

CSAPADÉKVÍZ GAZDÁLKODÁS – LEHETSÉGES MEGOLDÁS
A MEGNÖVEKEDETT CSAPADÉKVÍZ HASZNOSÍTÁSÁRA

PETRICS ÁKOS

Építőmérnök szakos BSc hallgató

Konzulens:

PROF. EMERITA DULOVICS DEZSŐNÉ DR.

ny. főiskolai tanár

SZIE- Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Közmű- és Mélyépítési Tanszék

Budapest, 2011

TARTALOMJEGYZÉK

	OLDAL
TARTALOMJEGYZÉK	2
1. BEVEZETÉS	3
2. AZ ÉGHAJLAT VÁLTOZÁSA	4
2.1 AZ URBANIZÁCIÓ HATÁSA	6
2.2 AZ ÉGHAJLAT VÁLTOZÁSA MAGYARORSZÁGON	8
3. VÍZELLÁTÁS	10
3.1 IPARI VÍZIGÉNYEK	11
3.2. VÍZMINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEK	14
3.3 IPARI VÍZGAZDÁLKODÁS	15
4. CSATORNÁZÁS	18
4.1 CSATORNAHÁLÓZATOK RÉGEN ÉS NAPJAINKBAN	19
4.2 CSAPADÉK CSATORNARENDSZEREK	21
5. IPARI SZENNYVIZEK TISZTÍTÁSA	25
6. CSAPADÉKVÍZ GAZDÁLKODÁS	29
6.1 CSAPADÉKVÍZ GAZDÁLKODÁS - LEHETSÉGES MEGOLDÁS A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSAINAK ENYHÍTÉSÉRE	30
6.2 A CSAPADÉKVÍZ FELHASZNÁLÁS PROBLÉMÁI	34
7. A RENDSZER KIALAKÍTÁSA	35
7.1 CSAPADÉKVÍZ MENNYISÉGE	36
7.2 CSAPADÉKVÍZ MINŐSÉGE	39
7.2.1 Autóútról gyűjtött csapadékvíz minősége	41
7.3 TÁROLÓK KIALAKÍTÁSA	42
7.4 A CSAPADÉKVÍZ SZÜRÉSE	44
7.5 SZIVATTYÚK	45
7.6 MÉRETEZÉS	45
8. KÖLTSÉGBECSLÉS	47
9. CSAPADÉKVÍZ HASZNÁLATÁNAK ELEMZÉSE GAZDASÁGI SZEMPONTOK FIGYELEMBE VÉTELÉVEL	47
10. ÖSSZEFOGLALÁS	49
IRODALOMJEGYZÉK	51
MELLÉKLETEK	53

1. Bevezetés

Manapság a köztudatban egyre jobban elterjed a környezettudatos viselkedés. Az emberiség kezd ráébredni arra, hogy az életmódjával visszafordíthatatlan károkat okoz a természetben és a klímában. Azonban még csak egy szűk réteg tesz valamilyen módon a környezetünkért, ami azért érthető, mivel egyik napról a másikra nem tudjuk megváltoztatni a gondolkodásmódunkat és szokásainkat.

Napjainkban a klímaváltozás eredményeképpen egyre több csapadék hullik és egyre intenzívebben, emiatt sok helyen okoz problémát a csapadékvíz elvezetése. Mivel a csapadékelvezető rendszereink elavultak, vagy még kiépítésre sem kerültek, ezért szükséges lenne azok korszerűsítése. A csapadékvizek megfelelő elvezetése csak gazdaságtalanul nagy átmérőjű csatornahálózat kialakításával lenne lehetséges, mivel nem csupán a megnövekedett csapadékmennyiséget, de az urbanizáció hatását is figyelembe kell venni. Erre a problémára nyújthat megoldást a csapadékvíz gazdálkodás. A lehullott csapadékot a mai trendek szerint igyekszünk minél gyorsabban elvezetni a befogadóba, azonban, ha azt már helyben is elkezdjük begyűjteni, akkor kisebb terhelésnek tesszük ki a csatornákat, és egy özőnvízszerű esőzés már nem jelenthet problémát, mivel a lehullott csapadéknak csak kis hányadát kell elvezetnie a csapadékcsatornának.

Egyre több háztartás hasznosítja ingatlanon belül a csapadékvizet, és így a háztartás ivóvízigényének akár 35%-át is kiválthatja, és megszabadul attól a problémától is, hogy hova helyezze el az esővizet. Ez egy nagyon jó példa a környezettudatos viselkedésre, amelynek hátterében azonban nem minden esetben a környezet védelme áll, hanem sokkal inkább gazdasági megfontolás is. Bár ez egy meglehetősen kényelmes módja a környezettudatosságnak, de pénzt is meg lehet vele takarítani, ha az ember megengedheti magának ezt az egyszeri nagyobb beruházási költséget. Gondoljunk csak bele mekkora pocskéolás, hogy attól a víztől akarunk megszabadulni, amit akár a szolgálatunkba is állíthatunk ezzel csökkentve költségeinket. A természetben minden adott számunkra csak tudni kell vele élni.

Az előbb említett kommunális fogyasztás a teljes vízfogyasztás mindössze 10%-át teszi ki, a maradék 90%-ot az ipari. Hazánkban ezen a területen nem tört még be az új szemlélet, hogy valamilyen formában fel lehessen használni a csapadékvizet, pedig a felfogott csapadékvíz jelentős részét lehetne ezen a területen elhasználni, ezzel nagymértékben csökkentve a lefolyó csapadékvíz mennyiségét. Az ipari vízhasználat nagyobb volumenű mint a kommunális, tehát itt sokkal jelentősebb mértékű lehet a megtakarítás, és tekintve, hogy a vízdíjak egyre nőnek, ezáltal a későbbiekben egyre többet lehet majd spórolni. Ez pedig a lakosság felé is költségcsökkenést jelentene, mivel az önkormányzatok elsősorban a lakosság felé róják ki a csapadék elvezetésének költségét.

Dolgozatom tárgyaként egyrészt azért választottam a csapadékvíz gazdálkodást, mivel ilyen módon megoldható lehet egy olyan probléma, ami időben sokkal közelebb van hozzánk, mint azt gondolnánk, másrészt pedig azért, mivel ma már igen sok írás foglalkozik a csapadékvíz felhasználásával a háztartásokban, az ipari használattal azonban ezeknek csupán elenyésző hányada, annak ellenére, hogy nagy lehetőségek rejlenek benne. A dolgozatban bemutatom, hogyan lehet ipari célokra használni az esővizet. Ismertetni fogom egy olyan autómosó tervét, amely nem háztetőkről, hanem autóútról gyűjtött csapadékvízzel üzemel.

2. Az éghajlat változása

A megnövekedett környezetterhelés hatására zajló klímaváltozás ma már kézzel fogható és egyre szűkebb körben vitatott tény. A mérnök társadalom feladatát képzi, hogy a klímaváltozás hatására keletkező problémákat megoldja és törekednie kell arra, hogy a természetes állapotot visszaállítsa és megőrizze azt.

„A klímaváltozás az éghajlati elemek nagyobb vagy kisebb értékek irányába történő tartós vagy rövidebb-hosszabb ideig fellépő, esetleg irreverzibilis megváltozása, melynek gyakorlati hatása mérhető, érzékelhető és jelentős emberi-társadalmi következményekkel jár.” (Solymosi)

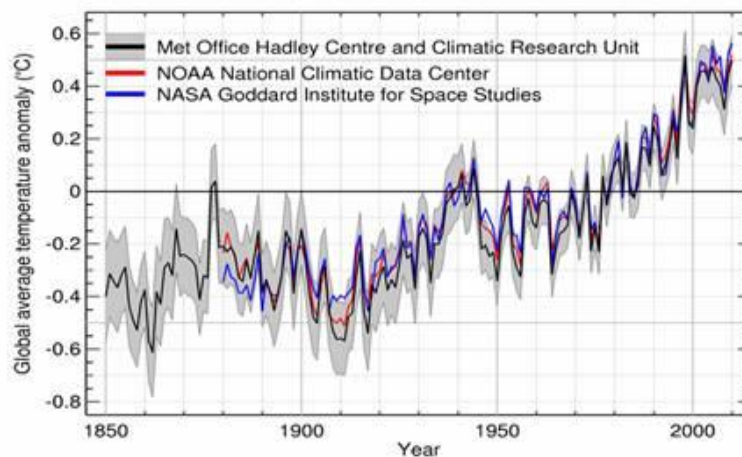
Az Európai Bizottság éghajlatváltozással foglalkozó oldalán is olvashatjuk, hogy a globális felmelegedés kifejezés helyett a szakemberek ma már szívesebben használják az éghajlatváltozás kifejezést, mivel ez magában foglalja a felmelegedés minden velejáró következményét. Vagyis az éghajlatváltozást a globális felmelegedés hatásai alkotják. (<http://ec.europa.eu/> 2011)

A globális felmelegedést kiváltó folyamatot üvegházhatásként ismerjük, amit az üvegházhatású gázok váltanak ki. Az üvegházhatású gázok közös tulajdonsága, hogy míg a Napból származó fényt, azaz a rövidhullámú sugárzást a légkör beengedi és a Föld elnyeli, addig a Föld által kibocsátott hosszuhullámokat, az infravörös sugárzást a gázok nem engedik ki a Világűrbe, így azok a légkörön belül maradnak. Ezek az infravörös sugarak melegítik fel a Föld felszínét és a légkör alsó részét. Ez maga a globális felmelegedés, az üvegházhatás, hasonlóan a táblaüveg hatásához egy üvegházban, átengedi a napfényt, de benntartja a hőt. Globális felmelegedésnek pedig azért nevezzük, mivel globálisan, az egész bolygó felmelegedését okozza az üvegházhatás, ami pedig az éghajlatváltozás kiindulópontja. Az üvegházhatás az ember által kibocsátott üvegházhatású gázok következtében alakul ki, melynek közvetlen eredménye a globális felmelegedés, és közvetett eredménye az éghajlatváltozás.

Ma már inkább az éghajlatváltozás kifejezés használatos, mivel az mindent magában foglal az okoktól a hatásokig. Egy bizonyos infravörös sugárzást a légkörnek nem szabad átengednie ahhoz, hogy a Föld élhetően meleg legyen, de mivel ez a folyamat túlzottan felerősödött, olyan változásokat idéz elő, melyek felborítják a természetes egyensúlyt, károsak környezetünkre és ránk, emberekre nézve egyaránt.

A 20. században a föld átlagos hőmérséklete 0,6 °C növekedést mutatott (lásd 1-es ábra) (Nováky 2005, Csapák 2009). A globális felmelegedés fő kiváltó oka a XIX. század közepe óta légkörbe jutott üvegházhatást okozó gázok mennyiségének növekedése. A hőmérséklet viszonyok módosulása hatást gyakorol az egyéb éghajlati elemekre is, például a csapadék mennyiségére és időbeli eloszlására. Ez oly módon befolyásolja éghajlatunkat, hogy Észak és Dél-Amerika keleti oldalán, Európa északi területein, Ázsia északi vidékein több csapadék hull, míg Száhel-övezetben, a Földközi-tenger térségében, Afrika déli területein, Dél-Ázsia egyes térségeiben tehát a

szegényesebb vízháztartással rendelkező területeken kevesebb a csapadék. Több forgató könyv készült a jövőbeli helyzetről, amelyeket összefoglalva a következő következtetéseket vonhatjuk le: 2090-re 4°C-al lehet magasabb az évi középhőmérséklet az északi félgömb magasabb szélességi körei felé. Ezeknek a változásoknak a hatására az éghajlati övek eltolódnak. Modellek segítségével láthatjuk, hogy 2050-re 10%-40%-al fog nőni a felszíni vízkészlet a magas szélességi övek környékén és 10%-30%-os csökkenés várható a közepes szélességi körök térségében. A szegényebb vízháztartással rendelkező területeken meg fog nőni a száraz periódusok hossza és gyakorisága és mellette nő a csapadék intenzitása. A megnövekedett száraz periódusok és a csapadékhiány hatására csökkenni fog a felszín alatti vízkészlet is.



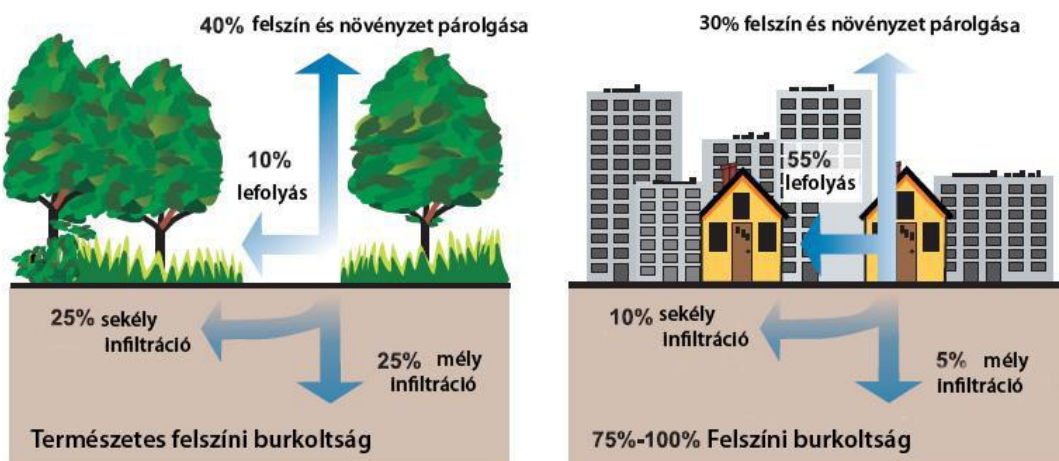
1. ábra

Globális középhőmérséklet alakulása
(WMO)

2.1 Az urbanizáció hatása

Meg kell említenem az urbanizáció hatását is, ahogy terjeszkednek a városok úgy nő a burkolt felület mennyisége is. Ezek a nagy burkolt felületek is hozzá járulnak a felmelegedéshez, a nappal felmelegedett burkolat este leadja a hőt. Ahogy terjeszkednek a városok, úgy szorítják ki a zöld területeket, ez azért jelenet problémát, mert a burkolt felületekről a leesett csapadék sokkal kisebb hányada tud elszikkadni. A zöld felületekről a csapadéknak mindössze 10% folyik le, a maradék elszikkad és elpárolog, ezzel szemben egy aszfalt felületről körülbelül 90%-os a lefolyás és kisebb

mértékű a párolgás. Mára a városok a Föld felületének 2%-át teszik ki. Mivel az emberiség fele városokban él, itt koncentrálódik a szennyező anyagok kibocsátása is. A CO₂ kibocsátásának fő oka télen a fűtés nyáron pedig a megnövekedett igényű hűtés, egész évben pedig a közlekedés és az ipar terheli a környezetünket.



2. ábra

Természetes és városi hidrológiai körfolyamat

(EPA, 2003)



3. ábra

Urbanizált terület hőmérséklet különbsége a környezetéhez képest

(NASA)

A csapadék mennyiségének változásával több probléma lép fel, a megnövekedett csapadék mennyiség a burkolt felület miatt akkor terhelést jelent, hogy a hálózat nem

képes elvezetni azt. Ebben az esetben a felgyülemlett víz az utcákon hömpölyög és a lecsökkent zöld felületen nem tud elszikkadni. A csapadék mennyiségének csökkenésével pedig vízhiány lép fel és új vízbázisok után kell nézni. Ezekre a problémákra jelenthet megoldást a csapadékvíz gazdálkodás.

2.2 Az éghajlat változása Magyarországon

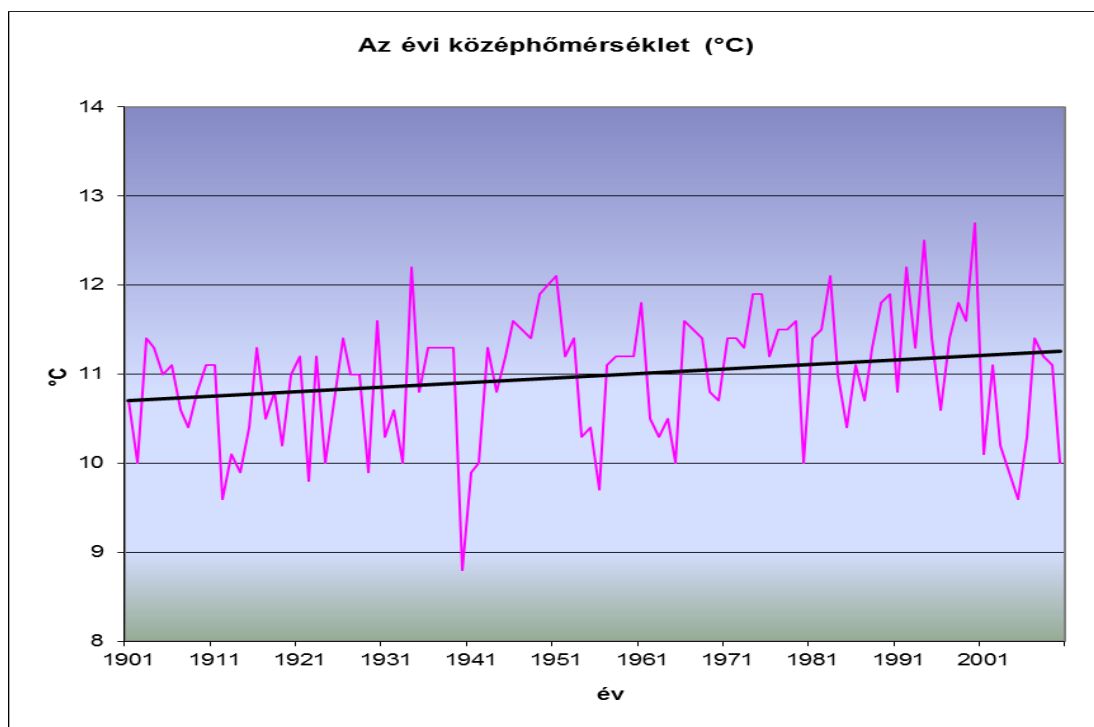
Az éghajlati rendszer melegedése hazánkban is vitán felül áll. A változás számos jele olvasható ki az Országos Meteorológiai Szolgálat százéves adatsoraiból. 1901-2010-ig megközelítőleg $0,8^{\circ}\text{C}$ -al nőtt hazánk átlag hőmérséklete (lásd 4-es ábra), és ezen belül a nyaraké körülbelül 1°C -al. A csapadék éves mennyisége pedig 10%-al csökkent (lásd 5-ös ábra) főleg a tavaszi hónapokban. Az elmúlt 25 évben növekedő tendenciát mutatott a hőségnapok száma és a kánikulák hossza, valamint a nagy csapadékhullások során lehulló csapadék mennyisége is. Csökkent a nagyobb csapadékkal jellemezhető napok száma.

