

Hírsatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA
2019/3. szám



MIKROSZENNYEZŐK I.

ÉRJE EL HIRDETÉSÉVEL SZAKEMBEREK SZÁZAIT!

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség a kor követelményeinek megfelelő, elektronikus formában megjelenő szakmai lapját, a Hírcsatornát **AZ ÁGAZAT 1000 SZAKEMBERE KAPJA KÖZVETLENÜL KÉZHEZ** kéthavonta.

Ennél talán még fontosabb, hogy – statisztikáink alapján – átlagosan mintegy **750 ALKALOMMAL MEGTEKINTÉSRE IS KERÜL** minden lapszám.

A Hírcsatorna széles körben történő terjesztésével, így a Hírcsatorna több száz, a **TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS SZÉLESKÖRŰ SZAKEMBER CSOPORTJÁT** érheti el hirdetésével hatékonyan!

- a víziközmű üzemeltetők
- tervezők, kivitelezők
- ipari vízfelhasználók
- oktatási intézmények
- minisztériumok és kormányzati szervek
- önkormányzatok



Az elektronikus formának köszönhetően hirdetéseiben aktív tartalmak megjelölésére is lehetőség van, így **KÖZVETLEN LINKEK, VIDEÓK, ANIMÁCIÓK** tehetik még vonzóbbá és informatívabb hirdetését.

Kedvezményes árainkról az alábbi **linken** tájékozódhat!

Reméljük, Ön is meglátja lehetőséget a Hírcsatornában!

IMPRESSZUM

A Magyar Víz –és Szennyvíztechnikai Szövetség online folyóirata

1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3/A 419.

www.maszesz.hu

Kiadó: MaSzeSz

Kiadásért felel: Sinka Attila –főtitkár

Főszerkesztő: Papp Mária

Szerkesztőbizottság tagjai: Csörnyei Géza, Géczi Ágnes, Jobbágy Andrea, Karchesz Tamás, Kárpáti Árpád, Kiss Katalin, Licskó István, Laky Dóra, Makó Magdolna, Madarász Emese, Medgyessy Pál, Vadkerti Ágnes

Megjelenik negyedévente

Tördelés: Két Zsiráf

TARTALOM

Beköszöntő	4
SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT	
Mikroszennyezők: Bevezető gondolatok... - Dr. Licskó István	5
A mikroszennyezők kockázata a használtvizek újrahasznosításában - Dr. Kun Ágnes	6
A klórozott szénhidrogének és a peszticid származékok biológiai lebontása - Dr. Oláh József, Rása Gábor, Dr. Princz Péter, Princz Dániel	13
MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK	
„Megelőzni a vízválságot” - Országos VÍZÉRTÉK Konferencia	30
Együtt a vízbiztonságos Magyarországért - A „Bökényi Nyilatkozat” megújítása	32
MaSzeSz aktív szerepvállalás a Budapesti Víz Világtalálkozón - „Megelőzni a vízválságot”	34
Meghívó - Üzemeltetés változó körülmények között Szakmai nap	35
JurTa Híradó	36
ÁGAZATI KÖRKÉP	
Víziközművek vagyoneértékelésről reálisan, közvetlen tapasztalatok más-más szemszögből bemutatva... - Csapó Imre, Haász Edit, Mihácsi Mónika, Füstös András	37
Gratulálunk Tanár Úr!	43
HAZAI ÉS NEMZETKÖZI KUTATÁSI PROGRAMOK	
Szerves mikroszennyezők a környezetben	44
Korrespondenz Abwasser összefoglalók - 2019. Szeptember	45
PROGRAMAJÁNLÓ	47
TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS	
Szemelvények az ókor vízellátási és csatornázási emlékeiből... - Dr. Juhász Endre	51
KÉPZÉSAJÁNLÓ	64

BEKÖSZÖNTŐ

KEDVES OLVASÓKI!



Klímaváltozás –környezetszennyeződés –mikro szennyezők témái már nemcsak a szakemberek, hanem a mindennapjaink kommunikációjában szinte állandóan szerepelnek.

Különösen igaz ez, az életünket meghatározó víz esetén.

Mi lesz, ha nem lesz elegendő víz? Tudjuk-e öntözni növényeinket? A tisztított szennyvizekkel történő öntözés **során a mikro szennyezők jelentenek-e majd kockázatot?**

Vagy a környezetre és az ivóvíz bázisra veszélyt jelentő klórozott szénhidrogén származékokkal mi lesz? Lebonthatóak-e? **Mennyire veszélyes a környezetben való felhalmozódásuk?**

Ezek mind olyan témák melyek a jövőben egyre jobban előtérbe kerülnek, ezért döntött úgy a Szerkesztő Bizottság, hogy a Hírcsatorna következő két számát elsősorban ezeknek a témáknak szenteli.

Másik fontos aktualitásunk az októberi **Budapest Water Summit** rendezvény, mely hazánk vizes programjai között kiemelt helyen szerepel. A Víz

Világtalálkozó utórendezvényeként kapcsolódik a MaSzeSz Víz-érték Konferenciája, megvizsgálva a vízválsággal kapcsolatos hazai helyzetet, választ keresve a jövőbeli kihívásokra.

Folytatjuk a nemzetközi kitekintés rovatunkat, kibővítve a **hazai és nemzetközi kutatási módszerekről való tájékoztatással**. Történeti visszatekintés rovatunkban pedig egészen az ókori emlékekig nyúlunk vissza, számos érdekes információval, képekkel színesítve.

Téma van bőven, a válogatás nem könnyű, de reméljük ezzel a számmal is sikerült Olvasóinknak érdekes, színvonalas olvasmányt nyújtani.

Dr. Papp Mária
főszerkesztő

BEVEZETŐ GONDOLATOK: MIKROSZENNYEZŐK



Az elmúlt 70 évben időről időre különböző intenzitással felbukkan az ivóvíz-tisztítással, a szennyvíztisztítással, a vízminőségvédelemmel és a hidrobiológiával foglalkozó szakemberek körében a mikroszennyező anyagok okozta problémák kezelésének igénye. Félreértések elkerülése miatt célszerű azonnal, a tanulmány elején definiálni, hogy mit értünk a „mikroszennyező anyagok” kifejezésen. Mikroszennyező anyagoknak azokat a vízben mikrogramm/liter koncentráció nagyságrendben előforduló anyagokat nevezzük, melyek a vízi életfolyamatok feltételeit és a víznek az ember számára való felhasználhatóságát csökkentik, esetleg megszüntetik (Benedek et. al, 1977). Fentiek alapján nem sorolhatók tehát a mikroszennyező anyagok közé a manapság olyan sokat emlegetett mikro-műanyagok, melyek definíció szerint a 0,5 mm-nél kisebb műanyag részecskék.

A mikroszennyező anyagok – kevés kivételtől eltekintve – az emberi tevékenység következtében jutnak a vízbe. A fent említett 70 év alatt

a különböző időszakokban különböző mikroszennyező anyagok okoztak riadalmat a szakemberek és a népesség egyes csoportjaiban. A XX. század 20-as, 30-as éveiben nagyon jelentős eredményként értékelték a növényvédő-szerek ipari méretű előállítását, és „ipari mértékű” alkalmazását a mezőgazdasági termelés fokozására. Ezek a növényvédő-szerek – elsősorban a felszíni bemosódás következtében – a felszíni vizekbe jutva mikroszennyező anyagként viselkedtek és jelentős károkat okoztak a vízi ökoszisztémában. Az 50-es évek végén és a 60-as években a higany okozta környezetszennyezés (Minamata-kór) iránti érdeklődés uralta a vízminőségi szakemberek világát, amit a 70-es évekre a kadmium okozta (Itai-itai betegség) váltott fel. Az adott időszakban ez a két nehézfém vezette felváltva az Egészségügyi Világszervezet (WHO) „fekete listáját”.

Dr. Licskó István
ny. egyetemi docens

A MIKROSZENNYEZŐK KOCKÁZATA A HASZNÁLTVIZEK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁBAN

DR. KUN ÁGNES

NEMZETI AGRÁRKUTATÁSI ÉS INNOVÁCIÓS KÖZPONT ÖNTÖZÉSI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI KUTATÓINTÉZET

BEVEZETÉS

Napjaink egyik legnagyobb globális környezeti kihívása a vízhiány, amelyet a klímaváltozás, népességnövekedés, növekvő ipari és mezőgazdasági vízigény következményei egyszerre hívtak életre. Azokon a területeken, ahol az édesvízkészlet nem elegendő a vízigény kielégítésére, a szennyvíz felhasználása számos esetben alternatív vízforrást jelenthet. A tisztított szennyvizek felhasználhatóak városi parkok, szabadidős parkok és sportpályák öntözésére, különböző vizek vizellátására (evezős tavak, városi tavak), városon kívüli zöldterületek fenntartására (autópályák középső zöld területe, temető), talajvíz vizszatáplálásra, ivóvízbázisok vizutánpótlására, ipari felhasználásra egyaránt (Salgot és Folch, 2018). Leggyakrabban azonban a használt vizek ismételt felhasználása a mezőgazdaság által valósul meg, öntözővízként. A hazánkban is jellemző egyre gyakoribb aszályos időszakok és a felszíni vízfolyások kisvízi időszakában

mért alacsony vízállások hatásaként, a jövőben várhatóan regionálisan és időszakosan előfordulhat olyan mértékű vízigény, hogy az édesvízkészlet védelme miatt a növények vizellátását használt víz öntözésével lehet biztosítani.

MIKROSZENNYEZŐK FOGALMA

Az öntözéssel kapcsolatos környezeti kockázati tényezők között ugyanakkor az egyik leggyakoribb, a vízminőséggel összefüggő káros hatások: a toxikusság, szikesedés, szerves és szervetlen szennyező anyagok felhalmozódása. Használt vízzel történő öntözés esetén a vízminőségből eredő kockázatok elkerülése érdekében szigorú szabályrendszer betartása szükséges. Napjainkban került azonban a figyelem középpontjába egy „új” szennyező-anyag csoport, mikroszennyezők névvel, amelyet a szennyvízkezelés és édesvízkészlet

szennyezői közt ugyan sokszor tárgyalnak, de a mezőgazdaságban eddig szinte kivétel nélkül a peszticidek kerülnek szóba a csoport hallatán. A tisztított szennyvizek öntözéses újrafelhasználása során ellenben azok a mikroszennyezők jelentenek kockázatot, amelyek a szennyvíz eredetéből adódóan jelennek meg a vízben, így legtöbbször tehát nem mezőgazdasági eredetűek.

A „mikroszennyező” definícióiban általában közösen megjelenő elemek, hogy kis mennyiségben jelenlévő anyagok, antropogén eredetűek, élő szervezetekben zavarják az életfolyamatokat. Láng (2007) szerint a leggyakoribb szennyezőanyag csoportok a mikroszennyezőkön belül: nehézfémek, cianidok, kőolaj és származékai, fenolok, növényvédő szerek, felületaktív anyagok, klórozott szerves vegyületek. Nemzetközi publikációkban ezzel a fogalommal szinonimaként az „aggodalomra okot adó anyagok” (Contaminants of Emerging Concern, CEC) fogalommal találkozhatunk. A kifejezés alatt egyszerre értendők az újonnan megjelent, antropogén anyagok és azok, amelyek már egy ideje a környezetünkbe kerültek, de csak a napjainkban került a figyelem középpontjába a hatásuk vizsgálata (Sauvé, 2014). Az előbb felsorolt szennyezőanyag csoportokon túl policiklusos aromás szénhidrogének, gyógyszer- és kozmetikai termékek- maradványai, hormonok, mesterséges nanoanyagok, perfluorozott vegyületek sorolhatóak ebbe (továbbiakban összefoglaló név rövidítéseként: CEC) a csoportba.

SZENNYEZŐANYAGOK NÖVÉNYI FELVÉTELÉT BEFOLYÁSOLÓ FOLYAMATOK

A szennyvizek öntözéses újrahasznosításával a szennyezőanyagok környezeti és humán-egészségügyi kockázatai a talajon és talajban lejátszódó folyamatokon keresztül jelentkeznek. A talajban a következő folyamatokban vehetnek részt a szennyezőanyagok: mikrobiális lebomlás, fotodegradáció, elpárolgás, felszíni erózióval és elfolyással vagy légárammal, szélérózióval eltávozás a szennyezett területről, humán-egészségügyi szempontból azonban legjelentősebb a növény általi felvételük. A CEC anyagok növények általi felvételét abiotikus tényezők jelentősen befolyásolják, amelyek közül a talaj alábbi tulajdonságai meghatározóak (Pullagurala et al., 2018):

- A talaj humusztartalma meghatározó a CEC anyagok visszatartásában, pl. PAH vegyületek esetén, de adszorbensként viselkednek PCB (poliklórozott bifenilek) és a gyógyszer- és kozmetikai szermaradványok esetében is. Csökkenti a mesterséges nanoanyagok biológiai felvehetőségét.
- A talaj kolloidális agyagtartalma szállító funkciót lát el a gyógyszer- és kozmetikai szermaradványok esetében.
- A talaj pH értéke befolyásolja a CEC anyagok felvehetőségét. Lúgos pH kedvezhet ezeknek a szennyezőanyagoknak a biológiai lebontásában, a savas közeg viszont megkönnyítheti egyes CEC anyagok adszorpcióját a talajban.
- A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai a kilúgozás szempontjából meghatározóak;

a mozgékony CEC anyagok gyökérszóna alá mosódhatnak.

A talajtulajdonságon kívül egyéb környezeti tényezők hatnak a szennyezőanyagok és a növények interakcióra. Megállapították, hogy az éghajlat összefüggésben van a CEC anyagok mennyiségével, nagyobb tömegben van jelen a trópokon és a szubtrópokon, mint a mérsékelt övben, ami a magasabb hőmérséklettel és a talaj alacsonyabb szerves anyag tartalmával hozható összefüggésbe. A globális klímaváltozás potenciálisan hatással lehet a CEC fotolízissel való eltávolítására/megszüntetésére a talajból, ugyanakkor az átalakulási folyamatokra való hatásaként a metabolitok növekedése is megtörténik (Pullagurala et al., 2018). A különböző anyagok mobilitása és egyéb tulajdonságaik, valamint a talajban eltöltött ideje anyagminőségtől függően eltérő módon befolyásolja a növényi elemfelvételt, illetve az anyagok felvehetőségét.

POLICIKLUSOS AROMÁS SZÉNHYDROGÉNEK (PAH)

A talajban lévő PAH vegyületek legfőbb forrása leggyakrabban az autók égéstermékéből, ipari előtisztítókából származó szennyvíziszapból, olajkiömlésekből származhat. Több mint 100 típusa ismert ezeknek a vegyületeknek. Pullagurala et al. (2018) szerint a növények gyökerében előforduló PAH vegyületek a gyökérhez tapadt talajszemcsékből származnak, míg a szárnban lévőek a transzspirációs árammal kerültek a szövetekbe. A növényi felvételt meghatározza a PAH vegyület szerkezete:

2-3 gyűrűs és a kisebb molekulatömegű vegyületek könnyebben bekerülnek a növények szervezetébe. A kisebb molekulatömegű vegyületeket a levélen keresztül a levegőből is képes felvenni, míg a nehezebb molekulatömegűek a gyökérben akkumulálódnak. Mivel a PAH vegyületek lipid-oldhatóak, befolyásolja a felvételt a növények lipid tartalma. Felvétel szempontjából meghatározó a növények fenológiai fázisai, növekedési ciklusai is. A talaj tápanyagellátása is befolyásolja a PAH vegyületek felvehetőségét (a N ammónium formában akadályozta a búza és saláta PAH felvételét, míg a nitrát hozzájárul az akkumulációhoz a növényekben).

MESTERSÉGES NANOANYAGOK

A nanotechnológia célja az anyagok regulálása, módosítása az 1-100 nm mérettartományban, amely számos alkalmazásra talált a gyógyszer-, a kozmetikai-, az elektronikai-, az építőiparban és sok más területen (Zentai et al., 2014). Bizonyított tény, hogy a növények képesek felvenni és beépíteni szervezetükbe a környezetbe kerülő nanoanyagokat. A levegőben lévő részecskéket a növénybe gázcserenyíláson keresztül, légzés során direkt módon beépülhet. A gyökérből xilém transzporton keresztül jut a növény többi részébe (Pullagurala et al., 2018). A szervezetbe bekerülve a nanoméretű részecske anyagi minősége befolyásolja a növény életfolyamataiba bekövetkező változásokat (1. táblázat).

Ti-alapú	Ce-alapú	Cu-alapú	C-alapú	Si-alapú
Gyökéren keresztül veszi fel a növény és a levélbe, termésbe is eljut biotranszformáción nem megy keresztül	Cérium nanoanyagok cérumi ionokká transzformálódnak és a növény szerves alkotóival interakcióba lépnek	Befolyásolják a csírázást és növények növekedését, azáltal, hogy stressz enzimeket aktiválnak	A sejtekben oxidatív károsodást mutattak lóbab növényen	Kedvező hatással voltak a csírázásra, a növények növekedésére és a patogénekkel szembeni ellenállóságukat fokozta

1. táblázat. A különböző eredetű nanoanyagok hatásai (Pullagurala et al., 2018)

GYÓGYSZERMARADVÁNYOK

A gyógyszermaradványok megjelennek felszíni vizekben, üledékekben, talajban, szennyvízben és szennyvíz-iszapban egyaránt. A fájdalomcsillapítók közül a legelterjedtebben használt hatóanyagok a diklofenák, ibuprofen, ketoprofen és naproxen. Záray (2018) szerint megállapítást nyert, hogy a fent nevezett gyógyszerek a világ más nagyvárosaiban működő háromfokozatú (mechanikai szűrés, biológiai lebontás és kémiai kezelés) szennyvíztisztítókhöz hasonlóan a befolyóknál µg/L koncentrációban fordulnak elő, és eltávolításuk a kifolyóknál mért adatok alapján 5-90% határfokkal jellemezhető. A biológiai fokozatban alkalmazott eleveniszapos technológia jó határfokkal biztosítja a nitrogén és a foszfor eltávolítását, de a gyógyszermaradványokról ez nem mondható el. A biodegradációért felelős mikroorganizmusok enzimmészlete

elsődlegesen a természetes molekulák lebontására adaptálódott. Új, mesterséges molekulák degradációjához a baktériumok adaptációs időt igényelnek (Záray, 2018). A fájdalomcsillapítók hatóanyagán kívül az antibiotikumok és a hormonok is megtalálhatóak a kommunális szennyvizekben, valamilyen gyógyszermaradvány interakcióba léphet a növényekkel, amennyiben a talajban nem bomlik le felvétel előtt. Pullagurala et al. (2018) szerint az antibiotikumok apoplasztikus transzport által szállítódnak a növényben és a sejtközi térben felhalmozódnak, negatív hatást gyakorolnak a növények növekedésére és fejlődésére, például:

- tetraciklin borsóban megváltoztatta a fehérje összetételét, struktúráját;

- klórtetraciklin, enrofloxacin, szulfatiazol a retekben akkumulálódott és a növény növekedését csökkentette;
- sulfadiazine a mogyoró transzspirációját és fotoszintetizálás befolyásolta.

