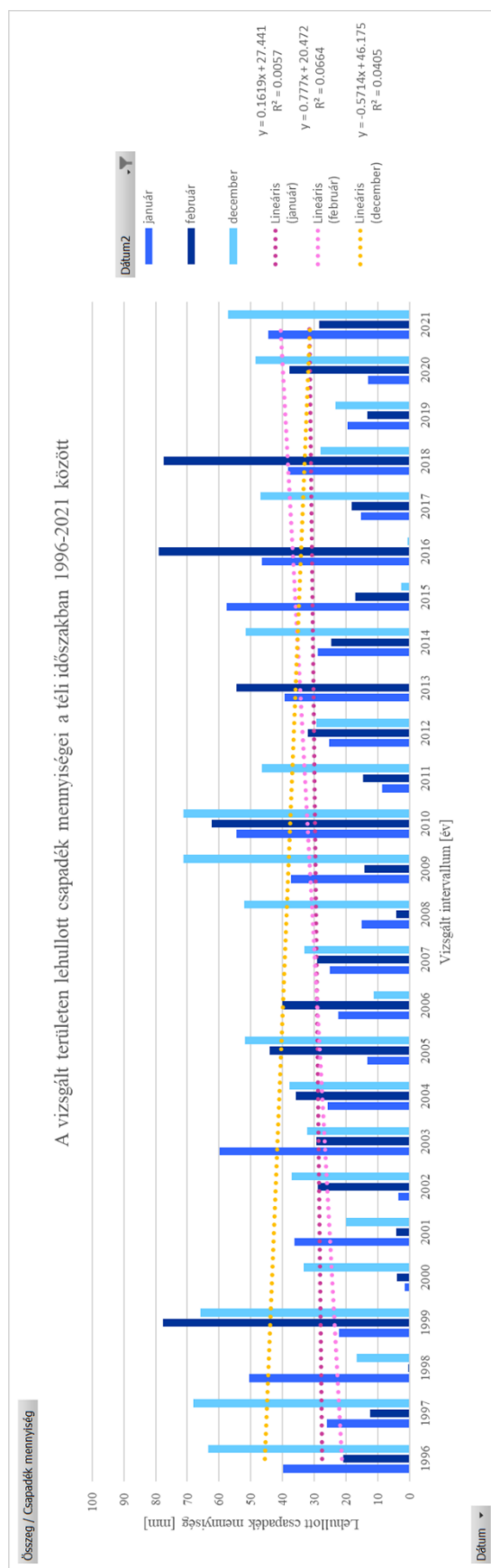
- kevesebb, mint 10%
- 10-25%
- 25-50%
- 50-75%
- több, mint 75 %

- Nem volt ilyen lehetőségem

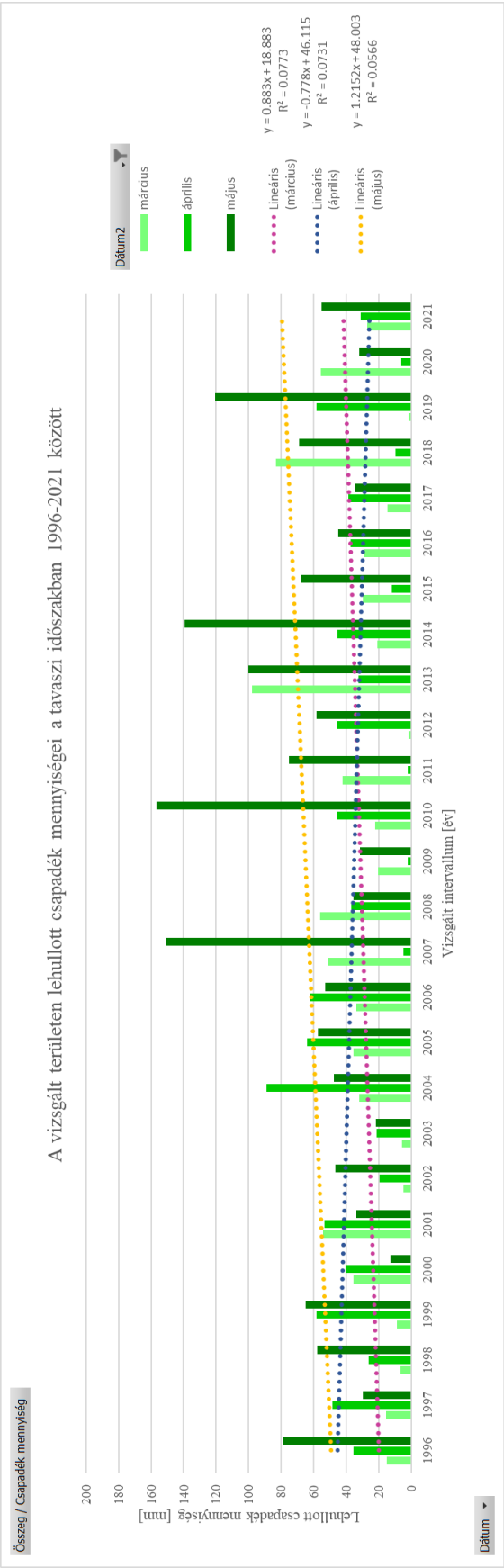
20. Véleménye szerint, ha a helyi önkormányzat támogatná a FELSZÍN FELETTI csapadékvíz tározó kiépítését, akkor milyen mértékű kellene, hogy legyen az? (Egy felszín feletti 3.000 literes csapadékvíz tározó összköltsége kb. 400.000 Ft.)