A jövőre nézve azonban erőteljesebb változások várhatóak. A nagy léptékű globális modellekből nem lehet egyértelműen megjósolni Magyarország klímáját a jövőre nézve. Országunk átmeneti területen fekszik, melyen egyaránt érvényesülnek a Dél-Európai és Észak-Európai változások (Nováky 2005). Mai vélemények szerint a Dél-Európai hatás fog dominálni hazánkban, tehát körülbelül 70 év múlva melegebb és szárazabb lesz a klíma, de a téli időszakban a kontinens északi részére jósolt hatások érvényesülnek. A csapadék mennyisége a globális felmelegedés hatására 10%-os csökkenést mutathat, mely csökkenés teljes egészében a nyári időszakra lesz jellemző. Ezzel párhuzamosan növekedni fog a téli és nyári középhőmérséklet, aminek a hatására megnő a párolgás mértéke is. A jövőbeli klímánkat egyes kutatók ezért nevezték mediterránnak.

A klimatikus változás kihatással lesz a vízháztartásra is. A felszíni lefolyások időben átrendeződnek, a téli időszakban nagyobb csapadék várható és a korai olvadás miatt az árhullámok áttevődnek a téli és kora tavaszi időszakra, a nyár végi és őszi lefolyás várhatóan csökkeni fognak. A párolgás növekedése és a hó formájában tárolt csapadék hatására a vízkészlet csökken, amihez hozzá járul a klíma szárazabbá válása a nyári

időszakban. Az éghajlatváltozás függvényében a Duna és Tisza vízgyűjtő területein 10%-60%-ig változhat a lefolyó víz mennyisége, amelynek következtében a felszín alatti vízkészlet akár 25%- 50%-os csökkenést mutathat.

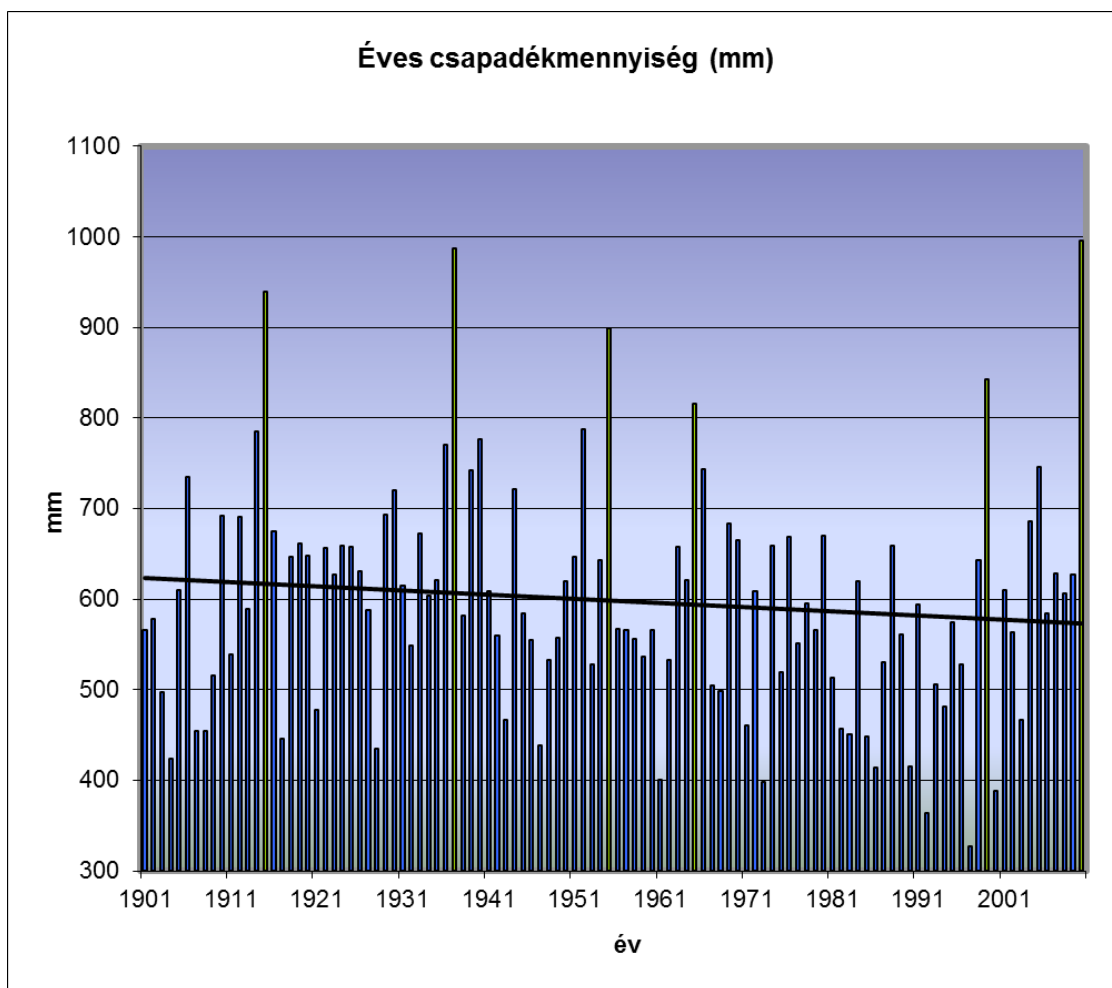
Az elkövetkezendő vízhiányos időszakok elsősorban a mezőgazdaságra lesznek kihatással, és az aszályos időszakokban nélkülözhetetlen lesz az öntözés, aminek gátat szabhat a folyóink által szállított vízmennyiség csökkenése. A fogyó vízkészlet azonban a kommunális vízellátásra is kihatással lesz. Hazánkban a vízellátást 40%-ban parti szűrésű vízből fedezzük, és ha a folyóink vízhozama csökken ezek zavartalan működése is veszélybe kerül. Az éghajlatváltozás másképpen is befolyásolja a kommunális vízellátást, mivel nem csupán a vízkészlet csökkenése okoz problémát, hanem a felmelegedés is, ami megnövekedett vízigényt von maga után (kánikula idején ez ma is problémát jelent).



4. ábra

Évi középhőmérséklet alakulása az elmúlt 110 évben

(OMSZ adatai alapján)



5. ábra

Az éves csapadékmennyiség alakulása az elmúlt 110 évben

(OMSZ adatai alapján)

3. Vízellátás

A csapadékvíz felhasználás és a vízellátás szorosan összefügg, ezért foglalkozom ezzel a témával is. Így átfogó képet adok a vízigények alakulásáról, hiszen egy kommunális vagy ipari fogyasztás ellátása nem megoldható kizárólag csapadékvízzel, gondoskodni kell a szárazabb időszakban is a folyamatos vízellátásról, illetve egészségügyi szempontok miatt sem felel meg minden elvárásnak.

A vízellátásban a vízigények meghatározása egy bonyolult és összetett folyamat, amit több tényező befolyásol. Ezeket a tényezőket fontos megvizsgálni egyenként és a végén megfelelő súllyal összegezni. Egyes tényezők időben változhatnak, ezért előre kell vetítenünk, mert befolyásolja a fogyasztást. Ez különösen fontos, mert a jövőbeli trendek, mint például csapadékvíz gazdálkodás megváltoztatják a vízfogyasztást.

A föld édesvízkészletéből a legtöbbet mezőgazdasági célokra használunk, második helyen áll az ipari fogyasztás és a lakosság vízigénye csupán az összes fogyasztás 10%-a. Ez a szám növekedni fog a városiasodás hatására azonban a vízbázisok nem, amit tetéz az a probléma, hogy a klímaváltozás során az édesvízkészlet egyre fogy.

3.1 Ipari vízigények

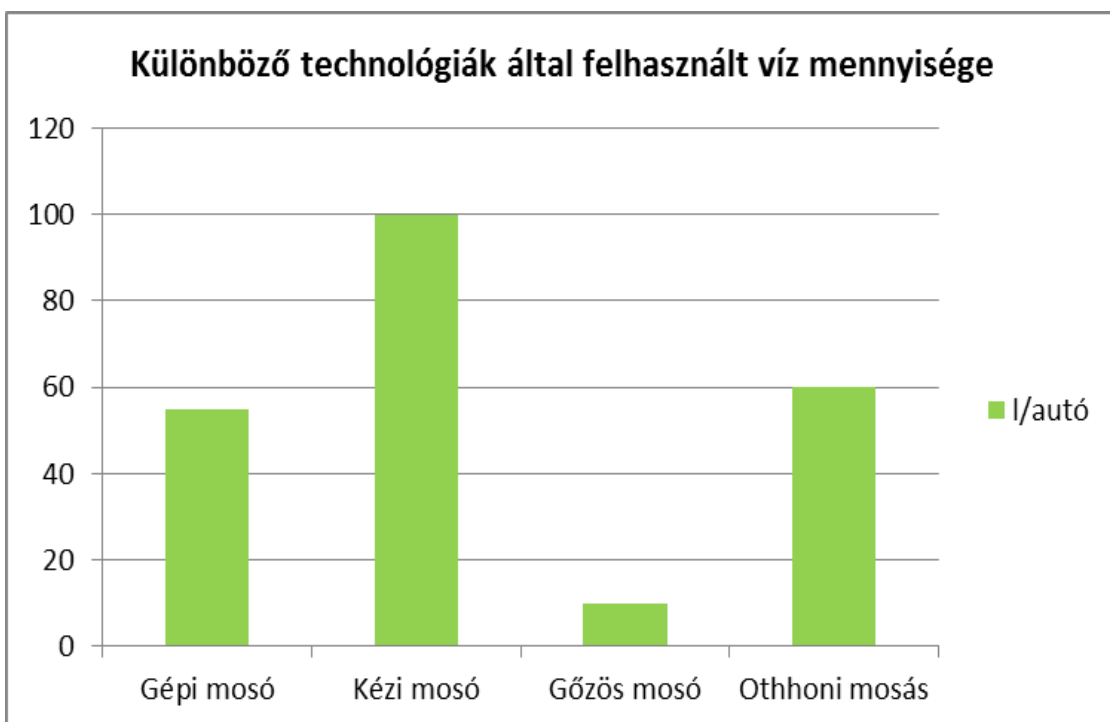
Ipari vízigényeket nem lehet egyértelműen meghatározni, mivel minden egyes iparág más minőségű és mennyiségű vizet használ fel. (Illés, Kelemen, Öllös 1983) A legnagyobb felhasználó a villamos energiatermelés, vegyipar és a kohászat, ami a teljes ipari víz felhasználás 85-90%-át teszik ki. A hatalmas vízmennyiségek miatt még a minimális kezelési igény teljesítése is nagy költségekkel jár. A vízminőségi követelményeknek egyes területen megfelel a Duna vize is tisztítás nélkül, de például az élelmiszeriparban már ivóvíz minőségű víz kell. Az ipari felhasználóknak azonban nem minden esetben van szükségük ivóvíz minőségű vízre. Ezeken a területeken lehet nagy jelentősége a csapadékvíz hasznosításának, mert ha nem a hálózatról nyerjük a vizet, hanem úgymond ingyen kapjuk a természetből, jelentős összegeket spórolhatunk meg. A dolgozatomban tárgya egy autómosó terve, ezért a vízigények számításánál ezeknek a rendszereknek a vízigényét fogom figyelembe venni.

Többféle technológiával történik az autók mosása, és ennek függvényében változik a felhasznált víz mennyisége is:

- **Gépi mosó:** Ez a rendszer használja fel a legtöbb vizet 200 l/autó, viszont ezzel naponta akár 120 autót is le lehet mosni mivel teljes egészében automatizált. Ezek a rendszerek vízvisszaforgatással működnek, ami azt jelenti, hogy az egyszer már felhasznált vizet kezelés után újra felhasználja. Gép autómosók 80-90%-át

forgatják vissza a felhasznált víznek, amit figyelembe kell venni a vízigények számításánál.

- **Kézi mosó:** Itt az autók tisztítása kézi erővel történik, ami miatt a kapacitása csak 25 autó/nap. A vízfelhasználása 80-100 l/autó. Itt nem történik vízvisszaforgatás, bár nem kizárt egy ilyen rendszer beépítése. A kézi mosókon belül is két félélt lehet megkülönböztetni, az egyik, amikor egy cég emberi mossák az autókat, a másik, amikor saját magunknak kell lemosni, de ez a vízigényre csak csekély mértékben van hatással.
- **Gőzös autómosó:** A tisztítás itt is kézi erővel történik, tehát a kapacitása 25 autó/nap, azonban a csak 3-10 l vizet használ autónként, és szinte nem keletkezik szennyvíz, ez a megoldás mondható a leg környezetkímélőbbnek. Fontos jellemzője, hogy nincs helyhez kötve, mert ezeknek a berendezéseknek a tartályában el lehet tárolni a mosáshoz szükséges vizet. Tisztítás során a gőz fellazítja a szennyeződést és lesodorja a felületről, és a felhasznált víz teljes egészében elpárolog. Ezzel a technológiával az autók belseje is tisztítható.
- **Otthoni autómosás:** Ezt a fajta tisztítást csak összehasonlítás képen sorolom fel. Általánosan 60 l/autóval lehet számolni, de ez szokásoknak megfelelően széles skálán változhat.



6. ábra

Különböző technológiák által felhasznált víz egy autóra levetítve

(JetWash Kft., SteamJet Kft., Böze 2008)

Jellemzők	Mosás fajtája		
	Gépi mosás	Kézi mosás	Gőzös mosás
Kapacitás (nap/autó)	100	25	25
Vízigény (l/autó)	300	100	10
Vízigény visszaforgatással (l/autó)	55		
Napi vízfogyasztás (m3/d)	5,5	2,5	0,25
Havi vízfogyasztás (m3/m)	165	75	7,5

1. Táblázat

Különböző technológiák havi vízfogyasztása

(JetWash Kft., SteamJet Kft., Böse 2008)

3.2. Vízminőségi követelmények

Általános követelmény, hogy az ipari víz ne tartalmazzon biológiai eredetű, illetve biológiai folyamatokat elősegítő anyagokat (mikroorganizmusok, tápanyag), színeződést eredményező komponenseket (pl. vas, mangán), lerakódást okozó vegyületeket (karbonát-keménység) és korróziót elősegítő anyagokat (egyes anionok, agresszív szénsav). (Illés, Kelemen, Öllös 1983)

Azonban ezen a területen sem lehet általánosítani, mivel minden iparág más minőségű vizet használ. Még egyes területeken elég a közvetlenül a Dunából vett víz minősége, addig más iparágban kémiailag teljesen tiszta víz szükséges.

Ez az általunk vizsgált autómosóra is igaz, olyannyira hogy egy rendszeren belül több vízminőségű vizet használ a tisztító berendezés. Az autók mosásához kétféle vízminőség szükséges, az egyik, amikor a szennyeződést szeretnénk eltávolítani a felületről. Ehhez nagy felületi feszültségű vízre van szükségünk, amely jól nedvesíti a felületet, erre a csapadékvíz kiváló. A mosáshoz tenzidet használnak, ami oldja a szennyező anyagokat és emulzióként oldatban tartja azokat, és így könnyen eltávolítható a felületről a szennyeződés. (A tenzidek, más néven felületaktív anyagok olyan vegyületek amelyek emulgeáló hatásuk révén leoldják a felületekről a zsírt és a szennyeződést.) Az intenzív vízfelhasználású eljárásokban, mint az alvázmosás, lehet durván tisztított használt vizet alkalmazni. A másik vízminőségnek az öblítés és szárítás szempontjából van jelentősége. Az öblítés során egy jó cseppképződésű lágy vízre van szükség, amely nem hagy vízkő foltot maga után, ennek a feltételnek a csapadékvíz maradéktalanul megfelel. (Maurer, Detter: Wasser, Luft und Boden, 2002)

Az általam választott vízgyűjtő területről lefolyó vizek szennyeződése olyan anyagok mely gépjárművekből származó szénhidrogéneket tartalmaznak mivel autóútról lefolyó csapadékot használok fel. Ez egy autómosó vízellátásánál nem is okoz problémát, mert a lemosás után az újrafelhasználásra szánt víz szinte megegyezik a vízgyűjtő területről érkező víz minőségével, annyi különbséggel, hogy itt a szennyező anyagok koncentrációja kisebb mivel jobban hígul.

