

AZ ELŐ-TISZTÍTÁS ÉS A CSAPADÉKVÍZ-KEZELÉS HELYE ÉS JELENTŐSÉGE A SZENNYVÍZTISZTÍTÁSBAN

JUHÁSZ JÁNOS,
JURA-MÉRNÖKIRODA

DR. OLÁH JÓZSEF

A kommunális szennyvíz kezelése során az elsődleges előtisztítási folyamatok eltávolítják a szerves terhelés körülbelül 25–30 százalékát és gyakorlatilag az összes szerves szilárd anyagot. Az elő-ülepítéssel 33–35% KOI és BOI eltávolítást lehet elérni. A kis- és közepes szennyvíztisztító telepek elő-tisztítási technológiájának fejlesztése területén a JURA Mérnökiroda az elő-mechanikai tisztításnál a hagyományos rácsot követően a finom-dobszűrő (20–25%-os lebegőanyag eltávolítás) és uszadék- és üledékleválasztó hidrociklonműtárgyak (25%-os KOI eltávolítás) alkalmazását javasolja. A megnevezett műtárgyak alkalmazásánál az előülepítés elmarad és az előtisztított szennyvizet közvetlenül az eleveniszapos biológiára vezetik. A hagyományos beépített műtárgyakhoz képest az új elő-mechanikai tisztítási sor beruházási költsége 25–30%-kal, és az üzemeltetési költsége pedig 25%-kal kisebb. A zöld infrastruktúra alkalmazása kirekeszti az esővíz egy részét a városi csapadék rendszerekből, és csökkenti a csatorna-rendszerbe befolyó csapadékvíz mennyiségét. Az egyesített csatorna-rendszerrel a zöld-felületek alkalmazása nem oldja meg a nagy betonfelületekről lezúduló csapadék elvezetési és tisztítási kérdését, de azt nagymértékben segítheti. Az egyesített csatorna-rendszerrel a csapadékvíz-kezelő berendezés legfontosabb alapegysége a kis vízemelésű, nagy szűrőkapacitású, hosszabbított palástú hagyományos finom-dobszűrő (Ø 3,0mm palástfuratú), amely a meglévő vég-átemelő, mellé telepíthető. A rendszer előnye a kis beruházási költség, és az alakos-anyag (rács-szemét, csatorna-üledék) hulladék 90%-os leválasztása, és a gyors telepíthetőség.

1. A MECHANIKAI ELŐ-TISZTÍTÁS IGÉNYE

A tolózárak, szivattyúk, iszapszállító vezetékek eltömődése, a különböző tisztítóberendezések felesleges terhelése, az ülepítők iszapkaparó berendezéseinek meghibásodása stb. - tipikus problémák az olyan szennyvíztisztító telepeken, ahol a megfelelő előtisztító berendezések hiányoznak, vagy azok rosszul funkcionálnak. Az előtisztító lépcső lehet kőfogó, rács, és homokfogó. Ezek az anyagok biológiai lebontást nem igényelnek, de közös vonásuk, hogy

a tisztítótelep üzemét zavarják, súlyos üzemelési, fenntartási és hatásfok csökkenést okoznak. A durva szennyező anyagok eltávolítása a szennyvíztisztító üzembiztonsága szempontjából alapvető feladat.

2. AZ ELŐ-TISZTÍTÁS LÉPÉSEI

A mechanikai tisztítás célja:

- a nagyobb méretű szennyező anyagok (rongy, fonalak és műanyag hulladék stb.) eltávolítása,
- a további tisztítási technológia, mint a homokfogó, zsír- és olajfogó, elő-ülepítő gépi berendezések (szivattyúk, levegőztetők) védelmét szolgálja,
- a szennyvíz előkészítése az elő-mechanikai tisztítást követő biológiai fokozatokra (pelyhesítés, ülepítés, zsír- és olajleválasztás).

A biológiai szennyvíztisztító telepek előtisztítási lépcsőit az *1. ábra* szemlélteti (*internet1*). A kommunális szennyvízben szennyező anyagok jelentős része oldott, lebegőanyag és kolloid állapotban jelenik meg. Az elő-koagulációs lecsapatással és ülepítéssel a lebegő és kolloid anyagok jelentős része eltávolítható. Ha az oldott fázis további kezelésénél a lebegő és kolloid anyagok jelentős részét eltávolítottuk, akkor az oxidációs folyamatban a lebegőanyagok oxidálására nem kell, vagy minimális energiát kell fordítani.

Az egyes műveleti egységek a technológiai sorrendet követik. Az *1. ábra* szinte valamennyi technológiai megoldást szemlélteti. Természetesen a nagy ($Q=100.000\text{m}^3/\text{d}$), vagy közepes ($Q=20.000\text{m}^3/\text{d}$) méretű szennyvíztisztítóknál nem található meg valamennyi elő-tisztítási technológiai elem. Ez függ

a helyi körülményektől és az elő-tisztítási követelményétől. Az új szennyvíztisztítási követelmények és üzemeltetés biztonsága miatt a kőfogó, durva és/vagy finom rács, homokfogó és zsír-olaj fogó műtárgyak kiépítése ma már a kis- és nagyobb szennyvíztelepeken egyaránt szükségszerű. A kőfogó műtárgy kiépítése még ma sem általánosan elfogadott koncepció, pedig a rács és homokfogó védelme miatt nagy jelentőséggel bír. Az ábrán vastag kerettel jelölt műtárgyakat és hozzátartozó műveleti módokat csak ipari szennyvizek tisztítása, vagy különleges követelmények és adottságok esetében építik ki.

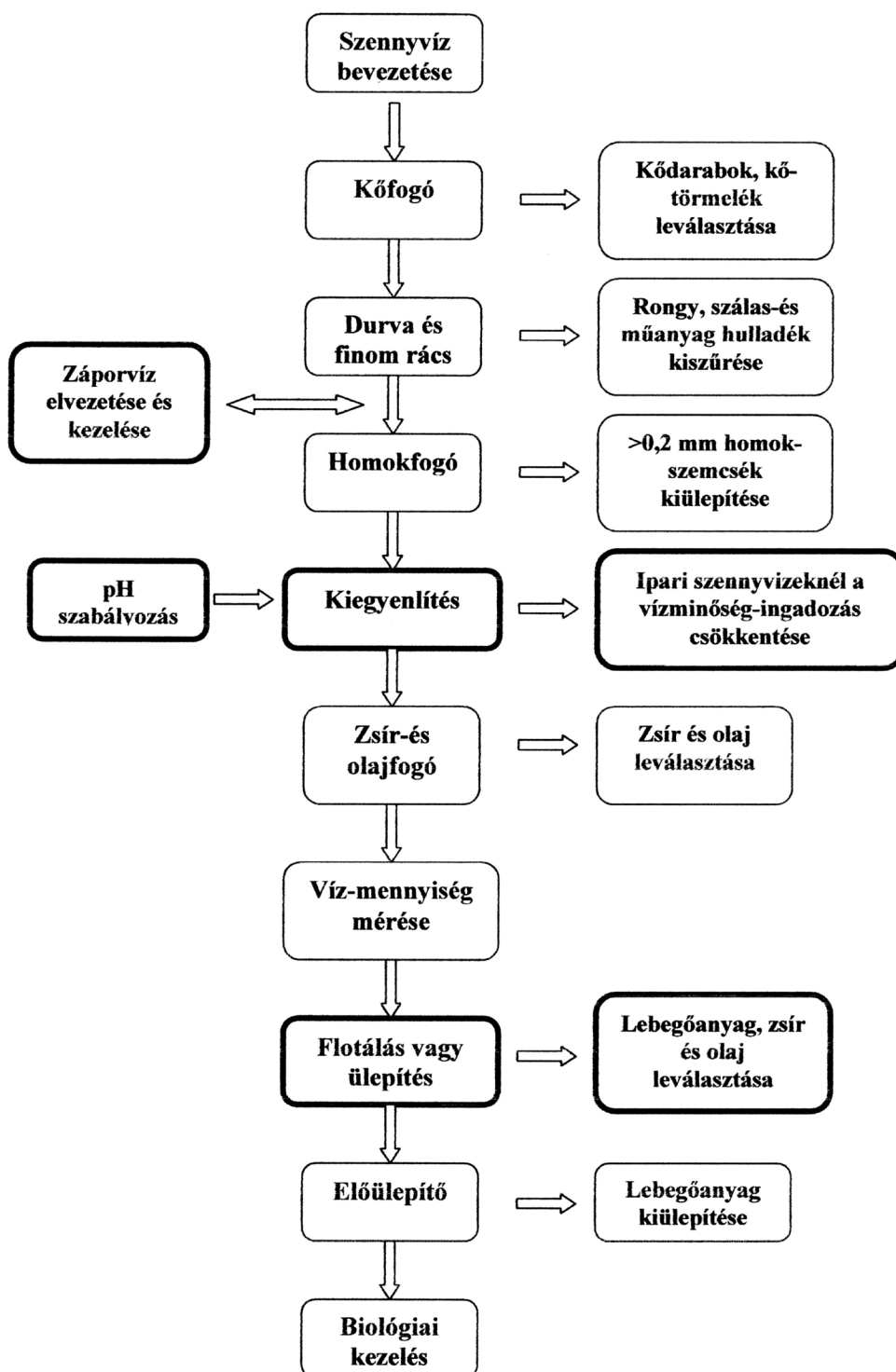
Durva szennyező anyagok felosztása (méretük és fizikai tulajdonságaik alapján):

- görgetett (kavicsok, kötőrmelékek),
- úszó durva szennyeződés (például faág, textilmaradványok, műanyag stb.),
- lebegőanyag (finomabb lebegőanyagok).

A kő- és kavicsfogó berendezések fő célja az egyesített csatornahálózatból bekerülő hordalék (5–20cm nagyságú) visszatartása. A nagyméretű durva szennyeződések (úszó és lebegőanyagok) eltávolítása a szűrőhatás révén történik. A kisebb- és közepes hazai kommunális szennyvíztisztító telepeknél a **zsír-és olajfogók** alkalmazása nem általános. Ennek következtében az elő- és utóülepítők felszínén gyakori a habos-uszadék felúszása és az ülepítők felületén úszó-kéreg kialakulása nagyon gyakori.

Az elő-mechanikai tisztító berendezések típusait, azok kialakítását, méretezését nem tárgyaljuk, hiszen a magyar (Öllős, 1994) és angol nyelvű (Metcalf & Eddy, 2006; internet1.) szakirodalom e kérdésekkel részletesen foglalkozik. Az alábbiakban csak azokkal előtisztító műtárgyakkal

foglalkozunk röviden, melyek beépítése ipari szennyvizek tisztításánál, vagy a tisztító rendszer egyedi kialakításánál kerül szóba.



