

**A TÁRSADALMI VÁLTOZÁSOKKAL FEJLŐDŐ TELEPÜLÉSI SZENNYVÍZ-
GAZDÁLKODÁSI KONCEPCIÓK KRONOLÓGIKUS ÁTTEKINTÉSE**
CHRONOLOGICAL OVERVIEW OF MUNICIPAL WASTEWATER MANAGEMENT
CONCEPTS IN FOCUS OF SOCIAL CHANGES

Czikkely Márton

tanársegéd

Szent István Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Regionális Gazdaságtani és
Vidékfejlesztési Intézet,
E-mail: czikkely.marton@gtk.szie.hu

Összefoglalás

Évszázadok alatt a kommunális és ipari szennyvizek mennyisége, összetétele az urbanizáció és a modern társadalom tevékenységének következtében folyamatosan változott. A városok kialakulásával párhuzamosan a népsűrűség (/fő/km²) is nagyobb lett, ami nemcsak fontossá, hanem szükségszerűvé is vált a szennyvízkezelési megoldása. A népesség tömörülésében óriási szerepe volt többek között a földrajzi viszonyoknak, az infrastruktúrának és az iparosodásnak is. A folyók feltöltődése és a vízpazarlás már az ókorban is városok elnéptelenedéséhez vezetett, így a természetes vízkészlettel történő ésszerű gazdálkodás az urbanizáció alappillére volt. A sűrűn lakott helyeken értelemszerűen nagy mennyiségben keletkezett kommunális szennyvíz, amelynek kezelése folyamatos kihívást jelentett. Az ipari-termelési struktúra változásával, a szennyvizek biokémiai összetétele is átalakult. Ez a tanulmány a népességnövekedés, a vízgazdálkodás és a szennyvíztisztítás kapcsolatára, és az alkalmazott módszerek komplex kérdéseire szeretném felhívni a figyelmet.

Abstract

For centuries, the amount and composition of communal and industrial wastewater has been constantly changing as a result of urbanization and the activities of modern society. Parallel to the emergence of cities, population density (/ person / km²) has also increased, which is not only important but also a necessity for wastewater treatment. Geographical conditions, infrastructure and industrialization also played a major role in the clustering of the population. The rivers and the wastage of rivers led to the depopulation of cities in ancient times, so the rational management of the natural water supply was the cornerstone of urbanization. In densely populated areas, large amounts of communal wastewater were generated, and the treatment of them was a constant challenge. With the change in the industrial production structure, the biochemical composition of wastewater has also changed. This study would like to draw attention to the relationship between population growth, water management and wastewater treatment and the complex issues of applied methods.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, népességnövekedés, közegészségügy, környezetterhelés

JEL besorolás: N50, N90

LCC: H1-99

Bevezetés: a kezdetek, az ókori víztisztítási és közművesítési eljárások

Az egyiptomiak

A szennyvíztisztítás kezdeti módszerei már az ókori civilizációkban is megfigyelhetők voltak (Egyiptomban, az ókori Görögországban valamint a Római Birodalomban). Az ókori egyiptomiak szervezett és fejlett társadalma, aprólékosan kialakított államszerkezete több mint három és félezer évig fennmaradt. Ez alatt az időszak alatt a vízgazdálkodás is fontos szerepet játszott, hiszen a sajátos földrajzi elhelyezkedésnek köszönhetően (sivatagi, félsivatagi területek és a Nílus-menti néhány száz méter széles mocsárvidék) az öntözés és az ivóvíz ellátás kérdését is meg kellett oldani. Ahol pedig a lakosság vízfelhasználása mindennaposá válik, ott szennyvíz is keletkezik. Az ókori Egyiptomban, kb. 5000 évvel ezelőtt már létezett rézből készült vízvezeték, mely naponta szállította a települések lakosainak a Nílusból nyert ivóvizet (Ligetvári, 2008; Huston et al., 2015).