Szennyező anyagok	Határérték
KOI (mg/l)	143
DOC (mg/l)	59
Szénhidrogén (mg/l)	9
Pb (mg/l)	<0,05-0,31
Cu (mg/l)	<0,02-0,62

2. Táblázat

Autómosásra felhasznált víz minősége

(JetWash Kft., SteamJet Kft., Böse 2008)

3.3 Ipari vízgazdálkodás

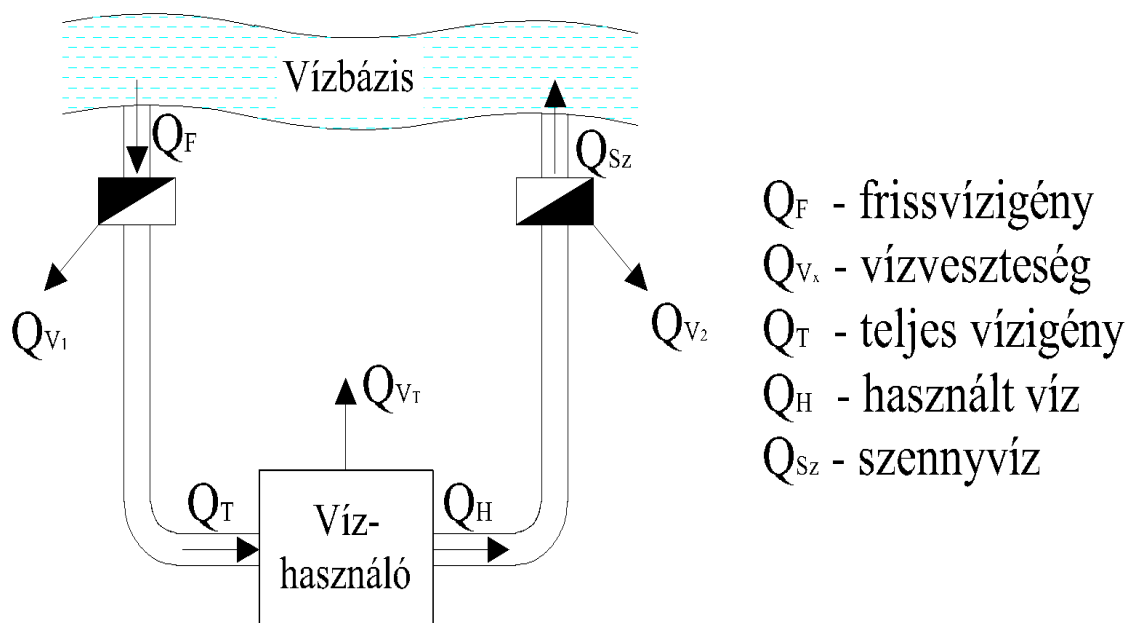
Ha egy ipari vízhasználó üzem kihasználja a környező természeti és gazdasági-földrajzi lehetőségeket, valamint a korszerű technikát ésszerűen alkalmazzuk, az üzem számára jelentős megtakarítást tudunk elérni. (Illés, Kelemen, Öllös 1983)

A legtöbb ipari üzem vízgazdálkodási rendszere igen bonyolult, sokféle vízhasználati és kapcsolati móddal kiépített rendszerből, vagy egymással funkcionális kapcsolatban lévő több rendszerből áll. Az ipari vízgazdálkodás rendszerelméletű tervezésének célja, az ipari üzem számára egy olyan vízgazdálkodási rendszer kialakítása, amelyben az alkalmazott vízellátó, vízhasználó és használtvíz elvezető egy rendszerben működnek. Ezekre a rendszerekre teljesülnie kell az alábbi feltételeknek:

- üzembiztonság,
- környezete vízgazdálkodását ne befolyásolja,
- vízminőség védelmét még éppen kielégítse,
- a rendszerünket úgy válasszuk meg, hogy az üzemköltség a lehető legkisebb legyen.

A cél: megtalálni azt az optimális rendszert, amely műszakilag és gazdaságilag eleget tesz minden követelménynek. Ezt a vízhasználati alapmodellek sokféle kapcsolati lehetőségével érhetjük el. Kétféle vízhasználati alapmodell létezik, az átfolyó és a recirkulációs, amelyeket a 7. és 8. ábrán szemléltetnek.

Átfolyó: Ez az alapmodell a vízhasználat hagyományos módja, amelyben az üzem annyi friss vizet szerez be amennyi az üzemeléshez szükséges.

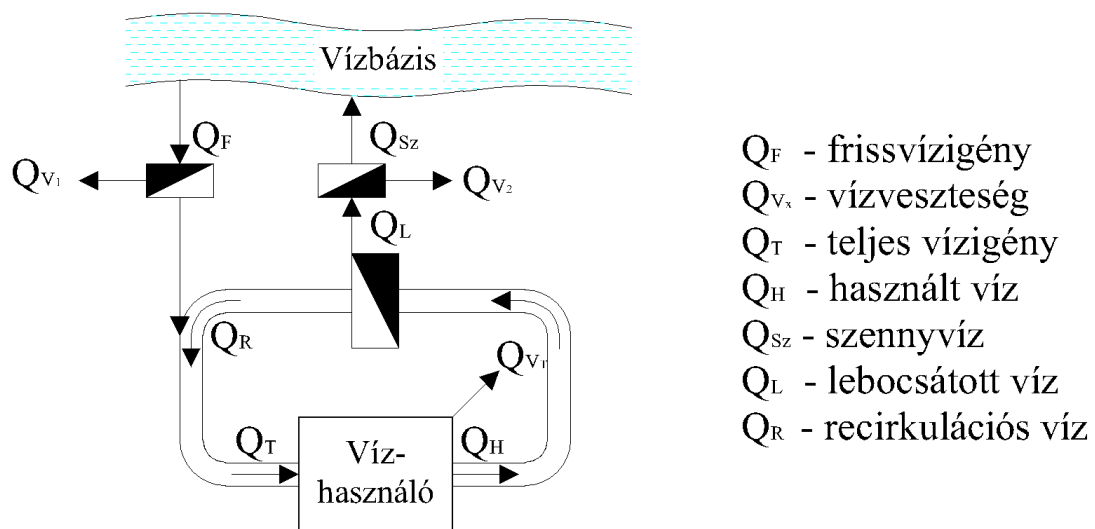


7. ábra

Átfolyó rendszerű vízhasználat alapmodell

(Illés, Kelemen, Öllös 1983)

Recirkulációs: A visszaforgatás hagyományos és legegyszerűbb módja a részleges recirkuláció, amelynek során csak annyi vizet forgatnak vissza, amennyi a friss vízből hiányzik, vagy minősége még megfelelő az üzem működtetéséhez. Többféle recirkulációs rendszert különböztetünk meg.

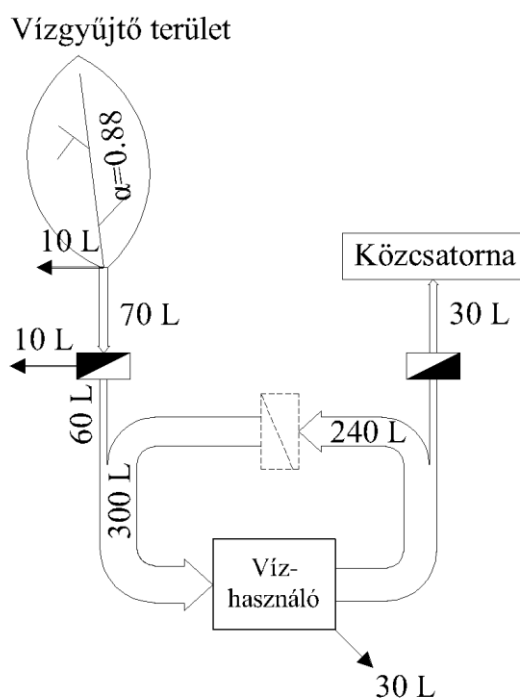


8. ábra

Recirkulációs vízhasználat alapmodellje

(Illés, Kelemen, Öllös 1983)

Mivel a tervemben egy autómosót fogok üzemeltetni, így én az ide vonatkozó rendszert szeretném ismertetni. Ebben a rendszerben friss vízhiány vagy gazdasági okokból, az összes használt víz bizonyos hányadát pótolják friss vízzel (70-80-90 %-át forgatják vissza), így a friss víz keverésével az igényelt vízminőséget képesek vagyunk előállítani.



9. ábra

Vízviasszaforgatás autónkénti értéke

4. Csatornázás

A csapadékvíz gazdálkodás rendszerében fontos szerepet tölt be a csatorna, hiszen ezen keresztül történik az urbanizált területek felszíni vizeinek elszállítása. Azért tartom fontosnak a csatornázás, illetve a különböző csatornarendszerek bemutatását, mert a későbbiekben bemutatásra kerülő rendszer által felhasználni kívánt csapadékvíz teljes egészében burkolt útfelületről kerül begyűjtésre, egy elválasztott rendszeren keresztül.

Ha áttekintjük a csatornák helyzetét az ókortól napjainkig, átfogó képet kapunk arról, hogy honnan indult és hova fejlődött a csatornázás és a csapadékvíz elvezetés.

4.1 Csatornahálózatok régen és napjainkban

A magyarországi szennyvízelvezetés történetében a római kori Aquincum csatornarendszere jelenti az első állomást.

A legrégebbi olyan települések, ahol régészeti feltárások igazolják a csatornázási rendszer egykori jelenlétét, a mai Pakisztán területén található két romváros: Mohendzso Daro és Harappa városok, melyek a Kr. e. 3-4. évezredben az Indus folyó völgyében működtek. (Juhász 2008)

A fejlett városi kultúrával rendelkező Babiloni Birodalom területén már Kr. e. 4500 körül jelentős öntöző és lecsapoló vezetékekkel rendelkeztek az Eufrátesz és a Tigris folyók mentén fekvő mezopotámiai települések. Babilon, Ninive, Úr, Erech ill. Szuza sűrűn lakott városaiban nem csupán alakosság tiszta ivóvízzel való ellátásáról, és a szennyvízelvezetésről gondoskodtak, de ez utóbbival együtt már a csapadékvíz elszállításáról is gondoskodtak.

Claudius császár uralkodása idején 11 éven keresztül építették a rómaiak (elsősorban etruszk katonák) az ókor legnagyobb csatornáját. A Fucino-tó lecsapolására szolgáló 5595 m hosszú 1,4‰ lejtésű vezeték a térszín alatt átlag 100 m, helyenként 300 m mélységben haladt. Kr. e. 614-ben építették az első városi vízvezetékét Róma városában, viszont csatornahálózatot már nem építettek hozzá. A Birodalom első csatornáit kezdetben égetett téglából falazták és fedték le. Rómába a napi 800 ezer m³ mennyiségű víz nyolc ivóvizes és egy „ipari vizes” akvadukton keresztül, 247 kiegyenlítő medencéből és ólomcsövekből épült elosztóhálózatokon át jutott a házakba, ahol aztán elzárók hiányában szüntelenül áramlott a vezetéken. A vízművek szervezeti rendszere magas színvonalú volt. A vezetékeken folyamatosan áramló víz, az utcára kiengedett szennyvíz, valamint a hegyekből lezúduló csapadék Róma mélyebben fekvő területeit elmocsarasította. Ezeknek a gyakran maláriát terjesztő mocsarak lecsapolásához a csatornákat építettek, melyek a Tiberisbe torkolltak, azokat később lefedték, majd pedig bekötötték a házakból kivezető vezetékeket és az utcai víznyelőket. Így alakult ki az ókori Róma szennyvízcsatornái, melyek közül az egyik leghíresebb Kr. e. 514-ben épült.

Pannónia római provinciában Aquincum szenny- és csapadékvíz-elvezető csatornáinak feltárásakor általában egyesített rendszerű csatornákra bukkantak, melyek részben a térszín alatt, helyenként 1,5–2,0 m mélyen, csiszolt falazott kőből, lapokkal lefedetten készültek. Azokat a csatornákat, melyek a felszínhez közel helyezkedtek el, részben nyitott folyókákkal zárták le, részben a járófelülethez igazodva kőlapokkal. Ahhoz hogy a felszíni víz bevezetését is megoldják, faragott víznyelőket helyeztek el. Érdekes, hogy Aquincumban már nem csupán a lakóházak rendelkeztek saját vízöblítési mellékhelyiséggel, de a város egyes helyein a nyilvános illemhelyeket is vízöblítési rendszerben alakították ki.

Pannónia csatornázott nagyvárosaiban a köztisztaság fenntartása érdekében a kutak vizével naponta többször is lemosták az utakat, amit aztán a csatornák víznyelői vezettek el; a víz lakóépületekbe történő bekötése azonban csak a Kr. u. III. században kezdődött meg. Pannónia provinciát Kr. u. 548-ban hagyták el a rómaiak. Az egykori nagyvárosok víz- és szennyvízelvezetése hanyatlani kezdett, és a kialakított technikai vívmányok egy időre feledésben merültek.

A Nyugatrómai Birodalom bukását követő időszak gyorsan elfordult az antik kultúra által elért tudományos és műszaki eredményektől.

A XIII-XIV. századi magyar kővárak telepítésének alapvető feltétele volt a folyó víz megléte, melyet aztán bevezettek a várakba. A szennyvizek elvezetését feltehetően a várárkon vagy nyílt árkokon keresztül oldották meg, amit aztán egy közeli vízfolyás nyelt el.

A XIX. századtól egyre fontosabb lett a városi szennyvizek elvezetése, olyannyira, hogy közegészségügyi kérdéssé vált. A városok fejlődésével általában először a csapadécsatornázás kérdését rendezték az utak mellett vezetett nyílt árkokkal. Az utak burkolásával az elvezetendő csapadék mennyisége megnövekedett. A lakóházak szennyvizeinek a csatornába történő bevezetése azonban azért vált problematikusná, mivel a kis esésű csatornában gyakran megállt a szennyvíz, ezért előtérbe kerültek a házakban bizonyos magasságig kifalazott pöcegödrök, melyek méretét és kialakítását tekintve egyes városok előírásokat is hoztak.

Érdekes, hogy Londonban 1850 körül a módosított angol rendszer-elv azt szorgalmazta, hogy a csapadékvíz egy részét fogják fel és a lakásokba bevezetve ezzel öblítsék a WC-ket. Ezután a csatornák vizét mezőgazdasági célokra használják fel, ahol az a talajon átszűnődve megtisztul, majd drainsöveken keresztül visszavezetik a folyóba. Ez azonban csak olyan helyeken volt kialakítható, ahol a szennyvíz nem tudott beszivárogni a talajvízbe.

Az öblítőrendszer további fejlesztése során alakították ki az elválasztott rendszert, amelyhez két csatornahálózatra volt szükség. Az egyikben a tiszta esővíz folyt le, a másikon a lakossági szennyvíz. Ez egy meglehetősen költséges megoldás volt, ezért sem terjedt el széles körben, csak azokon a helyeken, ahol a már megépült rendszer olyan rossz minőségben épült meg, hogy az a szennyvíz elvezetésére alkalmatlannak minősült. (Juhász, 2008)

4.2 Csapadék csatornarendszerek

A hazai gyakorlatban sajnos a csapadék minél gyorsabbi levezetése terjedt el. Azonban ezek a trendek egyértelműen elavultak, tehát ezeket újra kell gondolni és új szempontból nézni. A településeinken a csapadékvízzel gazdálkodnunk kell. A csapadékvíz helyben tartása sok pozitív tényezővel jár és ezen kívül kisebb átmérőket alkalmazhatunk a korábbiaknál.

Az új csapadékviszonyokhoz alkalmazkodni kell és tudomásul kell venni, hogy meglévő rendszereink már nem vagy csak alig bírják a terheléseket, amelyek a nagy intenzitási özvényszerű esőzéseknél jelentkeznek. Ha pedig ezekre a nagy esőzésekre szeretnénk méretezni, akkor gazdaságtalanul nagy átmérőjű csatornahálózattal lehetne csak elvezetni a vizet.

Magyarországon kétféle rendszer jellemző a csapadék elvezetésére, az egyesített és az elválasztott. Megjelentek hazánkba a javított rendszerek melyek figyelemmel vannak arra, hogy a víz igényel-e tisztítást.

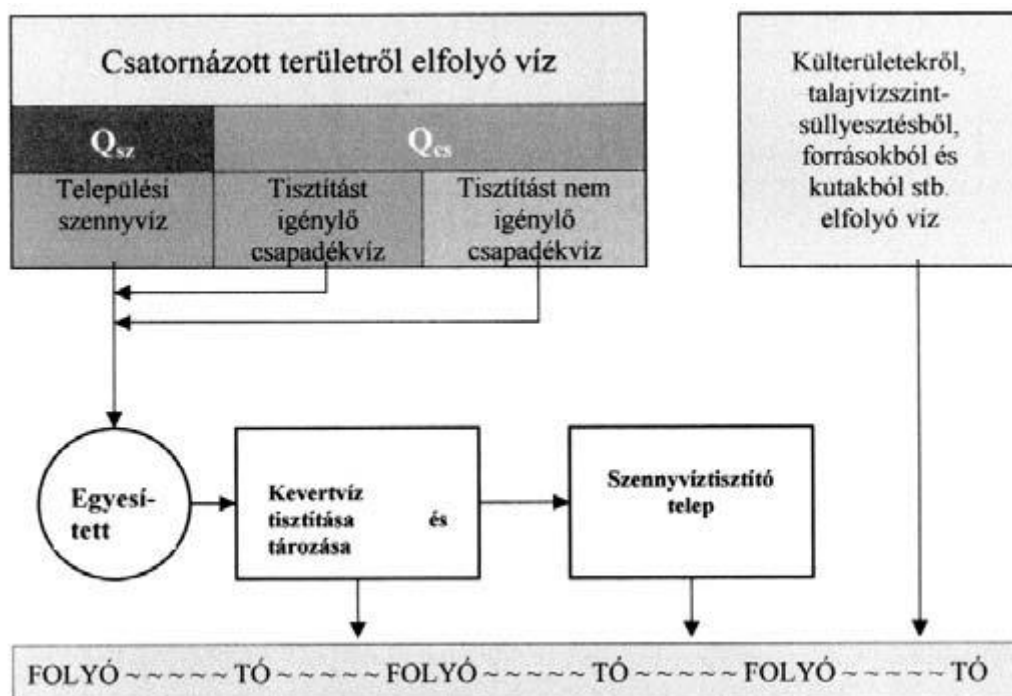
Egyesített rendszer: Az egyesített rendszerben csapadék- és szennyvizet közös csatornahálózaton keresztül vezetjük el, eső esetén egy felhígult kevert szennyvizet kapunk, a szennyvíztisztító-telep tehermentesítése céljából záporkiömlőket építenek, ezek csatornahálózati túlfolyóként üzemelnek, melyek elvezetik a kiömlő kevert szennyvizet közvetlenül vagy ülepítés után a befogadóba.