1. ábra. A biológiai szennyvíztisztító telepek előtisztítási lépcsőinek sematikus ábrázolása

Az elő-mechanikai tisztító berendezéseknél alkalmazott fontosabb kiegészítő berendezések:

Kiegyenlítés

Kiegészítő levegőztetési módszereket gyakran alkalmaznak kiegyenlítő medencénél is. A *kiegyenlítő*-medence levegőztetése elősegíti a jobb keverést, a redukált vegyületek kémiai oxidációját, a biológiai oxidációt is javítja és megakadályozza a lebegő szilárd anyagok leülepedését. A kiegyenlítést általában ipari szennyvizek előtisztításánál alkalmazzák. A kiegyenlítés hatására a pH, a BOI_5 és az egyéb paraméterek széles ingadozása olyan szintre csökken, hogy a biológia rendszer hatékonyabban és gazdaságosabban működik. A megfelelő kiegyenlítés minimálisra csökkenti az üzemeltetési zavarokat és egyenletesebb elfolyó szennyvízminőséget biztosít.

pH szabályozás

A kiegyenlítéshez hasonlóan a *pH-szabályozás* alkalmazása előzetes kezelési lépésként általában az ipari szennyvizek tisztításnál alkalmazzák. A pH-t szabályozni kell, mivel a kezelési folyamatokat a nem megfelelő pH a túlságosan savas vagy bázikus értéke károsíthatja.

Flotálás

Előkezelésnél a *flotálást* olyan hulladékok vagy szennyvizek kezelésénél használják, amelyek nagy mennyiségű zsírt, olajat és finom eloszlású lebegőanyagot tartalmaznak. A flotáló berendezéseket elsősorban ipari szennyvizek tisztításánál alkalmazzák. Ebben az esetben előülepítő műtárgyra nincs szükség. A flotációs berendezések működése is a sűrűségkülönbség elvén alapul, azonban a szennyezőanyag részecske

felúszási sebességének növelésére „flotációs segédanyagot”, leggyakrabban (a szennyvíztisztításban kizárólag) levegőt használnak. A flotálással a zsírok, olajok, és a szerves lebegőanyagok nagy része eltávolítható. A flotáló medencében a tartózkodási idő 20–30 perc, ezért az ülepítőkhöz képest a műtárgy mérete kisebb. A rövidebb tartózkodási idő miatt a szaghatás nagyon kicsi. A szennyvízből flotálással a zsír-olaj 85 – 95%, a lebegőanyag 70–90, KOI 20–90 és a BOI_5 20–80%-os határfokkal távolítható el. Az oldott fázis szennyezőanyag összetétele alapvetően nem változik, minimális KOI és a BOI csökkenés a kialakuló flokk-rendszer adszorpciójának köszönhető (*internet 3*).

3.A MECHANIKAI ELŐ-TISZTÍTÁS HATÁSFOKA

A szennyvíz mechanikai elő-tisztítása általában azokat a folyamatokat foglalja magában, amelyek a törmeléket és a durva biológiailag lebomló anyagokat eltávolítja a szennyvíz-áramból és/vagy stabilizálja a szennyvizet kiegyenlítéssel vagy kémiai eredetű vegyszerek hozzáadásával. A mechanikai elő-tisztítást általában a biológiai kezelés előtt egy elő-ülepítési folyamat követi. A kommunális szennyvíz kezelése során az elsődleges előtisztítási folyamatok eltávolítják a szerves terhelés körülbelül 25–30 százalékát és gyakorlatilag az összes szerves szilárd anyagot. Az ipari hulladékkezelés során az előzetes vagy elsődleges kezelés magában foglalhatja a szennyvíz minőségi és mennyiségi kiegyenlítését, és a pH beállítást is. Az ipari szennyvizeknél elő-kezelés magában foglalja a vegyszer-adagolást is, ami a biológiai kezelést hatékonytá teszi. Az *1. táblázat (internet1.)* tartalmazza a tipikusan kommunális szennyvíznél a különböző tisztítási fokozatokkal elérhető vízminőségi értékeket.

Vizsgált paraméter (mg/L)	Nyers szennyvíz	Szennyvíz kezelése	
		Előülepítő után (1)	Utóülepítő után (2)
BOI ₅	300	195 (35%)	30
KOI	600	400 (33%)	150
Lebegőanyag	300	120 (60%)	30
Ammónia (N)	25	25 (0%)	28
Foszfát (P)	20	18 (10%)	14
pH (-)	7	6-9	6-9

1. táblázat Egy átlagos házi szennyvíz különböző tisztítási fokozatokkal elért tisztítási eredményei

Jelmagyarázat: (1) tisztítási fokozatnál a ()-ben megadott érték elért hatásfokot jelent;
Az 1.táblázat mutatja, hogy az elő-ülepítővel 33–35% KOI és BOI eltávolítást lehet elérni. Ezek az adatok jó egyezést mutatnak Kárpáti és Vermes (2008) adataival. A gyakorlat azt mutatja, hogy az >1mm méretnél nagyobb darabos szennyező részek hányada a szennyvízben jelentős. A mérhető lebegőanyag mennyiség mintegy 60%-a másfél órás ülepítéssel a vizes fázistól elkülöníthető. Ismeretes, hogy az így eltávolított anyaghányad a KOI mintegy 30%-os, a TKN 10%-os csökkenését eredményezi (Kárpáti és Vermes, 2008).

Műtárgy megnevezése	Ülepíthető anyagok [%]	Összes Lebegőanyag [%]	Kolloid Lebegőanyag [%]	BOI ₅ [%]	KOI [%]
Rács	5-10	2-5	-	-	-
Homokfogó	20-30	10-20	-	-	-
Ülepítés	85-95	40-50	10-20	20-30	15-25

2. táblázat A különböző elő-tisztító műtárgyak szennyezőanyag eltávolító hatásfok értékei (Orgoványi et al., 2020)

A 2.táblázat (Orgoványi et al., 2020) a különböző elő-mechanikai műtárgyak ülepíthető anyag, lebegőanyag, BOI és KOI eltávolítási hatásfok értékeit mutatja. Természetesen a rács, homokfogó esetében csak a nagyobb, makroszkopikus anyagok kifogása jöhet szóba és ez a frakció KOI értéket nem képvisel. A finomabb szerkezetű szerves lebegőanyag és kolloid anyag

gravitációs ülepítéssel 40–50 illetve 15–25%-os hatásfokkal eltávolítható.

A fentiekben bemutatott példák egyértelműen bizonyítják, hogy az elő-ülepítő műtárgynak a biológia rendszer szerves-anyag terhelés csökkentésében (30–50%) meghatározó szerepe van.

4. A KIS- ÉS KÖZEPES SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK ELŐ-TISZTÍTÁS ÉS A ZÁPORVÍZ KEZELÉSÉNEK FEJLESZTÉSE

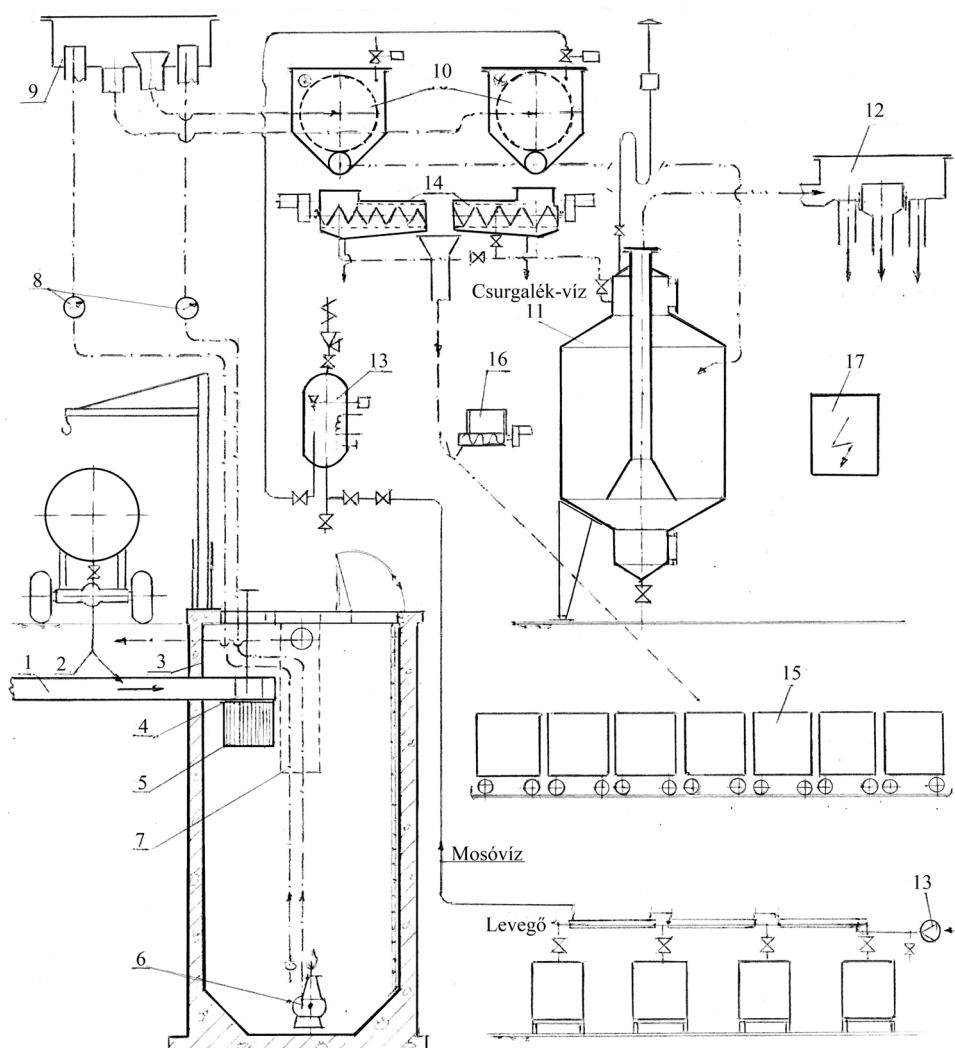
Az alábbi ismertetőben a JURA-Mérnökiroda az elő-tisztítás és a csapadékvíz kezelés területén az elmúlt 50 év alatt szerzett tapasztalatok alapján kifejlesztett megoldásait mutatjuk be. Az alábbiakban ismertetésre kerülő berendezések és a technológia a JURA Mérnök-iroda fejlesztési munkáját képezi. Az alábbi anyag ismertetése az iroda engedélyével történik. Az új fejlesztések célja, hogy a létesítési, üzemeltetési költségeket, energia és terület igényt 15-20%-kal mérsékeljük. További cél, a záporvíz-kezelés egyszerűsítése és az üzembiztonság javítása.