Mezopotámia, Sumér Birodalom

Az első vízgazdálkodási törvény megalkotása i.e. 1800-ban Hammurápi nevéhez fűződik. Törvénykönyve a csatornák védelmére, az öntözéses gazdálkodás megalapozására is kiterjedt. Törvényei hatására épültek a Tigris folyóval párhuzamosan öntöző főcsatornák a folyás mindkét oldalán, kőalapra épült duzzasztógátakkal. A csatornázás rendszere a házakból kivezető csatornákból, gyűjtő és főgyűjtő csatornákból állt, a befogadó előtt ülepítő aknával, melyet rendszeresen tisztítottak. A csatornák falazata aszfaltba ágyazott téglából volt. A sumérok gátakat, csatornákat, zsilipeket építettek. Mikor megáradt a Tigris és az Eufrátesz, a két folyó vizét a termőföldekre irányították, majd állni hagyták a vizet, ami a talaj ásványi anyagaival eközben feldúsult (Ligetvári, 2011). Összességében elmondhatjuk, hogy ezzel megszületett az öntözéses gazdálkodás.

Az ókori Görögország

Az ókori Görögország egyik legnépesebb városállamában, Athénban a csatornákat kőbe vésték vagy agyagból égették ki, ezzel viszonylag tartós műszaki állapotot értek el. Szennyvízcsatornákat és hálózatokat alakítottak ki, melyek a föld alatt húzódtak rejtetten és a lakossági szennyvizet Athénból való elvezetését szolgálták. Valószínűsíthetően, a kommunális szennyvizet öntözésre is felhasználták. Az akkori kb. 200 ezer athéni lakos ivóvízellátását 18 vízmű és vezeték szolgáltatta. A források vizének elvezetését is megoldották, valamint a talajvíz felhasználását speciális kútrendszerrel tették lehetővé (Ligetvári, Szász, 1986).

A Római Birodalom

Rómában, a lakosságnál keletkező szennyvizet elvezetésére, mai szemmel nézve is modern csatornahálózatokat alakítottak ki. A szennyvíz ülepítés kezdetleges jelei is megfigyelhetők, mivel a szennyvíz szikkasztására emésztő medencéket létesítettek (Price, 2017). Az itt ülepített iszapszerű anyagot megpróbálták a mezőgazdaságban újrahasznosítani, a csatornákon keresztül összegyűjtött szennyvizet pedig előbb a Tiberisbe, majd a tengerbe vezették. Ez utóbbit ma már környezetszennyezésnek tekintjük, viszont a kor lehetőségeit figyelembe véve fejlett módszer volt. A Tiberisbe történő szennyvízbevezetés rövid időn belül komoly közegészségügyi problémákat okozott, mivel elszennyezte a folyó vizét, így nem megfelelő minőségű ivóvíz jutott a lakosságnak. Traianus császár uralkodása idején a Tiberis szennyezett vizének tisztítása érdekében, több kilométer hosszú csővezetékeken keresztül tiszta folyóvizet vezettek a Tiberisbe, így újra elfogadható minőségű ivóvizet nyerhettek. Mai szemmel nézve ezt nem

tekinthetjük víztisztítási megoldásnak, csupán ökológiailag és kémiaiilag hasonló minőségű folyóvízzel történő hígításnak, így a szennyezőanyagok nagyságrendekkel kisebb koncentrációban maradtak a Tiberisben. Ugyanakkor a megoldás műszaki kivitelezése pontos mérnöki munkát igényelt, ami mindenképpen kihangsúlyozandó. I.e. 514-ben egy etruszk mérnök tervezte meg a ma is ismert római csatornát, a Cloaca Maxima-t, mely a korabeli Róma leghosszabb csatornája volt (1. ábra). Valószínűsíthetően a város hét dombja között húzódó mocsaras területet is ennek a csatornának köszönhetően sikerült lecsapolni (Grüll, 2017). Fontos kiemelni, hogy azért építettek birodalom szerte hidakat és magasan vezetett falazott csatornákat a szennyvíz (és az ivóvíz) vezetésére, mivel azokban az időkben nyomócső még nem létezett, így a vízszállítást szennyvízátemelőkkel még nem tudták megoldani (Alföldy, 2002).