Előnyök:

- könnyű üzemeltetés
- kis helyigény, mivel csak 1 csatornát kell kiépíteni
- beruházási költség kisebb lehet

Hátrányok:

- környezetszennyező, nem felel meg a mai előírásoknak
- csapadékvíz miatt a szennyvíztisztító telep terhelése kiegyenlítetlen
- gyakori visszaduzzasztás
- bővítése korlátozott



10. ábra

Egyesített rendszerű csatorna sematikus ábrája

(Dulovicsné, 2002)

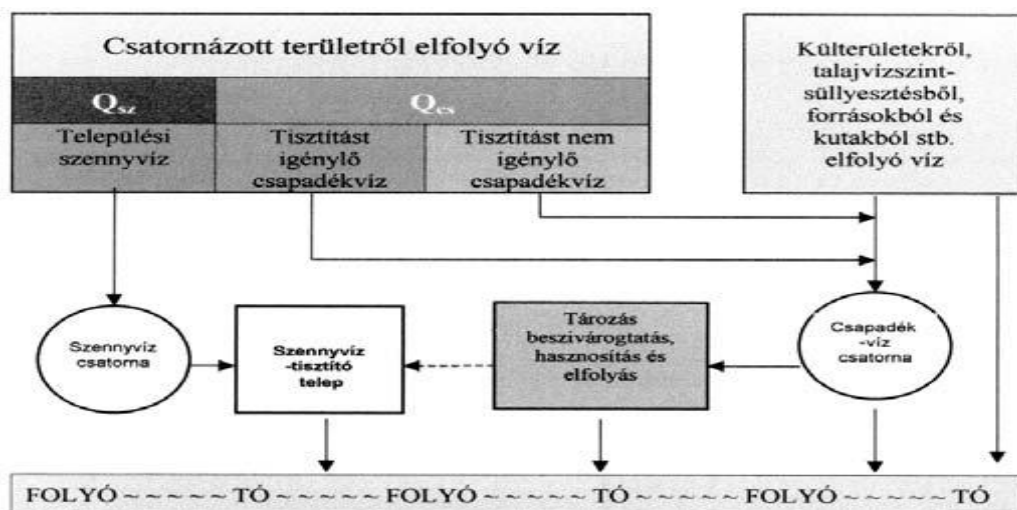
Elválasztott rendszer: Az elválasztott rendszerek környezetvédelmi szempontból jobbak az egyesítettnél, a csapadékvizet a csapadék elvezető csatorna és a szennyvizet a szennyvízelvezető csatorna szállítja. Minden esetben legalább két csatorna kerül kiépítésre. A szennyvíz a szennyvíztisztító telepre kerül tisztításra, a csapadék pedig közvetlenül a befogadóba. Fontos, hogy a szennyvíz mindig zárt rendszerben történjen szállításra, a csapadékvizet lehet nyílt árkokban is szállítani.

Előnyök:

- a szennyvíztisztító telep kiegyenlített terhelése, mivel a csapadék már nem terheli a rendszert
- kisebb átmérő alkalmazható, gazdaságosabb
- hidraulikailag kedvezőbb kialakítás, mivel nem lesznek túlméretezett átmérők
- bővíthető

Hátrányok:

- szennyvízcsatornákat nagyobb lejtéssel kell kialakítani, így lehet megoldani a megfelelő öblítést
- csapadékvíz tisztítás nélkül kerül a befogadóba
- nagyobb a helyigénye
- általában nagyobb beruházási költség

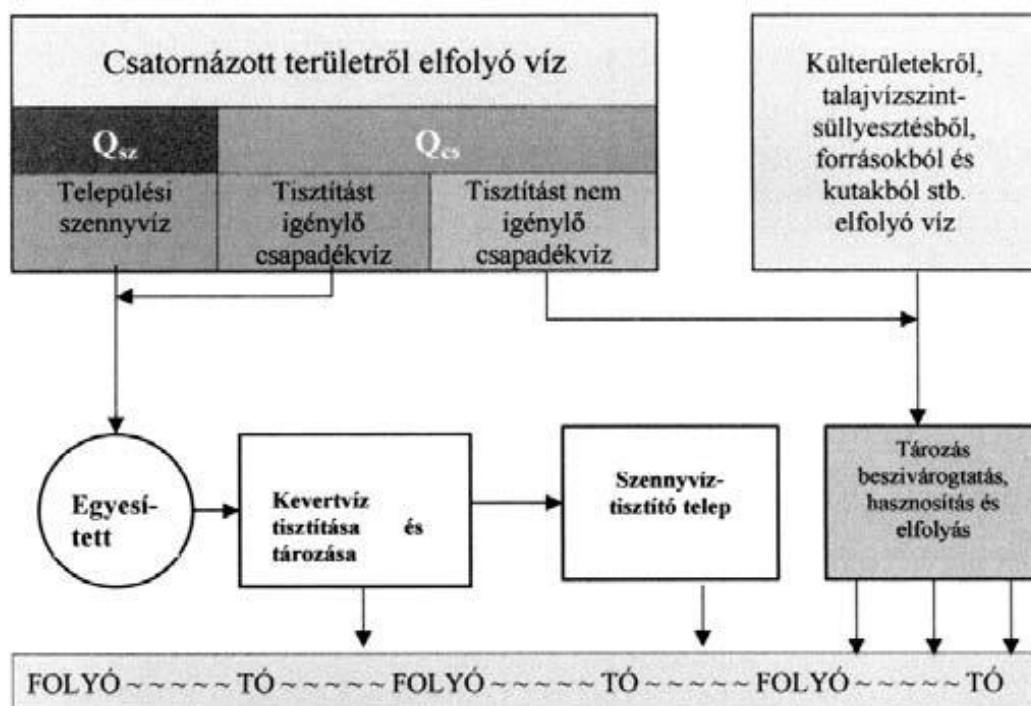


11. ábra

Elválasztott rendszerű csatorna sematikus ábrája

(Dulovicsné, 2002)

Javított egyesített rendszer: A javított egyesített rendszer annyiban különbözik elődjétől, hogy csak egy része kerül a tisztítást igénylő csapadékvíznek és szennyvíznek a befogadóba, viszont a tisztítást nem igénylő vizek már nem a szennyvíz tisztító telepre, hanem tározás és felhasználás után közvetlenül kerülnek a befogadóba.

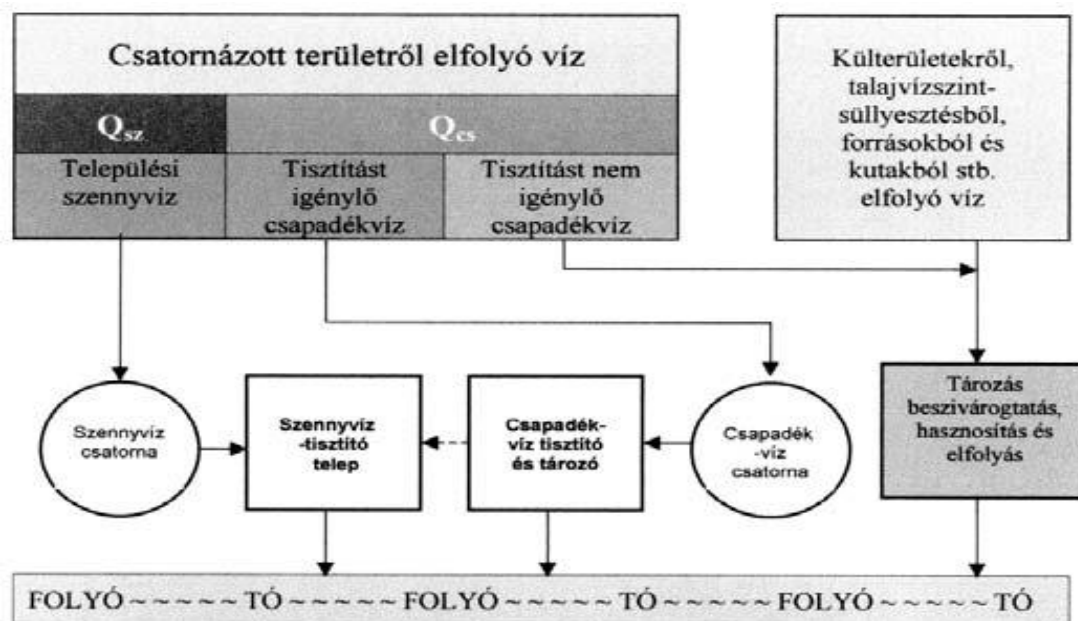


12. ábra

Javított egyesített rendszerű csatorna sematikus ábrája

(Dulovicsné, 2002)

Javított elválasztott rendszer: A javított elválasztott mondható a legkörnyezetkímélőbbnek, mivel itt a tisztítást igénylő csapadékvizeket is kezelik. A szennyvizet a szennyvíztisztító telepre szállítják, a csapadékvizeket pedig a csapadéktisztító műbe. A tisztítást nem igénylő vizeket tározás és felhasználás után közvetlenül vezetik a befogadóba.



13. ábra

Javított elválasztott rendszerű csatorna sematikus ábrája

(Dulovicsné, 2002)

5. Ipari szennyvizek tisztítása

Az iparban felhasznált vizeket minden esetben valamilyen fajtájú vagy mértékű szennyezés éri, ha más nem, akkor hő szennyezés. A használt víz a szennyezésének mértékétől függően igényel, vagy nem igényel tisztítást. Az összes olyan ipar által kibocsátott hulladék vizet, amelynek szennyezettsége nagyobb, mint a befogadóba bocsátás minőségi kritériuma, szennyvíznek nevezzük, tehát tisztítást igényel.

Az ipari szennyvizek kezeléstechnikáját nem lehet általánosítani, ez is szerteágazó, minden üzemnél más és más, mint ahogy a vízigények meghatározásánál sem lehetett általánosítani.

Az ipari vizek elhelyezési módjai a következők lehetnek:

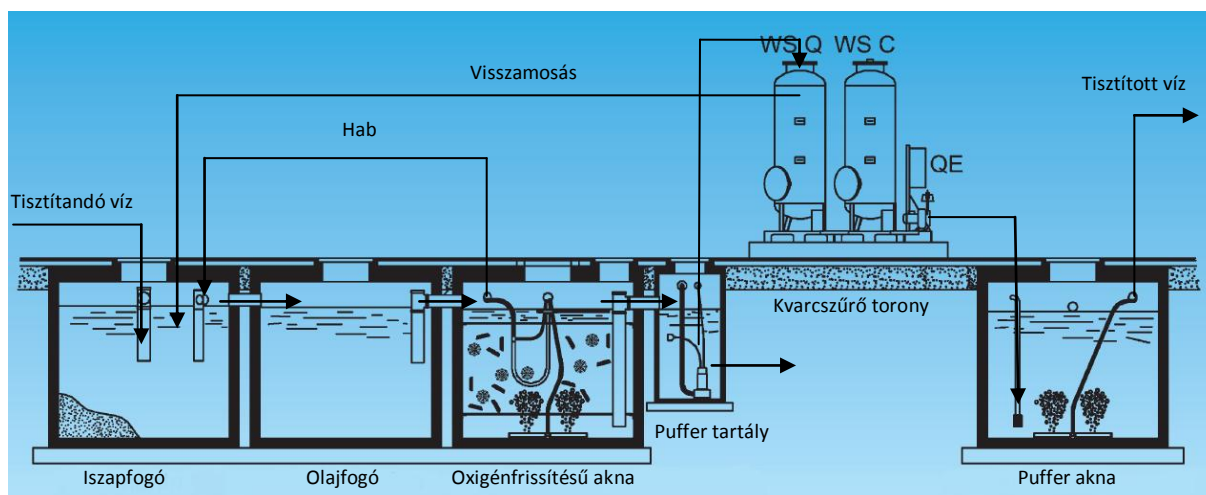
- a használt víz újrahasznosítása
- közcatornába bocsátás
- elővízbefogadóba bocsátás
- elhelyezés mezőgazdasági területen
- talajba táplálás

Ahogy a vízigények számításánál, úgy itt is az autómosókkal szemben támasztott követelményeket fogom megvizsgálni.

A szennyvizet kétféleképpen helyezzük el. A víz újrahasználatának minőségi kritériumait minden esetben az újrahasználó szabja meg. Ebben az esetben gépek mossák vissza megfelelő minőségűre a vizünket és azt újra felhasználjuk. Az itt keletkezett szennyvíz jelentős hányada kerül megtisztításra és újra felhasználásra.

Egy vízvisszaforogató berendezés alapvető működési elve: Az iszap- és olajfogó műtárgyból érkező tisztított üleptített víz a tisztítási folyamat első fázisában egy úgynevezett Oxigénfrissítésű aknába kerül, mely akna alján egy oxigénfrissítő aktivátor helyezkedik el. Ez a tisztítási folyamat egy adott frissítési periódust követve, naponta több alkalommal egy meghatározott időintervallumba végzi a víz biológiai regenerálását, frissítését. A folyamat megindulását követően az oxigéngenerátor jelentős mennyiségű friss levegővel látja el az aktivátort, melynek ez által frissítő oxigénnel dúsítják az autómosó berendezésből érkező vizet. Az akna alján elhelyezkedő egységek nagymennyiségű levegőbuborékot bocsátanak ki, mely buborékok az akna aljától a víz felszínéig történő eljutásuk során egy 1-1,5m-es vízrétegen haladnak át, amely vízrétegben speciálisan kialakított lassító- keverő tárcsák vannak elhelyezve. Ezen keverőkúpok szerkezeti kialakításuknál fogva fékezik az oxigén buborékok mielőbbi felszínre jutását, valamint a buborékok által gerjesztett forgó-rotáló billegésüknek köszönhetően folyamatosan mozgásban tartják a tartályban

tárolt vizet. A frissítési folyamat során hab keletkezik, amely a tisztulási folyamat természetes része. Ez a hab egy bizonyos szint elérése után egy nagy átmérőjű, jelentős lejtésű csövön keresztül visszakerül az iszap- és olajfogó elé, amely a többszörös tisztítási körfolyamat egyik részét képezi. Az akna alján lévő folyamatosan frissülő víz egy pontosan meghatározott mélységre lejuttatott átbuktató pipán át a vízvisszaforgató berendezés előtti a berendezés részére kialakított puffer tartályba kerül, melyből illesztett teljesítményű búvárszivattyú emeli a megtisztított vizet a berendezés kvarcszűrő tornyába. Az aknába jutó plusz mennyiségű víz a rendszer kialakításának megfelelően elvezetésre kerül. A toronyba emelt víz az esetlegesen megmaradt mikroszemcsés szennyeződések leválasztásának céljából egy finom kvarcszűrőn át kerül a visszaforgató szivattyújához, mely szivattyú az autómosó berendezés részére kialakított pufferaknába szállítja azt. Ezen pufferakna szintén rendelkezik egy oxigénfrissítéses aktivátorral melynek célja, hogy a mosások közötti átmeneti időszakban, a tartályban lévő, pangó vizet időközönként frissítse, viszont ebben a tartályban már nem található keverőkúp kizárólag aktivátor. A folyamatos minőség és nagy hatásfokú tisztítás érdekében meghatározott, szabályozható üzemóránként a kvarcszűrő torony átmosásra kerül, amely folyamat egy öblítési ciklus, mialatt tiszta vízzel a berendezés átmossa a teljes tornyot. Ezután a megtisztított kvarcszemcsékről leváló szennyeződés egy erre a célra kialakított csövön keresztül az iszap és olajfogó műtárgy elé visszavezetésre kerül. Egy ilyen berendezés a többszörös tisztítási folyamat által biztosítja a vízhasználat 80%-os csökkenését, így csökkentve a környezet szennyezését is. A működését a 14-es ábra szemlélteti. (<http://www.rohe.hu/vizvws.html> 2011)



14. ábra

Visszamosó berendezés működésének sematikus ábrája

(<http://www.rohe.hu/vizvws.html> 2011)

A közcsontrába történő elhelyezés lényeges szempontja, hogy tilos olyan szennyvizet elvezetni, amely az ott dolgozók életét, testi épségét vagy egészségét veszélyeztet, vagy pedig a közcsontra állagára vagy működésére káros. Előbbiek figyelembe vételével csak olyan mennyiségű és összetételű ipari szennyvizet szabad bevezetni, ami a szennyvíztisztító telep üzemelését nem befolyásolja, vagy a kommunális szennyvízzel olyan mértékben hígul, hogy szennyezés mértéke elhanyagolható.

A gépjárművek mosása során a felhasznált víz szénhidrogénnel emulzióképző anyagokkal és szilárd anyagokkal szennyeződik. Az emulzióképző anyagok lebomlanak, és a visszamaradt szénhidrogéneket pedig egy olajleválasztóval kell kezelni, mivel halogénezett szénhidrogéneket nem tartalmazhat, és nem lépheti át a 20 mg/l szénhidrogén határértéket. A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet 4. számú melléklete írja elő a közcsontrába vezethető szennyvizek minőségét. Fontos még megemlíteni, hogy a szennyvíz csak üzemi közcsontrán keresztül kerülhet bevezetésre.

Szennyező anyagok	Visszamosás előtt	Visszamosás után
KOI (mg/l)	217	143
DOC (mg/l)	86	59
Szénhidrogén (mg/l)	33	9
Pb (mg/l)	<0,05-1,41	<0,05-0,31
Cu (mg/l)	<0,02-2,83	<0,02-0,62

3. Táblázat

Autómosásra felhasznált víz minősége a visszaforgatás előtt és után

(Balog, K. 2002)

6. Csapadékvíz gazdálkodás

Az emberiség évezredek óta gyűjti és hasznosítja a csapadékvizet. Ez azokra a területekre volt jellemző ahol elegendő csapadék hullott a mindennapokhoz, azonban az időbeli eloszlása nem volt egyenletes. A csapadék-gazdálkodásnak köszönhetően egyéb vízforrás nélkül is virágzó városok jöhettek létre. Az utóbbi időkben olyan országok kezdték el hasznosítani a csapadékvizet, ahol az éghajlati viszonyok kevésbé indokolják. A csapadékvíz felhasználásával csökkenthetjük a drága ivóvíz fogyasztását.