Az antibiotikumok felvételének egyik veszélye, hogy egyes gyógyszermaradványok a növény szervezetébe kerülve transzformációt követően toxikus anyagokká (pl. nitrofurán átalakulása során hidrazin-tartalmú metabolitok keletkeznek.) Az antibiotikumok felvétele ugyanakkor szintén nagymértékben függ a körülményektől, a gyógyszermaradvány, növény és talaj típusától egyaránt (Pullagurala et al., 2018).

PERFLUOROZOTT VEGYÜLETEK

A perfluorozott vegyületek teflon edények bevonatában, textilben, tisztítószerekben található meg a leggyakrabban. Széleskörűen elterjedt szennyezőanyagok, mivelrendkívül ellenállóak az általános környezeti körülményekkel szemben és vízzel oldódva könnyen mobilizálódnak. Megtalálhatóak a talajban, levegőben, talajvízben, települési hulladékgyűjtők csurgalékvizében. Humán-egészségügyi kockázatuk nagy, mivel képesek akkumulálódni a növényekben. A 4-6 szénatomszámú vegyületeik a levelekben és gyümölcsökben akkumulálódnak, míg a nagyobb atomszámúak a gyökérben halmozódnak fel jellemzően. A talaj szennyezés és a növények általi felhalmozás legfontosabb forrása a vegyület által szennyezett felszíni vagy talajvízzel történő öntözés. A másik lehetséges forrása lehet

a növényekbe való bekerülésének, a szennyvízzel, mint talajkondicionáló szerrel történő talajjavítás által (Gishi et al., 2019).

A CEC KOCKÁZATAINAK CSÖKKENTÉSE

A cikkben tárgyalt mikroszennyező anyagokban közös tulajdonság, hogy antropogén eredetűek, valamennyi ember által felhasznált anyagokból származik. A szennyező anyagok természetes körfolyamatokba való bekerülését és az élelmiszerekbe jutását ezért meghatározza az emberi tevékenység által kibocsátott anyagok mennyisége, minősége, ideje, az expozíció hossza, a kibocsátás helyszíne és tisztítási folyamatok hatékonysága stb. Ezek a tényezők műszaki megoldásokkal, hulladékgazdálkodás szabályozásával és számos egyéb módon befolyásolhatóak, ami lehetőséget nyújt a szennyezettség kontroll alatt tartására és a kockázatok csökkentésére. Az Európai Parlament és a Tanács „A víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről” szóló rendelet javaslatának (2018.5.28. COM(2018) 337 final) II. melléklete alapvető kockázatkezelési feladatnak tekinti a környezet, emberek és állatok egészségét fenyegető kockázatok értékelését, amelyek közt szerepelnek külön pontban megnevezve a gyógyszerek, fertőtlenítési melléktermékek, növényvédő szerek, nehézfémek és egyéb aggodalomra okot adó anyagok is. A javaslat célja nemcsak a használt vizek öntözési célú újrahasznosításának ösztönzése és elősegítése, hanem a humán-egészségügyi kockázatok csökkentése, a környezet egészséges állapotának megőrzése és az élelmiszer-biztonság növelése is.

A CEC szennyezőanyagok újonnan jelentkező kockázata miatt számos kutatás foglalkozik a környezeti ártalmak, növényélettani és egészségügyi hatásokon kívül a már szennyezett területek kockázatának mérséklési lehetőségeivel is. Élelmiszernövény termesztése esetén elsődleges szempont a CEC anyagok növény általi felvételének megakadályozása, amely leggyakrabban talajjavító anyagok hozzáadásával érhető el (Pullagurala et al., 2018). Általánosan alkalmazott anyag a bioszolid (szilárd szerves anyagok, általában talajkondicionáló termékek, pl. bioszén), amely például igazolhatóan csökkenti a PAH vegyületek felvehetőségét, de mérsékli a mesterséges nanoanyagok hatását is. Ugyanakkor a szilícium alapú nanoanyagok (nagy szorpciós felületük lévén) képesek számos CEC szennyező anyagot adszorbeálni, így a növények számára kevésbé elérhető formává alakítani (Pullagurala et al., 2018). Felületaktív anyagok alkalmazásán kívül, önmagában a talaj szerves anyagának növelése is hozzájárul a szennyezőanyagok csökkentéséhez, a perfluorozott vegyületek akkumulációja arányosan kisebb volt a talaj szervesanyag tartalmának növelésével (Gishi et al., 2019).

ÖSSZEFOGLALÁS

A korunkban igen elterjedt és újonnan megjelenő szennyezőanyagok számos kihívás elé állítják a kutatókat, a probléma megoldása ugyanakkor sokoldalú megközelítést igényelt. A kockázatok csökkentésében egyaránt szerepet és felelősséget kell vállalnia a CEC anyagokat tartalmazó termékek fejlesztőinek,

a szennyvíziparnak, a vízgazdálkodási szakembereknek és mezőgazdasági termelőnek és a KFI szereplőknek egyaránt. A megelőzésben szintén fontos szerepe van a jogalkotóknak, akiknek olyan szabályrendszert szükséges alkotniuk, amellyel biztonságos körülmények közt felhasználhatóak a használt vizek, miközben a szabályozások nem akadályozzák, hanem elősegítik a használt vizek hozzáférhetőségét és felhasználását. Napjainkban jellemző globális vízhiány miatt egyre nagyobb területeken fog felértékelődni a használt vizek elérhetősége alternatív vízforrásként, ugyanakkor azok felhasználása során olyan szennyezőanyagokkal kell számolni, amelyek évtizedekkel ezelőtt még feltételezhetően nem fordultak elő környezetünkben és/vagy nem ismertük a hatását. Ahhoz, hogy biztonságos szabályrendszer jöjjön létre, számos kihívás előtt áll valamennyi vízhiánnyal küzdő ágazat, illetve nemzet. A jövőben fontos feladat a CEC anyagokra vonatkozó határértékek megállapítása (öntözővízben, talajban, élelmiszernövényben, élelmiszerekben és késztermékekben egyaránt), amelyhez a témában új, kísérletekre alapozott kutatások indítása szükséges, hogy megfelelő információ álljon rendelkezésre a határértékek rögzítéséhez. Azok meghatározása érdekében szükségszerű az új anyagokra vonatkozó analitikai módszerek fejlesztése is. A talajból történő felvehetőség csökkentése és az élelmiszerekre vonatkozó határértékek megállapítása mellett, azonban a legfontosabb jövőbeli feladat a szennyezőanyagok környezetbe, termőföldre kerülésének megelőzése.

IRODALOM

- Ghisi R., Vamerali T., Manzetti S. 2019. Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review. *Environmental Research* 169: 326-341.
- Láng I. 2007. Környezetvédelmi Lexikon II. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Lu L., Zhu L. 2009. Reducing plant uptake of PAHs by cationic surfactant-enhanced soil retention. *Environmental Pollution*, 157: 1794-1799.
- Pullagurala V.R., Rawat S., Adisa I.O., Hernandez-Viezcas J.A., Peralta Videa J.R., Gardea-Torresdey J.G. 2018. Plant uptake and translocation of contaminants of emerging concern soil. *Science of the Total Environment*, 636: 1585-1596.
- Salgot M., Folch M. 2018. Wastewater treatment and water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2:64-74.
- Sauvé S., Desrosiers M. 2014. A review of what is an emerging contaminant. *Chemistry Central Journal*, 8: 15.
- Záray Gy. (2018): Gyógyszermaradványok a felszíni vizekben. *Magyar Tudomány* 179, 9: 1376-1381.
- Zentai A., Freckáné Cs. K., Szeitzné Szabó M., Farkas J., Beczner J. 2014. Nanoanyagok felhasználása az élelmiszeriparban. *Magyar Tudomány* 175, 8: 983-992.

SZERZŐ:



Dr. Kun Ágnes: okleveles geográfus. 2014 óta a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézetében (ÖVKI) dolgozik tudományos munkatársként. Doktori fokozatát 2018-ban szerezte a Szegedi Tudományegyetem Földtudományok Doktori Iskolájában. Kutatási témája az intenzív halnevelő telepről származó elfolyóvíz öntözéses hasznosíthatóságának vizsgálata, a téma a „Mezőgazdasági eredetű szennyvizek öntözéses hasznosítása különböző növénykultúrákban c. AM támogatású projekt része, melynek kísérletei a szarvasi NAIK ÖVKI Liziméter Telepen és az intézet üzemi területein szabadföldi körülmények közt is zajlanak. Az intézetben töltött évek alatt környezetgazdálkodási agrármérnök és talajtani szakmérnök végzettséget szerzett a Pannon Egyetem Georgikon Karán.

A KLÓROZOTT SZÉNHIIDROGÉNEK ÉS A PESZTICID SZÁRMAZÉKOK BIOLÓGIAI LEBONTÁSA

DR. OLÁH JÓZSEF* – RÁSA GÁBOR – DR. PRINCZ PÉTER* – PRINCZ DÁNIEL*****

* ÉLŐ BOLYGÓ KFT. – ** FŐVÁROSI CSATORNÁZÁSI MŰVEK ZRT, – ***BME VEGYÉSZMÉRŐI ÉS BIOMÉRŐI KAR, EGYETEMI HALLGATÓ

Kivonat: A klórozott szénhidrogének és a mono- és diklór-fenolok lebontásának egyik útja - aerob viszonyok mellett - az oxidatív de-halogenizáció. Anaerob körülmények között - az energiaszerző redukív de-halogenizáció során - a szénhidrogénekben egy klór atom helyére hidrogén atom vagy -OH csoport kerül. A redukív (anaerob) de-klórozást részben, vagy teljesen gátolják más elektron akceptorok, például a szulfátok, a nitrátok, az oxigén és a széndioxid jelenléte. Biológiai bonthatósági vizsgálataink eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy 50 óra tartózkodási idő esetén 300 mgKOl/L kommunális szennyvíz tápanyag-adagolás mellett a monoklór-benzol és az 1,2-diklórbenzol az eleveniszapos rendszerben, mindössze 50 %-os, illetve 20 %-os hatáskokkal bontható. Kis peszticid (dieldrin, az aldrin és a klórdán) koncentrációk (1,5 mg/L alatt) az eleveniszap szubsztrát légzésére gyakorolt mérgező hatás mérsékelte, 3,0 mg/L koncentráció felett azonban - a mérgezés következtében - a lebontási sebesség nagymértékben csökkent. A vizsgált gyomirtó-szerek (dikamba, lasso, acenit, action) aerob körülmények között jól bonthatóak. A 24 órás tartózkodási idő (teljes oxidáció) mellett a vizsgált vegyületek kiindulási 5,0 mg/L-es kiindulási koncentrációja 2,0 mg/L értékre, 30 óra tartózkodási időnél pedig 1,0 mg/L-re csökkent. A vizsgált rovarölő-szerek (signal, mospilan, actra) eleveniszapos biológiai rendszerben jól bonthatóak számítanak (tartózkodási idő 25 óra).

Az EU szabályzásnak köszönhetően a régebben gyártott klórozott peszticidek (aldrin, dieldrin) használatát betiltották vagy korlátozták. Az újonnan forgalomba kerülő peszticidek ugyan nem tekinthetők könnyen bontható szubsztrátnak, de hosszabb tartózkodási idő mellett az eleveniszapos biológiai rendszerekben lebonthatók.

Kulcsszavak: növényvédő-szerek; peszticidek lebontása; oxidatív de-halogenizáció; anaerob de-halogenizáció; monoklór-benzol; 1,2-diklórbenzol; dieldrin; aldrin; klórdán; signal; mospilan; actra.

BEVEZETÉS

A klórozott szénhidrogének és ezen a csoporton belül a klórozott fenolok a növényvédő-szerek fontos csoportját képezik. A környezetre és az ivóvíz bázisra nézve egyik legnagyobb veszélyt manapság a klórozott szénhidrogén származékok jelentik. Toxicitásuk a klórozottsággal párhuzamosan nő, a nagymértékben klórozott termékek mikrobiológiailag nehezen lebonthatók, emiatt hajlamosak a környezetben való felhalmozódásra.

Az alifás vagy az aromás klórozott szénhidrogének lebontásának nincs egységes mechanizmusa, ahány vegyület annyi lebontási sémával kell számolni. A legtöbb vegyületet több baktérium faj bontja. Sok esetben a baktérium fajtól függően is az egyes lebontási mechanizmusokban eltérések lehetnek. Az alábbiakban a klórozott aromás vegyületek és a klór-fenolok lebontási mechanizmusát néhány jellemző példával mutatjuk be.



1.táblázat. A peszticidek osztályozása a felhasználás alapján

1. A PESZTICIDEK OSZTÁLYOZÁSA

A peszticidek felhasználás alapján történő osztályozását az 1.táblázat (Sharma et al., 2016) mutatja be. A felhasználás szempontjából a peszticidek legfontosabb képviselői a gyom, rovarölő és a gombaölő szerek.

A peszticidek kémia felépítés alapján történő osztályozását és a felépítés kémiai jellegét a 2.táblázat (Sharma et al., 2016) szemlélteti. Ezek közül a szerves foszfátok, karbamátok, tiokarbamátok, szerves klór vegyületek és a di-nitrofenolok a legfontosabb vegyületek.

Az általánosan használt peszticid csoportok élettani jellemzőit a 3.táblázat (Sharma et al., 2016) mutatja be. Nehéz kiemelni, hogy melyik csoport a legveszélyesebb, talán a szerves klór vegyületek, amelyek lassan bomlanak le, és az élelmiszer láncon keresztül az emberre különösen veszélyesek.

Peszticid csoport	Kémiai jelleg
Szerves foszfátok	A molekula közepén foszfor helyezkedik el, stabilabb és kevésbé mérgező, mint a szerves klór vegyületek. Lehet alifás, ciklikus és heterociklusos.
Karbamátok	Szerkezete a Physostigma venenosum növényi alkaloid szerkezetén alapul.
Szerves klór vegyületek	A szénatomokhoz kapcsolódhat klór, hidrogén és esetenként oxigén. Nem poláris és lipofil jellegű.
Piretroidok	Kémiai természetű hasonló a szintetikus piretrinekhez. (alkaloid a Chysanthemum cinerariifolium szirmokból nyerhető).
Tiokarbamátok	Egy kéncsoportot tartalmaznak a készítmények.
Organotin	A molekula központi atomja ón.
Di-nitrofenolok	A fenolhoz két nitrocsoport (NO ₂) kapcsolódik.
Karbamid származékok	Aromás vegyületekhez kötött karbamidot tartalmaznak.
Szerves kéntartalmú peszticidek	A kén, a molekula közepén helyezkedik el.
Különböző összetételű vegyületek	Triazinok, talimidek, karboxamid, triklór-ecetsav és triklór-pikoin-savszármazékok, guanidinok és naftokinonok.

2.táblázat. A peszticidek osztályozása a kémiai felépítés szerint

Peszticid megnevezése	Fontosabb jellemzők
Szerves foszfátok	Vízben és szerves oldószerekben oldódnak. Infiltrációval a talajvizet elérhetik. Kevésbé perzisztensek, mint a klórozott szénhidrogének. Néhány fajtájuk befolyásolja a központi idegrendszert. A növények megkötik őket, a levelekben és a szárukban halmozódnak fel, amelyek a levélfogyasztás következtében élőlényekbe kerülhetnek (rovarok). (Ilyenek vegyületek például a metil-metil paration és diazinon.)
Szerves klór vegyületek	Szerves kloridok lipidekben oldódnak, az állatok zsírszövetében felhalmozódnak az élelmiszerláncon keresztül az emberi szervezetbe is bekerülhet; számos állatra mérgező hatású, hosszú távon bomlik le. (Például: DDT, aldrin, lindán, klordán és mirex.)
Piretroidok	Piretroidok (piretrin I, piretrin II) befolyásolják az idegrendszert; kevésbé tartós hatásúak, mint más peszticidek; a használatuk szempontjából legbiztonságosabbak; egyeseket háztartásokban rovarirtó szerként használják. (Például: a piretrinek.)
Karbamátok	Karbamát sav származékok; szűk spektrumban pusztítja a rovarokat, és vannak rendkívül mérgező a gerincesekre is veszélyes változatai. Viszonylag alacsony a perzisztencia. (Például: a sevin és a karbaril.)

3.táblázat. A közönséges peszticid csoportok élettani jellemzői

2. A KLÓROZOTT SZÉNHIIDROGÉNEK ÉS A PESZTICID SZÁRMAZÉKOK BIOLÓGIAI LEBONTÁSÁNAK MECHANIZMUSA

A xenobiotikus hatású peszticidek (herbicidek, insecticidek) talajban történő biológiai lebomlási idejét a 4.táblázat (Brock:Madigan és Martinko, 2006) mutatja be. A felsorolt anyagok kémiai összetétele nagy változatos- ságot mutat a klórozott és az aromás szén- hidrogénektől, a foszfor és a nitrogén tartal- mú vegyületekig bezárólag. Egyes vegyületek a talajbaktériumok számára szén és elektron- donorként funkcionálnak, míg mások ezekre a célokra alkalmatlanok. A felsorolt peszticid származékok lebomlási ideje alapvetően kü- lönböző. Egyes anyagok lebomlása több évet vesz igénybe, míg mások a talajban viszony- lag gyorsan néhány hét alatt lebomlanak. A biológiai lebomlás sebességét befolyásolja a hőmérséklet, a pH, a talaj szerves anyag tar- talma, valamint a talaj tömörsége és a talajle- vegő oxigén-tartalma. A xenobiotikus anya- gok nagy része hidrofób tulajdonságú, tehát vízben nem oldódik. A xenobiotikus anyagok nagy adszorpciós affinitással bírnak, a talaj agyag szemcséi azokat megkötik, és ez által a talaj mikroorganizmus közössége a xenobi- otikus anyagokkal nem tud kontaktusba lépni. A felületaktív anyagok és az emulgeálószer- ek a xenobiotikus vegyületek és a mikrobák kö- zötti kontaktust elősegítik, ennek következté- ben a biológiai bonthatóság jelentősen javul- hat. Számos mikroorganizmus metabolizálja a peszticideket, tehát szén és energiaforrás- ként használja fel azokat. Előfordul olyan eset is, hogy a biológiai lebontás csak részlegesen

játszódik le, és az így képződő metabolit toxi- kus hatásban a kiindulási peszticidet is felül- múlja.