1. ábra: A római Cloaca Maxima napjainkban

Forrás: Price, 2017

Az idő előrehaladtával egyre több csatorna épült a városban, így szembesülni kellett a hálózat rendszeres karbantartási igényével is. Természetesen nem minden utca volt csatornázva, így a közművesítés hiányában a szennyvizet az útszéli kis árkokban illetve a kocsikerekek nyomvonalának mélyedésében vezették el (Price, 2017).

Róma lakosságának folyamatos növekedése egyre nagyobb felkészültséget kívánt a város csatornázottsága és szennyvíztisztítása tekintetében. A birodalom fénykorában a Róma városának lakossága kb. 1,5 millió fő volt (az egész birodalom összlakossága Traianus császár uralkodása alatt – i.sz. 117-ben – kb. 49-50 millió fő volt). Érdekes tény, hogy a birodalom szervezeti, kulturális és tudományos fejlettségének ellenére, az ország lakosainak csak kis része élt nagyvárosokban, a többség kistelepüléseken, vidéken töltötte mindennapjait. A birodalomban csak néhány olyan város létezett, melynek lakossága elérte a 100 ezer főt. Az i.sz. 4. században, tehát a birodalom utolsó éveiben, Alexandriának 250 ezer fő, Antiochiának 150-200 ezer fő volt a lakossága (Forisek, 2008). A legtöbb városban csupán néhány ezer ember élt. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy az összes városban, a legkisebbektől kezdve Rómáig bezárólag, önálló csatornahálózat volt, melyen a városi szennyvizet szikkasztásra, szűrésre elvezették, illetve minden város rendelkezett vezetékes ivóvíz hálózattal is.

A középkori települések szennyvízkezeléséből eredő közegészségügyi problémák

A középkori településeken (mai szóhasználattal élve) nyílt csatornahálózatot alkalmaztak, vagyis a háztartásokban, céhműhelyekben keletkező kommunális szennyvíz mennyiség kezeletlenül, hígítatlanul ömlött az utcákon kialakított fedetlen csatornába. Utólag számos humán egészségügyi problémát tulajdonítanak ennek a megoldásnak, elég a százmilliók halálát

okozó pestisjárványokra, illetve Coli (*Escherichia coli*) fertőzésekre gondolnunk (Földi, Halász, 2009). A Coli-járvány még a 20. század közepén is felütötte a fejét Európában, többek között Magyarországon is, kisgyermekes tömeges megbetegedését és halálát okozva. A Ratkó-korszakban a korai közösségbe adás, valamint a bölcsődék és óvodák elégtelen higiéniai állapota, mind kedveztek a járványok terjedésének.

középkori településeken egyre nagyobb problémát okoztak a humán egészségügyi kockázatot jelentő víz- és talajszennyezések. A korábban épült csatornahálózatokat elhanyagolták, a városok utcáiban kialakított vízvezető árkok eltömődtek, a háztartási hulladékokat is ide dobták illetve a kommunális szennyvizet is ezekben az árkokban próbálták elvezetni. Azonban a rohamosan romló közegészségügyi állapotoknak a várások szerte leromlott csatornahálózat miatt nehezen lehetett gátat szabni. Az árkokban hömpölygő kommunális szennyvíz rothadt, bűzlött és a talajvizet is elfertőzte. Elgondolkodtató, hogy a rothadó szennyvíz és a nyáron jelentkező légyinvázió milyen napi problémákat okozott a városi lakosoknak. A városok szerte uralkodó tarthatatlan állapotok felszámolására, a vásárokból érkező árusokat arra kötelezték, hogy a vásár végeztével távozva az üres szekereken hulladékot szállítsanak ki a vásárokból, ezzel is segítve a közegészségügyi állapotok javítását és csökkentve a csatornahálózatokba jutó hulladékok mennyiségét (Simai, 2016).