A csapadék mennyisége és időbeni eloszlása alapvetően meghatározza egy térség vízgazdálkodását, mivel a felszínre hulló vízjelentős befolyással van a felszíni és felszín alatti vízkészletre.

Egy település csapadékvíz hasznosításánál kéttípusú csapadékvizet különböztethetünk meg. Az egyik a tetőkről gyűjtött- a másik pedig a burkolt felületekről gyűjtött csapadékvíz. Mind a kétféle csapadékvíz nagy jelentőséggel lehet az elkövetkezendő évtizedek hazai vízgazdálkodásában.

A tetőkről gyűjtött csapadékvíz otthoni hasznosítása számos előnnyel bír a település szintű vízgazdálkodás szempontjából.

- Csökkenti az ivóvízfogyasztást, költségcsökkentő.
- Egyesített rendszereknél a közcsatornába betáplált csapadékvíz csökken.
- Csökkenti a közterületeke kifolyó és károkat okozó csapadékvizek mennyiségét
- Csapadékvíz minőségéből adódóan kiválóan alkalmas mosásra mivel kevesebb mosópor kell és a növények öntözésére is jobban megfelel.

A települési csapadékvíz másik típusát, a burkolt felületekről lefolyó esővizet, általában gyorsan levezetik esetleg záportározóban vagy egy áramlásszabályozó műtárgyban visszatartják egy ideig. Régebben az önkormányzatok nem tudtak mit kezdeni ezzel a vízzel. Úgy tűnt, hogy a mihamarabb levezetése lehet a megfelelő kezelés. A köztudatban akkor lehet hallani erről a vízről mikor valamilyen károkozás merül fel. Külföldön ezeket a vizeket záportározó tóba vezetik, amely esztétikus módon épülhet be a tájba. Ezek a tavak csökkentik a csapadékcúcsok idején a csatornahálózat terhelését, és lehetővé tesz egy egyenletes csapadék lefolyást. Ez azért is kap egyre nagyobb figyelmet külföldön, mert a klímaváltozás hatására a felszíni és a földalatti vízkészlet csökkeni fog. Sajnos más negatív hatása is van a változó klímának, mégpedig a nagy intenzitású és nagy mennyiségű özvényszerű esőzések, ezeket a nagy víztömegeket nem fogjuk tudni elvezetni. Megoldást kell találni a kialakult helyzetre, melyre megoldás lehet a csapadékvíz gazdálkodás.

6.1 Csapadékvíz gazdálkodás - lehetséges megoldás a klímaváltozás hatásainak enyhítésére

A csatornázás fejezetben már említett és bemutatott csatornázási rendszerek különféleképpen oldják meg a csapadék elvezetésének problémáját. Ez a fajta megoldás sajnos egyre kevésbé működik, nem minden esetben tudja elvezetni a hirtelen lezúduló csapadékot, ha előre tekintünk, a csapadék mennyisége csökken azonban ritkábban és egyszerre fog lehullani nagy mennyiségben.

A csapadékgazdálkodásban kétféle eszközünk van, a csapadék beszivárogtatása vagy a visszatartása.

A beszivárogtatás nem egy új keletű dolog ezt régóta alkalmazzák hazánkban is, régen a víztelenítés volt a fő célja.

Beszivárogtatás:

- Az egyik legesztétikusabb és leginkább környezetbarát megoldás, ha parkokat alakítunk ki. A zöld felületen könnyebben beszivárog a lehulló csapadékvíz.
- A csapadékvíz-probléma egyik kiváltó oka az, hogy a burkolt felületről (90%-ban) szinte teljes egészében lefolyik a csapadékvíz. Ha olyan burkolatot használunk, aminek a lefolyási tényezője kisebb akkor kevesebb csapadékvíz folyik le a felületről (mindössze 40%-a).



Homokos kavicsos
humuszos fű keverék



Nagypórusú szerkezetű
burkolóelemek



Stabilizált kavicsburkolat



Füves fugás kőburkolat
Zöldfelület: 35 %



Takarékidosmos
Sejtidomkő
Zöldfelület: 40%



Aprókavicsos fugás
kőburkolat

15. ábra

Elszivárogtató burkolatok

(Patziger, 2008)

- A beszivárogtatásra különböző termékeket már készen lehet kapni. Ilyen például a Purator Hungaria Kft. Q-Block esővíz tároló és szikkasztó rendszere.



16. ábra

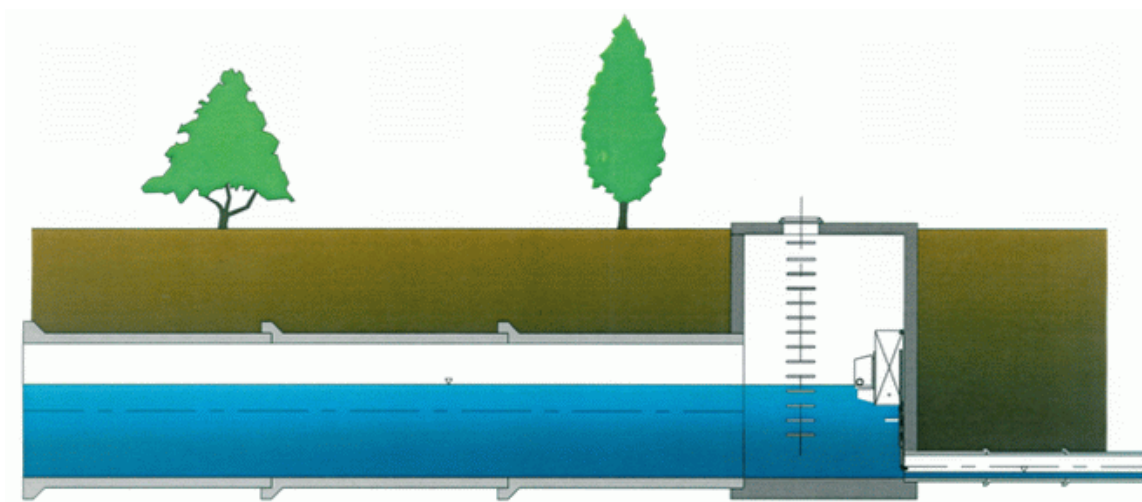
Q-Block rendszer

(Purator Hungaria Kft.)

Az előntések elkerülésének másik megoldása az lehet, ha a csapadékvizet visszatartjuk. Időben eltoljuk a nagy csúcsokat és egyenletessé tesszük a lefolyást.

Csapadékvíz helyben tartása:

- Az áramlás-szabályozók feladata az esővízgyűjtő tartályok, záportározók elfolyó vízmennyiségének, vízhozamának folyamatos szabályozása, állandó értéken tartása, függetlenül a tározótérben lévő vízmennyiségtől, vízoszlop magasságától. Az egyre gyakrabban előforduló hirtelen nagy intenzitású záporok vízmennyisége az áramlás-szabályozók segítségével késleltetve, csökkentett intenzitással, szabályozottan folyik a csatornahálózatba.



17. ábra

Biogest áramlásszabályozó

(Purator Hungaria Kft.)

- Csapadékvíz felhasználással is csökkenthetjük az elfolyó csapadék mennyiségét. Az otthoni vagy ipari felhasználás során először tárolóba kerül a csapadékvíz így kisebb hányada folyik tovább.

Ahhoz, hogy egy ilyen rendszer megfelelően működhessen, több szempontot figyelembe kell vennünk.

Meg kell vizsgálni a csapadék mennyiségét. Kellemetlen dolog, ha túl sokat esik az eső, de ugyan ilyen kellemetlen lehet egy hosszabb száraz periódus. Ha összegyűjtjük az esővizet fontos kérdésre jutunk: elegendő-e ez a mennyiségű víz egy rendszer gazdaságos üzemeltetéséhez?

A következő probléma, amivel szembesülhetünk, az esővíz minősége. Ha nem megfelelő minőségű az összegyűjtött esővizünk nem fogjuk tudni felhasználni és feleslegessé teszi a rendszer kialakítását.

Fontos a szándék, ha egy önkormányzatnak nem érdeke egy ilyen rendszer telepítése, például gazdasági szempontból, mivel kevesebb vizet fogunk venni a hálózatról,

problémákba ütközhetünk. És jogilag is tisztázni kell a helyzetet mivel a csapadékvíz elvezetés nem minősül közműnek. Ilyen esetekben elehetetlenül a rendszerünk sikeres kialakítása.

Fontos kérdés még az esővíz felhasználása. Tudnunk kell, hogy mire szeretnénk használni milyen feltételeknek kell teljesülni, gondolok itt az előbb említettekre, minőség és mennyiség. Ha ezeket a kérdéseket sorra vesszük és minden feltétel teljesül, akkor van értelme tovább gondolni a rendszerünket.

A további kérdések felmerülésénél már nem ütközhetünk semmilyen problémába, mivel az előzőleg tárgyalt kérdések nem rajtunk múlnak. A később felmerülő problémák gondos mérnöki tervezéssel és megfelelő szaktudással könnyen megoldhatóak lesznek.

6.2 A csapadékvíz felhasználás problémái

Sajnos nem mehetünk el a csapadékvíz gazdálkodás mellett, hogy ne említenénk annak problémáit.

A legnagyobb probléma a beruházási költség. Csak egyszeri beruházási költség azonban nem minden család engedheti meg magának és hosszú megtérülési idővel kell számolni, ami 10-15 évet is jelenthet.

A csapadékvízzel történő gazdálkodásra a víz- és csatornaművek nincsenek felkészülve. Jelenleg a szennyvíz díja az elhasznált víz alapján számítódik, viszont csapadékvíz használatával ez jelentősen csökken. A szennyvízdíj így nem tükrözi a tényleges kibocsátást. A csapadékvíz elvezetést az önkormányzatok a víziközmű szolgáltatókra terhelik és ennek a feladatnak az ellátásának költségeit ivó- és szennyvízdíjban látják viszont a fogyasztók, függetlenül attól, hogy az adott fogyasztóra hány m² tető vagy burkolt felület jut. Erre megoldás lehet, ha külön választanánk a csapadék és a szennyvíz elvezetéséért fizetendő díjakat. Így érvényesülhet a szennyező fizet elv, mivel külön lehetne kezelni a pár száz m²-es tetővel és csekély burkolt felülettel rendelkező fogyasztót a több tízezer m²-es

bevásárlóközpontoktól, akiknek hatalmas burkolt parkolók vannak. Hazánkban több megoldás született, egyes önkormányzatok százalékosan növelik a csatornadíjat, valahol külön mérik ennek a plusz kibocsájtott szennyvíznek a mennyiségét.

Magyarországon van egy speciális probléma, mégpedig, hogy a csatorna csak akkor minősül közműnek, ha szennyvíz is folyik benne. Tehát az elválasztott rendszerek nem minősülnek közműnek csak az egyesített rendszerek.

A díj és jogi probléma megoldására egy új víziközmű törvényre lenne szükség, mely tisztázná a sokszor átláthatatlan és bonyolult helyzetet. Nagy szükség lenne rá mert jogi ráhatás nélkül a csapadékvíz kérdése sose fog megoldódni.

7. A rendszer kialakítása

Ahhoz, hogy egy ilyen rendszer megfelelően működhessen, több szempontot figyelembe kell vennünk.

Meg kell vizsgálni a csapadék mennyiségét. Kellemetlen dolog, ha túl sokat esik az eső, de ugyan ilyen kellemetlen lehet egy hosszabb száraz periódus. Ha összegyűjtjük az esővizet fontos kérdésre jutunk: elegendő-e ez a mennyiségű víz egy rendszer gazdaságos üzemeltetéséhez?

A következő probléma, amivel szembesülhetünk, az esővíz minősége. Ha nem megfelelő minőségű az összegyűjtött esővizünk nem fogjuk tudni felhasználni és feleslegessé teszi a rendszer kialakítását.

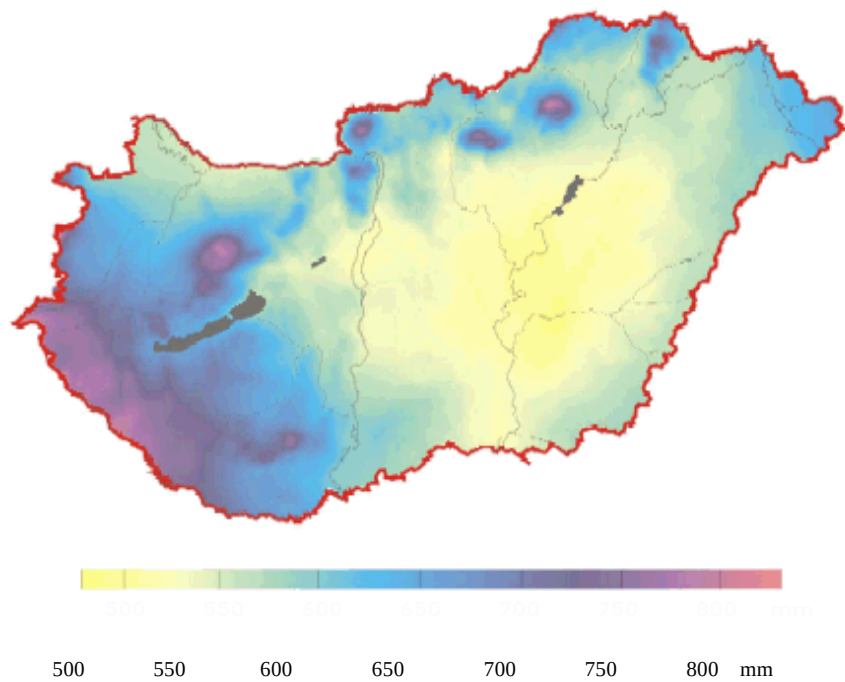
Fontos a szándék, ha egy önkormányzatnak nem érdeke egy ilyen rendszer telepítése, például gazdasági szempontból, mivel kevesebb vizet fogunk venni a hálózathoz, problémákba ütközhetünk. És jogilag is tisztázni kell a helyzetet mivel a csapadékvíz elvezetés nem minősül közműnek. Ilyen esetekben elehetetlenül a rendszerünk sikeres kialakítása.

Fontos kérdés még az esővíz felhasználása. Tudnunk kell, hogy mire szeretnénk használni milyen feltételeknek kell teljesülni, gondolok itt az előbb említettekre, minőség és mennyiség. Ha ezeket a kérdéseket sorra vesszük és minden feltétel teljesül, akkor van értelme tovább gondolni a rendszerünket.

A további kérdések felmerülésénél már nem ütközhetünk semmilyen problémába, mivel az előzőleg tárgyalt kérdések nem rajtunk múlnak. A később felmerülő problémák gondos mérnöki tervezéssel és megfelelő szaktudással könnyen megoldhatóak lesznek.

7.1 Csapadékvíz mennyisége

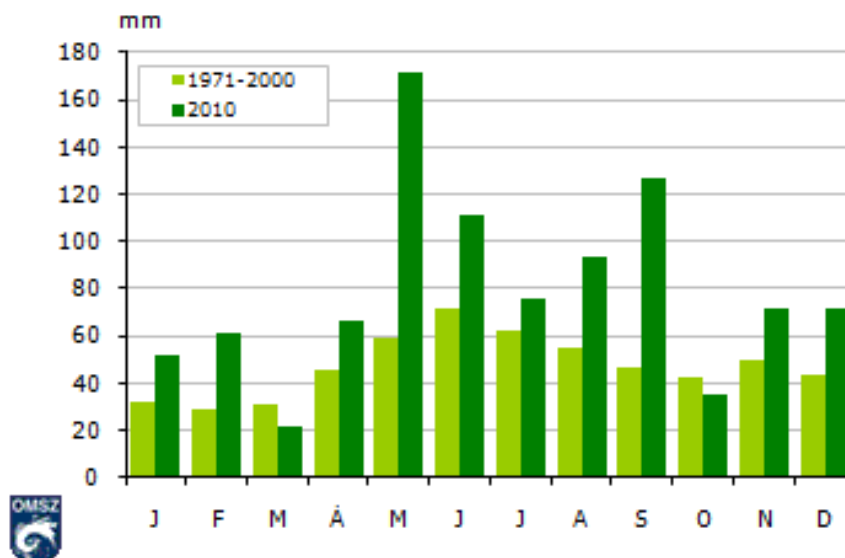
Ahhoz, hogy megfelelő képet kapjunk arról, hogy mennyi csapadékot tudunk felhasználni, ismernünk kell az adott terület csapadék viszonyait. Erre azért van szükség, mert az évi átlagos csapadék mennyiség az ország területén nem egyforma. (18. ábra) Az ország nyugati felén és a magasabban fekvő területeken több csapadék hull, míg kelet felé haladva az alacsonyabban fekvő területeken egyre kevesebb. Ezt azért vizsgáljuk, hogy kiderítsük, elegendő csapadék áll-e rendelkezésünkre. Sajnos nem fogjuk tudni egyértelműen megadni, hogy az elkövetkezendő években mennyi csapadék hull, mivel nem egy konstans dolog, de meteorológiai statisztikákra és előrejelzésekre hivatkozva általában elmondható, hogy rendszeressé válnak a hosszú, száraz időszakok és megnő a nagy intenzitású özvényszerű esőzések száma. Támponcot nyújthat számunkra az Országos Meteorológiai Szolgálat 100 éves adatsora, havi átlagos csapadék mennyiségekre lebontva. (19. ábra) Országunk szerencsésnek mondható abból a szempontból, hogy a nyári időszak alatt is elegendő csapadékvíz áll rendelkezésünkre és ekkor is van rá a legnagyobb szükség.



18. ábra

Átlagos éves csapadékösszeg az 1961-1990 közötti időszak adatai alapján

(OMSZ)



19. ábra

Havi csapadékösszegek 2010-ben és az 1971-2000-es átlagértékek (mm)

(OMSZ)

Figyelembe kell vennünk a méretezés során, hogy a begyűjteni kívánt csapadék mennyisége nem fog teljes egészében a tárolóba kerülni. Bele kell kalkulálnunk a veszteségeket, melynek nagyságrendje egy házban belüli rendszer esetén a teljes mennyiség kb. egyharmada. Jelentősen befolyásolja a felület jellege. Tetőre hulló csapadék számításakor figyelembe kell venni a tető anyagát és dőlés szögét (20. ábra). Ha közútról lefolyó csapadék mennyiségét vizsgáljuk, itt sem kerül a lehullott csapadék teljes egészében a csapadék csatornába, ekkor is 0,90-es lefolyási tényezővel kell számolni.