A környezetre és az ivóvíz bázisra nézve egyik legnagyobb veszélyt manapság a klórozott szénhidrogén származékok jelentik, ezért je- len cikkünkben ezen anyagok biológiai bont- hatóságával és toxikus hatásával foglalkozunk részletesen. Cikkünkben alapvetően az aro- más szénhidrogén és származékainak lebont-ását mutatjuk be. (Az alifás szénhidrogének lebontása (de-klórozás) is sok esetben az aro- másoknál ismertetésre kerülő mechanizmus szerint játszódik le.)

A klórfenolok (CP-k) és származékai gyako- ri környezeti szennyező anyagok, amelye- ket színezékek, gyógyszerek, peszticidek és más ipari termékek előállítására használnak. A CP-k, amelyek magukban foglalják a mo- noklór-fenolokat, poliklór-fenolokat, klór-nit- rofenolokat, klór-amino-fenolokat és klór-me- til-fenolokat, rákkeltő, mutagén és citotoxikus tulajdonságaik miatt rendkívül mérgezőek az élőszervezetekre. A világ klórfenol terme- lése többszázézer tonna évente. Pentaklór- fenolból (PCP) több mint évi 50 ezer tonnát termelnek világszerte. A vegyületek toxicitása a klórozottsággal párhuzamosan nő. A nagy- mértékben klórozott termékek mikrobiológi- ailag nehezen bonthatók, emiatt hajlamosak a környezetben való felhalmozódásra.

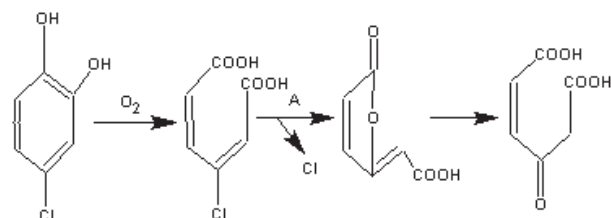
Megnevezés	75 – 100 %-os biológiai lebontáshoz tartozó idő
Klórozott insecticidek	
DDT (diklór-difenil-triklóretán)	4 év
Aldrin	3 év
Klórdán	5 év
Heptaklór	2 év
Lindán (hexaklórciklohexán)	3 év
Szerves-foszfát insecticidek	
Diazinon	12 hét
Malathion	1 hét
Parathion	1 hét
Herbicidek	
2,4-D(2,4-diklórfenoxi ecetsav)	4 hét
2,4,5-T(2,4,5-triklórfenoxi ecetsav)	20 hét
Dalapon	8 hét
Atrazin	40 hét
Simazin	48 hét
Propazin	1,5 év

4.táblázat. Xenobiotikus hatású herbi- cidek (gyomirtó-szerek) és insecticidek (rovarirtó szerek) a talajban történő bio- lógiai lebomlásának ideje

2.1. OXIDATÍV DE-HALOGENIZÁCIÓ

Gaofeng et al. (2004) a klórfenolok (CP) csoport beépítésével kezdődik, és klórozott aerob biológiai lebontását, a klórfenolokat lebontó mikrobákat, a bonthatóságot befo- lyásoló tényezőket és a lebontási folyamatok biotechnológia hasznosíthatóságát tekintette át. A mono- és diklór-fenolok lebontásánál kimutatták, hogy a folyamat klórkatecholok oxigenizációjával kezdődik, és a de-klórozás csak a klórkatecholok gyűrű felhasítása után következik be. A poliklórozott fenolok lebontását más mechanizmussal magyarázták. Pentaklór-fenol (PCP) lebomlása Ralstonia chlorophenolicus és Flavobacterium sp. je- lenlétében hidrolitikus para-helyzetbe -OH

csoport beépítésével kezdődik, és klórozott para-hidrokinont eredményez. A hidro- kinon-utat 2,4,5-triklór-fenoxi-acetát-lebontó Pseudomonas cepacia baktérium esetében is leírták. Általában a katecholok képződése után a metil-szubsztituált aromás vegyületek a katechol-2,3-dioxigenázok enzim hatására a meta-gyűrű hasítása útján bomlanak le, míg a klóraromás vegyületeknél az orto-hasítási útvonalon 1,2-dioxigenáz enzim hasítja fel a gyűrűt. Az 1. ábra a klór-katechol mecha- nizmusának orto-gyűrűn keresztül történő lebontási útját mutatja be.

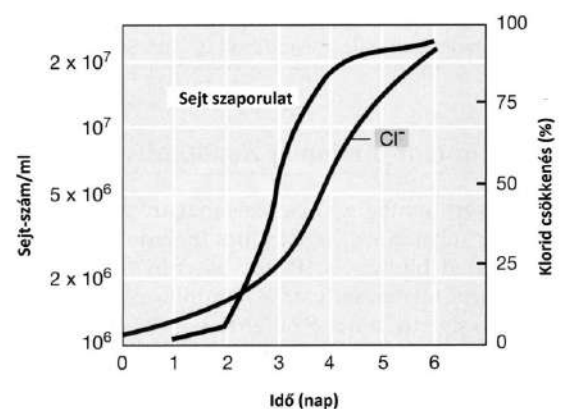


A 1,2-dioxygenase

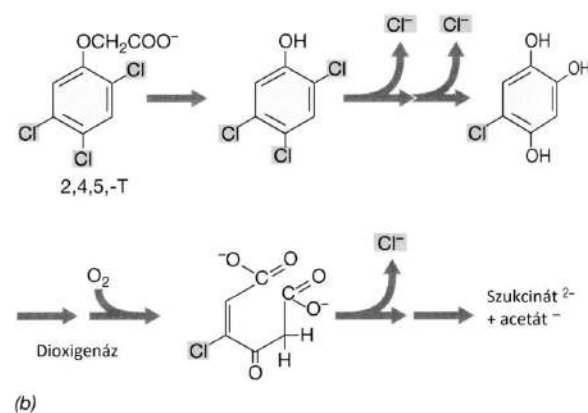
1. ábra. A klór-katechol lebontási mechanizmusa

A 2,4,5-T herbicid - Burkholderia cepacia baktérium által történő - biológiai lebontását a 2. ábra (Brock: Madigan és Martinko, 2006) szemlélteti. A baktérium a herbicidet szén és energiaforrásként használja fel. Az (a) ábra a sejt szaporulatot és a klórozott herbicid klorid csökkenését az idő függvényében mutatja be. Hat nap után a lebontás elérte a 90 %-os határfokot és a sejt szám is egy-nagyságrenddel nőtt. A (b) ábra 2,4,5-T herbicid aerob lebontását mutatja. A lebontási folyamatsorán a herbicid molekula két klór atomja -OH csoportokra cserélődik (de-klórozás). A dioxigenáz enzim hatására az aromás gyűrű felszakad, majd szukcinát és acetát képződik, mely anyagok további lebontása a citromsav ciklusban történik. Az aromás vegyületek katabolizmusa anoxikus körülmények között is lejátszódhat. A benzolszármazékok aerob katabolizmusa a levegő oxigénjét használó oxigenáz enzimek részvételét igényli. A rendkívül stabil benzolgyűrű felhasításához az oxigenáz először két hidroxilcsoportot visz a gyűrűbe, orto- vagy para-helyzetbe. A gyűrű felhasítása ezután újabb oxigenáz által katalizált lépésben - az aromás gyűrűbe dioxigén csoport

beékelésével -következik be. Az aromás gyűrűn már meglévő halogén szubsztituensek akadályozzák ezt a folyamatot, mivel a gyűrűt az oxigenáz-enzim elektrofil-támadásával szemben inaktíválják. A gátló hatás a halogén szubsztituensek számával arányosan nő, erősen halogénezett fenolok teljesen ellenállóak az aerob lebontással szemben.



(a)



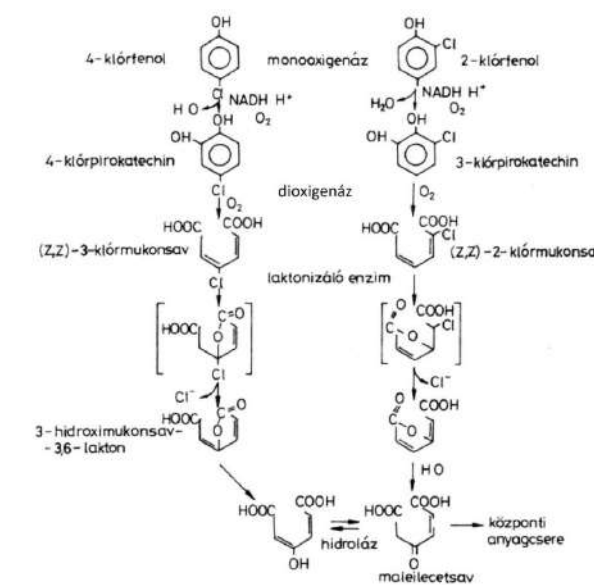
(b)

2. ábra. A 2,4,5-T herbicid aerob biológiai lebontása

A klór-fenolok aerob mikrobiológiai lebontásával a szakirodalom már régebben is foglalkozott (Steiert et al., 1985). A gyengébben klórozott fenolok esetében a gyűrű felhasítása a klóratom eltávolítását megelőzően következik be, a magasan klórozott származékok esetében legalább egy halogént még a felnyitás előtt le kell választani a gyűrűről. Steiert et al., (1985) nyomán a 3. ábra a 2-klór-fenol és a 4-klór-fenol mikrobiológiai lebontási folyamatát mutatja be.

A 2-klór-fenol lebontása orto-gyűrű-felhasító (dioxigenáz enzim révén) katabolitikus hidroxilezéssel indul, amely során 3-klórpirokatechin, ill. 4-klór-pirokatechin keletkezik. Ezután gyűrűhasadással (O₂ beékelődése az 1. és 2. szénatom közé) a megfelelő klórmukonsav képződik. A klórmukonsavak laktonizáció révén instabil intermediereket képeznek, amelyek a klór szubsztituens elvesztése útján stabilizálódnak. A klórmentes laktonok hidrolízise révén tautomer maleilecetsav képződik, amely a központi anyagcsere megszokott folyamataiban alakul tovább. A közbenső termékek szerkezetéből nyilvánvaló, hogy a lebontás, legalábbis részben, a gyűrű felhasítását megelőző klór-eltávolítás útján történik.

A természetes aromás vegyületek mikroorganizmusok által történő lebontása régóta ismert. A biológiai-rendszer az evolúció és a szelekció útján válik egy új vegyület biológiai bontására alkalmassá. A plazmidokban gyakoriak - a toluol, naftalin, szalicilát és egyéb - az aromás vegyületek lebontására képes gének.



3. ábra. A 2-klór-fenol és a 4-klór-fenol biológiai lebontása

A plazmidok génjei gyakran kódolnak információt a halogénezett aromás molekulák pl. (2,4-diklórfenoxiecetsav vagy 3-klórbenzoesav) lebontását végző enzimek szintéziséhez. Amennyiben a rendszerben új szerves vegyület jelenik meg, a mikrobák többféle úton szerezhetik meg az illető vegyi anyag lebontásához szükséges géneket. Az egyik utat saját génjeik módosítása képezi, mutációk útján. A másik út idegen mikrobák megfelelő génjeinek megszerzése konjugáció vagy transzformáció révén. Mindkét úton az új szubsztrátumra specifikus új enzimek keletkeznek, és a gének mutációi és kombinációi révén az adott xenobiotikus anyag lebontására új metabolikus utak jöhetnek létre. Ezek a természetes folyamatok laboratóriumban is reprodukálhatók. Számos Pseudomonas és Alcaligenes törzs ill. ezek új rekombináns törzsei a klór-fenolokat (di-, tri-, tetraklórfenol) eredményesen bontják.

2.2. ANAEROB REDUKTÍV DE-HALOGENIZÁCIÓ

Anaerob körülmények között az energiaszerző redukatív de-halogenizáció során a szénhidrogénekben található klór atom helyébe hidrogén atom kerül. Ez a reakció kometabolikus és metabolikus úton mehet végbe.

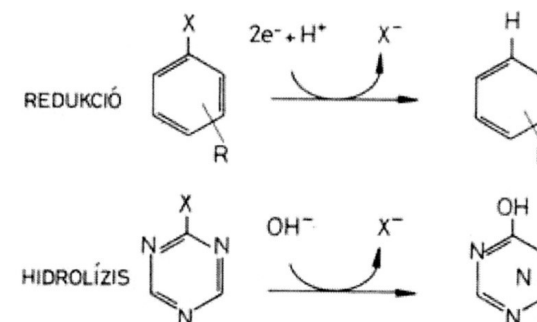
A perkloroetilént (PCE) és a triklóretilént (TCE) is számos anaerob baktérium – köztük sok metanogén, acetogén faj és szulfátredukáló baktériumok – képes redukatív de-halogenézéssel bontani. Ezen baktériumok a reakciót nem energiaszerző, hanem kometabolikus úton végzik. A ko-metabolizmus egy szervesanyag mikrobiális átalakítása, anélkül, hogy a vegyület energia-, vagy esszenciális szénforrásként szolgálna a sejtek számára. Számos esetben egy vegyület ugyan nem szubsztlátja a baktériumnak, de ko-metabolizmus mechanizmus alapján mégis képes ezt a vegyületet lebontani. Erre példa, hogy egy *Haemophilus* faj szaporodik monoklóracetát szubsztrátán, de egyúttal képes a triklóracetátot is halogén-mentesíteni, holott ez utóbbi nem szolgál szén- és energiaforrásként.

A mikroorganizmusok nem nyernek energiát a kometabolikus átalakulás során és a szennyezőanyagok redukciója csak egy részreakció. Mind amellet a természetben, ahol nagy a szerves anyag mennyiség és intenzív a metanogenezis és a szulfátlégzés, a részleges kometabolikus mellett a de-klórozás lehet a legjellemzőbb folyamat.

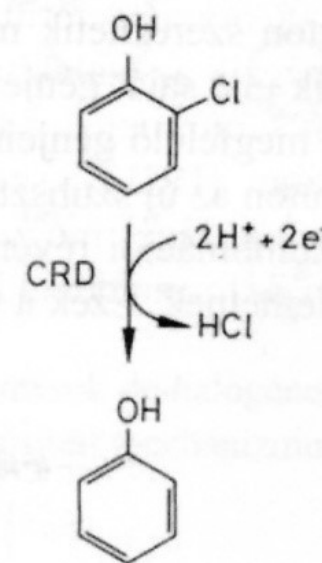
Kimutatták, hogy léteznek új, haloinspiráló törzsek, amelyek a PCE-t, a TCE-t vagy a klórbenzoátot használják elektron akceptorként a biológiai energiaszerzésben (metabolikus út). Ilyen baktérium például a *Desulfotomaculum chloroinspirans* és a *Dehalobacter restrictus*. Ezek a szervezetek azonban eltérnek az anaerob szulfátredukáló és metanogén kometabolikus de-klórozóktól (1.internet). Anaerob viszonyok között a terminális elektron-akceptor szerepet a klórozott szerves vegyületek veszik át. Példaként megemlíjtük, hogy a *Desulfomonile* baktérium a klórbenzoátot anoxikus viszonyok között benzoáttá alakítja át az alábbi reakció szerint:



Az alifás szénhidrogének anaerob de-halogenizálásának leggyakoribb reakciója a redukció, amely két klór atom lehasításával jár együtt. A dehidro-halogenizálás során a klóratom lehasításával HCl keletkezik. Sims et al., (1991) nyomán az aromások de-halogenizálásának a legegyszerűbb és a legfontosabb két alapreakcióját a 4.ábra mutatja be. Redukcióval a baktériumok az aromás gyűrűről a klór atomot lehasítják és a klór atom helyére hidrogén atom lép be. A hidrolízisen alapuló de-halogenizálás során az aromás gyűrűbe halogén atom helyére „OH” csoport lép be.



4.ábra. Aromások anaerob de-halogenizálásának egyszerűsített mechanizmusa



5.ábra. Az orto-klórfenol anaerob de-klórozási mechanizmusa

A legegyszerűbb de-klórozási folyamatot anaerob viszonyok között az 5.ábra (Field et al., 2004) mutatja be. Anaerob viszonyok között az orto helyzetű klór atom eltávolítása a leggyorsabban lejátszódó de-klórozási folyamatnak tekinthető.

Gaofeng et al. (2004) vizsgálata szerint a CP-k anaerob biológiai lebomlása redukatív de-klórozással történik. Ebben a folyamatban a klór atom hidrogén atomra cserélődik. Az anaerob légzésben a mikroorganizmusok klór-fenolokat használnak terminális elektron akceptorként, ezért a redukatív de-klórozást részben vagy teljesen gátolja más elektron akceptorok, például szulfát, nitrát, O_2 és CO_2 jelenléte.

Az anaerob de-klórozási folyamat nagyon fontos szerepet játszik a CP-k biológiai lebomlásában, különösen a poliklórozott fenolok esetében. Az aerob mikrobiális anyagcserében poliklórozott fenolok sokszor bonthatók, míg azok nagy része anaerob körülmények között biodegradálható.

A poliklórozott fenolok redukatív de-klórozásból származó kevésbé klórozott metabolikus átmeneti termékei általában kevésbé toxikusak és könnyebben lebomlanak, mint az alapvegyület. Az anaerob állapotú redukatív de-klórozási folyamat környezetvédelmi szempontból is fontos, mivel a talaj anoxikus viszonyai között, a vízi üledékekben, valamint az édesvízi és tengeri ökoszisztémák alsó rétegeiben gyakran ez a folyamat érvényesül. A kevésbé klórozott fenolok általában kisebb mértékben toxikusak, így aerob biológiai úton is lebonthatók.

A pentaklór-fenol (PCP) természetbeni hatását és sorsát nagyszámú szervezetre gyakorolt toxicitása és a környezetben széleskörű elterjedése miatt vizsgálták. A PCP degradációs hatékonyságát és anaerob degradációs mechanizmusait olyan baktérium izolátumokkal is vizsgálták, mint a *Flavobacterium* sp., *Arthrobacter* sp. és *Rhodococcus* klórfenolius, amelyek mindegyikének PCP volt az egyetlen szénforrása. Általában a hidroxil

csoportozást képest orto-helyzetben lévő klór atom könnyebben eltávolítható, mint a meta- vagy para-helyzetben lévő. A redukív dehalogénezési vizsgálatoknál többségében egyes baktérium tenyészeteket alkalmaztak. A klórozott aromás vegyületek anaerob átalakulása a különböző baktériumok szoros kapcsolatától függ:

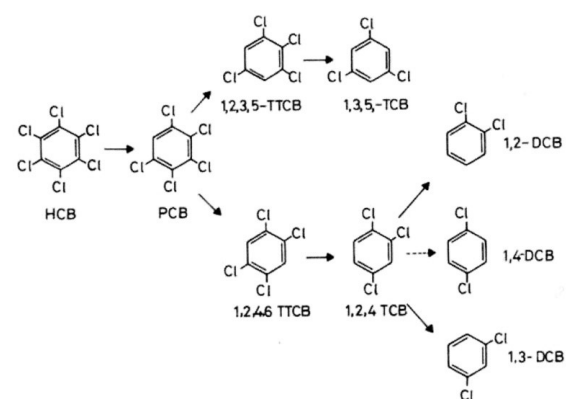
- a szigorúan anaerob baktériumoknak anaerob vagy redukív körülményre van szüksége;
- az anaerob baktériumok által igényelt elektron donorok lehetnek más anaerob baktériumok metabolizmusának végtermékei;
- a CP-k biológiai lebomlásának mérgező termékei más baktériumok által eliminálhatók.