Feltételezzük, hogy a beérkező szennyvíz paraméterei a csatorna-határértéknek megfelel, és a szürendő záporvízáram a *névleges vízárám háromszorosát* nem lépi túl. Ha ettől nagyobb a bejövő, felhígult nyersvízáram, vagy egyéb ok miatt a feladószivattyúk leállnak, akkor a térszint előntés megelőzésére feladóaknába telepített, nagyfelületű, külső-necchálós vésztúlfolyón

keresztül a durva alakos-anyagokat visszatartva a tisztítatlan nyersvíz a befogadóba vagy az ideiglenes tározóba folyhat. Alaphelyzetben az át-emelőbe egyesített csatornán érkező minden szennyvízből a 4cm-től nagyobb alakos anyagok – ami nem teszi a vízáram fél ezrelékét – a felszínen üríthető rácskosárral kifogható. A durva szennyeződés kifogása a szivattyúk védelmét szolgálja. Ez rendszervédelem lehetővé teszi a nagyméretű vésztározók és ezzel járó üzemeltetési gondok elhagyását. A bejövő vízáram mérése is elmaradhat, mert elegendő az elmenő, csillapított, tisztított vízáram paramétereinek

a nyilvántartása. Az elő-mechanika berendezéscsalád vonalanként 10–1000m³/h névleges vízfeladási tartományban, 1,25-ös méretlépcsőben (*Renard* sor alapján) tartalmazza a beérkező nyersvíz, és ennek kétszeresét kitevő záporvíz fogadását a KORABETON falszerkezetű, térszint fölé kiálló, süllyesztett végátemelőt.

A kellő élettartam biztosítása céljából valamennyi vizes felületet nemesacélból érdemes elkészíteni. A helyigény, vízút-hossz minimalizálás érdekében a gépházat a két, nyitott biológiai medence közé kell telepíteni.



2. ábra Elő-mechanikai tisztító rendszer folyamat ábrája

4.1. A JAVASOLT ELŐ-MECHANIKAI TISZTÍTÓ RENDSZER MŰKÖDÉSÉNEK ISMERTETÉSE

Az alábbiakban ismertetendő elő-tisztítási műtárgyaknak és technológiának a feladata teljesen megegyezik a bevezető részben már ismertetett elő-tisztítást végző műtárgyak céljával és feladataival, azonban ezek a gépi berendezések és a tisztítási technológia alapvetően különbözik a hagyományos elő-mechanika gépészetétől és technológiájától. Elő-mechanikai tisztító rendszer folyamatábráját a 2. ábra szemlélteti.

Az egyesített 1 gyűjtőcsatornán, a rátelepített 2 szippantott-szennyvíz leeresztőn szennyvíz általában 1,5 m/s sebességgel érkezik a filtráció-mentes, KORABETON falszerkezetű, növelt méretű, 3 átemelő-aknába. A bevezetőcsonk csatlakozik a 4 nyersvíz-kormányzóhoz, ami a kijelölt, vagy mindkét, belsőhálózott 5 rácskosárba tereli a vízáramot, ahol a rendszert károsítani tudó alakos, szálas durva szennyeződések kifogásra kerülnek. A 3 átemelőakna fenéksíkjára telepített a névleges vízáram 60-150%-ot feladni tudó 2 (4) db, üzemelés közben is cserélhető, nyersvíz-feladó 6 zagyszivattyú kerül elhelyezésre, ami a szűrőház magas-pontján telepített, fix bevezetéssel, áthelyezhető elfolyó-bukóval rendelkező 9 szűrőosztóba adja fel a nyersvizet 1-2m/s sebességgel. Külön igényre a 8 vízárammérők is beszerelhetők. Ha áramszünet, egyéb vészhelyzet áll be, akkor kap szerepet a vésztúlfolyó, külső-necchálós, üzemelés közben is kiemelhető, feszín-közeli kivezetésű 7 havária-rács. Normál üzemben egy 6 zagyszivattyú, 10 dobszűrők, 13 mosó, 14 rácsszemét-prés üzemel 110-120%-os névleges vízáramig. Ha ezt az értéket a bejövő nyersvízáram meghaladja tartósan, akkor a 3 átemelőaknában a vízszint eléri 2/3-s szintet, akkor beindul a második

feladó szivattyú, a szűrő, rácsszemét-prés vonal, s addig üzemel, míg a vízszint le nem apad 3 átemelőaknában 50%-ra.

A szűrősorok funkciócseréje negyedévenként esedékes. A 10 dobszűrő palástfurata membrán technológiánál 1, hagyományos rendszereknél 2mm, a dob sorjázása elektro-polírozású. Ezt követően a közepes-méretű alakos szennyezőktől is mentesített elfolyó víz, mely homokot, nehezen bontható olajat, uszadékot, zsírt, felszabaduló gázokat tartalmaz a leválasztó, állóhengeres, alacsony túlnyomású kézi nyitású és zárású 11 örvénykádba gravitációsan érkezik. Ebből a műtárgyból műszakonként az üledék (homok) a 15 rácsszemét-konténerbe, az előtisztított víz gravitációsan a 12 utóosztóba, az uszadék a 14 rácsszemét-présbe, a szabad gázok a nyomásnövelő vízzáron keresztül légtérbe jutnak. A 10 dobszűrőből kieső, elővíztelenített szemét gravitációsan a szabad-tengelyvéges 14 rácsszemét-présbe esik le, ahonnan a víztelenítés után, a 16 fertőtlenítőszer adagolás után a részben álfenekes, kocsizott 15 konténerbe esik le, majd elszállítják a kijelölt lerakóba. A 15 jelű konténer a szemét-ejtőcső alá tolható, ahol a szállítójárműre le-és felrakodás feltételei biztosítottak. A keletkező présvíz a csurgalékvíz-csatornán keresztül visszafolyik a 3 átemelő-aknába. Normál üzemben a 12 utóosztóból 140-150%-os névleges vízáramig közel egyenlő víz mennyiség jut a két önálló biológiai sorra.

A kialakított technológiai sor jellemzése:

- kompakt, kis helyigényű a rácsszemét, homok és a zsír-olaj eltávolítását egy gépészeti technológiai sor oldja meg,

- nincs szükség különálló beton műtárgyakra,
- a leválasztás (lebegőanyagra vonatk.) hatásfoka ~60%,
- kicsiny helyigény és alacsonyabb létesítési költség,
- Az elő-mechaniakai rendszer minden beérkező vízáramnál tudja biztosítani több órán át az elöntés-mentességet,
- a rácskosár alkalmazása minimalizálja a nagy-értékű felemelő szivattyúk meghibásodását, kopását,
- a szerves hordalékok, hosszú lebontási idejű uszadékok elvételével jelentősen csökken levegőigény, a habzáshajlam, és az utóülepítőn az úszó-kéreg kialakulásának esélye.
- a biológiai terek takarítási, karbantartási időigénye, és költsége csökken,
- a rácsszeméttel kapcsolatos műveletek temperált térben zajlanak, nincs a kezelés közben fagyásveszély,
- a nagyfokú előregyárthatóság csökkenti a helyszíni szerelés időigényét,
- a nemesacél szerkezetek súlya 60%-a szénacélból készülteknek, és az élettartam pedig közel kétszerese lesz

4.1.1. SZENNYVÍZFOGADÓ, ÁTEMELŐ ÁLLOMÁS

A JURA 10–1000 típusú szennyvíztisztító első eleme az újrafogalmazott, növelt térfogatú, kibővített funkciójú, záporvíz problémát is rendező, egyesített szennyvíz bevezetőre telepített,

legtöbbször talajvízszint alá telepített főátemelő. Szennyvízfogadó, átemelő állomás leírását a 4.1.fejezet és kialakítását a 2.ábra szemlélteti.

A szállítási szempontból túl-méretes 3 átemelő-akna nemesacél anyagú belső vízálló fallal, külső földnyomást elviselő monolit vasbeton fallal, földémmel van kialakítva. A munkagödör elkészítése, a vb. falazat építése süllyeszthető, emelhető, szerelhető, merev, szénacél zsaluzattal biztosított. A helyszínen összeszerelt nemesacél medence süllyesztése víztöltés mellett történik és 21 napos falszilárdulás után lehet a süllyesztővizet kiszívni, és a technológiai egységeket beszerelni. Az így elkészített átemelő kizárja a filtrációt, a környezetkárosítást, 50 éves élettartamot biztosít kellő üzemeltetés, karbantartás mellett. Szennyvíz-fogadó és fel-emelő-akna fontosabb méreteit a 3.táblázat mutatja.

4.1.2. FINOMSZŰRŐ ISMERTETÉS

A finomszűrők technológiai kapcsolatát a 2.ábra szemlélteti. A finomszűrők feladata a 16 órás biológiai tartózkodási idő mellett sem bontható szerves és a bonthatatlan szerves szennyeződések leválasztása. A szűrőket a két biológiai sor közé a kétszintes gépházban telepítik. A magas-pontra telepített 9 osztóműből gravitációsan érkezik a szennyvíz a maximum 120%-ra terhelt, vezérberendezésként funkcionáló, 2 vagy 1 mm-es palástfuratú, 10 jelű forgó dobszűrőkre. A dobszűrőben az alakos anyag 1-3 perces

A műtárgyak kapacitása és méretei	Vízmenyiség és műtárgy adatok					
Névleges kapacitás (m ³ /h)	10-32	40-200	250-300	400	500-630	800-1000
Záporvíz kapacitás (m ³ /h)	300	600	900	1350	2250	3000

3. táblázat Szennyvíz-fogadó és átemelő-akna mérettáblázata

átmosási és tartózkodási idővel, a belső falon csúszó, gördülő mozgással haladva szabad vizét elveszti, majd beesik a *14 rácsszemét-prés* garatjába, majd a víztelenített rácsszemét a garaton a tároló konténerbe esik. A dobszűrőben mozgó rácsszemétre közben ráakódik a homok, az olaj, és a zsír jelentős hányada is. A *10 dobszűrőkből* kifolyó víz gravitációsan érkezik a *11 hidrociklonba*, ahol a víztől könnyebb uszadék a domban és alul a nehezebb komponensek (homok) koncentrálnak, majd ezek az anyagok elvételezre kerülnek. Közben a biológiailag nehezen bontható anyagoktól megszabadított nyersvíz átfolyik a *12 biológia-osztóműre*. Az osztómű előtt telepített a vegyszer-adagoló beépítése is lehetséges, mely a víz pH-ját 6,5-8,0 érték között tartja. A vegyszer-adagolásra, csak ipari szennyvizek biológiai tisztítása esetében van szükség. A dobszűrőkről a rácsszemét, és 11 hidrociklonból távozó zsíros-hab uszadék 80 %-os víztartalmát *14 prés* 30%-ra csökkenti. A présvíz, vagy csurgalék-víz a rendszeren keresztül visszajut a *3 felemelő-aknába*, a kipréselt hulladék pedig a közös ejtőcsövön leesik a *15*

mozgatható konténerbe. Az ejtőcsőre telepített *16 mészhidrát-adagolóval* a rovarfertőzés csökkenthető. A *10 dobszűrők* elektropolírozott, perforált palástján belül a tisztítást elvégzi a sűrűlő haladó rácsszemét. Kívül a lerakódásokat forgókefével és 50C°-os vízzel, szakaszos mosással lehet eltávolítani. Az utóbbi feladatot oldja meg a *13 mosórendszer* (lásd 2.ábra), mely magába foglalja a tisztított víz csatlakozását, visszamosató csőszűrőt, 6 baros nyomásfokozót, a meleg légsűrítői kollektor-csőre telepített fűtőszakaszt, ülepítő szigetelt hidrofort, programozható mágnes-szelepet, és csőrendszert.