A tetőfedés fajtája	Lefolyási tényező	Alkalmasság esővíz gyűjtésére
Lapos tető		
Kavicsszórás	0,60	alkalmas
Növényzet	0,20	kevésbé alkalmas
Bitumenes felület	0,70	kevésbé alkalmas
Fémborítás	0,70	alkalmas
Ferde tető		
Lemezfedés	0,80	alkalmas
Palafedés	0,75	alkalmas
Agyagcserép/betoncserép	0,75	alkalmas
Növényzet	0,25	kevésbé alkalmas
Bitumenes lemezfedés	0,80	kevésbé alkalmas
Fémlemez fedés	0,80	alkalmas
Azbesztcementfedés, nádfedés		nem alkalmas

20. ábra

Különböző tetőszerkezetek lefolyási tényezője

(Böse 2008)

7.2 Csapadékvíz minősége

Ahhoz, hogy meghatározzuk, mire jó a csapadékvizünk, tisztában kell lennünk annak minőségével.

A csapadékvizek minőségének vizsgálatánál több befolyásoló tényezőt kell figyelembe venni. Az esőfelhőket a magasba emelkedő vízpára hozza létre: desztillált víz keletkezik, amelyben nincsenek oldott sók és egyéb anyagok, annak elméletileg teljesen tisztának kellene lennie. A gyakorlatban ez azonban még sincs így. Még a legtisztább esővíznek is enyhén savas a kémhatása, ugyanis a lebegő vízcseppekben kén- és nitrogénvegyületek oldódnak fel, amelyek a kőolajszármazékok (gondoljunk a kipufogógázban megtalálható széndioxidra), a földgáz és a szén elégetése következtében keletkeznek. *(Akkor alakulhatnak ki a savas esők, amikor ezeknek a koncentrációja olyan nagy, hogy az esővíz pH-ja akár 4-nél kisebb is lehet.)*

A másik befolyásoló tényező az a közeg, ami felfogja a vizet, illetve ami az összegyűjtés során érintkezik vele. Az esővíz az útja során, ha egy általános felhasználást vizsgálunk, legelőször a tetővel érintkezik, majd a csövekkel, amivel elvezetjük, végül pedig a tartállyal, amiben tároljuk, amiben hosszabb ideig tartózkodik. Fontos megemlíteni a közeg felületét is, hiszen egy érdes tetőn több por tapad meg, azon növények is meg tudnak kapaszkodni, amelyekből szennyeződés mosódik be a tározónkba, ami negatív irányba befolyásolja a vizünk minőségét.

Az első felület, amivel találkozik az esővíz, amire hullik, a következők lehetnek: háztető, autóút vagy a föld. Ezeket a különböző anyagokat vizsgálva, láthatjuk, hogy hatással vannak az esővizünkre. Betoncserép tetőfedés vagy a beton anyagú tározó az esővíz kémhatását semlegesre, vagy akár lúgosra is változtathatja, ami enyhén savas csapadék esetén még hasznunkra is válhat. A vízminőség szempontjából számunkra a legalkalmasabb felület az égetett agyag cserép, amely egyrésztől nincs hatással a víz kémhatására, másrésztől pedig síkfelület révén kevesebb por rakódik le rajta.

Megemlítenék pár az esővíz gyűjtésére kevésbé alkalmas anyagot:

- **Az azbesztcement:** egy olyan anyag, amelynek mállása során mikro méretű azbesztszálak keletkeznek; ha a levegőbe jutva belélegezzük, azok akár tüdőrákot is okozhatnak.
- **Füvesített zöld tető:** ez a felület azért nem alkalmas a gyűjtésre, mert nagy mennyiségű nedvességet képes tárolni és gyakorlatilag csekély mennyiségű vizet enged tovább. Ezt a felszívott nedvességet a növényzet hasznosítja, illetve lassan elpárolog. Az a kevés víz, amit tovább enged, koszos, saras, szennyezett, ami pedig könnyen eltömítheti a rendszerünket.
- **Bitumenes tetőfedő anyagok:** az ilyen anyagú felületről lefolyó csapadékvizek mindig tartalmaznak bitumenből kioldódott anyagokat, amik sárgává színezik a vizet, és alkalmatlanná válnak bizonyos felhasználásra, tehát ilyen minőségű víz mosásra alkalmatlan.
- **Fém tetők:** itt főleg a cink bevonatú acéllemezekre és a réztetőkre gondolok, amelyek anyagából fém ionok léphetnek ki és, bár nem zárják ki teljesen, de szintén korlátozzák az esővíz felhasználását.

Ezenkívül az esővíz a tetőről sajnos magával sodorja a ráhullott leveleket, moha darabkákat és a madárürüléket. A tárolóból vett vízminták azonban azt mutatják, hogy a vizsgálatok során az ivóvízhez képest általában csak a nitrát tartalom haladja meg az ivóvíz minőségű víz határértékét. Ezek a szennyeződések ugyan csak csekély mértékben befolyásolják a víz minőségét, de ne felejtsük el, hogy az emberi fogyasztásra továbbra is alkalmatlan.

Fontos megemlíteni a csapadékvíz keménységét. A víz keménységét az oldott kalcium- és magnéziumsók okozzák. A csapadékvíz ilyen anyagokat gyakorlatilag nem tartalmaz, tehát ez egy lágy víz, amelynek felhasználásakor elkerülhető a vízkőképződés. Ez a különböző vízfelhasználású berendezéseknél azért lehet különösen hasznos, mert üzemelésük során nem csupán csökken a meghibásodások száma, de egyes esetekben (pl.: mosógép, mosogatógép) mosószerből is kevesebbet kell használni.

Nem használható az esővíz, ha olyan helyekről gyűjtjük be azt, ahol erősen szennyezett a tető (pl.: túl sok galambot tartanak), ahol nagy a szálló por koncentrációja, vagyis főutak mellett, ill. az olyan utakról begyűjtött esővizet sem célszerű felhasználni, ahol gépjármű forgalom lehetséges, bár ez utóbbi nem zárja ki teljesen a felhasználás lehetőségét.

7.2.1 Autóútról gyűjtött csapadékvíz minősége

A szennyezettség mértékét a forgalom nagysága, a csapadékeseményt megelőző száraz időszak hossza, a csapadék intenzitása és csapadékmagasság határozza meg. Az egyes szennyezőknél a hatótényezők szerepe eltérő. (lásd 4. táblázat)

Jellemző paraméter	ö LA	KOI	TPH	PAH	ö Zn	ö Cu
csapadékmagasság		•	•			
csapadék intenzitás	•	•				
megelőző száraz időszak	•	•		•	•	•
aktuális forgalom	•	•	•	•	•	•

4. Táblázat

A meteorológiai paraméterek és a forgalom nagyságának jelentősége az egyes szennyezőanyag koncentrációk alakulásában

(Buzás, Budai 2008)

Az autóutak burkolatáról lefolyó csapadékvíz a forgalom intenzitásától és a forgalom összetételétől függően jelentősen szennyezett, lehet. Tipikus szennyező a TPH, PHA-ok és a nehézfémek egy csoportja. A TPH és a PAH-ok és a nehézfémek is a finom, kolloid méretű szilárd szemcsékhez kötődnek, melynek elsődleges forrása gumiköpeny és a burkolat kopása, illetve a motorokból kikerülő korom. A TPH nem képez emulziót a vízben ezért ülepítéssel korlátozottan választható csak el.

Az autóutakról gyűjtött csapadékvíz minősége teljes egészében megegyezik azzal a szennyezett vízzel, amit az autómosó berendezések forgatnak vissza az autó mosása után, hiszen a szennyezés forrása mind a két esetben a gépjármű. Így nyugodtan lehet használni az utakról gyűjtött vizet gépjárművek mosására.

7.3 Tárolók kialakítása

Tapasztalati adatok alapján célszerű úgy megválasztani a tároló méretét, hogy abban tárolható legyen 2-3 hétre elegendő víz. (Böse, 2008) Erre azért van szükség, mert Magyarországon 2-3 hétnél hosszabb csapadékmentes időszakok előre vetítve se lesznek jellemzőek, illetve az ennél nagyobb tárolók kialakítása csak ritkán hoz további megtakarítást ezért célszerű kisebbet választani. A kisebb tárolóknak megvan az a tulajdonságuk, hogy időről-időre túlsordulnak, aminek során, a felszínen úszó szennyeződések eltávoznak. A tározó költsége a térfogattal rohamosan nő, a túlzottan nagy tároló ára nagyon hosszú idő alatt térül meg az ivóvíz terén.

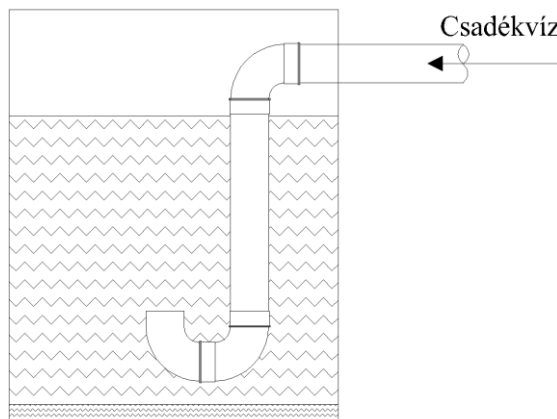
Tároló anyaga		
Műanyag tároló	Előny	könnyen szállítható a beépítés helyszínére könnyű megmunkálhatóság (pl. a csatlakozók utólagos kialakítása) nincs vegyi kölcsönhatás a víz és a tároló anyaga között
	Hátrány	a földbe süllyesztett tárolók némely típusa fölött nem szabad járművel közlekedni
Betontároló	Előny	út alatt is elhelyezhető nem fenyeget a felúszás veszélye bizonyos mértékben semlegesíti az esővíz savasságát
	Hátrány	beépítése csak daruval lehetséges
Acéltároló	Előny	út alatt is elhelyezhető
	Hátrány	beépítése csak daruval lehetséges korrózió, ha a belső vagy a külső felületvédő bevonat megsérül

5. Táblázat

A különböző anyagú tárolók előnyei és hátrányai

(Böse 2008)

A tározó kialakításánál az esővizet úgy kell bevezetni a tárolóba, hogy az oxigéndús víz a tároló alsó részére kerüljön, és ne kavarja fel a tároló aljáról az üledéket. Hogy ezt elérjük, az esővizet bevezető csövet a tároló alsó harmadáig engedjük. Az üledék felkavarodását azzal előzhetjük meg, hogy a cső végére egy visszakanyarodó elemet teszünk (lásd 21-es ábra)



21. ábra

Az esővizet a tárolóba bevezető cső kialakítása

(Böse 2008)

A tárolót vízszükséglet alapján méretezzük, ezzel a számítási móddal meghatározható az optimális tároló mérete.

A tároló méretének számítása:

$L = \text{Éves esővízszükséglet, } L \times \text{esővízkészlet, nap} / 365, \text{nap}$

7.4 A csapadékvíz szűrése

A csapadékvíz szűrésére elegendő egy durva mechanikai szűrő, mivel a vízviszaforgató berendezés tudja kezelni az útról gyűjtött csapadékot.

Aknaszűrővel kívánom megoldani a csapadékvíz szűrését az tárolóba jutás előtt. Az aknaszűrő egy földbe süllyesztett tartály, amelyben egy szűrőbetét van elhelyezve (lásd 22-es ábra).



22. ábra

Akna szűrő

(Summa-Trade Kft.)

7.5 Szivattyúk

A szivattyú az esővíz hasznosító berendezés lelke. (Böse, 2008) Működése lehetővé teszi, hogy a használat helyén mindig legyen kellő nyomású víz. Az esővíz továbbítására egyaránt alkalmasak szívó- merülő száraz beépítésű szivattyúk. A későbbiekben ismertetett tervben célszerű szívó üzemmódú szivattyút választani. A szívó üzemmódú szivattyúk kiépítésének szabályai:

- gondoskodni kell a fagyvédelemről;
- meg kell akadályozni, hogy levegőt szívhasson be;
- flexibilisen célszerű a csőhálózathoz csatlakoztatni, mert így csökkenthető a vibráció, kímélve a szivattyút és a csöveket is;
- a szívó oldali vezetéknek a tárolótól a szivattyúig folyamatosan emelkedni kell.

Ha megfelelő szivattyút szeretnénk kiválasztani, ami jó hatásfokkal üzemel, tudnunk kell a szivattyú teljes emelési magasságát és a szükséges szivattyúméretet, amit a vízigény fog kiadni.

$$\text{Effektív szívómagasság} = \text{magasságkülönbség} + \text{szívóvezeték vesztesége}$$

7.6 Méretezés

A dolgozatomban tartalmazza azokat az információkat, amelyek alapján a méretezés elvégezhető. Készítettem egy sematikus ábrát, a jobb átláthatóság érdekében amit a 3-as számú melléklet tartalmaz.

A tervezési terület Dunaharaszti 510-es főút mellett található. A vízgyűjtő területem teljes egészében útburkolat, tehát a lefolyási tényező $\psi=0,88$. A vízgyűjtő terület nagysága 2,4ha. Dunaharasztiiban a jellemző csapadék intenzitás 133l/s/ha. Nem tartom fontosnak a csapadék mennyiségének kiszámítását, mert ekkora területről nagyon nagy mennyiségű csapadék folyik le, tehát nem kell attól tartanunk, hogy nem lesz elég.

A tervemben egy portálos autómosó ellátását oldom meg csapadékvízzel, napi 40-50 autóval számolva.

I. Vízigények meghatározása:

Alapadatok: kapacitás: 35 autó/d; vízigény: 55 l/autó

Napi vízigény = 40 autó/d * 55 l/autó = 2200 l/d ami 2,2m³/d

II. Tározó kapacitásának meghatározása:

Alapadatok: Napi vízigény: 2,2 m³/d, 2 hetes csapadék gyakoriságot véve

$L = 14 \text{ d} * 2,2 \text{ d/m}^3 = 30,8 \text{ m}^3$

Beton tartályt célszerű választani, mivel az esetlegesen hulló savas csapadéknak a kémhatását semlegesre vagy lúgosra változtatja, kímélve a berendezés fém alkatrészeit. Kettő darab SW-Umwelttechnik T250-as vasbeton tartályát választottam, aminek a mérete 25,3m³, előbb már említettem, hogy célszerűbb a kisebbet választani így 25,3 m³-es lett a tárolóm.

III. Szivattyú kiválasztása:

A szivattyú méretezésénél a Saer cég méretező programját használtam. A 4-as számú melléklet tartalmazza a szivattyú paramétereit. Azonban egy hasonló szivattyút választok a Grundfos Kft-től anyagi megfontolásból.

Kiindulási adatok: $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$; $H_{\text{emelőmagasság}} = 4,2\text{m}$;

Nyomócső hossza = 12m; Átmérő = 1”;

Tömlő végén szükséges víznyomás = 2bar

8. Költségbecslés

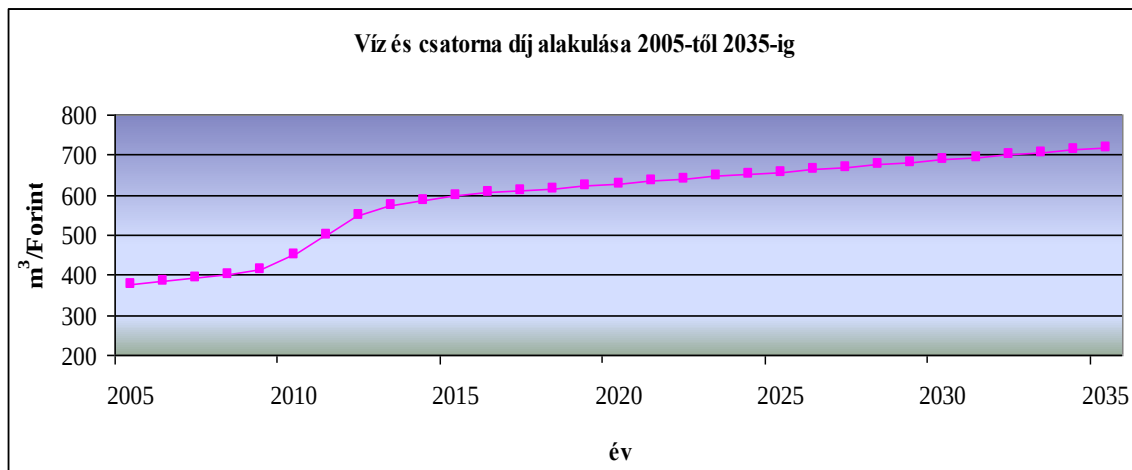
A részletes költségbecslést a 5-es számú melléklet tartalmazza, csak a fő összesítőt fogom a dolgozatomban ismertetni.

KÖLTSÉGVETÉS FŐÖSSZESÍTŐ		
Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	1220303	216573
1.2 Akadályoztatási költség	0,00%	0
1.3 Építés közvetlen költségei	1220303	216573
1.4 Közvetlen önköltség összesen	1220303	216573
2.1 Árkockázati fedezet vet.alap	1220303	
2.2 Árkockázati fedezet	0,00%	0
2.3 Anyagigazgatási ksg. vet.alap	1220303	
2.4 Anyagigazgatási költség	0,00%	0
2.5 Fedezet vetítési alap 1.4		216573
2.6 Fedezet	0,00%	0
3.1 Tartalékkeret vetítési alap	1436876	
3.2 Tartalékkeret	0,00%	0
4.1 ÁFA vetítési alap	1436876	
4.2 Áfa	0,00%	0
5. A munka ára	1436876	

9. Csapadékvíz használatának elemzése gazdasági szempontok figyelembe vételével

A beruházás gazdasági elemzésénél számításba vettem a beruházási költségeket, a megtakarítást, működési (üzemeltetési), illetve az amortizációs költségeket. Megtakarítás alatt a vízdíj azon értékét értem, amelyet a csapadékhasznosítással megtakarítunk. Az elemzést az első tíz évre végeztem. Ennek háttérében az amortizáció időtartama húzódik. Az amortizációs költségeket csővezeték, műtárgy és gépészet részekre osztottam fel. Az amortizációs időtartamok közül a legrövidebb a gépészet részé: 9-10 év, tehát a terv megtérülésének lehetőségeit célszerű ezen időtartam alatt

megvizsgálni. Fontos megemlítenem, hogy csak a többlet költséget vizsgálom a hálózathoz működtetett autómóssóval szemben.