Több érdekes rendelet is napvilágot látott. Például 1372-ben Párizsban törvényben szabályozták, hogy a városi lakosok csak előzetes figyelmeztető felkiáltás után önthették ki szennyvizüket az utcai nyílt csatornahálózatba. Ehhez képest további előrelépést jelentett, hogy későbbi rendeletben tiltották meg a fekáliás kommunális szennyvíz utcára történő kiöntését, és pöcegödrök, emésztők létesítésére kötelezték a lakosságot (2. ábra).



2. ábra: 1880-ból származó bázeli utcakép

(Megjegyzés: Ezen a 19. századi képen még láthatók a középkorban (!) létrehozott lakossági szennyvízbevezetők és külső kialakítású „mellék helyiségek”, melyek még az 1800-as években is használatban voltak)

Forrás: Abfallberatung Unterfranken

Ezt követően a kisebb-nagyobb középkori városokban egymást követték az ilyen és ehhez hasonló rendeletek, melyek részben vagy egészében megtiltották a városi lakosság számára a hulladék utcai elhelyezését és a kommunális szennyvíz nyílt utcai csatornába történő kiöntését. Innen datálható az új szemlélet elterjedése, mely mérföldkövet jelentett a szennyvizek tisztítása szempontjából. Bevezették a hulladék és a szennyvíz szervezett elszállítását, melyet zárt kocsikkal végeztek. A pöcegödrök kialakítására műszaki követelményrendszert állítottak fel, mely tartalmazta, hogy a gödör fala és aljzata kőből készüljön, illetve zárt, szintén kő fedőlappal kell biztosítani a bűz és a szennyvíz kijutását. A

pöcegödrökből kiszedett (ma úgy mondanánk, hogy víztelenített) fekália tárolására külön rakodóhelyeket jelöltek ki, hogy a folyékony szennyvizet és a szilárd frakciót szétválasszák egymástól (Ligetvári, 2008; Rechnitzer et al., 2014).

Ma is köztudott tény, és ez a középkorban sem volt másképp, hogy a csatornázás (főleg az elválasztó jellegű csatornahálózatok kialakítása) költséges eljárás, így nem követte megfelelő ütemben a vízszolgáltatáshoz kiépített többi közművesítési eljárást. Ebből kifolyólag, megjelent egy új környezetszennyezési forma is, a pöcegödrökből a talajba, a talajvízbe majd az élővizekbe jutó szennyezőanyagok megjelenése. A folyók, patakok rohamosan szennyeződtek, és ez hamar ivóvíz-ellátási problémákat okozott illetve a mezőgazdaságban is jelentős termés kiesést jelentett. A középkori városok közül is a legfejlettebbnek Berlin, London és Párizs volt tekinthető. Ezekben a nagyvárosokban a lakosság szám rohamosan emelkedett, így ezzel párhuzamosan a környezetszennyezés, a közegészségügyi problémák is a szennyvízkezelési nehézségek is fokozódtak. A világ első szervezett és a külvárosokra is kiterjedő csatornázási programja ezekben a nagyvárosokban indult meg. Mérnöki műszaki kialakításra vonatkozó rendeleteket adtak ki, melyek szerint a csatornáknak mészhabarcsba rakott kövekből kell készülnie, hogy a szennyvíz szivárgását megakadályozzák. Meghatározták a csatornák kötelező legkisebb mértékű lejtését is (Ligetvári, 2011; Simai, 2016).

A szennyvíztisztás, mint környezettechnikai eljárás fejlődése a 19. században

A 19. század nagyvárosainak (országainak) népességnövekedése okán, az ivóvíz-fogyasztás és a szennyvíz mennyisége is nagyságrendekkel emelkedett. A 19. század második felére datálható a szennyvíztisztítás fejlődésének kezdete. Az elsődleges feladat a szennyvizek elvezetésének és elhelyezésének megoldása volt (3. ábra). Bár az ókori civilizációk már megoldották ezt a kérdést, viszont az iparosodás útjára lépett 19. századi társadalmak számára a kommunális mellett, az esetenként sokkal nagyobb szennyezőanyag koncentrációval rendelkező ipari szennyvizek jelentették az új problémát.