Amikor a bejövő vízárám meghaladja a 120%-s névleges vízárámot, akkor lép be a második eddig álló, tartalék szerepet játszó szűrő vonal, mely addig üzemel, míg a *3 átemelői* vízszint 30%-ra leesik. A villamos rendszer átemelő állomással szinkronizált. Két összeépített finomszűrőt az 1.sz. fénykép mutatja. A veresegyházi Szennyvíztisztító Telep mérései azt mutatják, hogy a finomszűrő lebegőanyag eltávolítási hatásfoka 20–25% körül mozog.



1.sz. fénykép Ikrésített finomszűrő

4.1.3. ZAGYVÍZTELENÍTŐ CSIGAPRÉS

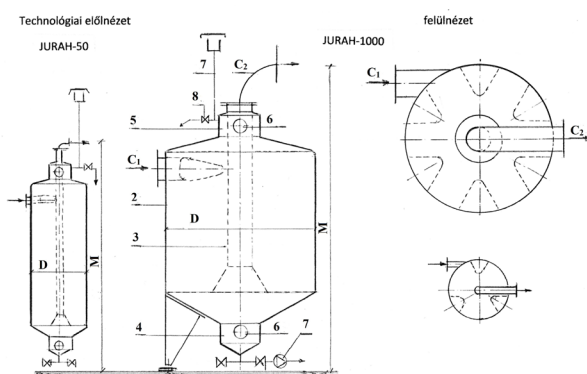
Az élelmiszergazdaságban és a szennyvíztisztítási technológiában gyakori feladat a nagy-víz-tartalmú zagyok fázisbontása, és a keletkező frakciók rövid időn belüli ártalmatlanítása, további feldolgozása. Ide tartozik a *magas* cellulóz, *cukor*, *fehérje* tartalmú növények *kevert*, zúzott aprítékai, a szennyvíztisztítási dobszűrőről lekerülő rácsszemét is. Az említett zagyok víztelenítését végzi el a tipizált csigaprés. A kellő élettartam, a higiéniai elvárások biztosítására a zaggyal érintkező felületek nemesacélból készülnek. Indítás, leállítás lehet kézi, vagy a garat feltöltését a feladószivattyúról is lehet vezérelni. A szennyvízből leválasztott, szivárgásmentesre préselt rácsszemét fertőtlenítése szakaszosan mészhidrát, nátrium-hipoklorit, vagy egyéb alkalmas vegyszer-adagolással lehetséges. A kistömegű vegyszerezés a rovar inváziót megelőzi. Az egyenlő üzemidő biztosítására a funkciók felcserélésre kerülnek a kézi átállással, és a leálló gépsor alapos kimosásával. Az 50 m³/h alatti szennyvízáram alatt a prés helyett, 3 db szikkasztófalas, 1 m³-es mobil konténer is alkalmazható.

4.1.4. SZENNYVÍZ-USZADÉK ÉS ÜLEDÉKLE-VÁLASZTÓ HIDROCIKLON

A mechanikai tisztítás után a szűrt vízzel együtt távozik a nehezen, hosszú tartózkodási idő alatt lebomló hordalékok, növényi-magvak, rostok, papírfoszlányok, olajok, oldószerek, zsírok, továbbá biológiailag bonthatatlan fémoxidok, finomhomok, stb. Az uszadék habzást, kemény *kéreg kialakulását*, az üledék (homok) a biológiai terek feltöltődését, összességében a biológiai folyamatban zavarokat okoz. Ezen túlmenően növekvő gépészeti, karbantartási költséget is okoznak. A jelenleg általánosan használt, nagy tér és költségigényű megoldás (előülepitő) leváltását

javasoljuk a következőkben ismertetésre kerülő *uszadék és üledékleválasztó hidrociklon* (4. ábra) alkalmazásával. A berendezés család fontosabb műszaki adatait a 4. táblázat mutatja.

Szerkezeti kialakítását, méretválasztékát az alábbi rajz, táblázat mutatja. A durva alakos anyagoktól mentesített nyersvíz a dobszűrőből gravitációsan a C₁ csonton kerül érintősen bevezetve a 2 *készüléktestbe*. A víz mozgási energiája a töltetet enyhe forgásban tartja, közben az uszadék felfelé, a homokos vízáram lefelé halad, a 3 *búvárcső* szívóhatása miatt. Az alacsony vízsebesség miatt az üledék az 4 *üledék-zsompba* csúszik le, a továbbtisztított fővízáram C₂ búvárcsővön távozik a biológiai sorok osztója felé, az uszadék, gázok pedig az 5 *uszadék-dómban* sűrűsödnek össze. A 4 *zsomp* és az 5 *dóm* palástján nagyméretű 6 *néző-üveget* telepítenek, ahol a kezelő látja a leválasztott zagyok szintjét. A 75%-os telítettség felett a 7 *csigaszivattyú* indításával, illetve a 8 *pillangószelep* nyitásával a zagyokat a rácsszemét-présre adják fel 2-4 perces üzemidő gyakorisággal. A 2 *készüléktestben* a lefelé haladás sebessége névleges vízáramnál 0,001-0,015 m/s. A fővízáram be és elvezetésnél ez az érték 0,8 m/s. Záporvíznél vízsebességek duplázódnak. A hidrociklon anyaga nemesacél, a mérettől függően 2 *készüléktest* 3-6 állítható lábbal alátámasztott.



4. ábra Szennyvíz-uszadék és üledékleválasztó hidrociklon

Vízáram (m ³ /h)	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
D(m)	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,7	3,3	4,0	4,8
M(m)	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,6	9,4

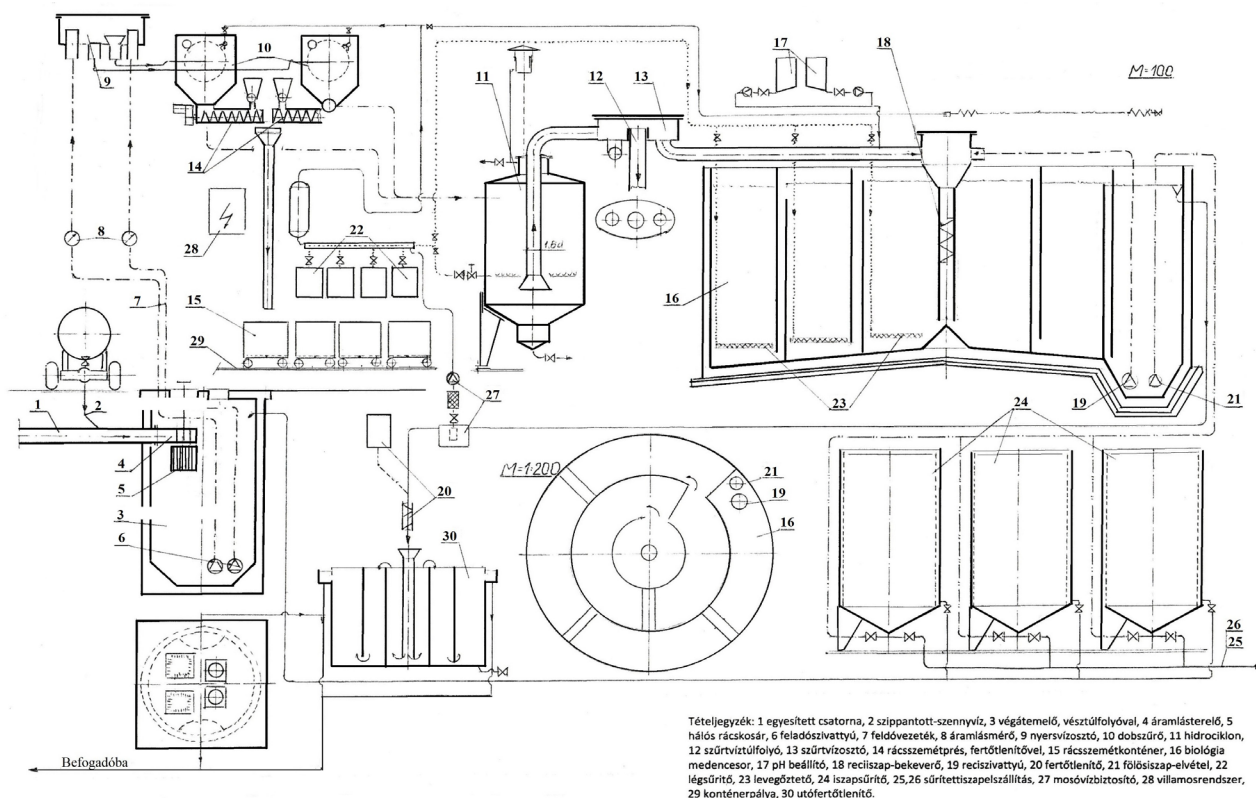
4. táblázat Az uszadék és üledékleválasztó hidrociklon család főbb műszaki adatai

Megjegyzés: A táblázat a 25m³/h teljesítménytől felfelé nem tüneti fel valamennyi berendezés műszaki adatát

4.1.5. ELŐ-MECHANIKAI TISZTÍTÓ RENDSZER ÉS AZ ELEVENISZAPOS BIOLÓGIAI TISZTÍTÓ RENDSZER KAPCSOLATA

Az elő-mechanikai tisztító rendszer és az eleveniszapos biológiai tisztító rendszer kapcsolatát az 5. ábra szemlélteti. A mechanikai elő-tisztítás utolsó eleméhez az uszadék és üledékleválasztó hidrociklonhoz kapcsolódik a szűrt nyers-szennyvíz elosztó. Az elosztó a tisztítandó szennyvíz

elosztását az eleveniszapos medencék között biztosítja. A biológiai tisztítóhoz kapcsolódó elő-mechanikai tisztító rendszer (rács; finom szűrők; üledékleválasztó hidrociklon; zagyvíztelenítő csigaprés) olyan minőségű előtisztítást biztosít, hogy az előüleptető kiépítése nem szükséges.