A CP-k lebomlását számos tényező befolyásolja:

- a CP kémiai szerkezete;
- a megfelelő mikroba kiválasztása;
- a környezeti tényezők (hőmérséklet; pH; redoxpotenciál; puffer-kapacitás).

A fungicid hatású hexaklórbenzol anaerob de-klórozási folyamatát a 6. ábra mutatja be (Sims et al., 1991). Az ábrán látható, hogy a dehalogénezési folyamat első lépése során egy klór atom lehasítása után pentaklórbenzol képződik. Ezt követően két különböző útvonalon mehet végbe a bakteriális lebontás folyamata. Az első lebontási úton 1,2,3,5-tetraklórbenzol, majd 1,3,5-triklórbenzol keletkezik. A második lebontási úton a penta-klórbenzolt követően 1,2,4,6-tetraklórbenzol, majd 1,2,4-triklórbenzol képződik. A triklórbenzol további

lebomlásakor – mint az a 6. ábrán látható – három különböző szerkezetű diklórbenzol származékok keletkezhetnek.



6. ábra. A hexaklór-benzol anaerob de-klórozási folyamata

A klórfenolok és származékaik bakteriális lebontása

Parte et al. (2017) vizsgálataik alapján bizonyos mikrobákat, baktériumokat, aktinomicétákat és gombákat találtak alkalmasnak a klórozott peszticidek, a poliklórozott difenilek, a polikliklusos aromás szénhidrogének és a szerves foszfor vegyületek lebontására. [A peszticidek mikrobiális remediációja (helyreállítás) költségkímélőbb, mint a fizikai módszerek használata]. A peszticideket a baktériumok főbb nemzetségébe tartozó mikroorganizmusok – a Bacillus Pseudomonas, Flavobacterium, Moraxella, Acinetobacter, Arthrobacter, Aerobacter és az Alkaligenes – képesek lebontani. A peszticid degradációs potenciállal rendelkező gombák közé tartozik a Fusarium, az Aspergillus niger és a Penicillium. Az Actinomycetes baktériumok közül a Streptomycetes sikeresen bontja a peszticideket.

A peszticidek bontásánál a dehidrogenáz, lignináz, oxigenáz, peroxidáz, foszfortriesteráz, hidrolázok, dehalogenáz és a szerves foszforsav anhidroláz enzimek játszanak szerepet. A mikrobiális bontásnál az enzimek és a peszticid-katabolizmust meghatározó gének a dominánsnak.

Atashgahi et al. (2018) vizsgálatai szerint a természetben előforduló szerves klórvegyületeket mikro- vagy egyéb szervezetek különböző csoportjai szintetizálják és átalakítják (lebontják) aerob vagy anaerob viszonyok között. Az antropogén eredetű klór-vegyületek természetes vagy stimulált körülmények között lebomlanak. A természetes úton előállított szerves klór-vegyületek száma meghaladja az 5000, azonban nem ismert valamennyi szerves klór-vegyület de-klórozó mechanizmusa. A klórozási és a de-klórozási reakcióknál különböző kofaktorok játszanak szerepet. A de-klórozási reakciósebessége lényegesen kisebb, mint a klórozási reakcióé. A szerves vegyületekbe a klór mikrobiológiai beépülése és a klórozott vegyület lebontása felehetően szimultán reakciókban megy végbe.

A baktériumok kometabolikus transzformációs aktivitása jól alkalmazható a szennyezett helyek in situ bioremediációjára. Az alkalmazás során a klórvegyületekkel szennyezett talajokban és vizekben az oxigén koncentráció növelésére van szükség, például injektálás, illetve elnyelés útján. A szerves klórvegyületek mikrobiológiai lebontásában domináns szerepet játszik a Mycobacterium, a Nocardia, és a Pseudomonas.

Arora és Bae (2014) a klórfenolok és származékaik aerob biológiai lebontásának vizsgálata során megállapították, hogy számos baktérium faj létezik, amely a klórfenolokat (CP) mint egyedüli szén és energiaforrást hasznosítja. A mikrobiológiai lebontás egyik típusa (a) szerint a CP-nak és azok származékainak bakteriális lebontása során a monooxi-genázok a klórfenolgyűrű orto és meta pozícióiban hidroxilezéssel alakítják át és klórkatechollá alakulnak, amely vegyület biológiailag könnyebben bontható. A másik reakciómechanizmus (b) során a monooxi-genázok katalizálják a klór-fenolgyűrűn a para-helyzetben a hidroxil gyűrű beépítését, aminek eredményeképpen klórhidrokinonok képződhetnek, amelyek további hidroxilezéssel, vagy dehalogénezéssel lebonthatók. A klórtartalmú nitrofenolok lebontásánál (c) a nitro-csoport redukcióval amino csoporttá alakul, majd de-klórozással a gyűrű megbontása megy végbe. A halogénezett amino nitrofenolok (d) lebontása az amino csoportok deamináz enzimmel történő eltávolításával kezdődik, majd ezt követi a gyűrűbontás vagy a dehalogénezés. A klórfenolok anaerob lebomlását is tanulmányozták, és megállapították, hogy a monoklórfenolok és a poli-klórfenolok kezdetben fenollá dehalogenezálódnak, amely tovább alakul benzoésavvá, majd anaerob körülmények között metán és CO₂ keletkezik.

3. BIOLÓGIAI BONTHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK

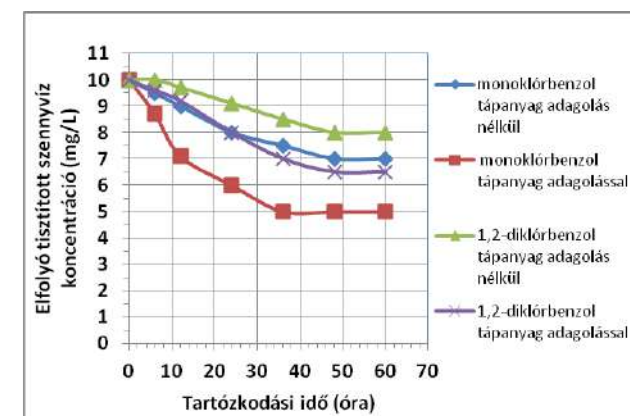
A vizsgálatokat az Élő Bolygó Kft. saját (belső) kutatási K+F programja keretében 2017 és 2018 évek között végezte. A bontási kísérleteket nem adaptált eleveniszappal végeztük. Az eleveniszap az É-Budapesti Szennyvíztisztító Telepről származott. A szennyvíztisztító telep kevert ipari (35% gyógyszer-ipari) és kommunális (70 %) szennyvíz keveréket tisztít.

A 7.ábra a monoklórbenzol és az 1,2-diklórbenzol bonthatóságát szemlélteti. Látható, hogy mindkét klórbenzol bonthatósága tápanyag adagolás (300 mgKOl/L kommunális szennyvíz) mellett lényegesen jobb. A szennyvíz 10 mg/L 1,2-diklórbenzol koncentrációja tápanyag adagolás nélkül 50 óra tartózkodási idő esetén 8,0 mg/L értékre csökkent, míg tápanyag adagolással az elfolyó koncentráció 6,5 mg/L értékre esett vissza. Hasonló hatás tapasztalható a mono-klórbenzolnál is. Tápanyag adagolás nélkül 7,0 mg/L, tápanyag adagolással 5,0 mg/L az elfolyó tisztított szennyvíz mono-klórbenzol koncentrációja. A klór atomok számának növekedésével csökken a biológiai bonthatóság mértéke. Az 1,2-diklór benzol biológiai bonthatósága kisebb, mint a monoklór-benzolé. Az elfolyó tisztított szennyvízben tápanyag adagolás esetén a monoklór-benzolnál 5,0 mg/L míg az 1,2-diklórbenzolnál pedig 6,5 mg/L koncentráció értéket mértünk.

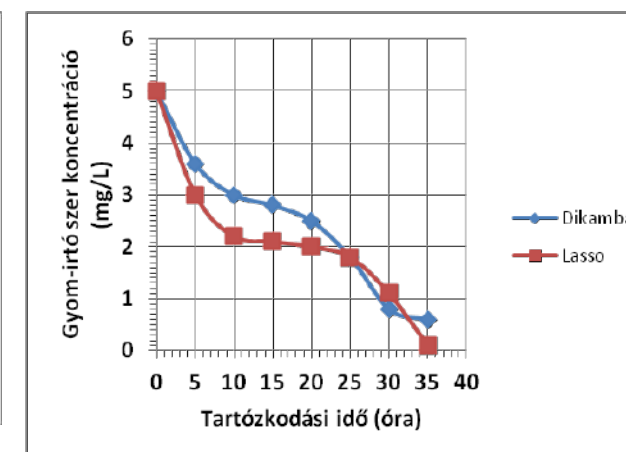
A 8.ábra az eleveniszap lebontási sebességének (mg KOI/g_{iszap} óra) változását a dieldrin (C₁₂H₈Cl₆O), az aldrin (C₁₂H₈Cl₆) és a klórdán

(C₁₀H₆Cl₈) rovarölő-szerek adagolása esetén szemlélteti. Az említett rovarölő szereket ugyan már betiltották, de a lebomlásukhoz tartozó hosszú felezési idő (5 – 13 év) miatt bemutatjuk az eleveniszapos rendszerre gyakorolt hatásukat. A három különböző vegyület biológiai lebontása hasonló módon megy végbe. A 8.ábrából látható, hogy 1,5 mg/L koncentrációig a peszticidek eleveniszapra gyakorolt mérgező (aktivitást-csökkentő) hatása mérsékelt, 3,0 mg/L koncentráció felett azonban a mérgező hatás jelentős. A legtoxikusabb hatást a dieldrin mutatta, 3,5 mg/L koncentrációnál a bontási sebesség harmadára csökkent (60 mg KOI/g_{iszap} óra). Az 1970 – 1990. évek közötti időszakban fenti növényvédőszeret nagy mennyiségben forgalmazták. A Stockholmi Egyezmény (2004) kilenc növényvédőszer (aldrin, klórdán, DDT, dieldrin, endrin, HCB/hexaklór-benzol/, heptaklór, mirex, toxafén) gyártását betiltotta. Sajnos a betiltás ellenére ezek a növényvédőszer sokszor visszajutnak Európába. A mezőgazdasági termékek importjával, továbbá a PCB-k és a dioxinok továbbra is keletkeznek az iparban és kijutnak a környezetbe (2.internet).

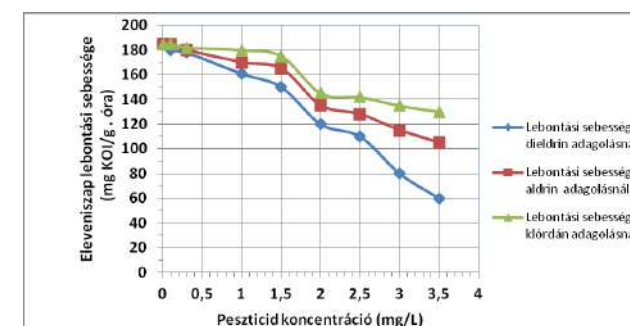
A 9/a és a 9/b.ábra a dikamba (480 g/L dimetil-amin só), a lasso (alaklór), az acenit (50 % acetoklór) és az aktion (80 % atrazin) nevű gyomirtó-szerek biológiai bonthatóságát mutatja be. A vizsgált gyomirtó-szerek aerob biológiai úton jól bonthatónak tekinthetők. A 9/a ábrán jól látható, hogy 24 órás tartózkodási



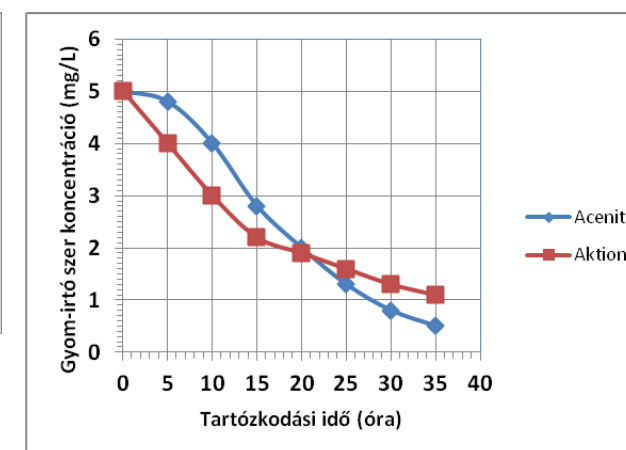
7.ábra. A mono-klórbenzol és az 1,2-diklórbenzol biológiai bonthatósága



9/a.ábra A dikamba és a lasso gyomirtó-szer biológiai lebontása eleveniszapos rendszerben



8.ábra. Az eleveniszap lebontási aktivitásának változása Dieldrin, Aldrin és Klórdán adagolás hatására



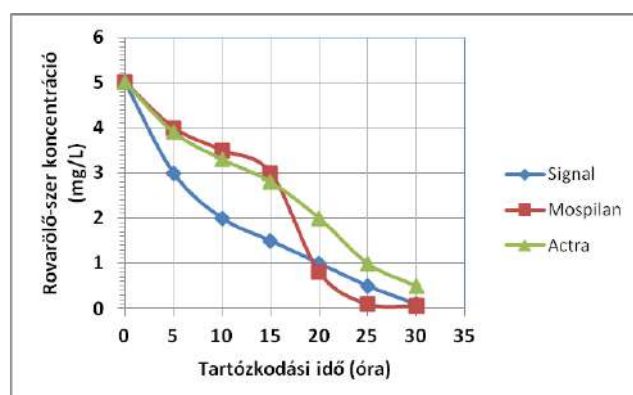
9/b.ábra. Az acenit és az aktion gyomirtó-szer biológiai lebontása eleveniszapos rendszerben

idő (teljes oxidáció) mellett a kiindulási 5 mg/L koncentráció 2,0 mg/L értékre, 30 óra tartózkodási időnél pedig az elfolyó koncentráció 1,0 mg/L értékre csökkent. Tekintettel arra, hogy az eleveniszapos szennyvíztisztító telepek többsége nagy-terheléssel - vagyis nem teljes oxidációval - üzemel a kiindulási

viszonylag nagy 5,0 mg/L-es peszticid koncentrációt nem minden esetben tudja 1,0 mg/L érték alá csökkenteni.

10.ábra. a signal (cipermetrin), mospilan arra, hogy az eleveniszapos szennyvíztisztító telepek többsége nagy-terheléssel - vagyis nem teljes oxidációval - üzemel a kiindulási

az Actra esetében a kiindulási 5,0 mg/L érték 25 óra tartózkodási időnél 1,0 mg/L értékre csökkent. Ezek a rovarölő szerek a régebben használtakhoz (aldrin, dieldrin) képest aerob biológiai úton jól bomthatónak számítanak, és az eleveniszapos tisztításnál nem jelentenek különösebb nehézséget. Például a mospilan és a signal esetében 25 óra tartózkodási időnél az elfolyó tisztított szennyvíz koncentrációja nulla értékhez közelít.



10. ábra. A signal, a mospilan és az actra rovarölő-szerek biológiai lebontása eleveniszapos rendszerben

ÖSSZEFOGLALÁS

A klórozott szénhidrogének és ezen belül a klórozott fenolok a növényvédő-szerek fontos csoportját képezik. A felhasználás szempontjából a peszticidek legfontosabb képviselői a gyom, rovarölő- és a gombaölő szerek. A peszticidek kémiai szerkezetük szerint a következő típusú vegyületek lehetnek: szerves foszfátok, karbamátok, tiokarbamátok, szerves klór vegyületek és di-nitrofenolok.

A klórozott szénhidrogének és a mono- és diklór-fenolok lebontásának egyik útja - aerob viszonyok mellett - az oxidatív de-halogenizáció. A de-halogénezés folyamata a klórkatecholok oxigenizációjával kezdődik, a de-klórozás azonban csak a klórkatechol gyűrű felhasítása után következik be.

Anaerob körülmények között - az energiaszerző reduktív de-halogenizáció során - a szénhidrogénekben egy klór atom helyére hidrogén atom vagy -OH csoport kerül. Ez a reakció kometabolikus és metabolikus úton mehet végbe. Az anaerob légzésben a mikroorganizmusok klór-fenolokat használnak terminális elektron akceptorként. Ennek következtében a reduktív de-klórozást részben vagy teljesen gátolják más elektron akceptorok, például a szulfátok, a nitrátok, az oxigén és a szén-dioxid jelenléte.

Biológiai bomthatósági vizsgálataink eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy 50 óra tartózkodási idő esetén 300 mgKOI/L kommunális szennyvíz tápanyag-adagolás mellett a monoklór-benzol és az 1,2-diklórbenzol az eleveniszapos rendszerben, mindössze 50 %-os, illetve 20 %-os hatásfokkal bomtható. A dieldrin, az aldrin és a klórdán rovarölő-szerek biológiai lebontása a lebontási görbék alapján nagy hasonlóságot mutat. Kis peszticid koncentrációk (1,5 mg/L alatt) az eleveniszap szubsztrát légzésére gyakorolt mérgező hatás mérsékelt, 3,0 mg/L koncentráció felett azonban - a mérgező hatás jelentős növekedése következtében - a lebontási sebesség nagymértékben csökkent. A legtoxikusabb

hatást a dieldrin mutatja. 3,5 mg/L koncentrációnál a légzési sebesség a 1,5 mg/L koncentrációhoz tartozó értékhez képest a harmadára csökken, 180-ról 60 mgKOI/giszapóra értékre változik.

A dikamba, a lasso, az acenit és az aktion nevű gyomirtó-szerek biológiai bomthatósági vizsgálata azt mutatja, hogy a vizsgált gyomirtó-szerek aerob körülmények között jól bomthatók. 24 órás tartózkodási idő (teljes oxidáció) mellett a vizsgált vegyületek kiindulási 5,0 mg/L-es kiindulási koncentrációja 2,0 mg/L értékre, 30 óra tartózkodási időnél pedig 1,0 mg/L-re csökken.

A signal, a mospilan és az actra rovarölő-szerek eleveniszapos biológiai rendszerben jól bomthatónak számítanak. 25 óra tartózkodási időmellet a rovarölő-szerek kiindulási 5,0 mg/L-es koncentrációja 0,1-1,0 közötti koncentráció értékre csökken.