3. ábra: Budapesten is megindultak a csatornázási munkálatok (1870-es évek)

Forrás: Magyar Víziközmű Szövetség, Reitter Ferenc emlékdal

A 19. század közepére Európa több nagyvárosában, így Londonban is sikerült a csatornázást megoldani, így lehetőség volt az összegyűjtött szennyvizeket valamiféle tározóba vezetni, és elkülöníteni a lakott területektől, ugyanakkor a csatornahálózaton keresztül érkező szennyvizeket sokszor még mindig a Temzébe engedték. A kor orvosai sejtették, hogy a század folyamán pusztító járványok jelentős része a kezeletlen és humán egészségügyi kockázatot jelentő szennyvizeknek köszönhető. 1876-ban Robert Koch német orvos, mikrobiológus

izolálta a tuberkulózis, a kolera és a bélfene baktériumait, és bebizonyította, hogy a fertőzések (járványok) vizes közegben, sok esetben a szennyvizekkel terjednek (Hofstra, Vermeulen, 2016). Ez a fontos eredmény nem csupán a modern mikrobiológia egyik úttörő felfedezése volt, hanem a majdani biológiai szennyvíztisztítási eljárások kiindulópontjának is tekinthető. A szennyvizekben számos korokozó és betegséget nem okozó baktérium található. A kórokozók közül kiemelendő a tífuszbacillus, a kolera vibris, a vérhasbacillus, a lépfene illetve a tetanusz. A széklet és a vizelet szennyvízbe kerülésével megnövekedik a humán expozíció esélye, így járványok, fertőzés-hullámok alakulhatnak ki. Robert Koch felfedezése e közegészségügyi problémák megelőzése szempontjából is fontos volt.

A szennyvizek szerepe a fertőzésekben, járványokban, több ízben, a való életben is bebizonyosodott. Hazánkban, Pécsen 1890-1891-ben volt hatalmas tífuszjárvány, mely a vízvezetékek hiányos tömítéseinél történő elszennyeződésnek volt köszönhető. A fertőzés megjelent az ivóvíz-hálózatban így a lakossághoz is eljutott (Szoboszlay, Kriszt, 2010).

A 19. század nagyvárosainak népességnövekedése okán, az ivóvíz-fogyasztás és a szennyvíz mennyisége is nagyságrendekkel emelkedett. A 19. században elindult iparosítási hullám az Új Világot, az Egyesült Államokat is érintette. A század utolsó éveiben a keleti parton megjelent gyárak és üzemek rendkívüli mértékben elszennyezték a nagyvárosok környezetében található felszíni és felszín alatti vízbázisokat. Mivel a században létrejövő nagyvárosok többsége vízfolyások mellé épült (az ivóvíz-ellátás, a szennyvíz bevezetés, az ipari vízigények miatt), rövid időn belül bekövetkezett a vízfolyások magas szennyezőanyag koncentrációjából eredő túlterheltség. Habár a csatornázás eredményeként, a szennyvizeket a felszíni vizekbe (tavakba, folyókba) vezették, és így komoly környezetszennyezést valósítottak meg, ennek a megoldásnak mégis volt annyi pozitív hozadéka, hogy a 19. század végére gyakorlatilag megszűntek a milliók halálát okozó világméretű járványok, fertőzéshullámok. A világ első komolyabb és méretben is jelentős szennyvíztisztító telepe Hamburgban épült 1842-ben (Miller, Hutchins, 2017). A kor technológiai fejlettségi szintjét és lehetőségeit vizsgálva, ez technológiai bravúrnak számított. Kialakították a mechanikai (szűrőes), és előülepítési tisztítási eljárást. Ezek a módszerek a két legfontosabb (legalábbis a korban legfontosabbnak vélt) szennyvíz problémát oldották meg. A szennyvizek zavarossága, lebegőanyagtartalma szemmel is látható szennyezés volt. A mechanikai tisztítással, a telepre beérkező szennyvizet mozgó átemelő szivattyúkat is kímélték, mivel a szűrőket és rácsokat már a telepre vezető csatornahálózatba építették. A kor legnagyobb vívmánya az előülepítési technika volt. Napjainkban használatos paraméterekkel kifejezve, a KOI és BOI értékben is mérhető szennyezőanyag tartalom nagyjából 30%-át tudták kiülepíteni. Az előülepítés bevezetésével a szennyvíztisztító műtárgyak száma is nőtt, és kialakításában már hasonlított a ma ismert szennyvíztisztító telepekre (Ligetvári, 2008).