5. ábra Az eleveniszapos biológiai tisztítóhoz kapcsolódó elő-mechanikai tisztító rendszer

4.2. A CSATORNAHÁLÓZAT ÉS A CSAPADÉK-VÍZ KEZELÉS KAPCSOLATA. RÖVID SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a csatornahálózat és a csapadék-víz kezelés kapcsolatát. Napjaink rendkívüli időjárása, a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék komoly problémákat okoz a csapadékvíz elvezetés területén. Felhasználók közül sokan nincsenek tisztában azzal, hogy a csapadékvíz és a szennyvízelvezetés nem ugyanaz a feladat. Példaként megemlíthetjük, hogy a NYÍRSÉGVÍZ Zrt. (*internet 4.*) ellátási területén a szennyvízelvezető rendszer elválasztó rendszerű, kizárólag a szennyvíz elvezetésére szolgál, így a beáramló csapadékvizet a szennyvízcsatorna, és az átemelő szivattyúk nem képesek elszállítani. Jogszáály ugyan előírja, hogy az elválasztott rendszerű csatorna-rendszerbe csapadékot bevezetni tilos! Főleg felhőszakadások idején előfordul, hogy az összegyűlt nagy mennyiségű csapadékvizet – más megoldást nem találván – az ott élők egyszerűen belevezetik a csatornába, ami egy másik, mélyebben fekvő területen kiáramlik, de már szennyvízzel keveredve. Ilyenkor elöntés formájában a térszint alatt, a pincékben, szuterénekben kialakított, és a szennyvízelvezető csatornába gravitációsan bekötött helyiségeknél komoly károk jelentkezhetnek. Természetesen minden vízmű vállalat, ahol elválasztó rendszer csatornarendszer üzemel hasonló gondokkal küzd.

A következőkben Gayer és Ligetvári „Települési Vízgazdálkodás, Csapadékvíz-elhelyezés” (2007) c. tanulmánya alapján röviden a csapadék-víz-gazdálkodás és elhelyezés kérdését foglaljuk össze. A fenntartható városi vízgazdálkodás célja nem csupán a felesleges vizek biztonságos és hatékony elvezetése és a vízminőség

szabályozása, hanem egyúttal, rekreációs, ökológiai és gazdasági előnyök érvényesítése is. A célokat a következőkben foglalhatjuk össze:

- a városi lefolyás csökkentése a csúcs-vízhozam és a szennyezés csökkentése a városi vízgyűjtőkön keletkező szennyezőanyagok összegyűjtése és kezelése révén,
- a csapadékvíz visszatartása és lehetőség szerinti maximális felhasználása a helyszínen vagy annak közelében,
- a városkép javítása, a víz megjelenítésével, és beillesztésével a funkcionális zöldövezetekbe,
- a csatornázási beruházás csökkentése, például a csapadékvíznek zöld felületekre vezetésével, csökkentve a költségeket.

A csapadékvíz a terület-használatától függően toxikus lehet (közlekedési utak, elsősorban télen, illetve ipari területek), de a hótakaróban akkumulódott szennyezőanyag ugyancsak jelentős minőségi változást idézhet elő. Ehhez járul hozzá az atmoszférikus eredetű szennyezőanyagok gyors nedves kiülepedése. A hagyományos egyesített csatorna-rendszer hátránya a befogadó terhelése a zápokkiömlőkön keresztül, míg az elválasztott rendszer ellen a magas költség (két párhuzamos csatorna vezeték) szól. A javított rendszerek előnye, hogy a szétválasztás után lehetővé teszik a tisztítást nem igénylő csapadékvíz felhasználását, illetve a szennyezettebb csapadékvíz kezelését.

A csapadékvíz minőségi kezelésére számos fizikai, kémiai és biológiai eljárás létezik. Az első fokozatban a domináns folyamat a darabos szennyezés

fizikai szűrése, illetve a gyors üleptetés. Ez eltávolítja a beérkező szemetet és durva hordalékot. A második fokozatban az üleptetés és a szűrés dominál. Ez javítja a lebegőanyag eltávolítását és bizonyos mennyiségű tápanyagot és kicsapódott fém-hidroxid vegyületeket is eltávolít. A lebegőanyag, vagy a lebegőanyaghoz kötődő szennyezés esetén a fizikai üleptetés, vagy szűrés, mint elsőfokú kezelési módszer hatékony. Az csapadékvízben jelenlévő oldott szennyeződések eltávolítása a nagy költség miatt gyakorlatilag megoldhatatlan. Az egyesített rendszer esetében a csapadékvíz oldott szennyezésének jelentékeny része a biológiai szennyvíztisztítóra kerül és ott nagy része biológiai úton lebontható. A szennyvíz és csapadékvíz keverék másik része, melyet a szennyvíztisztító telep nem képes fogadni záporvíz tározóba vagy a közvetlenül a befogadó jut.

A túlfolyásból eredő szennyezés a nagy mennyiség miatt lökésszerű terhelést jelent a befogadó számára. Az első szennyezés-hullám koncentrációja nagyban függ attól, hogy a hálózatban mennyi az a korábban leülepedett hordalék, ami az áramló víz által könnyen felvehető. Ha ez nagy mennyiségű, akkor a szennyező-hullám csúcs-koncentrációja időben megelőzi a vízhozam-csúcsot. Nagy általánosságban a lefolyás első 40%-a tartalmazza a szennyezés 60%-át.

A csapadék víz kezelésénél az alábbi főbb szempontokat célszerű figyelembe venni:

- A városi/települési csapadékvíz elhelyezésének, kezelésének kérdésköre a hazai döntéshozók részéről nagyobb szakmai figyelmet érdemel.
- A városi/települési csapadékvíz-kezelés a vízgazdálkodás integrált része, és egyben a városgazdálkodás egyik olyan eleme, mely

a településszerkezetét, az ott lakók életminőségét és a mindennapi életvitelét érinti.

- A városi vízhasználatnál a csapadékvíz és esetenként a szennyvizet is be kell vonni a hasznosítás-újrahasznosítás folyamatába
- A csapadékvíz szennyezettsége esetenként (ipari szennyezés) jelentősebb mértékű lehet, mint a kommunális szennyvízé, ez súlyos hatással lehet a befogadóra, ezért a csapadék víz kezelése mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt szükséges.
- A hosszú távon megbízhatóan működő csatornarendszerek építése érdekében mértékadó csapadék számítási mód alkalmazására van szükség.

Karches et al. (2017) a hirtelen nagy hidraulikai terhelés megjelenésekor a biofilmes (MBBR) és az eleveniszapos szennyvíztisztítási technológia hatásfokát hasonlították össze. A kutatók az eleveniszapos és a fixfilmes rendszerek csapadék okozta többletterhelésre való reagálását 2,5-szeres hidraulikai túlterhelésnél vizsgálták. Az elvégzett szimulációk eredménye azt mutatta, hogy a fixfilmes rendszer a csapadékos időben jobban „elviseli” a vízhozam ingadozást, kevésbé mosódik ki a biomassza. Az eleveniszapos esetben a ki-mosódás 45%-os, fixfilmesnél 20%-os és a fixfilmes rendszernél a biomassza regenerálódása is gyorsabb. Az eredeti biomassza-mennyiség 90%-át az eleveniszapos 20 napon túl, a fixfilmes rendszer 6 napon belül elérte. Az elfolyó KOI-t vizsgálva az eleveniszapos rendszer jóval túllépte a 125mg/l-es határértéket, míg fixfilmes esetben nem haladta meg azt.

Mrekva (2017) tanulmánya szerint a zöld infrastruktúra kialakítása a városi csapadék-vízgazdálkodás szempontjából egy költséghatékony, fenntartható és környezetbarát megoldás. A zöld

infrastruktúra megoldások összegyűjtik, szűrik, adszorbeálják, párologtatják, újrahasznosítják és tisztítják a városi felszínen lefolyó csapadékvizeket. A zöld infrastruktúra alkalmazása kirekeszti az esővíz egy részét a városi csapadék rendszerekből, megakadályozva azok túlterhelődését és csökkenti az áthatolhatatlan városi felületeken képződő, tisztítás nélkül a csatorna-rendszerbe befolyó csapadékvíz mennyiségét. Alkalmazásuk hatására bizonyítottan csökken a városi árvíz-kockázat, javul a levegő minősége, kialakul egy esztétikusabb városi tájkép. A zöld infrastruktúra kialakításával különösen a skandináv államokban eredményesen próbálkoznak. Nyilván való, hogy az egyesített csatorna-rendszernél a zöld-felületek alkalmazása nem oldja meg a nagy betonfelületekről lezúduló csapadék elvezetési és tisztítási kérdését, de azt nagymértékben segítheti.

A cél, hogy megóvjuk ezeket a többfunkciós városi zöld területeket, mert

- a megnövekedett infiltráció és evapotranspirációnak köszönhetően csökken a felszíni lefolyás,
- az intercepció (a növényzet vízfogó képessége) révén visszatartják a vizet,
- megszűrik az átszivárgott vizet,
- visszapótolják a talajvízkészletet,
- csökkentik a légszennyezést, miközben javítják a városi mikroklímát, és rekreációs célokat is szolgál.

Dulovics Dezsőné (2017) és Török, S. (2011) tanulmánya a települési csapadékvíz-gazdálkodás csatornahálózatra gyakorolt hatásait tárgyalja. A 4. táblázat a csatorna- és csapadék-gyűjtő rendszerek összefoglaló értékelését mutatja. A klasszikus csatornarendszerekkel (egyesített és elválasztó) csak részben biztosíthatók a fenntartó

csapadékvíz-gazdálkodási elvek, melyek az újra-használatra épülnek. A javított rendszerek a fokozott elválasztási elvet alkalmazva jobban közelítik a „hulladékszegény” technológiák elvét, mind mennyiségi, mind pedig minőségi értelemben. A korszerű csapadékvíz gazdálkodás elvét szem előtt tartva nagyszámú, megbízható mérési eredményre lenne szükség, mind mennyiségi, mind pedig minőségi adatok tekintetében. A hazai viszonyokat alapul véve csapadékvíz gazdálkodás területén egyik legfontosabb feladat az egyesített és az elválasztó rendszerű csatornahálózatot alkalmazó szennyvíztisztító telepek záporvíz kezelésének megoldása.