Az EU szabályzásnak köszönhetően a régebben gyártott klórozott peszticidek (aldrin, dieldrin) használatát betiltották vagy korlátozták. Az újonnan forgalomba kerülő peszticidek ugyan nem tekinthetők könnyen bomtható szubsztrátnak, de hosszabb tartózkodási idő mellett az eleveniszapos biológiai rendszerekben lebomthatók.

SUMMARY

The chlorinated hydrocarbons, especially the chemicals of chlorinated phenol mean the largest group of pesticides. According to the

application the most important participants of pesticides are herbicides and fungicides. Based on the classification of chemical structure the most important compounds of pesticides are organic phosphates, carbamates, thiocarbamates, organic chlorine compounds and di-nitrophenols.

One of the decomposition processes of chlorinated hydrocarbons and mono- and dichlorophenols is the aerobic degradation of oxidative de-halogenation. The first step of the decomposition is the oxygenation of chlorocatechols, however de-chlorination occurs after cleavage of the chlorocatechol ring. Under anaerobic conditions, hydrogen atom or -OH group are introduced into the benzene ring to replace the chlorine atom in the energy-producing process of de-halogenation. In anaerobic respiration, microorganisms use chlorophenols as terminal electron acceptors. Reductive de-chlorination is partially or completely inhibited by the presence of other electron acceptors such as sulfate, nitrate, oxygen and carbon dioxide.

Our biodegradability tests show that in the activated sludge biological system the degradability values of monochlorobenzene and 1,2-dichlorobenzene are only 50% and 20% respectively in the case of 300 mg COD/L nutrient intake at 50-hour residence time.

As the degradation curves show the biodegradation of dieldrin ($C_{12}H_8Cl_6O$), aldrin ($C_{12}H_8Cl_6$) and chlordane ($C_{10}H_6Cl_8$) take place nearly the same way. At low pesticide concentration

(under 1.5 mg/L) the toxic effect on oxygen uptake of activated sludge is not significant however if the pesticide concentration exceeds the 3.0 mg/L the toxic effect considerably increases therefore the rate of decomposition is fairly reduced. The most toxic effect was measured in the case of dieldrin. The oxygen uptake rate (OUR) at 1.5 mg/L dieldrin concentration was 180 mg COD/g.h., however at 3.5 mg/L concentration the OUR decreased to 60 mg COD/g.h.

The biodegradability tests show that pesticides such as dicamba (dimethylamine salt), lasso (alachlor), acenit (acetochlor) and atrazine can readily be decomposed under aerobic conditions. In the case of pesticides examined if the residence time was 24 hours the 5.0 mg/L initial concentration decreased to 2.0 mg/L. Increasing residence time up to 30 hours the pesticides concentration in the effluent reduced to 1.0 mg/L.

Based on our biodegradability measurements insecticides such as signal (cypermethrin), mospilan (acetamiprid) and actra (thiamethoxamin) can be considered chemicals of easily degradable in the activated sludge system. The 5.0 mg/L initial concentration of insecticides decreased to 0.1 and 1.0 mg/L at the residence time of 25 hours.

Thanks to EU regulation, the usage of applied chlorinated pesticides for example the aldrin and the dieldrin are restricted or banned. Although the newly marketed and used

pesticides are not considered substrates of easily decomposable, however these chemicals can also be decomposed applying longer residence time in biological systems of activated sludge.

IRODALOMJEGYZÉK

- internet. Mészáros Éva: Tetra-és triklóretén talajvíz-szennyezők lebontásában résztvevő anaerob mikrobaközösségek vizsgálata. Doktori értekezés http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2015/meszaros_e.pdf (letöltés ideje: 2019.05.27)
- internet. POP jellegű növényvédőszer-hulladékok Közép-Kelet Európa, Kaukázus és Közép-Ázsia országokban <https://www.biokontroll.hu/pop-jelleg-noevenyvedoszer-hulladekok-koezep-kelet-europa-kaukazu-es-koezep-azsia-orszagaiban/> (letöltés ideje: 2019.07.27)
- Arora,P.K., and Bae, H. (2014): Bacterial degradation of chlorophenols and their derivatives Microbial Cell Factories. 13: 31. Published online 2014 Mar 3. doi: 10.1186/1475-2859-13-31 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3975901/> (letöltés ideje:2019.05.27)
- Atashgahi, S., Liebensteiner, M.G., Janssen, D.B., Smidt,H., Stams,A.J.M., Sipkema, D. (2018): Microbial Synthesis and Transformation of Inorganic and Organic Chlorine Compounds Frontiers in Microbiology., 12 December 2018 | Volume 9 |1 – 22, Article 3079
- Field, J. A., Sierra, R. (2004): Review of scientific literature on microbial dechlorination and chlorination of key chlorinated compounds 12th Quarterly Report, 4th Quarter Year 2003

- Gaofeng, W., Hong., Mei, J., Zhou, G. (2004): Biodegradation of chlorophenols: a review. Oct. 1, 2004 Vol.6 No.10 P.67 Copyright CJI. <http://www.mdpi.org/cji/cji/2004/06a067re.htm> (letöltés ideje:2019.05.27)
- Madigan, M.T., Martinko, J.M. (2006): Brock. Biology of Microorganisms. Eleven Edition Southern Illinois University Carbondale. Pearson Education International, 653 – 654
- Parte,G.S., Mohekar, D.A., Kharat, S.A.(2017): Microbial degradation of pesticide: A review. African Journal of Microbiology Research Vol. 11(24), 992-1012, <https://academicjournals.org/journal/AJMR/article-full-text-pdf/0034F6765054> (letöltés ideje: 2019.05.27)
- Sharma, A., Bhatt, P., Khatri, P., Gangola, S. (2016): Microbial Degradation of Pesticides for Environmental

- Cleanup. Chapter (PDF Available) In book: Bioremediation of Industrial pollutants, Chapter: Microbial Degradation of Pesticides for Environmental Cleanup, Publisher: Write & Print Publications New Delhi-110 015, Editors: Ram Naresh Bharagava and Gaurav Saxena, pp.28 https://www.researchgate.net/publication/302909919_Microbial_Degradation_of_Pesticides_for_Environmental_Cleanup (letöltés ideje: 2019.05.27)
- Sims, J. L., Suflita, J. M., Russell, H. H. (1991): Reductive Dehalogenation of Organic Contaminants in Soils and Ground Water. EPA Ground Water Issue, 1-12
- Steiert, J.G. - Crawford. R.T. (1985): Microbial degradation of chlorinated phenols. Trends in Biotechnology 3, (12), 300-305.

SZERZŐ:



Dr. Oláh József: 1939-ben született Szankon. A Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) 1962-ben vegyészmérnöki, majd 1976-ban környezetvédelmi szakmérnöki oklevelet szerzett. 1980-ban BME-en műszaki doktori címet, majd 1988-ban Magyar Tudományos Akadémián műszaki tudomány kandidátusi címet 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 (sertétrágya, 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.

"MEGELŐZNI A VÍZVÁLSÁGOT" ORSZÁGOS VÍZÉRTÉK KONFERENCIA

BWS HIVATALOS UTÓRENDEZVÉNYE

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség országos konferenciája idén, a Budapesti Víz Világtalálkozó (BWS) fókuszának jegyében, a BWS utórendezvényeként a vízválság megelőzésének hazai vonatkozásait vizsgálva kerül megrendezésre **VÍZÉRTÉK Konferencia** néven.

A 2019. november 14-én megrendezésre kerülő rendezvény helyszíne a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Ludovika Campusa. A MaSzeSz Országos Konferencia társszervezői a **Magyar Export-Import Bank Zrt.** és a **Nemzeti Közszolgálati Egyetem.**

VÍZÉRTÉK Konferenciánkon arra keressük a választ, **mit jelent a vízválság Magyarországon, mit tehet a hazai vízipar és a társadalom annak megelőzésére?** A témában érintett, ismert és elismert szakemberek, szakigazgatási és társadalmi szereplők bevonásával áttekintjük a települési vízgazdálkodás helyzetképét és a górcső alá vesszük, milyen szerepet vállalhat

és kell, hogy vállaljon a szakma és a társadalom a hazai és nemzetközi víziközmű infrastruktúra, a vízkészlet- és vagyongazdálkodás-, vízipari erőforrás gazdálkodás, munkaerő utánpótlás, és vízérték válság megelőzésében.

A **kiemelt jelentőségű konferencián négy plenáris blokkban**, felvezető előadásokat követő moderált panelbeszélgetések keretében megvizsgáljuk, hogyan tud a magyar vizes szakma pozitív hatást gyakorolni a válság megoldására, mit jelentenek a szektor kihívásai tervezői és kivitelezői kapacitás szempontjából, mit tehet a tudomány, az oktatás a meglévő helyzet megoldása érdekében, mennyire fontos

a fenntarthatóság szempontjából is a társadalmi szerepvállalás, ami a vízválság megelőzésének alapját adhatja.

A MaSzeSz Országos Konferencia társszervezői az EXIM Bank Zrt. és a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, de rendezvényünkön lehetőséget biztosítunk további támogatók, valamint vízipari kiállítók részére a megjelenésre. A **támogatási és kiállítói lehetőségekről** kérjük, tájékozódjon honlapunkon!

A rendezvény a BWS utórendezvényeként ingyenes részvételt biztosít az **előzetes regisztráció** során jelentkezők részére, de felhívjuk figyelmüket, hogy a konferencián a részvételi helyek száma korlátozott, így on-line jelentkezésének elfogadásáról minden esetben a MaSzeSz Titkárság által megküldött befogadó megerősítést küldünk. Visszajelzés hiányában a konferenciára történő jelentkezés nem jogosít a rendezvényen való részvételre!

On-line jelentkezését a következő linken várjuk:

REGISZTRÁCIÓ

A konferencia társszervezői:



EGYÜTT A VÍZBIZTONSÁGOS MAGYARORSZÁGÉRT - A „BÖKÉNYI NYILATKOZAT” MEGÚJÍTÁSA



A 2006. augusztus 1-én közreadott „Bökényi Nyilatkozat”-ot az aláíró szervezetek (Magyar Mérnöki Kamara, Magyar Hidrológiai Társaság, Magyar Víziközmű Szövetség, Vízgazdálkodási Társulatok Országos Szövetsége GWP (Víz Világ Partnerség), Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség) vezetői az MHT XXXVII. Országos Vándorgyűlésén, Pécsen, 2019. július 3-án megújították.

A „Bökényi Nyilatkozat” bevezető gondolata a következő volt: „Az emberiség egy vízválság terhével lépett a XXI. századba”. Ebből vezették le a nyilatkozat kiadói az EU Víz politikájával kapcsolatos időszerű, mégis jövőbe mutató feladatot, a Víz Keret-irányelv végrehajtásának szükségességét, és fejezték ki ez irányú közös támogatási szándékukat, határoztak meg konkrét együttműködési keretet.

Az előbb idézett bevezető gondolat, nevezetesen a vízválság, annak megelőzése ma is időszerű, olyannyira, hogy a 2017-ben, széles körű szakmai konszenzussal megszületett új magyar vízgazdálkodás politika, a Kvassay Jenő Terv kidolgozásának a céljai között első helyre került, hogy:

- a világot fenyegető vízválságot hazánk elkerülhesse, annak már mutatkozó jelei ellen időben megtehesse a szükséges intézkedéseket, majd
- őrizzük meg a vizet a jövő nemzedékek számára, mert az élet mással nem pótolható feltétele, és a gazdaság erőforrása,
- hatékonyan, a gazdaságot támogatóan éljünk a kínálkozó előnyeivel,
- kellő biztonságban legyünk fenyegető káraitól.

E célok elérése érdekében a 2030-ig terjedő időszak fő feladatcsoportjait, jelen közös Nyilatkozat aláírói a következőkben állapítják meg:

- a vízvisszatartás fokozása és vizeink jobb hasznosítása,

- a veszélyhelyzet-elhárítás orientált vízkárelhárításról a megelőzőközpontú vízgazdálkodásra történő áttérés,
- a vizek állapotának fokozatos javítása és a jó állapot elérése, a vízfolyások ter-mészertes állapotának megtartása,
- mindent meg kell tenni a minőségi víziközmű szolgáltatás fenntartása érdekében, az infrastruktúra fenntartás és fejlesztés, valamint szolgáltatás-biztosítás költségeinek megtérülésével,
- ki kell alakítani a csapadékvíz gazdálkodás rendszerét,
- a társadalom és a víz viszonyának javítása,
- a vízügyi tervezés és irányítás, valamint a vízgazdálkodás gazdaság-szabályozási rendszerének megújítása.

Az előbbi célok érvényesítése érdekében az aláírók megerősítették a szándékukat egy vízgazdálkodási együttműködés tovább folytatására.



MASZESZ AKTÍV SZEREPVÁLLALÁS A BUDAPESTI VÍZ VILÁGTALÁLKOZÓN - „MEGELŐZNI A VÍZVÁLSÁGOT”

A 2013-as és 2016-os események sikerére építve, 2019. október 15-17. között Magyarország Kormánya immár harmadik alkalommal rendezi meg a Víz Világtalálkozót. Az idei konferencia, Áder János köztársasági elnök fővédnöksége mellett, a közelgő vízváltások kezelésének sürgősségére kívánja felhívni a figyelmet; mottója: „Megelőzni a vízváltást”, a sok víz – kevés víz – szennyezett víz hármasságára építve. Konkrét célja, hogy – számos fórum, köztük a Vízügyi Elnöki Testület által tett ajánlások figyelembevételével –, beazonosítsa a szükséges lépéseket a kormányzás, a tudás és technológia, a finanszírozás, valamint a szabályozás és intézményi támogatás területén.

A 2013-ban és 2016-ban megrendezett Világtalálkozókhoz hasonlóan, ez alkalommal is megrendezésre kerül társeseményként a vízipari szakkiállítás (Expo), amelyen bemutatkozhatnak a legkorszerűbb ivó- és szennyvízkezelési, valamint a fenntartható, innovatív és környezetbarát vízellátási és a vízgazdálkodási megoldások.

A BWS Vízipari Kiállításon a MaSzeSz (HWA) egy 27 m²-es közös standon jelenik meg a Hungarian Water Partnership (HWP), a Magyar Vízügyi Klaszter (HWC), és az EWA.

A MaSzeSz standján aktív programok is megrendezésre is kerülnek. Ezek közül kiemelkedik a Wetskills Alapítvány nemzetközi egyhetes

programsorozata (Water Challenge) junior szakemberek számára. A hollandiai Wetskills Foundation első alkalommal rendezi meg Budapesten vizes kihívását, a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Junior Tagozatának és a Hollandiai Nagykövetség közreműködésével. A MaSzeSz standján a Wetskills programmal is megismerkedhetnek az érdeklődők, illetve a díjkiosztóra a Budapest Water Summiten kerül sor, még nagyobb elismerést biztosítva ezzel a fiatal szakemberek munkájának.

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség a Víz-érték Kommunikációs pályázat anyagaival is meg kívánja jelenni a Budapesti Víz Világtalálkozón.

ÜZEMELTETÉS VÁLTOZÓ KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT SZAKMAI NAP



A hideg szennyvíz miatt a csatornában nő a zsírok-olajok lerakódási hajlama, gyakrabban fordulhatnak elő dugulások, a fagyos idő miatt a csatornatisztító célgépek egy része igen korlátozottan alkalmazható. A szennyvíztisztító telepeken az ülepítési műveletek határfoka csökken, a mikroorganizmusok viselkedése kedvezőtlen irányban változik.

A MaSzeSz 2019. október 9-i szakmai napján a hálózatok és szennyvíztisztító telepek sok üzemeltető által megtapasztalt téli üzemeltetési nehézségeire keresünk megoldásokat.

Egyetemi oktatók, üzemeltetők, vízipari szakemberek mutatják be módszereiket, ismertetik gondolataikat.

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség ezúton tisztelettel meghívja Önt az **Üzemeltetés változó körülmények között Szakmai Napra**.

A **részletes programmal hamarosan jelentkezünk**, de addig is kérjük, jegyezze fel a rendezvény október 9-i dátumát!

Jelentkezését a kitöltött és cégszerűen aláírt Jelentkezési lap **2019. október 1.** határidőre való megküldésével teheti meg a titkarsag@maszesz.hu címre.

Jelentkezési lap, és bővebb információ honlapunkon **ITT**

A rendezvény helyszíne: MAKADÁM mérnök klub (1024 Budapest, Lövőház u. 37.)
A MAKADÁM mérnök klub tömegközlekedési csomópont közelében található, akár P+R parkoló igénybevételevel könnyen megközelíthető.

MASZESZ JurTa – HÍREK, AKTUALITÁSOK

Október 1-5. között kerül megrendezésre a 11th IWA Eastern European YWPs Conference, ezúttal Prágában. A konferencia szervezői, tudományos bizottsági tagjai, junior előadói, valamint résztvevő között is számos magyart tudhatunk, nagy örömmel az elmúlt évek munkája eredményeképpen ez a regionális konferencia sorozat otthonossá vált a magyar fiatalok számára. Az idei Dulovics Junior Szimpózium győztese, Huzsvár Tamás (BME GPK) is az előadók között lesz, aki a MaSzeSz támogatásával vehet részt a rendezvényen. Az előzetes program és minden fontos információ elérhető itt: <https://iwa-ywp.eu/>

A Wetskills (okt. 5-16.) rendezvénybe a MaSzeSz JurTa 8 magyar fiatal jelentkezőt toborzott, így összeállt a budapesti rendezéshez szükséges létszám. Az esemény résztvevői a tudományos, üzemeltetési és versenyszférából is jelentkeztek.

Aug. 22-23-án Budapestre látogatott Johan Oost, a program holland főszervezője, és a MaSzeSz informális támogatásával megkezdődött az októberi esemény szervezésének utolsó szakasza. Látogatást tettünk Johannel a Fővárosi Vízműveknél és a budapesti Holland Nagykövetségen. További információ az eseménnyel kapcsolatban itt: <https://wetskills.com/>

Az október 15-17-én következő Budapest Water Summit-on a MaSzeSz standjára nemzetközi YWPs találkozót szervezünk, melynek pontos időpontjáról később adunk majd hírt.

Okt. 25-26-án MaSzeSz Jurta vezetőségi csapatépítő napok lesznek Lázbercen Molnár Attila, MaSzeSz alelnök háttér-támogatásával, ahol a JurTa vezetőség az aktívabb tagok bevonásával készül a következő év eseményeire.

A MaSzeSz Junior Tagozat éves főeseményét, a hagyományos Dulovics Junior Szimpóziumot 2020. márc. 5-én tervezzük megrendezni. Az azt követő napon, márc. 6-án szeretettel várunk minden fiatal vizes kollégát egy osztrák-magyar együttműködésben megrendezésre kerülő tematikus junior workshopra, melynek nyelve angol. Az előzetes szervezési munkálatokat már megkezdtük.