Az első biológiai jellegű szennyvíztisztítási kísérlet a talajon történő szennyvízszűrés volt az 1870-es években. Ezt a módszert a mai csepegtetőtestes és eleveniszapos szennyvíztisztítási technológiák előfutárának tekinthetjük, melyek kidolgozására Angliában került sor, hiszen az ország speciális éghajlati viszonyai kedveztek a technológia egész évben történő működtetésének. Ma már ezt a módszert természetközeli szennyvíztisztítási technikaként ismerjük.

A szennyvíziszap kezelési technikák fejlődése

A tisztítási technikák fejlődésével párhuzamosan, megjelent egy addig ismeretlen anyag, a szennyvíziszap. Ennek a kezelésére az addig használt módszerek nem voltak alkalmasak, hiszen a szennyvíziszap halmazállapotát tekintve kettős: magas víztartalommal rendelkezik (több mint

90%), ugyanakkor jelentős a szilárd fázis mennyisége is, mely jellemzően az aerob mikroorganizmusok után maradt szerves anyagot jelenti (Hofstra, Vermeulen, 2016).

Rájöttek, hogy ha a szennyvíziszapot megfelelő időtartamon keresztül anaerob körülmények között állni hagyják, akkor anaerob lebomlási folyamatok indulnak meg benne (a lebomlás intenzitása és határfoka a hőmérséklet emelésével nő). Ezzel párhuzamosan meghatározták, hogy az iszapkezeléshez a mezofil tartomány az ideális (~33°C). Ezt a módszert ma anaerob iszapstabilizálásként ismerjük. Az így kezelt szennyvíziszapot jó határfokkal lehetett vízteleníteni, ami egyrészt azt jelentette, hogy az iszap tározása is könnyebbé vált, másrészt a kinyert szilárd fázist, vagyis a szerves anyagot megfelelően lehetett komposztálni.

A modern szennyvíztisztítási módszerek megjelenése

A 20. századra egyértelművé vált, hogy a keletkezett szennyvíz mennyiségét mechanikailag (fizikailag) és más módon is kezelni kell, hiszen számos fertőzésveszélyt, bűz- és szagártalmat tulajdonítottak neki. Az ipari technológiák fejlődésével, ugyanakkor a sokszor környezetszennyező technikák használatával, folyamatosan változó szennyezőanyag összetételű ipari szennyvizek is keletkeztek, melyek sokkal nagyobb kihívást jelentettek a kor szakemberei számára. Sem a kommunális, sem az ipari szennyvizet nem lehetett a felszíni természetes vízfolyásokba (befogadóba) vezetni, hiszen a szennyezőanyagok koncentrációja messze meghaladta a vízfolyások, tavak öntisztuló képességét (Ligetvári, 2011). Az I. világháború előtti években a szennyvíztisztító telepek modernizálása jellemzően az ülepítő műtárgyak és az iszapfermentáció létesítményeinek műszaki (mérnöki) fejlesztését jelentette. Komolyabb fejlesztésekre az Egyesült Államokban, Angliában és Németországban volt lehetőség (Ligetvári, Szász, 1986).