A városi szennyvízelvezetésből, csapadék-víztől és a szennyvízelvezető csatornákból származó szennyezőanyag-terhelés csökkentése lényegesen nagyobb kihívást jelent, és potenciálisan költségesebb is, mint a szennyező anyagok eltávolítása a települési és ipari szennyvizekből. A szennyvíztisztítási eljárásokat viszonylag állandó és folyamatos szennyvíz hozam kezelésére tervezik, és rossz hatásfokkal üzemelnek, ha a csapadékvíz-áramlásokra jellemző szélsőséges ingadozásoknak vannak kitéve. Viszonylag kevés erőfeszítés történt azonban a csapadékvíz és a szennyvízelvezető csatornák kezelési és ellenőrzési technológiáinak fejlesztésére. Először is, az esőzés okozta terhelés nem állandó, hanem időszakos, pulzáló terhelés. A szennyezőanyag-koncentrációk ezekben az áramlásokban nagymértékben változnak a lefolyási esemény során, és a teljes szennyezési terhelés bármely viharból az eső intenzitásától és területi változékonyságától, valamint az utolsó esőzés óta eltelt időtől függ. Általában a szennyező anyagok legnagyobb koncentrációja a csapadékvíz első lefolyásában található, és a vihar előrehaladásával a legtöbb szennyező anyag koncentrációja csökken. Ezen kívül a csapadék

A rendszer típusa	Előnyök	Hátrányok
Egyesített	- a gyakori alkalmazásnak, történelmi múltja van, - a rendszer üzemeltetése a hidraulikai viszonyok miatt egyszerűbb, - az egyetlen vezeték helyigénye kisebb, - az épületbekötés kedvezőbb, - az egy csatorna nyilvántartása, üzemeltetése, fenntartása egyszerűbb és a beruházási költség összességében általában kisebb.	- a befogadó és a telep lökészerű terhelése, talajból beszívargó idegenvizek, szennyezett és kevert vizek "lökészerű" megjelenése, - a szennyvíztisztító telep terhelése kiegyenlített, a csapadékvizek miatt időszakosan jelentősen túlterhelés jelentkezik, - az elvezetendő nagy vízmennyiségek miatt a rendszerben visszaduzzasztás gyakran előállhat (nem megfelelő lejtés), - kedvezőtlen hidraulikai viszonyok létrejötte esetén a lefolyási idő növekedése miatt a szennyvíz berothadásának és a csatornában a leülepedés veszélye nő, - a hidraulikai kapacitás (szelvényméret) miatt rendszer új területek bekapcsolására korlátozottan alkalmas,
Elválasztott	- a két hálózat vízkormányzása egyszerűbb, a csapadékcatorna már több vízfajta fogadhat, de minőségi differenciálás nélkül, - a szennyvíztisztító telep terhelése kiegyenlítettebb (mivel a csapadékvíz nem terheli), - gazdaságosabb szelvényméretek alkalmazhatók, - a csatornahálózat hidraulikai szempontból kedvezőbb, - a szennyvízcsatornák közműalagútban is vezethetők, - a szennyvíz- és csapadékvíz csatornák helyszínról általában a bekötési helyekhez közelebb fektethetők, - rendszer a helyi adottságokhoz jobban képes alkalmazkodni (bővíthető).	- alkalmazási feltétel, hogy egy időben épüljön ki az elválasztott két elvezető rendszer, - a szennyvízcsatornákat öblítő-hatásfok fenntartása miatt nagyobb lejtéssel kell építeni, - az átemelés, nyomás alatti csatornaszakaszok beiktatási igénye fokozottabb, - a csapadékvíz a befogadóba tisztítatlanul jut (a befogadó szennyeződése azonban csapadékvíz tározó létesítésével mérsékelhető), - a kétféle csatorna szűk utcában nehezebben helyezhető el, nyilvántartásuk, üzemeltetésük, fenntartásuk költségesebb és munkaerő-igényesebb.

4. táblázat Az egyesített és elválasztott csatorna-rendszerek összehasonlítása előnyök és hátrányok alapján (internet 5.: Török, S. 2011; Dulovics Dné, 2017)

sok területen szezonális jellegű, így a városi lefolyás és a csatornavezetékek egyes évszakokban nagyobb hatással lehetnek a befogadó vizekre, mint máskor (internet 6.).

ott elraktározódik, a növények felveszik és elpárologtatják. A burkolt felület ténylegesen elszigeteli a talaj felé való vízáramlást, ezzel lényegében megszünteti a talajba való beszívargást.

Figyelmet érdemlő Oelberg G. (2019) tanulmánya, melyben a szerző röviden összefoglalja a német nyelvterületen (Svájc, Ausztria, Németország) gyakran alkalmazott és jól bevált csapadékvíz tárolási módjait. A zöld növényzettel beültetett területekre hulló csapadékvíz töredéke, éves átlagban kb. 5-10%-a folyik le a felszínen. A csapadék nagy része beszívargó a talajba, ennek nagyobb része

A csapadékvíz „helyben” tartására az alábbi fontosabb megoldások lehetségesek:

1. A csapadékvíz elszikkasztása. A csapadékvizet a kert kevésbé frekvenciált részére, vagy kerti tavacskákba vezetik, de a földbe helyezett geotextiliás szikkasztó elemek is alkalmasak az elvezetésre és el az elszikkasztásra.

2. A kevésbé vízáteresztő talajok esetében a lehulló csapadékvizet a burkolat alatt tárolják, míg lassan a talaj mélyebb rétegeibe nem szivárog. Hazánkban is jól ismert a gyephezágos betonlap és annak műanyag változata is ide sorolható.
3. Vízvisszatartás esetén a lehulló csapadék nem folyik le közvetlenül a területről, hanem tárolják, ennek jellemző példája a zöldtetők. Melegebb időben a növényzet a vizet elpárologtatja. A zöldtetős megoldás kimondottan a nagyvárosok jellemzője, ahol némi zöld foltot visz az egyébként sivár környezetbe.
4. Késleltetett lefolyásról akkor beszélünk, ha megfelelő létesítménnyel megakadályozzuk, hogy a víz lefolyjon, és egy része betároljuk. A tározók építése költséges, ezért egy településnek elengedhetetlen megkeresni azt a területet, ami erre a célra felhasználható. Mindenképpen a település mélyebben fekvő területei jöhetnek szóba. Ideális lehet egy mélyen fekvő széles patakmeder vagy egy halastó.
5. A csapadékvíz háztartási célra is hasznosítható. Az esővíz óriási előnye, hogy lágy, és kevés oldott só-t tartalmaz. Jó példa az öszszegyűjtött csapadékvíz locsolásra való felhasználása.

4.3. CSAPADÉKVÍZ KEZELÉS FEJLESZTÉSE

A közműves szennyvízkezelés általános problémája a hóolvadáskor, jelentősebb csapadékként jelentkező – a névleges vízáram 2-3 szorosát kitevő – csapadék-víz. Az évente 5-10 esetben jelentkező 1-2 órát kitevő záporvíz általában a végátemelőbe érkezik. Innen az eleveniszapos biológiai sorra – iszapkihordási veszély miatt – a névleges vízáramot 20-25%-kal növelt nyersvíz kerülhet fel. A felesleget költséges

vésztározóba („szúnyog-tenyésztő”), vagy finomszűrés után a tisztított víz befogadóba lehet elvezetni. A jelenlegi gyakorlat szerinti az élővíz befogadóra történő bevezetés minden szempontból káros, a javasolt új megoldás a finomszűrés és ezt követően a csapadék-víz tározóba vezetés.

A népességnövekedés és a városi/urbanizált területek fejlődése nagyban hozzájárul a lefolyó, szennyező csapadékvizek mennyiségének növekedéséhez, valamint a beton felületekről származó lefolyó vizek is növelik a csapadékvíz vízmennyiségét. Ezek együttesen olyan változásokat okozhatnak a környezetben és a vízminőségben, amelyek az élőhelyek megváltozását és elvesztését, fokozott árvizeket, a biológiai sokféleség csökkenését, valamint fokozott üledékképződést és eróziót eredményezhetnek.

Ahogy a víz a talajon keresztül halad, természetes szennyeződéseket és emberi tevékenységgel kapcsolatos szennyeződéseket vesz fel és visz magával, és végül a szennyeződéseket a tavakba, folyókba, vizes élőhelyekre, part menti vizekbe és talajvizekbe juttatja. A csapadékvizek szennyezettsége szintén nem-pontszerű diffúz szennyezésnek tekinthető.

Az egyesített csatornarendszerek olyan csatornák, amelyek az esővíz, a háztartási szennyvíz és az ipari szennyvíz összegyűjtésére szolgálnak. Az egyesített csatornarendszerek a szennyvizüket egy szennyvíztisztítóba szállítják, ahol azt kezelik, majd a tisztított szennyvizet egy befogadóba (folyó, tó, patak) vezetik. Az erős csapadék vagy hó-olvasás idején azonban az egyesített csatornarendszerben a szennyvíz mennyisége meghaladhatja a csatornarendszer, vagy a szennyvíztisztító telep kapacitását. Ezért az egyesített

csatornarendszereket úgy tervezik, hogy alkalmanként „túlcsorduljanak”, és a felesleges szennyvizet közvetlenül a befogadóba engedjék.

Ezek az úgynevezett egyesített szennyvízcsatorna-túlfolyók nemcsak csapadékvizet, hanem kezeletlen kommunális és ipari szennyvizet, darabos hulladékot (rács-szemét jellegű), zsírt, törmelékét és homokot is a befogadóba vezetik.

A hagyományos, egyesített rendszerű csatornák a szennyvizet és az időszakos, lényegesen nagyobb mennyiségű csapadékvizet ugyanazon csatornarendszerben vezetik le. A rendszer főgyűjtő vezetékeit viszonylag nagy keresztmetszetű csatornaelemek alkotják, melyeket túlterhelés megakadályozása, ill. mérséklése céljából bizonyos távolságokban ún. csatornahálózati túlfolyóval (záporkiömlővel) megcsapolják és a kiömlő keverék szennyvizet közvetlenül (esetleg ülepítés után) a befogadóba vezetik. Az egyesített csatornarendszerben, ideális esetben duzzasztás és túlfolyás nincs. Az egyesített rendszerű csatornahálózatok csak gravitációs üzeműek lehetnek.

Az egyesített csatornarendszer kiépítésére legjobb példa a főváros csatornahálózata. Ezt a XIX. század végén, a XX. század első felében úgy építették meg, hogy a szennyvíz és a csapadékvíz egy rendszeren keresztül folyik, nincs egymástól elkülönítve. Ez azt jelenti, hogy esős időben, a közterületeken keletkező, valamint az egyesített csatornarendszerbe bekötött ingatlanokról elvezett csapadékvizek is a tisztítótelepek irányába kerülnek elvezetésre. A tisztítótelepek kiépített biológiai kapacitása meghaladja a várható szennyvízmennyiséget, ezáltal biztonságot nyújt a szárazidőben érkező szennyvizek előírt mértékű, jó hatásfokú tisztításához. Általában a kiépített szennyvíztisztító

kapacitás lehetővé teszi, hogy a csapadékvízzel terhelt szennyvíz mennyiség tekintélyes részét is kezelje. Ha még nagyobb tömegben érkezik csapadékvíz, az a záportározó műtárgyba folyik, ahonnan a csapadék megszűnését követően a biológiai tisztításra vezetik. Amennyiben az érkező vizek mennyisége felhőszakadások esetén ennél a mértéknél is nagyobb, az érkező vizek a szennyvíztelepet megkerülik, hogy a tisztítást végző, több hét alatt kitenyészthető mikroorganizmusok a reaktorokból ne mosódjanak ki.

Az elmúlt évtizedekben a beépített, lebetonozott, burkolt felületek nagysága rohamosan nőtt, ami miatt csökkent a városban a zöld terület, és ezért kevesebb víz tud beszivárogni a talajba, ugyanakkor a csapadékok intenzitása és gyakorisága is jelentősen megnőtt. Ennek következményeképpen nagy záporok esetén a tisztító művek túlterheltté válnak. A tisztítótelepek folyamatos és biztonságos működtetése érdekében a tisztítótelep – az üzemeltetési engedélyében foglaltaknak megfelelően – a telep által már be nem fogadható, a szennyvizet is tartalmazó csapadékvizet megkerülő ágon közvetlenül a befogadóba kénytelen kivezetni. Amennyiben ezt nem tenné, és a többletvizeket is bevezetné a telepre, a teljes biológiai tisztítótelepi rendszer összeomlana, és hónapokig használhatatlanná válna.