Eseményeinkről és programjainkról a [facebook-on](#) és a MaSzeSz honlapján is rendszeresen tájékoztatást adunk, kövessétek figyelemmel!

Save the date!
Bakos Vince, Madarász Emese

VÍZIKÖZMŰVEK VAGYONÉRTÉKELÉSÉRŐL REÁLISAN, KÖZVETLEN TAPASZTALATOK MÁS-MÁS SZEMSZÖGBŐL BEMUTATVA...

CSAPÓ IMRE, HAÁSZ EDIT - AQUA KFT
MIHÁCSI MÓNIKA, FÜSTÖS ANDRÁS - BDL KFT

Kulcsszavak: Felkészülés a közös munkára: informatikai háttér, fajlagos értékek aktualizálása, projektszervezet kialakítása

Általános tapasztalatok: egységes vagyonelejtár, műszaki és gazdasági nyilvántartások szorosabb kapcsolatának kialakítása

Egyedi tapasztalatok: vagyonelejtár „sajátosságai”, korábbi önkormányzati nyilvántartások átvételéből adódó különbözőségek eltüntetése, közös tulajdonok egységes kezelése, KEOP-KEHOP

BEVEZETÉS

A víziközművek vagyonelejtékeléséről az érintettek, a víziközmű tulajdonosok, üzemeltetők, egyáltalán a víziközműves szakemberek 2007 óta beszélhettek, ismerkedhettek meg. Az elmúlt évtizedben lezajlott törvényi változások a vagyonelejtékelés lehetőségén, később kötelezettségén túl egyszersmind a vagyonelejtékelések jelentőségét hivatottak emelni. Azonban a vagyonelejtékelések eddigi történetét tekintve sajátosan alakultak a vagyonelejtékelések melletti szakmai megfontolások.

Jelen cikk írói arra tesznek kísérletet, hogy a saját szemszögükből röviden bemutassák azon tapasztalataikat, amelyek segítenek feltárni a vagyonelejtékelés tényleges jelentőségét, a szakmai közösségen belül reális, vagy legalábbis általuk tapasztalt képet mutassanak be a vagyonelejtékelések folyamatáról.

TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A lezajlott ágazatpolitikai folyamatok alapvető és jelentős változásokat eredményeztek a vagyoneértékelési területen; a kezdeti időszakban a vagyoneértékelésre kifejezetten gazdasági megfontolások, és az ezekhez kapcsolódó törvényi kötelezettségek, míg a Vksztv. megjelenésétől konkrét, mindenre kötelező jogszabályi kötelezettségek vonatkoztak.

A vagyoneértékelések felügyeletét 2011-től a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal – MEKH hivatott betölteni.

Az elmúlt 12 évben négy jól elkülöníthető szakaszra bonthatók a vagyoneértékelés melletti szakmai motivációk. A vagyoneértékelés módszertana az elmúlt időszakban érdemben nem változott: egy adott víziközmű objektum újra-előállítási költségét, majd az észlelt fizikai és funkcionális állapotát, avultságát százalékban kifejezve kell meghatározni, annak megfelelően korrigálni az értéket. A vagyoneértékelés módszertanáról szóló cikkek, előadások itt és itt elérhetőek.

2007-2010 SZAKASZ

Az önkormányzati törvény módosulásával a vagyoneértékelés jelentősége a vagyonekezeléssel együtt jelentkezett. A fő motiváció a vagyoneértékelések elvégzésére vagyongazdálkodási jellegű volt.

Módszertana nem volt kifejezetten ágazat specifikus, a nem forgalomképes, vagy ún. korlátozottan forgalomképes önkormányzati törzsvagyon körében szabályozott.

A korlátozottabb számú vagyoneértékelések esetében, ahol szakmai alapon készült el, és a szolgáltatási díjakba beépült az elszámolható amortizáció, tapasztalatok azt mutatták, hogy a vagyoneértékelések az üzemeltető, vagyoneértékelő, és pénzügyi szakemberek, könyvvizsgálók szorosabb együttműködésével tudott megvalósulni. A további eredménye az időszaknak, hogy a várható újraelőállítási értékeket jellemző fajlagos árak kalkulációjának alátámasztására a korábbi évtizedes útmutató nem volt alkalmas, emiatt egy új, struktúrájában is újra gondolt útmutató készült el.

2010-2013 SZAKASZ

Az időszakra jellemző vagyoneértékelések célja már jelentősen eltért a korábbiaktól. A KEOP beruházások előkészítése során NFP (akkori NFÜ) ajánlásokat tett közzé, ahol a vagyoneértékelésből származtatott pótlási tervek alapján megnövelhető volt a beruházások Európai Unió támogatási aránya. A vagyoneértékelések a meglévő eszközállomány pótlási értékének és a pótlás esedékességének alátámasztására szolgáltak. Ezen jövőbeni várható pótlási szükségletek miatt keletkező kiadások csökkentették a CBA-ban felhalmozódó szabad pénzáramot és ezzel növelték a támogatási arányt. Innentől a vagyoneértékelés tulajdonképpen komplex közművagyon adatbázis felépítéséről szólt. Az időszak eredménye számos többszempontú integrált vagyoneértékelési módszertannal elvégzett vagyoneértékelés

mellett az azt támogató TIKÁ szoftver kifejlesztése is volt.

2013-2016 SZAKASZ

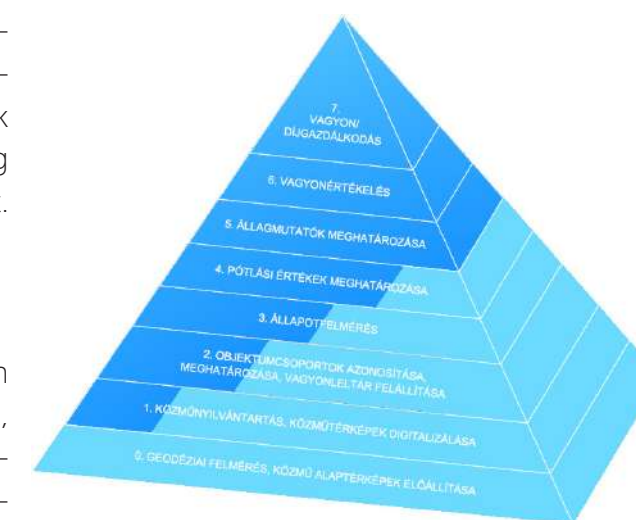
Az első nagyobb szabású, regionális szinten is átfogó vagyoneértékelés az állami tulajdonra, majd a regionális vízművek által üzemeltetett önkormányzati tulajdonra vonatkozó felmérés volt. A kihívást a nagyobb regionális rendszerek vagyoneértékelése jelentette, hiszen több száz település létező, és sokszor nem létező nyilvántartásait kellett strukturálni, kiegészíteni, felépíteni. Azon túl, hogy a vagyoneleltárak bekerültek a tulajdonosok könyveibe, a díjakra, a vízművek belső finanszírozási helyzetére nem voltak hatással. A vagyoneértékelések gazdasági hatása nem tudott és a mai napig nem tud érvényesülni a díjbefagyasztás miatt.

2016-2019 SZAKASZ

Az elmúlt időszak eseményei elsősorban a megnövekedett EU-s pályázatokról szóltak, így a vagyoneértékelések is a KEHOP beruházások előkészítésében jelentkeztek. A vagyoneértékelések határidejére vonatkozóan megjelent a szakmai közéletben az a szándék, hogy az tolódjon ki távolabbi határidőre.

2019-ben mit is jelent a vagyoneértékelés, mi-
ben ragadhatjuk meg a lényegét, azon kívül, hogy törvényi kötelezettség a mai napig fennáll, a határidő 2019.12.31. azok elkészítésére?

Egy üzemeltető által rendelt és finanszírozott 2019. januártól júniusáig terjedő időszakban végrehajtott vagyoneértékelés tapasztalatait mutatjuk be a vagyoneértékelésben résztvevő szereplők szemüvegén keresztül. Első megközelítés természetesen az üzemeltetőé. Másodikként a vagyoneértékelés munkafolyamatát, annak tanulságait összegezzük vagyongazdálkodási szakértő segítségével. A két szereplő mellett természetesen nem hiányozhatna a tulajdonos személye sem. Kivételt teszünk ezúttal, hiszen jelen esetben a vagyonekezelő képviseli az ellátásért felelősöket is.



Üzemeltetői tanulságokat az alábbiakban összegezzük, Aqua Kft.:

Az AQUA Szolgáltató Kft. 2018. év végén kötött szerződést a kiválasztott vagyoneértékelő szervezettel vagyoneértékelés tárgyában.

A kiválasztás fő szempontja többek között a határidő, illetve rövid határidőre történő teljes körű teljesítés garanciája volt.

Az AQUA Szolgáltató Kft. már 2008. óta vagyongazdálkodásban üzemelteti a közművagyonot. Ezért mindenképpen fontos volt - hiszen ebben az esetben a könyvekben szerepel a vagyoni érték, a keletkező értékcsökkenés pedig az eredményt módosítja - hogy pontos és valószínű adatokkal rendelkezünk.

A munka február elején kezdődött a cégnél meglévő adatállomány elemzésével, valamint a digitális térképállomány egyeztetésével, annak esetleges hiánypótlásával. A vagyoneértékeléshez feltétlenül szükséges volt a középvezetők bevonásával a helyszínek bejárása is. A korábbi tárgyi eszközállomány, a digitális térképek, valamint a helyszíni bejárás során megszerzett információ egységes adatbázisba került feltöltésre. Május hónapban a pótlási költségek, a várható élettartamok megállapítása, valamint a maradványértékek meghatározása zajlott. Már az első nyers számokon látszott, hogy a korábbi félelmünk, mely szerint a kétszeres vagyoneértékhez egyenes arányosan kétszeres értékcsökkenés tartozik, nem igazolódott be. A korábbi nagyságrendileg 9 milliárdos vagyongazdálkodás ugyan a kétszeresére nőtt, a keletkezett értékcsökkenés azonban csak 70 millió forinttal, kb. 20%-kal emelkedett.

A vagyoneértékelés során a fő kritikus pont az adatszolgáltatás volt.

Az AQUA Szolgáltató Kft. szolgáltatási területére vonatkozó ivóvíz és szennyvíz szakági térképek 2019-ben nagyságrendileg 90-95 %-ban digitálisan rendelkezésre álltak.

A szakági térképek, a vagyoneértékelés elengedhetetlen kiinduló adatai. Az üzemeltetői adatszolgáltatásban a települések szakági térképei leadásra kerültek. A dwg formátumú térképek egységes fólia kiosztással készültek, valamint azonos blokkokat, jelkulcsokat használtak.

A szennyvíz szakág tekintetében az átemelő körzetek, azaz az egyes átemelő műtárgyhoz tartozó vízgyűjtő területek, poligonon lehatárolásra kerültek.

Az átadott digitális térképeket kellett specifikusan átdolgoznia a vagyoneértékelő szervezetnek. Az így keletkezett digitális térképeken az ivóvíz- és szennyvízhálózatok fóliánként anyag-átmérő szerinti elkülönítése történt meg.

Az így visszakapott állományokat az üzemeltető kiegészítő adatokkal látta el (burkolat alatt, talajvíz, helyreállítások, vezetékek kora stb.).

Az adatszolgáltatást és az elsődleges térképi feldolgozást követően a szakemberek a telepvezető és művezető kollégák kíséretében közösen bejárták a szolgáltatási terület vízműtelepeit, szennyvíztisztító telepeit, valamint a hálózatokhoz tartozó objektumokat (víztornyok, nyomásfokozó, átemelők stb.). Az egyes telepekhez tartozó üzemeltetési szabályzatot és kezelési utasítást, telepi helyszínrajzokat a vagyoneértékelő műszaki szakemberek

részére átadták. A kisebb pontszerű objektumok, úgymint a termelő kutak, nyomásfokozók, átemelők adatai egyedi táblázatokban kerültek adatszolgáltatásra előkészítésre, illetve feldolgozásra.

A vagyoneértékelés során a fő érték üzemeltetőként a folyamatos kommunikáció, rugalmasság volt. A nagyszabású munka ellenére kollégáinkat nem terhelte le ez a feladat olyan mértékben, mint ahogy az elején vártuk. A munka hatékonyságát javították az előkészített táblázatok, a tervezett, és gördülékeny elektronikus kapcsolattartás. A változó hírekkel ellentétben – amik a vagyoneértékelések határidejének eltolódásáról szóltak – 2019. év elején belevágtunk a munkába, és ez helyes döntésnek bizonyult.

Tanulságok leszűrése vagyongazdálkodási szakértő szemszögéből, BDL Kft.:

A vizsgált projekt mindenképp különleges abból a szempontból, hogy az AQUA Kft vagyongazdálkodási szerződés keretében üzemelteti a víziközműveket. Sajnos már kevés példa van erre, bár tudjuk, hogy vagyongazdálkodási szempontból ez az üzemeltetési forma a legelőnyösebb. A vagyoneértékelési szerződést az üzemeltetővel kötöttük, ez megfelel az általunk tapasztaltaknak, miszerint bár a Vksztv. az ellátásért felelős feladatoként írja elő a vagyoneértékelést, a tulajdonos önkormányzatok jellemzően, főleg, ha jó kapcsolatban vannak a szolgáltatóval, a feladat szakmaisága miatt

a szolgáltatót bízzák meg a vagyoneértékelés elvégzésével. Hiszen mind az adatszolgáltatás, mind az üzemeltetési tapasztalatok átadása az üzemeltető bevonásával tud hatékonyan megvalósulni.

A projekt indulásakor is látszott, és a végén be is igazolódott, hogy elegendő idő állt a vagyoneértékelés rendelkezésére ahhoz, hogy alapos és megfelelő minőségű vagyoneértékelés történjen, az esetleges adathiányok pótlásra, kiegészítésre kerüljenek, megtörténjenek a helyszíni bejárások. A gördülékeny közös munka feltétele volt a projekt elején kialakított közös munkacsoport, amiben mind a vagyoneértékelő, mind az üzemeltető szakemberei részt vettek, mind műszaki, mind gazdasági oldalról.

A projekt indulásakor kialakításra került az informatikai háttér, a közösen elérhető tárhely egyszerűsítette az adatszolgáltatást és az ellenőrzést. A vagyoneértékelési munkáink során alkalmazott vagyoneértékelési TIKÁ szoftver fajlagos árait frissítettük az elmúlt évek árváltozásait figyelembe véve, ezáltal is növelve a vagyoneérték pontosságát.

A projekt során újból szembesültünk az önkormányzati nyilvántartások sokféleségével, amivel jellemzően a vagyoneértékelés kezdeti időszakában találkoztunk, amikor főleg önkormányzati megbízásokból történtek a vagyoneértékelések. Az AQUA Kft esetében, mivel a vagyongazdálkodási szerződések mellékletként az önkormányzati nyilvántartások képezték, ebben a formában kerültek be a könyvekbe.

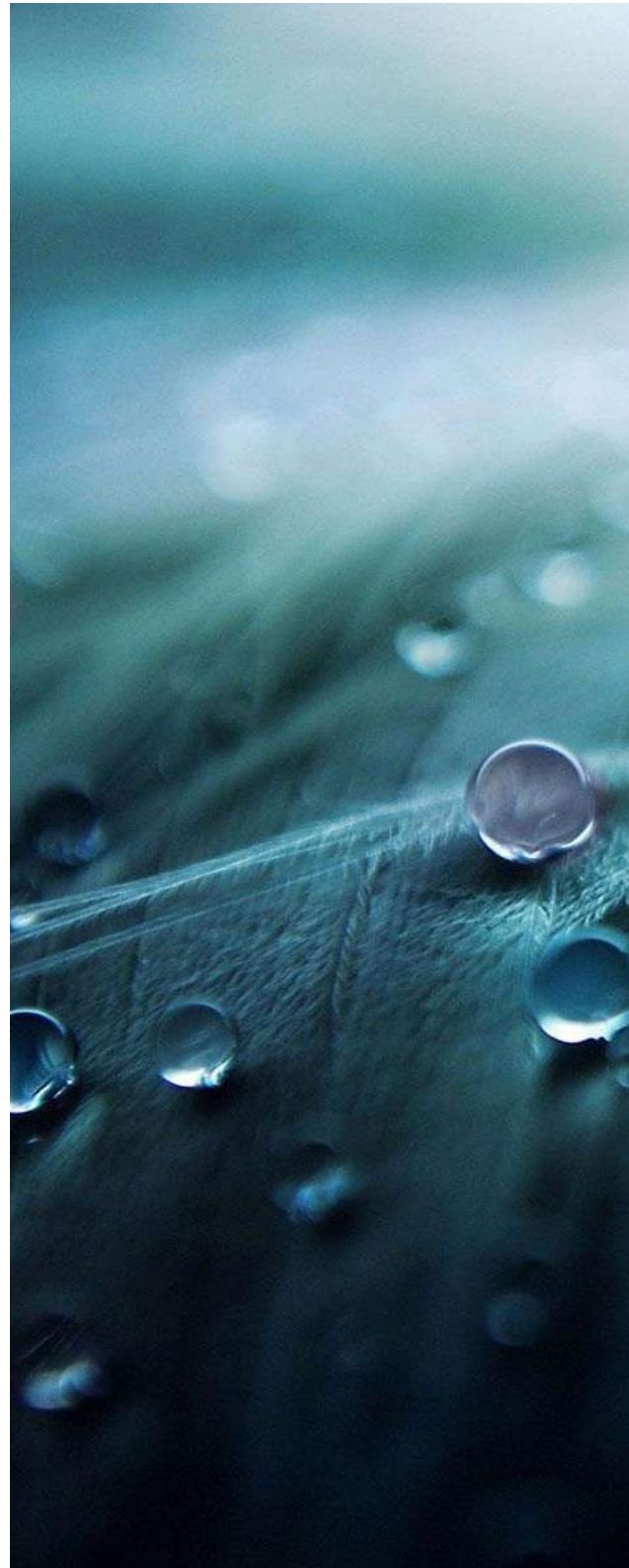
Természetesen a műszaki nyilvántartások, digitális térképek ennél jóval egységesebben adtak információt a víziközművekről. A vagyonértékelés során a gazdasági nyilvántartást is sikerült egységesíteni, a műszaki nyilvántartásokkal szinkronba hozni. Természetesen azoknak az elvárásoknak is megfelelően történtek a módosítások, amiket a különböző, pl. MEKH adatszolgáltatások is elvárnak.

A vagyonértékelés során nem igazolódott be az a félelem, hogy a megnövekedett vagyonérték, és az abból származó megnövekedett értékcsökkenés az üzemeltető eredményes gazdálkodását ellehetetleníti.