- Építési költség kevesebb, mint 10%
- 10-25%
- 25-50%
- 50-75%
- több, mint 75 %

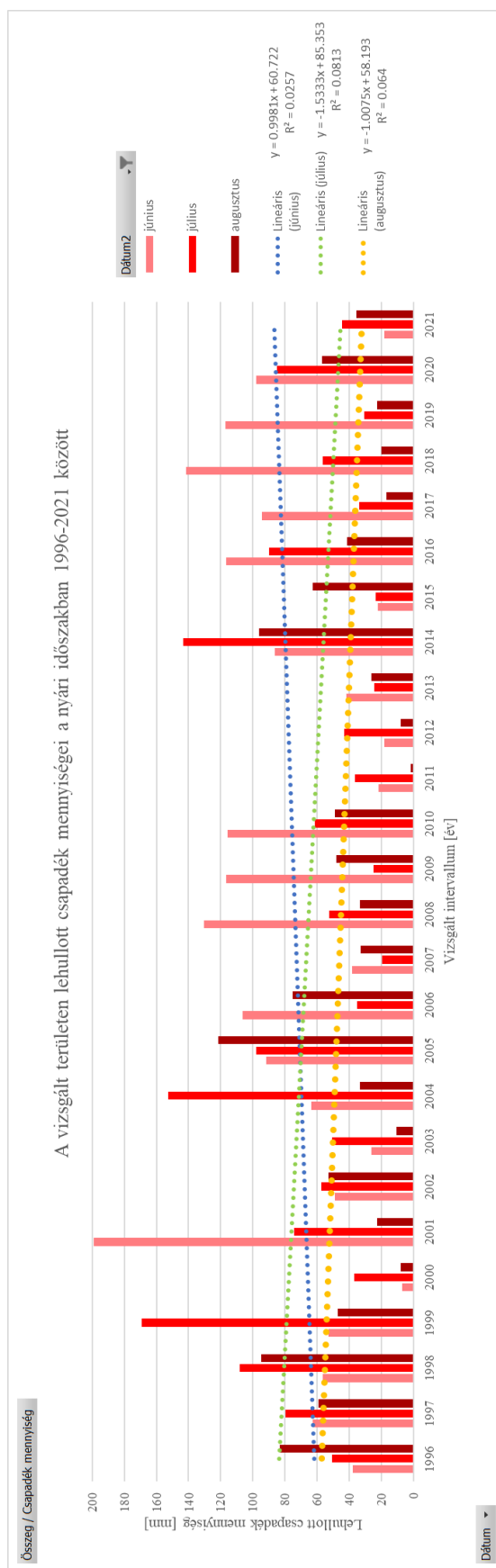
2. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük a téli időszakban 1996-2021 között



3. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük a tavaszi időszakban 1996-2021 között



4. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük a nyári időszakban 1996-2021 között



5. sz. melléklet: A vizsgált területen lehullott csapadék mennyiségei és havi trendjük az őszi időszakban 1996-2021 között