Hazánkban a vidéki városoknál a csatornarendszerek zöme egyesített rendszerű. A 20. század közepén urbanizált városok általában külön rendszereket építettek szennyvíz (szennyvízcsatornák) és csapadékvíz elvezetés számára, mivel a csapadékvíz mennyiség változásai nagymértékben csökkentik a szennyvíztisztító telepek hatékonyságát. Az elmúlt 30 évben Magyarországon nyomás alatti és vákuumos szennyvíz csatornarendszerek is épültek, sőt ezek kombinációja is.

Németországban a záporvíz kezelés (vihar események) következtében becslések szerint évente a szennyvíznek mintegy 2,6%-a a felszíni vizeket terheli és a csatornarendszerek mintegy 40%-a elválasztó rendszerű. Míg az ország északi részén a csatornarendszerek legfeljebb 80%-a különálló (elválasztott), az ország egyes nyugati és déli területein a vegyes rendszer típusai a csatornák 100%-át teszik ki. A 2008 évi adatok alapján Franciaországban a különböző csatorna-rendszerek közötti megoszlás a következő: 97.000km (24,7%) egyesített, 200.000km (51%) az elválasztott rendszerű és az esővizet elvezető csatornák hossza 95.000km (24%) (internet 7).

4.3.1. AZ EGYESÍTETT CSATORNA-RENDSZER-NÉL A CSAPADÉKVÍZ-KEZELÉSI TECHNOLÓGIA FEJLESZTÉSE

Az üzemelő szennyvíztisztítók ritka, de súlyos vészhelyzete a névleges vízáramot többszörösen meghaladó, rövid ideig tartó, kiszámíthatatlan záporvíz megjelenése, és ennek kezelése. Az egyesített csatorna-rendszer-nél kialakuló súlyos problémát javasolja megoldani a JURA Mérnökiroda az általa kifejlesztett záporvíz-kezelő berendezéssel. A csapadékvíz-kezelő berendezés elvi sémáját a 7.ábra mutatja be.

A technológiát röviden az alábbiakban ismertetjük:

- A zápor-vízzel tekintélyes mennyiségű csatornaüledék is érkezik az átemelőbe. Az előkezelő mindig az uszadékos, (olajos, rongyok, zsíros-uszadék stb.) nyersvizet emeli ki a rendszerből a csapadékvíz kezelőre. A nagy vízáram és a kis emelőmagasság miatt a berendezés alacsony energiaigényű, telepítése védőtető mellett ajánlott. A keletkező rácsszemetet a záporvíz megszűnéskor el kell szállítani.

A berendezéscsalád 40-10.000m³/h kapacitással áll rendelkezésre.

- Az átemelő szivattyúk védelmére 30-50mm pálcaközű szálas-anyag fogó kosárpárt is célszerű beépíteni. A kisebb tisztítóknál feltételezve, hogy a szivattyúvédelem és a záporvízi átemelő kapacitás megfelelően kiépített, akkor a szennyvíztisztító magas pontjára a névleges kapacitás háromszorosát biztosító bukó-éles osztót, kétszeres vízáramú, Ø 3,0mm palástfuratú dobszűrőt, innen a kimenővíz elvezetésére túlfolyóvezetéket kell kiépíteni.
- A berendezés legfontosabb alapegysége a kis vízemelésű, nagy szűrőkapacitású, hosszabbított palástú hagyományos finom-dobszűrő, amely a meglévő végátemelő, mellé telepíthető. Amikor az érkező szennyvíz a kritikus magasságot 0,5m-re megközelíti, akkor a 15°-os hajlásszöggel telepített, vízemelési és szűrési feladatot ellátó, a névleges vízáram négyszeresére méretezett vész-szűrő elindul. Felemeli a szemetes vizet a szűrőfelültre, amin a 3mm alatti részek vízzel együtt lecsúsznak az elvezető árokba kormányzó műtárgyba, a rácsszemét pedig vízvesztés mellett beesik a kitároló-csigába, ami enyhe préselés mellett felemeli a szűrőfalas konténerbe. A berendezés addig üzemel automatikusan, míg az átemelői vízszint 0,3m-nél alacsonyabb nem lesz az indítási szinttől.
- A záporvízzel növelt nyersvíz az 1. csatornán (csatornákon) érkezik a 2. durvarácson keresztül a 3. végátemelőbe. Innen a 4. szivattyú adja fel az engedélyezett vízáramot a tisztítómu elő-mechanikára, a felesleg pedig 3/1 átvezetéken keresztül

a víz- és rácsszemét emelést, fázisbontást megvalósító, hosszabbított dobú, perforált falú 5. *dobszűrőre* ereszti rá. Ez a vezérberendezés első szakaszban csigaszivattyús, közepén elővíztelenítő, felül szabadvíz-leválasztós forgó dob, mely a szűrt vizet a 6. *elvezető-árokba*, a rácsszemetet pedig a 7. *préscsigába* juttatja. A megszárt záporvíz az elvezető árkon a vész-tározóba, vagy befogadóba jut.

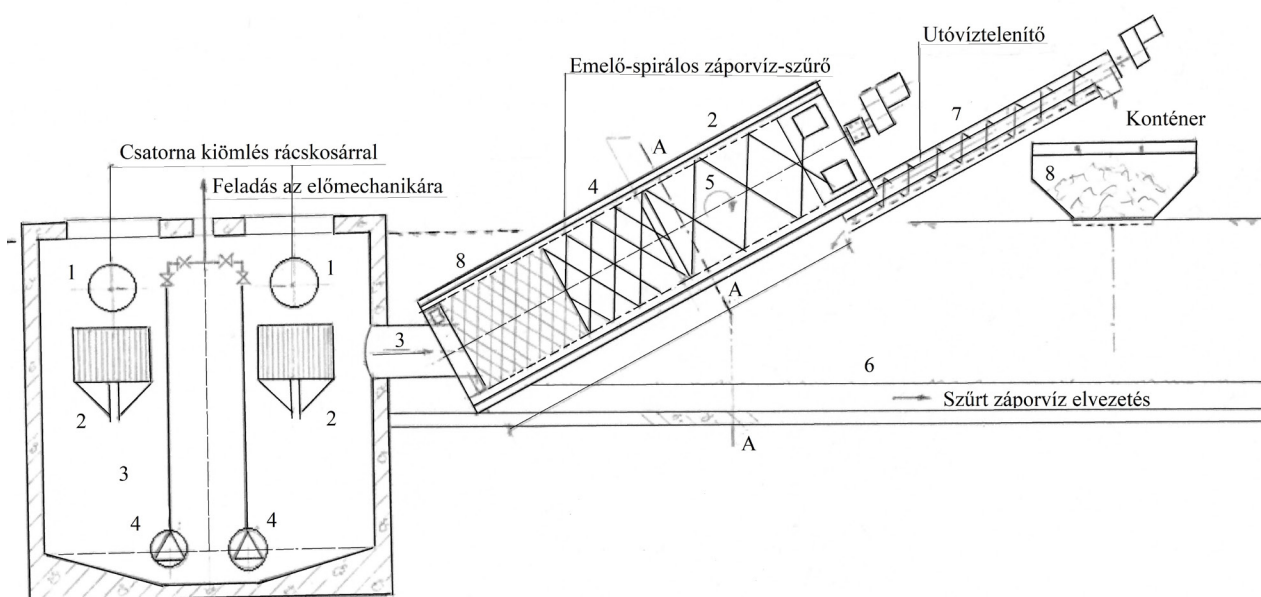
- A dobszűrő kidobó-nyílása alá elhelyezett, víztelenítő funkciót is ellátó, *felemelő kitároló-csiga* (7) a rácsszemetet a térszint felett elhelyezett *konténerbe* (8) szállítja.
- A rendszer előnye a kisköltségű és az alacsony anyag (rác-szemét, faágak, levelek, csatorna-üledék), hulladék leválasztás, és a gyors telepíthetőség.
- A záporvíz kezelő a létesítési költsége és hely igénye viszonylag csekély. A berendezés megvalósítási idő igénye rövid, az üzembiztonság és a tisztítási hatások jónak mondható.

ÖSSZEFOGLALÁS

A mechanikai tisztítás célja:

- a nagyobb méretű durva szennyező anyagok (kő-darabok, rongy- és fonalas szerkezetű anyagok, műanyag hulladék stb.) eltávolítása. Ezen anyagok zöme biológiai lebontást nem igényel, de közös vonásuk, hogy eltávolítás nélkül a tisztítótelep üzemét zavarnák, súlyos üzemelési, fenntartási és gondokat okoznának.
- a további tisztítási technológia (homokfogó, zsír- és olajfogó, elő-ülepítő) gépi berendezések (szivattyúk) védelmét szolgálja,
- a szennyvíz előkészítése az elő-mechanikai tisztítást követő biológiai tisztításra (pelyhesítés, ülepítés, zsír- és olajleválasztás).

Az új szennyvíztisztítási követelmények és üzemeltetés biztonsága miatt a kőfogó, durva és/vagy finom rác, homokfogó és zsír-olajfogó műtárgyak kiépítése ma már a kis- és nagyobb szennyvíztelepeken egyaránt szükséges.



6. ábra A záporvíz kezelő és szennyvízfogadó akna kapcsolata

A kőfogó műtárgy kiépítésének szükségessége még ma sem általánosan elfogadott, pedig a rács és homokfogó védelme miatt nagy jelentőséggel bír.

A kommunális szennyvíz kezelése során az elsődleges előtisztítási folyamatok eltávolítják a szerves terhelés körülbelül 25–30 százalékát és gyakorlatilag az összes szerves szilárd anyagot. Az összes lebegőanyagnak a rács 2–5, a homokfogó 10–20 és az előülepítés 40–50%-át távolítja el. Az elő-ülepítéssel 33–35% KOI és BOI eltávolítást lehet elérni. A kommunális szennyvízben szennyező anyagok jelentős része oldott, lebegőanyag és kolloid állapotban jelenik meg. Vegyszeres lecsapatással és ülepítéssel, illetve flotálással a lebegő és kolloid anyagok jelentős része eltávolítható. A vegyszeradagolás mellett flotálással a lebegőanyag 70–90, KOI 20–90 és a BOI 20–80%-os hatásfokkal távolítható el. Ha az előkezelés során a lebegőanyag és kolloid anyagok jelentős részét eltávolítottuk, akkor a biológiai oxidációs folyamatban ezen anyagok oxidálására nem kell, vagy csak minimális energiát kell fordítani.