Sőt a felállított víziközmű rendszerenkénti, településenkénti vagyonleltárakból származtatott adatok a gördülő fejlesztési tervezés során további információt tudnak adni a meglévő eszközállomány 15 év időtávra vetített pótlási szükségleteiről. A vagyonleltárakból származtatott pótlási szükségletek tételesen forintban kifejezett értéke egyedi objektumokra, objektumcsoportokra, és összesítetten víziközmű-rendszerekre is legyűjthető.

A fentiek alapján a vizsgált projekt befejezését követően azonban fő tanulságként levonható, hogy amennyiben a vagyonértékelés közösen együttműködve történik az üzemeltető és a független vagyonértékelő szakértők között, a díjbefagyasztás ellenére is sikeres tud lenni.

Csapó Imre, Haász Edit Aqua Kft.
Mihácsi Mónika, Füstös András BDL Kft.



GRATULÁLUNK TANÁR ÚR!



Dr. Juhász Endre Tanár úrnak a Belügyminisztérium a települési vízgazdálkodás területén évtizedeken keresztül végzett kimagasló színvonalú szakmai és tudományos tevékenységének elismeréséül a Magyar Érdemrend Tisztikeresztje Polgári Tagozat kitüntetést adományozott. A kitüntetést 2019. augusztus 23.-án dr. Hoffmann Imre helyettes államtitkár adta át.

SZERVES MIKROSZENNYEZŐK A KÖRNYEZETBEN



A Nemzeti Községi Egyetem bajai Vízudományi Karán augusztus 29-30 között nyári egyetem keretein belül került megrendezésre a Szerves mikroszennyezők a környezetben címmel. A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében (EFOP-3.6.1-16-2016-00025) című projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósult meg.

A két napos rendezvény első napján a Kar oktatói mellett meghívott előadók tartottak előadásokat a szerves mikroszennyezők témakörében. Dr. Knisz Judit általánosan ismertette a szerves mikroszennyezőket, sorukat a környezetben, ismert vagy potenciális környezeti és egészségügyi hatásait. Dr. Szigeti Tamás a Wessling Hungary Kft. üzletfejlesztési igazgatója a szerves mikroszennyezők környezeti terjedéséről tartott előadást, valamint részletezte néhány ismert környezeti szennyezőanyag hatását, köztük a glifozát növényvédőszerét. Bálint Mária, a Bálint Analitika Mérnöki Kutató és Szolgáltató Kft. ügyvezető igazgatója a fémorganikus vegyületeket és azok előfordulásait ismertette, többek között a különböző halakban mért PCB

mennyiségeket mutatta be. Goda Zoltán (NKE VTK) az ivóvízben és a vízbázisokban előforduló szerves mikroszennyezőkről és azok eltávolítási lehetőségeiről beszélt. Parrag Tamás (NKE VTK) a szerves mikroszennyezők kémiai jellemzőit foglalta össze a hallgatóságnak, míg Dr. Vadkerti Edit, az NKE VTK Vízellátási és Csatornázási Tanszék vezetője a szerves mikroszennyezők szennyvízből történő eltávolítási lehetőségeit mutatta be. Salamon Endre a szennyezőanyagok kimutatásának analitikai lehetőségeit ismertette a hallgatókkal és elméleti oktatást tartott a nyári egyetem második napján elvégzett trihalometán vegyületek méréséhez, melyet GC/MS módszerrel végeztek a résztvevők.

KORRESPONDENZ ABWASSER 2019. SZEPTEMBERI ÖSSZEFOGLALÓK

HOGYAN HOZZUK FORMÁBA A CSAPADÉKVÍZ-KEZELÉS BERENDEZÉSEIT A JÖVŐ SZÁMÁRA

4. SZAKÉRTŐI FÓRUM – ZÁPORKIÖMLŐ MEDENCE, BADEN-WÜRTEMBERG TARTOMÁNY

André Hildebrand és Asuka Brodbeck (Stuttgart)

Baden-Württemberg tartományban kerekén 7000 záporokiömlő medence található, melyeket közel hárommilliárd eurós beruházás segítségével a gazdaság fontos elemévé fejlesztettünk, mindemellett folyamatos javítási folyamaton esnek át. Ezért kapcsolta össze Boris Diehm, a DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Német Víz-, Szennyvíz-, és Hulladékgazdálkodási Szövetség) Baden-Württemberg tartományi szövetség elnöke a 4. szakértői fórumot („Záporokiömlő medence, Baden-Württemberg tartomány”) a következő mottóval: „Az életelen betontól a záporokiömlő medencék élő rendszeréig”. E 2019 február végi konferencia során több, mint 330 szakember tájékozódhatott Stuttgartban a záporokiömlő medencék

korszerűsítésének és üzemeltetésének legújabb fejlesztéseiről. Az esemény legfontosabb témái között volt az is, hogy a részben 30 évnél is régebbi berendezéseket fokozatosan a legkorszerűbb műszaki színvonalra emeljük, és egymással hálózatba kapcsolva üzemeltessük, ami a mérés-technikai folyamatos fejlesztésével és a 4.0-s ipari területen végrehajtott fejlesztések révén egyre inkább lehetővé válik. Az egyesített csatornarendszer záporokiömlő medencéiben még rengeteg lehetőség van a folyóvizek vízminőségének további javítására. Ennek feltétele a medencék üzemeltetésének folyamatos jobbá tétele.

A KÉN HATÁSA A SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK ÜZEMELTETÉSÉRE, A SZENNYVÍZISZAP SZÁRÍTÁSÁNAK ÉS TERMIKUS HASZNOSÍTÁSÁNAK FIGYELEMBE VÉTELÉVEL

1. RÉSZ: KÉNHI-DROGÉN A SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN ÉS A BIOGÁZ TERMIKUS HASZNOSÍTÁSA

Albert Heindl (Berching), Franz Bischof és Peter Kurzweil (Amberg)

ÖSSZEFOGLALÁS

A nitrogénhez és a foszforhoz képest a kénnek sokkal kevesebb figyelmet szentelünk a szennyvíztisztító telepek üzemeltetése során. A szilárd és folyékony kén, a szulfidok, a gáz halmazállapotú kénhidrogén és a merkaptánok azonban problémákat okozhatnak a szennyvíztisztító telepek üzemeltetése során és a munkabiztonság területén. Hadd említsük itt példaként a következőket: a nemesacél kénhidrogén miatti korróziója, illetve a kénsavbaktériumok miatti korrózió; a kéntartalmú gázok miatt fellépő egészségveszélyeztetés és szagterhelés; a szárítóból távozó elhasznált levegő részben szükséges kezelése; az elemi kén keletkezése a kénhidrogén oxidációja révén történő szárítás során; a kénsav keletkezése tömbösített fűtőművek üzemeltetése során;

a vasszulfid exoterm reakciója a szárított szennyvíziszap tárolása során, valamint az olvadási pont emelkedése az iszap termikus égetése során keletkező kéndioxid és kéntrioxid miatt. E folyamatok elméleti megértése segít jobban átlátni a gyakorlatban előforduló jelenségeket, annak érdekében, hogy a szennyvíztisztítás és az iszapkezelés paramétereit előrelátó módon állíthassuk be.

Kulcsszavak: szennyvíziszap, víztelenítés, szárítás, kén, kénhidrogén, szag, kibocsátás, korrózió, munkavédelem, biogáz, hasznosítás, termikus

DOI: 10.3242/kae2019.09.003

PROGRAMAJÁNLÓ



„HOMOKZSÁKTÓL A DRÓNOKIG” KONFERENCIA AZ ÁRVÍZI BIZTONSÁGRÓL A XXI. SZÁZAD RENDKÍVÜLI ÁRHULLÁMAINAK TÜKRÉBEN 2019. október 29. Duna Palota (1051 Budapest, Zrínyi utca 5.)

Szervezők:
Vízügyi Tudományos Tanács,
Magyar Hidrológiai Társaság,
Magyar Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási Tagozat,
GWP Magyarország Alapítvány
Támogatónk a Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvány

A részvétel a konferencián díjtalan, de regisztrációhoz kötött!
A regisztrációs felület 2019 szeptember közepén nyílik meg az MHT honlapján
www.hidrologia.hu.

A Budapesti Víz Világtalálkozó utókövető rendezvénye
www.budapestwatersummit.hu

VI. Soós Ernő Nemzetközi Tudományos Konferencia

Víz- és Szennyvízkezelés az Iparban 2019



Ideje:
2019. október 10.

Helyszín:
Hotel Karos Spa^{+++superior}
8749 Zalakaros, Alma utca 1.



Részletek a következő
számban, illetve a
www.sooswrc.hu
honlapon.

Témakörök:

- Ivóvízkezelés
- Ipari víz előkészítés
- Termálvizek komplex hasznosítási lehetőségei
- Ipari hulladékvíz kezelés/visszaforgatási lehetőségek
- Szennyvizek és szennyvíziszapok kezelése, hasznosítása
- Újdonságok a vízanalitikában
- Vízmikrobiológia



II. ORSZÁGOS TELEPÜLÉSI CSAPADÉKVÍZ–GAZDÁLKODÁSI KONFERENCIA

A NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM II. ORSZÁGOS TELEPÜLÉSI CSAPADÉKVÍZ–GAZDÁLKODÁSI KONFERENCIÁT SZERVEZ **2019. NOVEMBER 21-ÉN**, AZ EGYETEM VÍZTUDOMÁNYI KARÁN (6500 BAJA, BAJCSY-ZSILINSZKY U. 12-14.).

A konferencia célja:

- a meglévő települési csapadékvíz elvezető rendszerek alacsony csapadékvíz-visszatartó és csapadékvíz-tározó képességét növelő legfontosabb jövőbeli intézkedések, fejlesztési stratégiák, beavatkozások, és a klímaváltozás hatásait figyelembe vevő település-fejlesztés lehetőségeinek,
- a klímaváltozással együtt járó szélsőséges időjárási helyzeteket figyelembe vevő hatékony települési csapadékvíz-gazdálkodás műszaki, gazdasági és jogi megoldásainak, az alkalmazási feltételek megteremtésének,
- a jövőbeli trendek vizsgálatát figyelembevevő csapadékmaximum függvények aktualizálását, új, pontosabb, becsléseket adó eljárások, tervezői gyakorlatok és többszintű tervezési eljárások, az elavult tervezési alapelveket tartalmazó segédletek (műszaki irányelvek) felülvizsgálati lehetőségeinek,
- a csapadékmérő hálózat fejlesztésének, a fenntartható települési csapadékvíz-gazdálkodás természet közeli megoldásainak,
- a csapadékvíz minőségének megőrzése és a tározóképesség növelése vonatkozó alapvető, a városok üzemelésének, a lakosság életfeltételeinek javítását szolgáló egyéni és önkormányzati ösztönzők bemutatása.

A konferenciáról további információk, a Nemzeti Közzolgálati Egyetem Víz tudományi Kar weboldalán érhető el.



XIV. KÖRNYEZETVÉDELMI ANALITIKAI ÉS TECHNOLÓGIAI KONFERENCIA ÉS 62. MAGYAR SPEKTROKÉMIAI VÁNDORGYŰLÉS

Balatonszárszó, 2019. november 11-12-13.

A KAT2019 és a 62. MSV konferenciákat azonos helyszínen és időpontban, önálló, de párhuzamosan lebonyolított rendezvényként kívánja megszervezni az MKE KATT.

Az utóbbi évek fejlődése azt mutatja, hogy a környezetvédelemben széles körben alkalmaznak olyan új mérés technikákat, amelyek fejlődésének bemutatására a spektrokémiai szekciók előadásában számíthatunk, ugyanakkor a spektrokémikusok figyelme is jelentős mértékben fordul környezetünk állapota, valamint az élelmiszerek vizsgálata felé.

A 2011. és 2017. évi tapasztalatok alapján a szervezők ismét azt az alapelvet kívánják követni, hogy a két konferencia bármelyikének résztvevői – érdeklődésük szerint – mindkét rendezvény előadásait meghallgatják, és közös poszterszekciót látogathatnak meg.

<http://www.maszesz.hu/hireink/aktualis-hirek/xiv-kornyezetvedelmi-analitikai-es-technologiai-konferencia-es-62-magyar-spektrokemiai-vandorgyules>



SZEMELVÉNYEK AZ ÓKOR VÍZELLÁTÁSI ÉS CSATORNÁZÁSI EMLÉKEIBŐL...

DR. JUHÁSZ ENDRE*

„A víz az élet” hangzik el szerte a világban e minden nap használt nagyon is igaz szlogen. „A víz az emberiség élet eleme”, tanultuk már a kisiskolában. Ám a természet nem adta meg azt, hogy mindenki egyformán vehessen belőle s a technika több évezredes fejlődése mai napig sem tette lehetővé, hogy a föld minden népe akadálytalanul élvezze a víz „ízét”. Milliárdok küzdenek nap, mint nap, hogy életszükségletükhöz nélkülözhetetlen iható vizet beszerazzék. Amilyen mértékben felgyorsult bolygónk lakosságának száma, vele együtt az ipar mohó vízfogyasztása, nincs messze az az idő, amikor ismét, ókorhoz és középkorhoz hasonló – modernkori - népvándorlások, véres háborúk bontakozhassanak ki az aranyat érő, életet adó víz megszerzéséért.

Már a régmúltban, mondhatni az „ókori magas kultúrák idején is természetes volt, hogy a városok vízfolyások mellett alakultak ki, másutt források vizét keresték, hogy mindennapi szükségleteiket kielégíthessék. (Így történt a 900-as évek végén, amikor eleink a vízben és legelőben gazdag Kárpát-medencét választották). Ahogy

nőtt a lakosság száma és egyre szűkebb helyre összpontosultak, az ókori települések csaknem mindegyikén a jelenkori ásatások során vízvezeték és csatornák csöveire bukkantak.

A feltárási munkálatok feldolgozásaiból tudható, hogy Kr. e. ~4500 körül Babilóniában már fejlett városi kultúra létezett, továbbá Mezopotámiában, főleg a Tigris és az Eufrátesz térségében – Hama városban - a mai értelemben is korszerű víz- kiemelő (Noria) berendezések épültek, melyek segítségével az ivóvíztől az öntözővízig, lecsapoló rendszerek stb.. vizeit tudták a gravitációs vezetékeken fölemelni. Szíriában a mai nap is működő, a Tigris-folyó vizét hasznosító óriás berendezés látható. Abban az időben természetes volt, hogy a vízvezetékkel párhuzamosan, a használt vagy túlfolyó vizek csatornában történő elvezetéséről is gondoskodtak. 1.kép

A Hellén „Palota város” építészeti kultúrája szintén magas színvonalról tanúskodik. A Kréta-szigeten vélhetőleg Kr. e. ~6 000 körül épült, többször romba dőlt vagy lerombolt és újjáépített Knósz-szoszi palota királynőjének háló szobájában fa



1.kép Vízemelő kerék
Hama (Szíria) városában

A RÓMAI BIRODALOM KIMAGASLÓ VÍZEL- LÁTÁSI ÉS CSATORNÁZÁSI ALKOTÁSAI

ülőkés „wc”-t és vízvezetékét találtak. Hasonló belső vezeték és csatorna maradványait tárták fel a Kr. e. II. évezred körül épült Phaisztoszi, Galliai többszintes palotáknál is. (2.kép) A kép a Knósszoszi palota csapadék és szennyvíz elvezető, jelenleg is folyó feltárását szemlélteti.



2. kép .Knósszoszi palota szennyvíz elvezető rekonstrukciója (a szerző fotója)

Kr.e. mintegy ezer évvel a mai Toscana térségében alakult ki és gyorsan fejlődött az Etruszk Birodalom, melynek lakosai kiváló „kőépítő mesterek” voltak s gazdag városokat építettek fel. Az etruszkok virágzó időszakában Róma már létezett ugyan, de nem volt más, mint a Tiberis (ma:Tevere) mocsarai között Kr.e. 753-ban létrejött jelentéktelen paraszti szövetség. Az etruszkoktól való elszakadás után (Kr.e. 510.) uralmukat a következő két évszázadban fokozatosan építették ki és lettek a Mediterrán térség egyed uralkodói. A Birodalom Traianus császár idejében nőtt a legnagyobbá. Ebben az időben – amint a képen is látható – kiterjedése 5,9 millió km² volt és uralta a Földközi tenger teljes térségét. A kiterjedt Birodalom legnagyobb népessége meghaladta az 56,8 millió lakost-Különösen magas színvonalon állt szerte a provinciákban a városok jó minőségű vízzel való ellátása. Egyes kevésbé ellenőrizhető feljegyzések szerint (226–ig) a Birodalomban összesen 108 nagyterjedésű vezetékrendszer

építettek. Az ebben az írásban bemutatott néhány szemelvény csak rövid vázlatokkal próbálja érzékeltetni a régi idők „vízvezetéképítési művészetét” ! (3.kép)

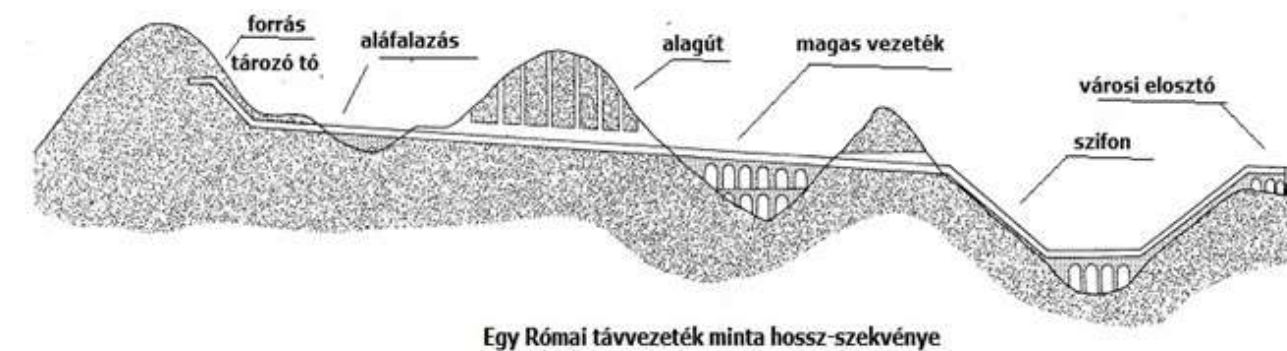
Róma lakosságának gyors növekedése igen jelentős vízhiányt eredményezett, mert a városban és a környékben lévő kutak és források vizei már nem tudták ellátni szükségleteket, így kénytelenek voltak gravitációs távvezetékek kiépítésével a hiányt megszüntetni. Ez váltotta ki végső fokon, hogy létrejött az Ókor egyik legcsodálatosabb vízellátó rendszere.