A 20. század elején kidolgoztak egy új módszert a vizek minőségének rendszeres vizsgálatára, melyet mind a szennyvizek, mind az ivóvizek minősítésénél alkalmaztak. Ez a szaprobitás vizsgálata (mely a biológiai vízminősítési eljárások egyik legfontosabb lépése). Monitoringolták a nagyvárosok mellett a vízfolyások szaprobitását. A szaprobitás a vizekben lévő holt anyagok lebontásának mértékét jelenti, mely a heterotróf vízi szervezetek számára alkalmas, nem mérgező (biokémiai úton bontható) szerves anyagok mennyiségétől függ. Jellemzésére a KOI_{ps} , KOI_d , BOI_5 értékek használatosak (Szoboszlay, Kriszt, 2010).

A 20. század második felében folyamatos fejlesztéseken ment keresztül a biológiai szennyvíztisztítási fokozat is. Növekedett a tisztítás hatékonysága, szélesedett az alkalmazott módszerek köre. Ma már (a teljesség igénye nélkül) biofilmes, csepegtetőtestes, eleveniszapos, „élőgépes”, adszorpciós eljárásokat alkalmaznak.

Modern fizikai, kémiai és mikrobiológiai vizsgálatok a vízminősítés szolgálatában

Napjainkban, az Európai Unió tagság tekintetében is, szigorú környezetvédelmi és vízminőség-védelmi előírásoknak kell megfelelni. Magyarország összes kisebb-nagyobb felszíni vízfolyását (melyek száma kb. 9800-ra tehető) és állóvizét rendszeresen monitoringozni kell, hogy figyelemmel lehessen kísérni a vízminőségi paraméterek változását. Az EU Víz Keretirányelvéhez igazodva, ún. „jó” vízminőségi kategóriában kell tartani a felszíni vizek többségét, ahol pedig ennél rosszabb állapotok vannak, ott kárelhárítást kell alkalmazni (EU VKI).

A napjainkban használatos vízminősítési eljárások során, az alábbi vízminőségi osztályokba sorolják a felszíni vizeket (10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet illetve MSZ 12749 szabvány alapján):

- I. Kiváló minőségű vizek
- II. Jó minőségű vizek
- III. Megfelelő minőségű vizek
- IV. Szennyezett vizek
- V. Erősen szennyezett vizek

Mindezek alapján, minden felszíni vizet be kell sorolni valamelyik minőségi osztályba. A besorolás alapjául a mindenkori kontroll mérések szolgálnak, melyek szigorú kémiai, fizikai szabványmérések illetve mikrobiológiai vizsgálatok objektív számszerű eredményei. A besoroláshoz – a teljesség igénye nélkül – az alábbi minőségi paramétereket kell figyelembe venni: összes oldott oxigéntartalom, BOI₅, BOI₂₀, KOI, TOC érték, trofitás, szaprobitás, halobitás, nitrogénformák mennyiségei, PO₄ tartalom, vezetőképesség-mérés, szín/szag, zavarosság, lebegőanyag-tartalom, stb. (Miller, Hutchins, 2017).

A besorolást követően, a IV. és V. osztályba került vizeknél azonnali kármentesítési beavatkozás szükséges, melynek mértéke és rendszeressége a szennyezőanyagok koncentrációjától függ. Magyarországon (néhány I. osztályú víztől eltekintve) a felszíni vízfolyások és állóvizek többsége a II. és III. vízminőségi osztályokba kapott besorolást, ugyanakkor a korábbi iparterület környékén található vizeink (pl. egykori bányatavak, korábbi laktanyák környéki patakok, stb.) jellemzően IV. vagy V. osztályba estek (EU VKI). A modern vízminősítési eljárások, és osztályba sorolási kritériumok mind-mind a környezet- és vízszennyezések, ivóvízbázisok elfertőzésének megakadályozására szolgálnak és követik a nemzetközi (EU-s) szabványokat.