23. ábra

Víz és csatorna díj alakulása

(MaVíz, 2005.)

A beruházási költség: 1436876 Ft

Üzemeltetési költség:

- Energia költség: 8873 Ft/év
- Üzemeltetési költség: 7500 Ft/év

Összesen: 16373 Ft/év

Amortizáció:

- Műtárgyak: 50 év
- Csőhálózat: 30 év
- Gépészet: 9 év

Éves amortizáció nagysága: 39270 Ft/év

Megtérülés:

Az 6-ös számú mellékletből láthatjuk, hogy a megtérülés 9 év. Tehát gazdasági szempontból megéri megépíteni, bár az ipari technológiák megtérülési ideje 5 év, de ettől eltekinthetünk mivel a rendszer más technológiát is csatlakoztathatunk.

10. Összefoglalás

A csapadékvíz gazdálkodás sajnos hazánkban még csak gyerekcipőben jár. Egyre több szakirodalom jelenik meg a témában, hogyan is lehet ne felhasználni a csapadékvizet, azonban nem sokan élnek a lehetőséggel mivel nagyon hosszú a megtérülési ideje. Ez főleg a kommunális felhasználókra jellemző. A csapadékvíz felhasználását ipari célokra még senki sem vizsgálta.

Dolgozatomban szerettem volna megmutatni, hogy vannak még alternatív felhasználási módok. Az útburkolatról lefolyó csapadékokra mindenki problémaként tekint, ez köszönhető annak, hogy nincs jogi szabályozása, kinek kell üzemeltetnie, ki felé kell kiróni az üzemeltetéssel járó költségeket.

Átfogóan foglalkoztam a témával, és megpróbáltam minden felmerülő problémát megvizsgálni esetleg megoldást találni rá. Véleményem szerint bemutattam, hogy lehet egy olyan területen is hasznosítani egy olyan csapadékot, ami az önkormányzatoknak nagy problémát jelent mivel kezelni kell.

A felhasználáson túlmutat az a feladatkör, amit betölt egy ilyen rendszer a költségek csökkentésén túl, az a csapadékvíz gazdálkodás. Ez napjainkban még nem jelent problémát, mert meg lehet oldani nagyobb átmérőkkel, azonban a frissen kiépített rendszereket nem fogják 5-10 év múlva fejleszteni, mivel közpénzek csak az üzemeltetését fedezik. A megoldást az jelentheti, ha a csapadék lefolyását időben befolyásolni tudjuk a befogadó felé, vagy felhasználjuk mielőtt még a befogadóba jutna. Jövőben ez jelenthetné a megoldást, mivel a klímaváltozás számos hatása nem

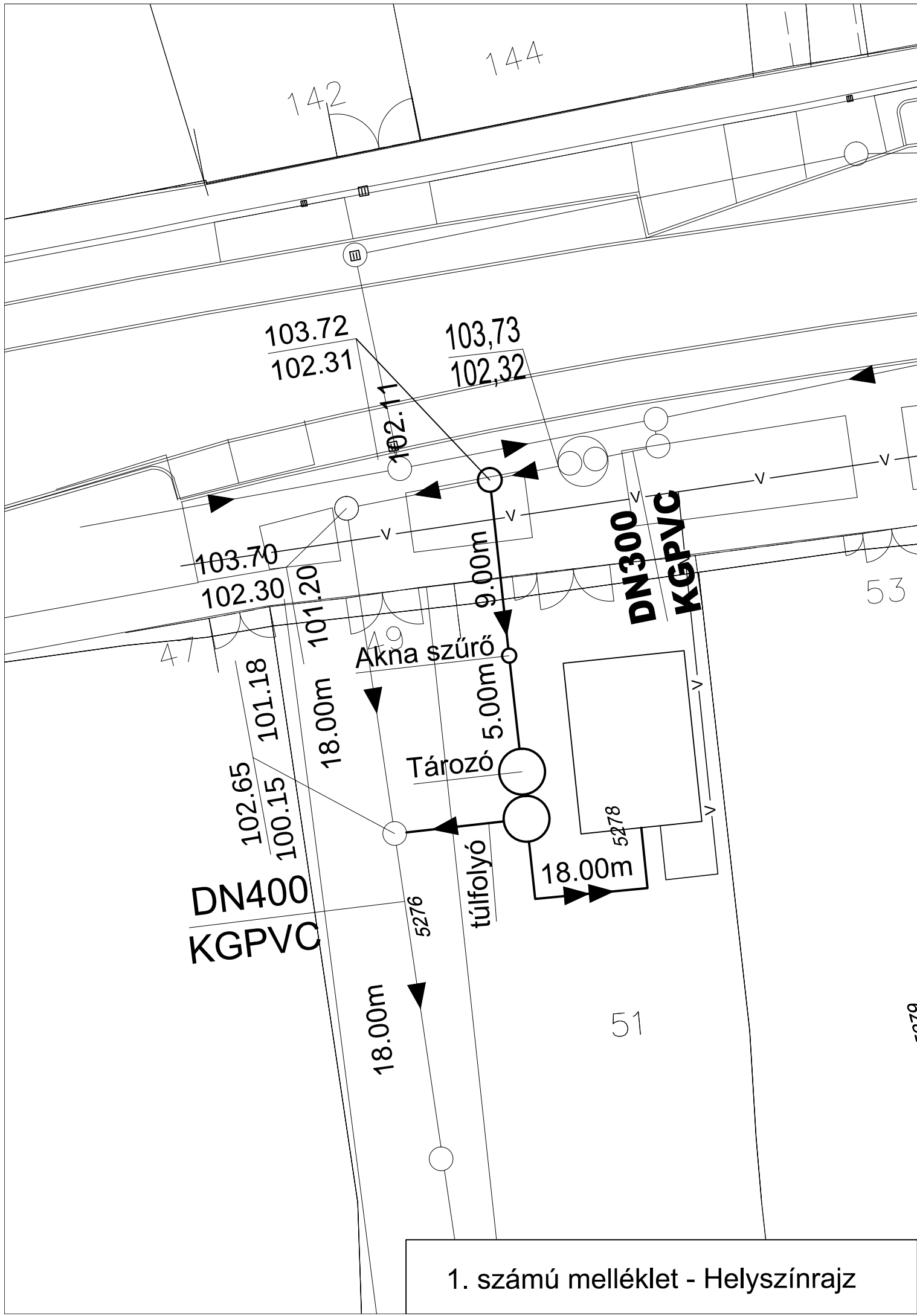
visszafordítható, tehát együtt kell élnünk az általunk okozott következményekkel a jövőben.

További feladatként a csapadék gazdálkodás népszerűsítését jelölném meg. Egy jó finanszírozási rendszerű, és jogilag tisztázott és átgondolt szabályozás közkedvelté tehetné az esővíz hasznosítását.

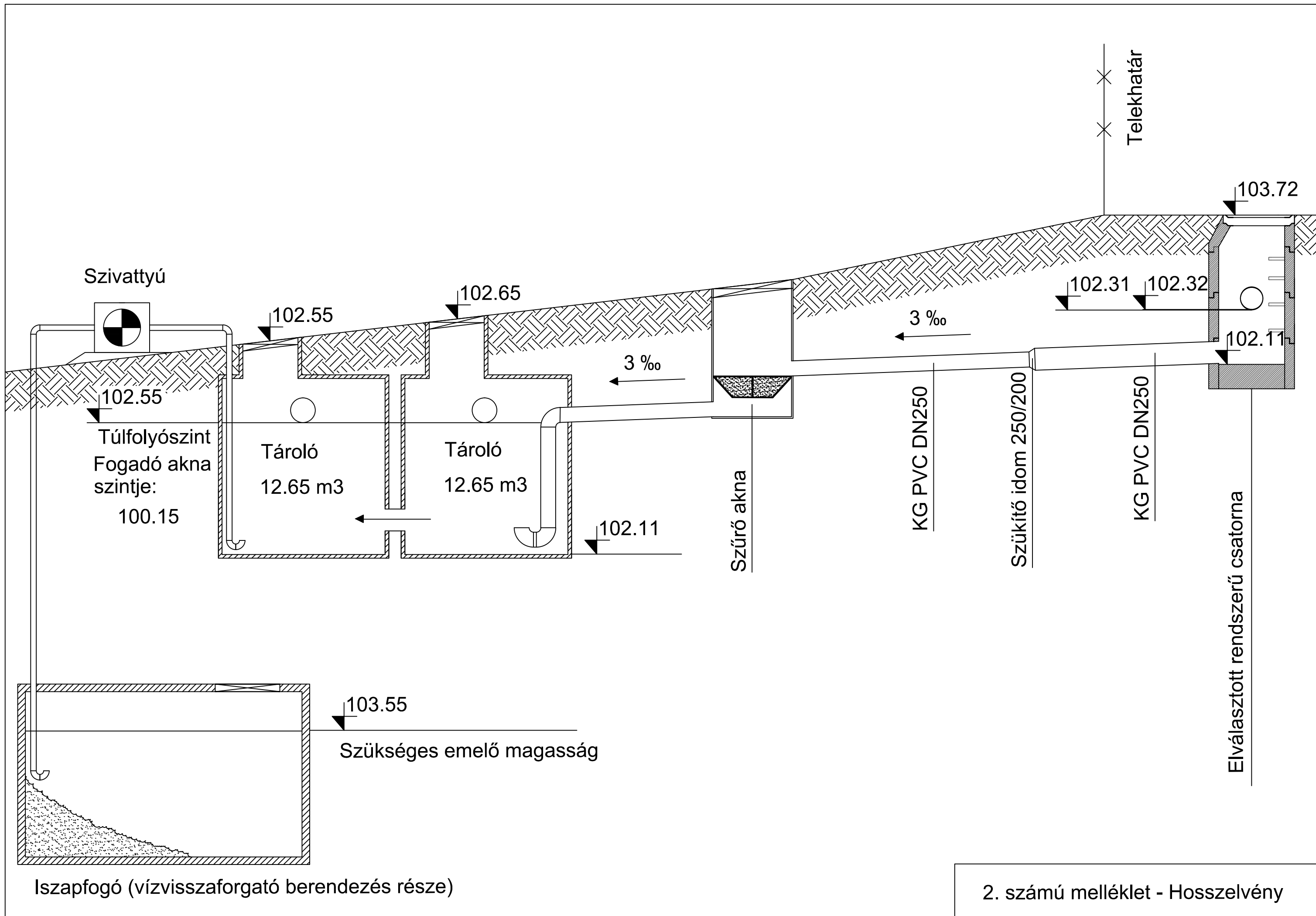
IRODALOMJEGYZÉK

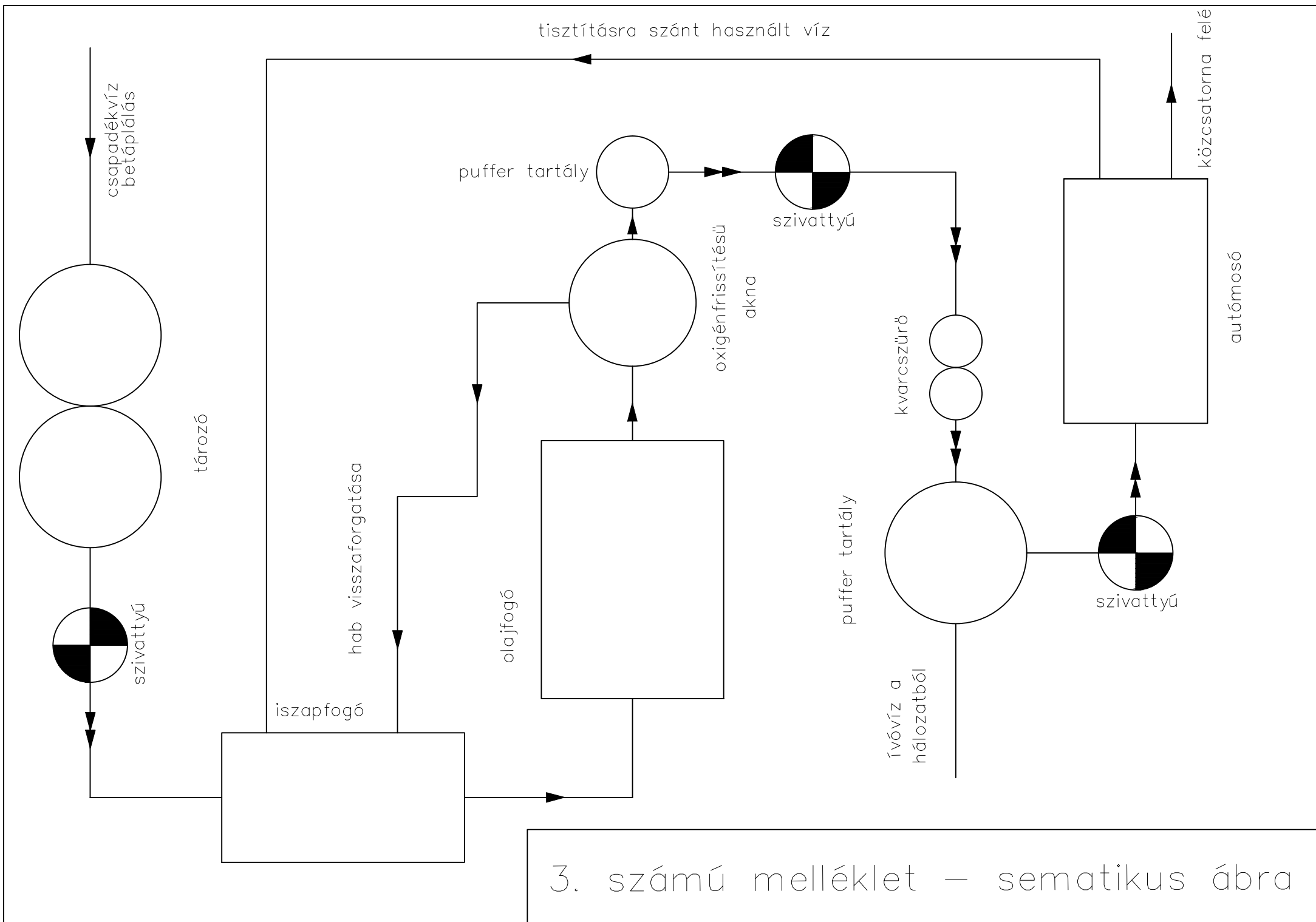
- **BÖSE**, Karl-Heinz: *Az esővíz hasznosítása*. Cser Kiadó: Budapest, 2008.
- **ILLÉS** István, **KELEMEN** László, **ÖLLŐS** Géza: *Ipari vízgazdálkodás*. Vízdok: Budapest, 1983.
- **JUHÁSZ** Endre: *A csatornázás története*. MaVíz: Budapest, 2008.
- **Prof. DULOVICS** Dezsőné, **BARTÓK** Miklós: *Közművek I* HEFOP, 2008
- **DULOVICS**, Dné (2003): *A csapadékvízgazdálkodás a környezetterhelés csökkentésének egyik eszköze*. MaSzeSz, HÍRCSATORNA, november-december, p. 15-21
- **DULOVICS**, Dné, **DULOVICS**, D. (2005): *A csapadékterhelés hatásai és csökkentésük egyes módszerei*, MaSzesz HÍRCSATORNA szeptember-október pp. 7-17.
- **NOVÁKY**, B. (2005): *Vízkárok és az éghajlatváltozás, Aktuális kérdések a belterületi vízrendezés területéről*, Szerkesztette: Dávidné, delo M.
- **DULOVICS**, Dné, **DULOVICS**, D. (2007): *A „szennyező fizet” elv hazai csatornadíjak*, MaSzeSz HÍRCSATORNA szeptember-október p. 7-10
- **CSAPÁK** Alex: *Lakossági csapadékvíz-gyűjtés és -felhasználás egy hazai községben* (Hozzászólás a HÍRCSATORNÁBAN korábban megjelent tanulmányokhoz)
- **FERENCZ**, M., **HORVÁTH**, Cs., **KOVÁCS**, K.: *„Áldás vagy átok?” – A települési csapadékvíz-gazdálkodás pénzügyi vonzatai – Mi legyen a csapadékkal?* pp. 10
- **BUZAS** Kálmán, **BUDAI** Peter: *Az autópályákról és nagyforgalmú közutakról lefolyó csapadékvíz TPH szennyezettsége* p. 9
- <http://www.nais-rw.de> 2011.11.
- <http://www.mall.ch> 2011.11

- <http://www.awaco.be> 2011. 11
- <http://www.wmo.ch> 2011.11
- <http://ec.europa.eu/> 2011.11
- **VARGA Endre:** *Tetőfelületekre jutó csapadékvizek elhelyezésének műszaki gazdasági vizsgálata*, Budapest 2006 SZIE-YMÉTK
- **ASZTALOS Tamás :** *A csapadékvíz használatának vizsgálata a kommunális vízellátásban és az ivóvízigény csökkentésében* 2011.(május-június) HÍRCSATORNA MaSzeSz p. 3
- **CSAPÁK Alex:** *Települési vízgazdálkodás, lakossági csapadékvíz-gyűjtés és – felhasználás*
- **MAURER, P.; DETTER, A.:** *Regenwassernutzung in Fahrzeugwaschanlagen.* = *Wasser, Luft und Boden*, 46. k. 1–2. sz. 2002. p. 35–36.
- **KÖNIG, K. W.:** *Dusche aus Regenwasser für Busse und Bahnen.* = *Sanitär- und Heizungstechnik*, 67. k. 8. sz. 2002. p. 28–31.