A kis- és közepes szennyvíztisztító telepek elő-mechanikai technológiájának fejlesztése céljából a JURA-Mérnökiroda technológiai sorrendben a következő műtárgy és szennyvíz-gépészeti berendezéseket javasolja: *átemelőakna, szűrő-vízelosztó, finom dobszűrő, uszadék- és üledékleválasztó hidrociklon, és utó-vízelosztó*. Az *utó-vízelosztót* követően a szennyvizet közvetlenül (előülepítés nélkül) az eleveniszapos biológiára vezetik. A dobszűrőről lekerülő „finomabb” szerkezetű rácsszemetet (>2–4cm) és az *üledékleválasztó hidrociklon* dómjában összegyűlt zsíros uszadékot *rácsszemét-préssel* víztelenítik. Az elő-mechanikai tisztítás alapvetően két gépi

berendezésre a *finom dobszűrőre* (palástfurat 1–2mm) és az uszadék- és üledékleválasztó hidrociklonra épül. Az üledékleválasztó hidrociklon szétválasztja a zsíros uszadékot és homokot.

A fentiekben ismertetett elő-mechanikai tisztító rendszer előnyei:

- a rendszer könnyen automatizálható,
- a berendezés beruházási költsége a hagyományos beépített műtárgyakhoz képest 25–30%-kal kisebb,
- nincs szükség különálló beton műtárgyak építésére,
- a finom szűrők leválasztási (lebegőanyagra) hatásfoka 20–25%,
- alacsony helyigény, a hagyományos beton műtárgyakhoz képesest (a helyigény 50%-kal kisebb),
- az üzemeltetési költség kb. 25%-kal kisebb, mint a hagyományos elő-tisztítási technológiánál,
- biológiailag nehezen bontható uszadék-és habzás-képződésre hajlamos anyagok mennyisége jelentősen csökken,
- a nagyfokú előregyárthatóság csökkenti a helyszíni szerelés időigényét.

A hazai viszonyokat alapul véve csapadékvíz gazdálkodás területén egyik legfontosabb feladat az egyesített és az elválasztó rendszerű csatornahálózatot használó szennyvíztisztító telepek záporvíz kezelésének megoldása. A zöld növényzettel beültetett területekről távozó csapadékvíz mennyiség csak töredéke, a betonozott felületekről távozó vízmennyiségnek. A zöld területekről éves átlagban a csapadékvíznek kb. 5–10%-a folyik le a felszínen. A zöld infrastruktúra alkalmazása kirekeszti az esővíz egy részét a városi csapadék rendszerből, és csökkenti a városi felületeken képződő, tisztítás nélkül

a csatorna-rendszerbe befolyó csapadékvíz mennyiségét. Nyilvánvaló, hogy az egyesített csatorna-rendszerénél a zöld-felületek alkalmazása nem oldja meg a nagy betonfelületekről lezúduló csapadék elvezetési és tisztítási kérdését, de azt nagymértékben segítheti.

Az egyesített csatorna-rendszerénél a csapadék-víz-kezelő berendezés legfontosabb alapegysége a kis vízemelésű, nagy szűrőkapacitású, hosszabbított palástú hagyományos dobszűrő ($\varnothing$ 3,0mm palástfuratú), amely a meglévő vég-át-emelő, mellé telepíthető. A rendszer előnye a kis beruházási költség, és az alakos-anyag (rács-szemét, csatorna-üledék) hulladék 90%-os leválasztása, és a gyors telepíthetőség.

SUMMARY

The purpose of mechanical cleaning:

- to remove coarse contaminants of larger size (stone fragments, rag and thread-like materials, plastic waste, etc.). Most of these materials do not require biodegradation, but they have in common that without removal they would disrupt the operation of the treatment plant and cause serious operational, maintenance and other problems.
- the additional cleaning technology (sand traps, grease and oil traps, pre-settling tanks) is designed to protect the mechanical equipment (pumps),
- the preparation of waste water for biological treatment (flocking, sedimentation, grease and oil separation) following pre-mechanical treatment.

Due to new treatment requirements and operational safety, the construction of stone traps, coarse and/or fine screening, sand traps and

grease-oil traps is now required for both small and large wastewater treatment plants. The need for a stone trap is not yet generally accepted, although it is of great importance for the protection of the screening and sand trap.

In the treatment of municipal wastewater, primary pre-treatment processes remove about 25 to 30 percent of the organic load and virtually all inorganic solids. Of the total suspended solids, the screening removes 2 to 5%, the grit trap 10 to 20% and the pre-sedimentation 40 to 50%. Pre-settling can achieve 33-35% COD and BOI removal. The majority of pollutants in municipal wastewater are present in dissolved, suspended and colloidal form. A significant amount of suspended and colloidal matter can be removed by chemical flocculation and sedimentation or flotation. In addition to chemical dosing, flotation removes suspended solids with an efficiency of 70-90%, COD 20-90% and BOI 20-80%. If a significant proportion of the suspended solids and colloids are removed during pre-treatment, no or minimal energy is required to oxidize them in the bio-oxidation process.

In order to improve the pre-treatment technology for small and medium wastewater treatment plants, JURA-Engineering proposes the following plant and wastewater engineering equipment in technological order: pump-station, water distribution, *fine drum filter*, *float- and sediment separator hydrocyclone*, and final water distribution.

Downstream of the final effluent distributor, the effluent is discharged directly (without pre-sedimentation) to the sludge biology. The 'finer' textured grit (>2-4cm) that is removed from the drum screen and the fatty sludge collected in the hydrocyclone dome of the

sediment separator is dewatered by grit pressing. Pre-mechanical cleaning is essentially based on two pieces of mechanical equipment, the fine drum filter (slate funnel 1-2mm) and the sludge- and sediment separator hydrocyclone. The sedimentation hydrocyclone separates the greasy sludge and sand.

The advantages of the pre-mechanical cleaning system described above are:

- the system is easy to automate,
- the investment cost of the equipment is 25 to 30% lower than for conventional built-in equipment,
- no need to build separate concrete structures,
- the separation efficiency of the fine filters (for suspended solids) is 20-25%,
- low space requirements compared to conventional concrete structures (space requirements are 50% less),
- operating costs about 25% lower than conventional pre-cleaning technology,
- significantly reduces the amount of difficult-to-biodegrade precipitates and foam-forming materials,
- the high degree of prefabrication reduces the time required for on-site installation.

In the field of storm-water management, one of the most important challenges in the domestic context is the treatment of storm-water from separating and combined sewer-system. The amount of storm-water runoff from green vegetated areas is only a fraction of the amount of runoff from paved surfaces. On average, around 5-10% of the rainwater run-off from green areas reaches the surface each year. The use of green infrastructure removes a proportion of rainwater from the urban storm-water system and reduces the amount of storm-water runoff from urban surfaces that enters the sewer system without treatment. Obviously, the use of green surfaces in the combined sewer system will not solve the issue of drainage and treatment of storm-water runoff from large concrete surfaces, but it can greatly help.

The most important basic unit of the storm-water treatment system in the combined sewer system is the low lift, high filter capacity, extended casing conventional drum filter (Ø 3,0mm casing hole), which can be installed alongside the existing end-drain. The system has the advantage of low investment cost, 90% separation of shaped-matter (grit, sewage sludge) waste and rapid installation.

SZERZŐK:



Juhász János: 1938-ban Nagybátonyban születtem. A gépész középiskolát Salgótarjánban, agrárgépész mérnöki diplomát a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen (GATE) 1966-ban szereztem. Egyetemi tanulmányokat követően 1967-től az ÉLGÉP-nél élelmiszer-feldolgozó üzemek gépészeti létesítmény-főmérnöke, majd 1969-től az 1. sz. üzem (központi gyáregység) főmérnökeként dolgoztam. 1971-ben kerültem a Dömsödön bejegyzett Dózsa Mezőgazdasági Szövetkezethez, ahol műszaki igazgatói beosztásig jutottam. Itt az OMFB támogatásával anaerob fermentációs kísérletekkel foglalkoztam. A rendszerváltást követően először KV, majd Biotech Kft. név alatt, változatlan személy és eszközállománnyal szolgáltuk ki a hazai és külföldi megbízók élelmiszer gépészeti

igényeit. A hazai élelmiszergazdaság leépítése miatt a működési területünket a víz és környezetgazdálkodás felé vittük el. Az ÉLINVEST Kft. név alatt Bp-n bérelt területen, családi vállalkozásként 2019-ig cégvezetőként dolgoztam. Az 1990-es éveket követően az alábbi fontosabb műszaki fejlesztési területeken dolgoztam:

- a fele súlyú, minimum kétszeres élettartamú nemesacél eszközök elterjesztése az élelmiszer, vízellátás és szennyvíztisztítás területén,
- tisztított szennyvíz, záporvíz utótisztítása, részbeni hasznosítása, páraágys, hóágyús fagykár megelőzésre, csepegtető öntözésre,
- a kiskörzetenként begyűjthető élelmiszergazdasági, lakossági, lakossági szerves hulladékok, melléktermékek zártrendszerű fermentálása, humuszt biztosító, talajszerkezetet javító, műtrágya igényt csökkentő, 17-21 % sz. tartalmú bio-trágyává,
- fél-üzemiméretű rothasztók, fixfilmes biológiai tisztító- és komposztáló berendezések tervezése és gyártása
- a szennyvíztisztítás területén elő-mechanikai tisztító berendezések (finomszűrő; üledékleválasztó hidrociklon), levegőzetők, iszapvíztelenítő és záporvíz kezelő berendezések fejlesztése.



Dr. Oláh József: 1939-ben született Szankon. A Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) 1962-ben vegyészmérnöki oklevelet (okl.szám: 44/1962), majd 1976-ban környezetvédelmi szakmérnöki oklevelet (okl.szám: 3888/1976) szerzett. 1980-ban BME-en műszaki doktori (okl.szám: 2769/1980) címet, majd 1988-ban Magyar Tudományos Akadémián műszaki tudomány kandidátusi címet (12 355) szerzett. 1964-től 1992-ig a VITUKI-ban szennyvíztisztítási és szennyvíziszap kezelési kérdésekkel foglalkozott. 1992 – 2012-ig az Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.-ben műszaki fejlesztési csoport-vezetőként szintén szennyvízes és szennyvíz iszap kezelési témákon dolgozott. 2012 – 2014-ig a MOL Nyrt.-ben biodízel hulladékok

anaerob fermentációja témakörben dolgozott. A szennyvíztisztítás témakörében gyógyszergyári, bőripari, mosodai, boripari eredetű szennyvizek kezelésével, az eleveniszapos rendszerek tápanyag-felvételi és toxicitási kérdéseivel, fix filmes aerob és anaerob szennyvíztisztítási technológiák kialakításával foglalkozott. A hulladék és szennyvíziszap kezelés témakörében komposztálás, aerob és anaerob iszapkezelés összehasonlításával, különböző szerves hulladékok (sertéstrágya, marhatrágya, fehérje hidrolizátum) önálló és ko-szubsztrát rothasztásával, cellulóz tartalmú hulladékok és energia növények rothasztásával foglalkozott. Több mint 150 cikke jelent meg és több szennyvíziszap kezeléssel kapcsolatos könyv társszerzője.