Következtetések

A tanulmányban láthattuk, hogy a történelem során, a népességnövekedéssel párhuzamosan hogyan fejlődtek a szennyvíztisztítási technikák. Az ókori civilizációk fejletnek mondható tisztítási módszereit követően kisebb visszaesés volt tapasztalható a középkori civilizációk esetében. Azonban a 19. századra már nem csupán a szennyvíztisztítási igény jelentkezett, hanem a kor műszaki fejlettségével egyidejűleg a tisztítási technikák hatékonysága is jelentősen javult. Napjainkban már modern tisztítási módszerek állnak rendelkezésünkre, melyekkel bármilyen kémiai, fizikai és mikrobiológiai szennyezőanyagot tartalmazó ipari és kommunális szennyvizet megfelelő hatékonysággal tudunk tisztítani.

Irodalomjegyzék

1. Abfallberatung Unterfranken (Abfallausstellung Mittelalter bis Mitte 19. Jahrhundert). Hölzerner Abtritterker über dem Birsig, einem kleinen Stadtbach, der als Abwasserkanal genutzt wurde, Basel um 1880.
2. https://www.abfallberatung-unterfranken.de/abfallentsorgung_in_der_stadt.html
3. Alföldy G. 2002. Római társadalomtörténet. Budapest, Osiris Kiadó
4. Európai Unió, Víz Keretirányelv. <http://euvki.hu/>
5. Forisek P. 2008. A Római Birodalom képes története. Debrecen, TTK, 128.p.
6. Földi L., Halász L. (2009): Környezetbiztonság. Budapest: Complex Kiadó. 1-419 p.
7. Grüll T. 2007. Az utolsó birodalom. Az Imperium Romanum természetrajza. Budapest, Typotex Kiadó, 328 p.

8. Hofstra N., Vermeulen L.C. (2016): Impacts of population growth, urbanisation and sanitation changes on global human *Cryptosporidium* emissions to surface water. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 219 (7): 599-605. p.
9. Huston S., Rahimzad R., Parsa A. (2015): 'Smart' sustainable urban regeneration: Institutions, quality and financial innovation. *Cities* 48: 66–75 p.
10. Ligetvári F., Szász J. (1986): *Vízgyógyászat. Egyetemi jegyzet*. Budapest: Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem. 2-13 p.
11. Ligetvári F. (2008): *A vízgyógyászat alapjai. Jegyzet Vadgazda mérnök szakos hallgatók részére*. Gödöllő: Szent István Egyetem MKK Vadgazda Mérnöki Szak. 35-77 p.
12. Ligetvári F. (szerk.) (2011): *Vízellátás és csatornázás. Egyetemi tankönyv*, Szent István Egyetem, Gödöllő. 184 p.
13. Magyar Víziközmű Szövetség honlapja: „A Reitter Ferenc díj névadója”. http://www.maviz.org/alapitvany/reitter_ferenc
14. Miller J.D., Hutchins M. (2017): The impacts of urbanisation and climate change on urban flooding and urban water quality: A review of the evidence concerning the United Kingdom. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 12: 345-362. p.
15. Price, M. 2017. Origins of ancient Rome's famed pipe plumbing system revealed in soil samples. <http://www.sciencemag.org/news/2017/08/origins-ancient-rome-s-famed-pipe-plumbing-system-revealed-soil-samples> DOI: 10.1126/science.aap8024
16. Rechnitzer J., Páthy Á., Berkes J. (2014): A magyar városhálózat stabilitása és változása. *Tér és Társadalom* 28: 105-127. p.
17. Simai M. (2016): *A harmadik évezred nyitánya. A zöld fejlődés esélyei és a globális kockázatok*. Budapest: Corvina Kiadó Kft. 374 p.
18. Szoboszlay S., Kriszt B. (2010): *Környezeti elemek védelme. Egyetemi jegyzet*. Gödöllő: Szent István Egyetem Kiadó. 30-50 p.