1. számú melléklet - Helyszínrajz





3. számú melléklet – sematikus ábra

Receiver

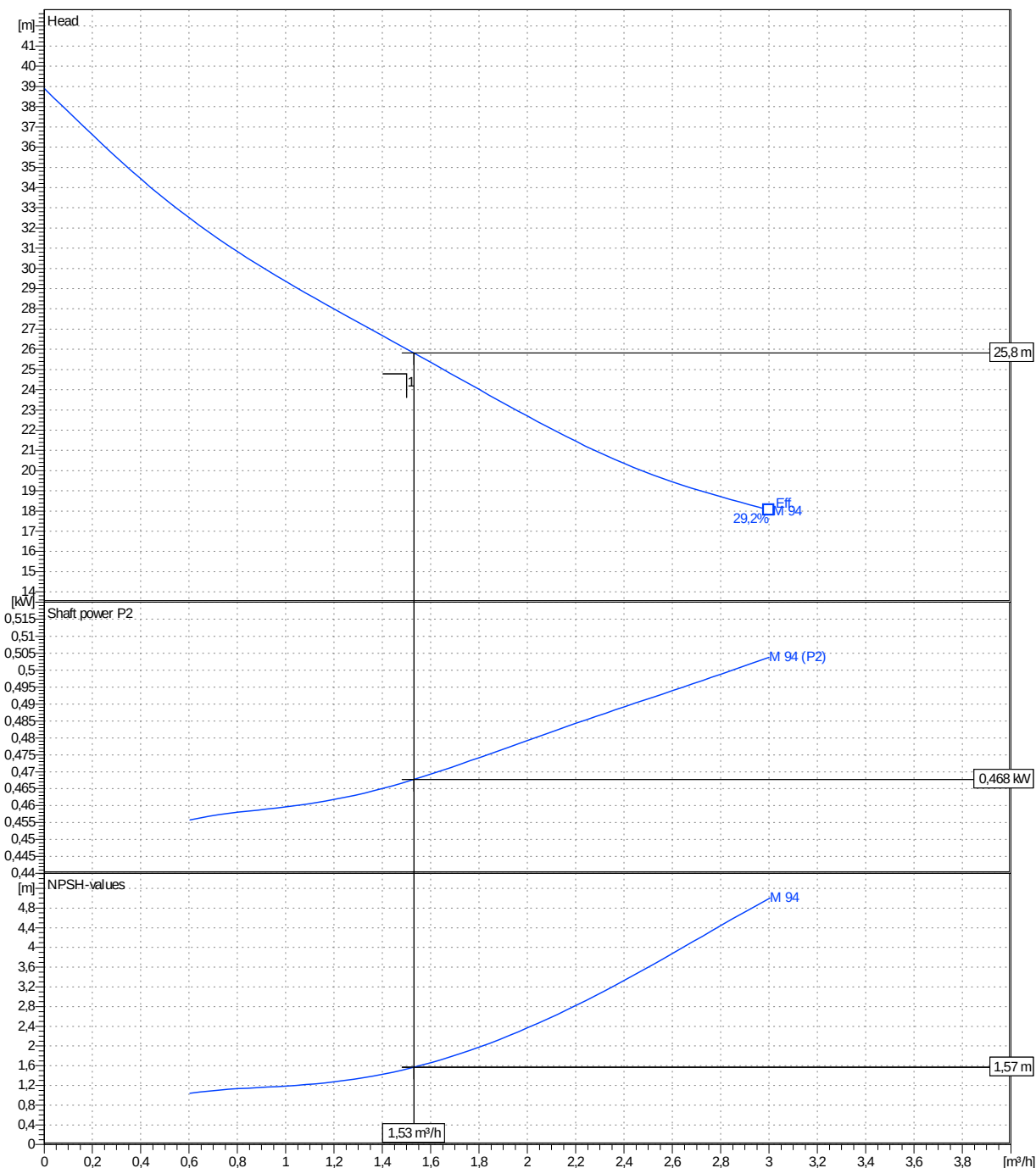
From

Company name	
Respons. Department	
Person in charge	
Phone number	
Fax no	
E-mail address	

Operating area			Flow			Head			Impeller type			
Operating data specification			1,5 m³/h			24,8 m			Impeller construction			
Pump data			1,53 m³/h			25,8 m			Sense of rotation		Clockwise from the drive end	
									Outlet width		G1"	
	Flow			Head		Shaft power P2			Speed		1/min	2850
	Min.	Max.	$\eta_{Max.}$	H(Q=0)	$\eta_{Max.}$	P2(Q=0)	Max.	$\eta_{Max.}$	Frequency		Hz	50 Hz
	m³/h	m³/h	m³/h	m	m	kW	kW	kW				
	0	3,02	3	38,9	18		0,504	0,504				

Performance data based to: Water, pure [100%] ; 20°C: 0.998kg/dm³; 1mm²/s

UNI EN ISO 9906-A



Project

Project ID

Created by

Created on	2011-11-22
------------	------------

Last update

5-ös számú melléklet

Készítette: Petrics Ákos
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
TDK-dolgozat

Készült: 2011.11.19.

Költségbecslés főösszesítő			
Megnevezés		Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei		1220303	216573
1.2 Akadályoztatási költség	0,00%		0
1.3 Építés közvetlen költségei		1220303	216573
1.4 Közvetlen önköltség összesen		1220303	216573
2.1 Árkockázati fedezet vet.alap		1220303	
2.2 Árkockázati fedezet	0,00%	0	
2.3 Anyagigazgatási ksg. vet.alap		1220303	
2.4 Anyagigazgatási költség	0,00%	0	
2.5 Fedezet vetítési alap 1.4			216573
2.6 Fedezet	0,00%		0
3.1 Tartalékkeret vetítési alap		1436876	
3.2 Tartalékkeret	0,00%	0	
4.1 ÁFA vetítési alap		1436876	
4.2 Áfa	0,00%	0	
5. A munka ára		1436876	

Aláírás

Munkanem összesítő

Munkanem megnevezése	Anyag összege	Díj összege
Irtás, föld- és sziklamunka	88100	112018
Közmű csatornaépítés	255622	63155
Épületgépészeti csővezeték szerelése	36000	41400
Anyagköltség	840581	
Összesen:	1220303	216573

Irtás, föld- és sziklamunka

Ssz.	Tételszám	Tétel szövege	Menny.	Egység	Anyag egységár	Díj egységre	Anyag összesen	Díj összesen
1	21-002-1.1	Humuszos termőréteg, termőföld leszedése, terítése gépi erővel, 18%-os terephajlásig, bármilyen talajban, szállítással, 50,0 m-ig	10	m3	0	2534	0	25340
2	21-003- 2.1.1	Közmű feltárása kézi erővel, talajosztály: I-II.	2	m3	0	5900	0	11800
3	21-003- 6.1.1	Munkaárok földkiemelése közmű nélküli területen, gépi erővel, kiegészítő kézi munkával, bármely konzisztenciájú, I-IV. oszt. talajban, dúcolás nélkül, 3,0 m ² szelvényig	11,1	m3	0	2102	0	23122
4	21-008- 1.1.1	Döngölés kézi erővel száraz, földnedves I-II. fejtési talajosztályban	12	m3	0	1150	0	13800
5	21-008- 2.3.1	Tömörítés bármely tömörítési osztályban gépi erővel, vezeték felett és mellett, tömörségi fok: 85%	10	m3	10	543	100	5430
6	21-011- 1.2.1	Fejtett föld felrakása szállítóeszközre, géppel, talajosztály I-IV.	26	m3	0	1251	0	32526
7	21-011- 11.8	Építési törmelék konténeres elszállítása, lerakása, lerakóhelyi díjjal, 12,0 m ³ -es konténerbe	2	db	44000	0	88000	0
Munkanem összesen:							88100	112018

Közmű csatornaépítés

Ssz.	Tételszám	Tétel szövege	Menny.	Egység	Anyag egységár	Díj egységre	Anyag összesen	Díj összesen
1	53-001- 31.3.1.4- 0131533	Egyoldalon tokos műanyag csatornacső beépítése földárókba, gumigyűrűs kötéssel, csőidomok nélkül, 3,00 m hosszú csövekből, külső csőátmérő: 250 mm-ig, külső csőátmérő: 200 mm PIPELIFE KG-PVC tokos csatornacső (SN 4) 200x4.9 mm, 3 m hosszú, gumigyűrű tömítéssel, KGEM200/3M-EN	15	m	6322	1050	94830	15750
2	53-001- 31.3.1.5- 0131538	Egyoldalon tokos műanyag csatornacső beépítése földárókba, gumigyűrűs kötéssel, csőidomok nélkül, 3,00 m hosszú csövekből, külső csőátmérő: 250 mm-ig, külső csőátmérő: 250 mm PIPELIFE KG-PVC tokos csatornacső (SN 4) 250x6.2 mm 3 m hosszú ANGER gumigyűrű tömítéssel, KGEM250/3MA	3	m	10870	1475	32610	4425
3	53-001- 32.1.4- 0234247	Műanyag, tokos csatornacső idom beépítése földárókba, gumigyűrűs kötéssel, külső csőátmérő: 250 mm-ig, külső csőátmérő: 200 mm PIPELIFE KG-PVC csatorna ágidom 87 fok, KGEA200/200X87	1	db	7129	1425	7129	1425
4	53-001- 32.1.4- 0234304	Műanyag, tokos csatornacső idom beépítése földárókba, gumigyűrűs kötéssel, külső csőátmérő: 250 mm-ig, külső csőátmérő: 200 mm PIPELIFE KG-PVC csatorna ív idom 45 fok, KGB200X45P	3	db	3450	1425	10350	4275
5	53-001- 32.1.4- 0234374	Műanyag, tokos csatornacső idom beépítése földárókba, gumigyűrűs kötéssel, külső csőátmérő: 250 mm-ig, külső csőátmérő: 200 mm PIPELIFE KG-PVC tokelzáró idom, KGM200P	1	db	1277	1425	1277	1425
6	53-001- 32.1.5- 0234367	Műanyag, tokos csatornacső idom beépítése földárókba, gumigyűrűs kötéssel, külső csőátmérő: 250 mm-ig, külső csőátmérő: 250 mm PIPELIFE KG-PVC szűkítő idom, KGR250/200	1	db	7241	1950	7241	1950
7	53-005- 1.1.2.3- 0641213	Beton akna-fenékelem elhelyezése, csaphornyos, habarcsos illesztéssel, beépített csatlakozó elemek nélkül, földmunka és dúcolás nélkül, belső csőátmérő: 100 cm, 90 cm feletti magasságú SW Umwelttechnik AA 100/100/9 cm beton akna-fenékelem, künet nélkül	1	db	38291	9890	38291	9890

Közmű csatornaépítés

8	53-005- 5.2.1- 0646182	Beton aknamagasító elem elhelyezése, 100 cm belső átmérővel, 70 cm magasságig CSOMIÉP Beton Melior 100/50/12 szulfátálló aknamagasító 2 db aknahágcsőval	1 db	14103	5150	14103	5150
9	53-005- 9.1.1.1- 0644073	Beton aknaszűkítő elhelyezése, egyesített szűkítő elem, csaphornyos, cementhabarcsos illesztéssel, belső átmérő alul 100 cm, felül 50-62,5 cm LEIER ASZ 100/62,5/60 L, akna- szűkítőelem, csaphornyos illesztéssel, V1-T1-A1, CEM 2/A-V 32,5 S, Cikkszám: HUTJS1883	1 db	9641	7615	9641	7615
10	53-005- 28.1.1- 0645531	Előregyártott (konfekcionált) beton vízóra akna elhelyezése, előre elkészített tömörített kavicsagyazatra, szerelvények és vízóra nélkül, DN 1000. Leier VA 100/62,5/120 L beton vízóra akna, Cikkszám: HUTJS4944	1 db	40150	11250	40150	11250

Munkanem összesen:**255622****63155**

Épületgépészeti csővezeték szerelése

Ssz.	Tételszám	Tétel szövege	Menny.	Egység	Anyag egységár	Díj egységre	Anyag összesen	Díj összesen
1	81-001- 1.5.1.1.2.9	Ivóvíz vezeték, PP cső szerelése, polifúziós hegesztésű kötésekkel, cső elhelyezése csőidomok nélkül, szakaszos nyomáspróbával, tartószerkezetre, 1"	12	m	3000	3450	36000	41400
Munkanem összesen:							36000	41400

Ssz.	Tételszám	Tétel szövege	Menny.	Egység	Anyag egységár	Díj egységre	Anyag összesen	Díj összesen
1		SW-umwelttechnik T250-es előregyártott vasbeton tartály	2	db	382000		764000	
2		Rotatec Szűrő akna	1	db	41081		41081	
3		Grundfos JPBASIC 3	1	db	35500		35500	
Munkanem összesen:							840581	

Beruházás elemzése gazdasági szempontból az első 10 évben 6-os számú melléklet

Beruházási költség

Megnevezés	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év
Beruházási klt.	1436876									

Megtakarítás

Megnevezés	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év
Vízdíj	184690	189676	195176	200640	207060	223624	250458	271246	287520	293845

Üzemeltetési költség

Megnevezés	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év
Karbantartás	8873	9760	10736	11808	12990	14289	15718	17290	19019	20921
Energia költség	7500	7875	8268	9116	9572	10050	10553	11080	11035	12138
összesen	16373	17635	19004	20924	22562	24339	26271	28370	30054	33059

Amortizációs klt.

Megnevezés	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év
össz amortizáció	39270	39270	39270	39270	39270	39270	39270	39270	39270	39270

Éves bevétel

Megnevezés	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	9. év	10. év
bevétel	129047	132771	136902	140446	145228	160015	184917	203606	218196	221516
megtérülés										
1436876	1307829	1175058	1038156	897710	752482	592467	407550	203944	-14252	-235768

Típus	Cikkszám	Villamos adatok		Méretek					Tömeg (kg)
		P ₁ max. (kW)	I _n (A)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	DNA (")	DNM (")	
				Teljes hossz	Teljes szélesség	Teljes magasság	Szívócsonk	Nyomócsonk	
JPBasic 2	96 12 17 50	0,72	3,12	395	178	200	Rp 1	Rp 1	10,9
JPBasic 3	96 12 17 51	0,85	3,8	395	178	200	Rp 1	Rp 1	11
JPBasic 4	96 12 17 52	1,13	5,1	414	178	213	Rp 1	Rp 1	16,2
JPBasic 5	96 12 17 54	1,6	7,2	558	210	255	Rp 1 1	Rp 1 1	31
JPBasic 9	96 12 17 56	2	9	521	214	227	Rp 1 1	Rp 1 1	27
JPBasic 7	96 12 17 58	2,2	10	632	210	255	Rp 1 1	Rp 1	35
JPBasic 10	96 12 17 60	2,7	12	595	214	235	Rp 1 1	Rp 1 1	31,5

Nyomásfokozó 20 l-es tartállyal	Cikkszám	Szivattyú nyomáskapcsolóval, feshmérővel és T-idommal	Cikkszám	Szivattyú PressControlal	Cikkszám
JPBasic 2 PT	96 15 00 02	JPBasic 2 PS	96 12 18 75	JPBasic 2 PC	96 12 18 79
JPBasic 3 PT	96 15 00 03	JPBasic 3 PS	96 12 18 76	JPBasic 3 PC	96 12 18 80
JPBasic 4 PT	96 15 00 04	JPBasic 4 PS	96 12 18 77	JPBasic 4 PC	96 12 18 81
JPBasic 5 PT	96 15 00 05	JPBasic 5 PS	96 12 18 78		

Feszültség: 1x220-240 V; 50 Hz

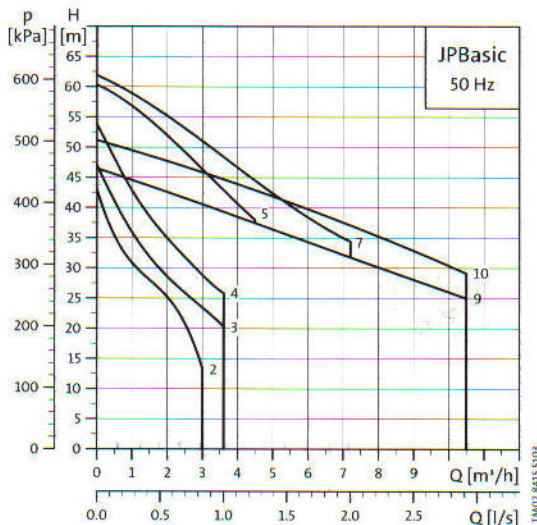
Anyagok: Korrozíó ellen védett öntöttvas szivattyútest és motoraljzat. Technopolimer járókerék, diffúzor.

Védelmi besorolás: IP 44 (IP55 a kapcsolódoboznál)

Maximális üzemi nyomás: JPBasic2, JPBasic3, JPBasic4: 6 bar. JPBasic5, JPBasic7, JPBasic9, JPBasic10: 8 bar

Folyadék hőmérséklettartománya: 0°C-tól +40°C-ig

Folyadék minősége: Tiszta, szilárd vagy szálal anyagoktól mentes, nem viszkózus, nem agresszív.



A Grundfos JPBasic szivattyúk beépített jet-rendszerrel rendelkeznek, amely elősegíti a hatékony önfel szívást akár a 8 méter mélységű kutakból is.

A Grundfos JPBasic szivattyúkat optimalizált hidraulikus kialakítású kompozit járókerékkel szerelték fel. Az öntöttvas szivattyútest kényelmes, alacsony zajszintű üzemeltetést biztosít. Ezek a tulajdonságok teszik ezt a két szivattyútípust különösen alkalmassá a megbízható otthoni vízellátáshoz.

Ideális:

- a maximum 8 méteres mélységű kutakból való vízellátáshoz,
- a háztartási nyomásfokozó rendszerekhez,
- általános vízszállítási feladatokhoz,
- kismennyiségű házkörüli öntözéshez,
- kerti alkalmazásokhoz.