3. kép A Római Birodalom legnagyobb kiterjedése Tiberius uralkodása idején (WWW.Római Birodalom)

Kr.e. 614-ben építették meg az első városi belső vízvezetékét. Az első Aqua Appiának elnevezett „távszállító” vezetékét Appius Claudius Caecus császár építtette (Kr. e. 314), melynek hossza ~16,5 km, kapacitása 73 ezer m³/d volt. Ezt követően további összesen 11 „aqua duct” épült. Utolsóként Alexander Severus császár által 226-ban a 22 km hosszú Arcus Alexandriana néven szereplő ág valósult meg. A leghosszabb vezeték Aqua Marcia 91,4 km- ről hozta a vizet s a maga 187,5 ezer m³/d kapacitásával a legtekintélyesebbnek számított.

Az összesen 14 vízz szállító táv vezeték összes hossza 416 km volt, melyből mindössze 47 km épült csodálatos felszín feletti kivitelben. Az 1,7 méter vályúszerűségű, hegyen-völgyön át végig gravitációsan kiépített rendszer átlagosan ~800 ezer m³/d vízhozamot produkált, ám az éghajlattól függően, csapadékos időben képes volt a napi egy millió m³-t is beszállítani. A bő vízellátásnak köszönhetően a városban számos szökőkút és megszámlálhatatlan közkút díszítette Róma utcáit. A város előterébe torkolló magas vezetékek (Aqua Marica-Aqua



Egy Római távvezeték minta hossz-szekvénye

4.kép: Aquadukt minta hossz- szelvény(Planung und Trassierung Wasserleitungen Wasserleitung Wiesbaden)

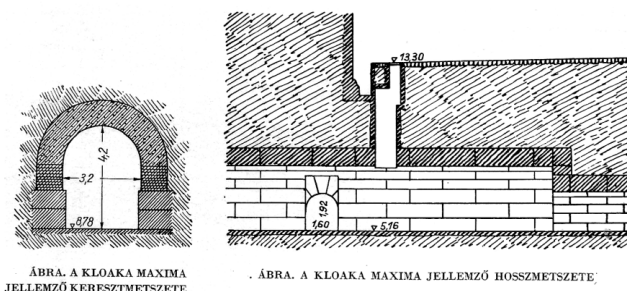
Tepula-Aqua Iulia valamint az Aqua Claudia és az Aqua Novo) szintben eltérő kereszteződése látható. (Kép: Münchener Német Múzeum) 5.kép



5.kép: Aquaduktok kereszteződése Rómában (Kép:- Münchener Német Múzeum)

Az első Kr.e. 614-ben létre hozott vízvezeték mellett szennyvízelvezetés nem épült. A csatornák hiánya miatt a városi kutak elszennyeződtek. A fertőzések, járványok megelőzéséhez csak a csatornarendszerek kiépítése jelenthette a megoldást. A Római Birodalom első fedett csatornái - Tarquinius Priscus császár korában - időszerűsítésük előtt 616 és 578 közötti időszakban készültek. Ezeket égetett téglából építették etruszk szakemberek irányításával.

Az épületekbe (lakásokba, intézményekbe, fürdőkbe) elosztóvezeték, szabadkifolyású csöveken keresztül ömlött a víz, így az egy főre jutó vízfogyasztás 6-700 litert tett ki naponta. Később a fogyasztás jellegétől, ill. a fogyasztók számától függően szűkítőket iktattak be. A „felesleges” víz szintén szabadon az utcákra folyt s a mélyebb részeket elposványosította. E mocsarak lecsapolásához a Tiberisbe torkolló árkokat építettek ki s ugyanebbe kötötték be a lakóházak szenny- és csapadék vizeit is.



ÁBRA. A KLOAKA MAXIMA JELLEMZŐ KERESZTMETSZETE

ÁBRA. A KLOAKA MAXIMA JELLEMZŐ HOSSZMETSZETE

1. vázlat

tömbökből összeillesztett dongaboltozattal fedték, így a teljes belmagasság 4,2 m-t ért el. 6.kép

A leírások szerint Servius Tullius nevéhez fűződően Kr.e. 514-ben egy 738 m hosszú főgyűjtőt (gerincvezeték) a mai napig is működő un. Cloaca Maximát építettek ki. A csatorna lávakő fenékkal, hatalmas 1,2x1,0x0,8 méter simára faragott kőtömb oldalfalakkal kialakított „folyosó” volt, melynek szélessége 2,5-3,5 méter között változott. Később ék alakban kiképzett tufakő

A hatalmas építményt évszázadokon át gondosan karbantartották, tatarozták, bővítették. Traianus jelentősen kiszélesítette oly módon, hogy egyes szakaszain állítólag egy megrakott szénásszekér is elfért benne. A Cloaca Maxima – mint ahogy a kép is igazolja - számos római építményhez hasonlóan ma is használható állapotban van.

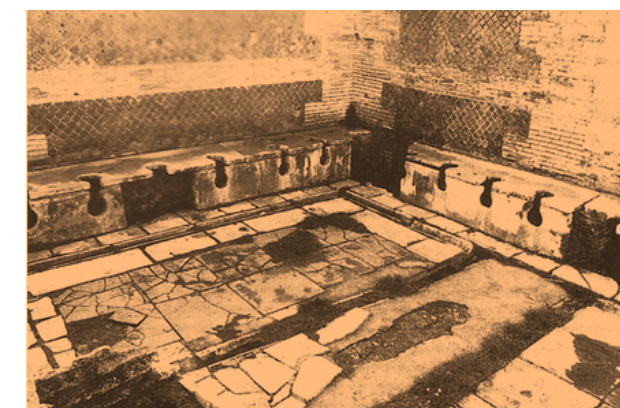


6. kép: Cloaca Maxima belülről (kép: www.Cloaca Maximaromanoimperia.com)

Érdekességként megemlíthető, hogy Rómában, kezdetben „koedukált” utcavégeken öblítő vízzel ellátott nyilvános illemhelyeket (latrinákat) létesítettek. Városszerte több mint száz közös – a képen látható – hasonló létesítmény fogadta a „szükségben” szenvedőket. Egyébként - leírások szerint- ezeket trécselésekre, üzletkötésre, hosszabb időzgetésre, sőt politikai megbeszélésekre is használták, mivel az alattuk vezetett öblítő hűsítő víz kellemes időtöltést is eredményezett. Római mintára szerte a birodalomban találtak hasonló „közösségi” létesítményeket. 7.kép

Meg kell jegyezni, hogy különösen a távvezetékek karbantartására ugyan olyan hangsúlyt fektettek, mint az építészeti kialakításra. Külön városi szervezet végezte azok tisztítását, a keményvíz okozta lerakódások eltávolítását, a felszín alatti és feletti építmények műszaki

állapotának ellenőrzését, karbantartását. Békeidőben a katonaságnak kötelező feladata volt a fenntartási munkákban való részvétel.



7. kép: Római nyilvános latrina (kép: Planung und Trassierung...)

A távszállító ivóvíz vezetékek építése valamennyi tartományban Róma példájára kerültek kialakításra, ennek ellenére a hatalmas Birodalom nem volt Róma centrikus. A provincia valamennyi városa igyekezett saját erőforrásból jó minőségű vizigényét, úthálózatát, fürdő kultúráját kielégíteni. Az is igaz viszont, hogy Gallia és Hispánia kivételével a többiekre csak az új időszerűsítés utáni, viszonylag későbbi időben került sor. Néhány épen megmaradt, a mai napig fellelhető és látványosabb példa büszkén képes igazolni, hogy mire voltak képesek az akkori „kivitelezők”.

Ezek közül néhány kiragadásával, ill. bemutatásával általános kép nyerhető ennek a kétezzer évvel ezelőtti és bő ezer évet felölelő időszaknak mind az építészeti, mind magának a vízellátás és szennyvízelvezetés szervezeti, működtetési színvonaláról. A késői kor igyekezett megőrizni a régmúltat idéző műveket. Ezek a hatalmas

ódon műemlékek az adott városok ma leginkább keresett látványosságai.

A Birodalom egyik leghosszabb vezetéket Konstantinápoly (a mai Istantbul) város számára még a Birodalom kettéválása előtt Hadriánus római császár (uralkodása: 117-138 években) építtette meg. Amikor Nagy Konstantin újjá építette Bizáncot, valójában a Keletrómai Birodalom fővárosát Új Róma (akkori nevén Nova Róma) városát fejlesztette Kelet-Európa központjává. A hirtelen megnőtt népesség számára már elengedhetetlen volt a korábbinál lényegesen nagyobb vízmennyiséget biztosítani. A több mint 250 km hosszú vezetéket építését nem tudni mikor kezdték, ám csak Valens császár idejében (368) fejezték be, ezért róla is nevezték el. Az öt követő I.Theodosius császár 382-ben egy új vonalat építtet (Aquaeductus Theodosiacus), aminek a forráspontja a távoli Belgrád Erdőben található. 8.kép



8. kép: Valens Aqueduct Istantbulban (kép: www.Római Birodalom leglátványosabb vízvezetékei Európában)

A városon átívelő, két hegyet összekötő vezeték 971 méter hosszú, szélessége 7,25-8,24 méter között változik, magassága 29 méter. A naponta szállított 6 120 m³ vízmennyiséget hatalmas felszín alatti ciszternákban tárolták.

A kétszintes látványos híd lábai között ma a Kemal Atatürk sugárút halad, s ez ókori építmény felkapott látványossága Istantbulnak.

Galliában Nemausus (ma a Franciaországi Nimes) város számára valószínűleg 19 körül Marcus Vipsanius Agrippának tulajdonított, a Garda folyó felett is átívelő hiddal ~ 50 km hosszú vezetéket építettek. A vezetéket a Garda folyó völgyén át Uzés környéki források vizét fogta fel és szállította a város számára. Az Ókor építészeti remekei között nyilvántartott háromszintes Pont du Gard legalsó szintje 142 m hosszú, 49 m magas és 6 méter széles út vezet át rajta. A 22 m magas középső szint a mederszelvény kiszélesedése miatt 242 m hosszú és négy méter széles, míg a legfelső 275 m hosszú, 20 m magas, ahol a vízvezeték halad már csupán három méterre szűkül. A mintegy hat tonnás óriás kőtömböket rendkívül pontosan és sima felületűre metszették úgy, hogy kiegyenlítő habarcs nélkül tudták illeszteni. A leírások azt tartják, hogy a hidat közel ezer ember három évig építette. A híd ma Franciaország egyik kiemelkedő turista látványossága. 9.kép



9. kép: A Garda folyó áthidaló vezetéke (Franciaország) (foto: HD Stúdió) (kép: www.Római Birodalom leglátványosabb vízvezetékei Európában)



10. kép: A Segóviai aquaduct híd (Spanyolország) (www.Római Birodalom leglátványosabb vízvezetékei Európában) foto: HD Stúdió

Hispania Kasztília tartományában, az Eresma és a Clamores folyók találkozásánál fekszik a Római Birodalom egyik legnyugatibb – már az ókorban is Segovia néven nevezett, valószínűleg a kelták által alapított - városa. Vízvezetékének építését a történészek az első század vége környékére teszik. 10.kép

A vezetéket a mintegy 17 km hosszú, és környező hegyekből összegyűlt Fuenfria forrás vizét szállítja a városba. Maga a híd 28,5 m magasán emelkedik a város fölé. A kétszoros, összesen 167 boltívet számláló szerkezet lábai hat méter széles talpazatokon nyugszanak. A hatalmas gránit tömbökből megépült híd állaga vakolat hiányában a viszontagságos időjárás, a városi fűtési égéstermékek, kipufogó gázok együttes hatására, a közel két ezer év alatt meglehetősen rossz állapotba került. A híd megmentésére 1997 óta tervszerű munkálatok folynak.

A rajta és az alatta vezetett közúti forgalmat elterelték és városképi szempontból is hasznos sétáló utcává alakították.

A világörökség részének tekintett műemléket a város címerébe is belefoglalták.

Tarragona város Kasztíliaiban, Spanyolország Ék-részén, a Földközi tenger partján található. A Kr.e. III.század és a Kr.u. 5. század között az Ibériai-félsziget legnagyobb részét kitevő Tarraconensis római provincia egyik központja volt. Abban az időben Tarraconak nevezett ősi városnak vízellátására - valószínűleg Augustus császár idejében – épült az ún. Les Ferreres vízvezeték, ill. annak részeként Pont del Diabole –Ördög híd, mely 2000-tól a Világörökség részeként nyilvántartott. 11. kép



11.kép Tarragona völgy áthidaló híd (Spanyolország) ((kép:WWW.Római Birodalom leglátványosabb vízvezetékei Európában)

A kétszintes híd felső szintjén egyformára kialakított 25, az alsó szinten 11 egyforma oszlop távolságú, 5,9 m átmérőjű árkádsor áll. Az oszlopok közötti távolság 7,95 m, (26 római láb), a teljes híd magasság 27 m. (89 láb). A teljes hossz 279 m (817 láb) A víz a híd tetején futó csatornában folyik. (A képen Tarragonát ellátó Les Ferreres Aqueduct vezeték hídja, a boltózat alatti kialakítása és a nyitott vályú látható.)

A Mediterrán tenger túlsó oldalán szintén kialakult egy másik „nagyhatalom”, Karthágó (görögül Karchedon, a föníciai nyelven Kart-ha-hadatha v. rövidebben Karthada) az ókori történelem nevezetes városa, mely a világszerte való küzdelem során Róma versenytársa lett. E várost Kr.e. 814-ben a föníciai Türosz városából érkező telepések alapították. Már Kr.e. 509-ben szerződést kötött Rómával, melyben meghatározták kereskedelmi és befolyási övezeteiket. Valójában Kr.e. V. század kezdetére Karthágó vált a régió kereskedelmi centrumává. E szerződés csupán addig tartott,

amíg Karthágó nem vált Róma vetélytársává és ezért meg nem hódította. Számtalan – történelemből jól ismert háborúk után (lásd Pún háborúk)- Karthágót lerombolták, sőt köveit is elhurcolták.

Katonai és kereskedelmi szempontból igen kedvező helyzete miatt a rómaiak újból felépítették és rövidesen a birodalom második legnagyobb városa lett. 12.kép Hadrianus császár (uralkodása. 117-138) nagyon megkedvelte a várost mindent megtett újbóli felvirágoztatásáért. Ő építtette többek között a város számára a Birodalom minden idők leghosszabb, végig gravitációs, 132 km-es vízvezetékét, mely állítólag 32 500 m³/nap vízmennyiséget volt képes a városba szállítani. A részben felszín alatti, részben finoman csiszolt kőtömbökből épített, magas lábazaton futó vízvezeték habarcsba ágyazott ólomcsövekből készült. 13.kép

A későbbi arab háborúkban először a forrásnál lévő szakaszt rombolták le, hogy a vízhiánnyal „kiéheztessék”, megadásra kényszerítsék az erős falakkal körbe vett várost. Az idők folyamán a vezeték elpusztult, a magas lábakon álló csodálatos építmény az enyészet martaléka lett. Egyes szakaszai még mai napig hirdetik az ókori építészet remekelését, melyek látogatottságát a közelmúlt véres merénylete sem törte meg. (A baloldali képen a monumentális talpazat maradványok részlete, a jobb oldali kép az oszlopok lábazati kialakítását mutatja (a szerző felvétele).



12.kép: A Karthágói vízvezeték romjai:WWW.Római Birodalom leglátványosabb vízvezetékei Európában)

A bennünket, magyarokat érintő Pannónia, Rómától távolabb, attól északra terült el s a Kárpát-medence nyugati oldalán volt található.

Hosszú ideig mind kereskedelmi, mind katonai szempontból a térséget a rómaiak érdektelennek tartották. Az itt élőket, de főleg az Alföld népeit -a római szerzők- barbároknak tekintették, nem is vonultak be a területére.

Az érdeklődés Pannónia iránt csupán az I. sz. közepén érlelődött meg, amikor a kereskedelmi tevékenység a térségbe fokozatosan beindult. Pannóniát tekintették ugyanis a Balkán és részben a nyugati régiók, valamint Itália közötti szárazföldi összeköttetésének. Ennek érdekében fontos „belső” útvonalakat építettek mely végső fokon az ókor egyik legfontosabb útjába, a Savarián (Szombathely) keresztül É-D irányba vezetett Borostyán útba torkoltak. 14.kép



13. kép: A karthágói vezeték oszlopjának kövei. (a szerző felvétele)

Az I. sz. végére konszolidálódott a térség helyzete, sikerrel verték vissza a külső támadókat. A II. sz. legelején a tartományt kettéosztották. (Pannonia Inferior (Alsó-Pannónia), melynek székhelye Aquincum lett, míg a Pannónia Superior (Felső Pannónia) székhelye a korábbi Carnutum maradt. (Mára Petronel-Carnutum, Bécstől ~ 20 km. távolságban található Eckartsau kevésbé jelentős kisváros melletti műemlék terület)



14.kép: A Rómaikori Pannónia



15.kép Rómaikori őrhely romja Leányfalun (szerző felvétele)

Savaria a II. sz. elején a főútvonalak csatlakozásánál, mint kereskedelmi központ igen gyorsan fejlődött és átvette a tartományi székhely rangot, egyben kereskedelmi, kulturális és szakrális központtá is vált.

Az idők során Pannóniában a rómaiak 15 várost alapítottak, melyben mindenütt gondoskodtak jó minőségű vízről, úthálózatról, kulturált lakásokról, stb. 15.kép

A tartományt elsősorban a Birodalom védőbástyájának tekintették, melynek északról a Duna jelentette a határt (limes) s amelyet kereskedelmi szempontból is szigorúan, védvonal megerősített állomásokkal ellenőriztek. (A képen a limes egyik 375 körül épült Leányfalun látható őrbástya maradványa, mely az V. század közepén – közel a Birodalom bukása után - elpusztult (a szerző fotója).

A tartományban ~50 ezer katona állomásozott, melyeket zömében a helyi lakosság közül toboroztak Tulajdonképpen három nagyobb várost alakult ki: Aquincum, Savária és Gorsium. (Székesfehérvár közelében).

Aqueduct építése tekintetében egyik legjelentősebb korabeli hazai emlék Alsó Pannónia „fővárosát” képező Aquincumi, amely a katonai és polgári táborok részére épült, 5 km hosszú, térszínből kiemelkedő, boltíves lábakon vezetett, végig gravitációs vízvezeték. A vizet a mai Rómaifürdő-i gyógyforrások szolgáltatták. A kiemelt árkádsor tetején helyezkedett el a víz szállítását szolgáló zárt agyagcső. A romok a Szentendrére vezető autót utat kettéválasztó zöld sávban láthatók.

16.kép



16. kép: Az Aquincumi vízvezeték romj részlete (foto: Kaboldy)

Mind a katonai-, mind a polgári tábor ivóvízzel és kőből falazott, hasáb alakú, kőlapokkal fedett szenny- és csapadékelvezető csatornákkal látták el.

Savária számára -a II. században- szintén építettek ivóvíz távvezetékét, melyet egy víztározó építési munkái közben fedezték fel, majd 2018 novemberében újdonságként mutatták be a nyilvánosság számára. A 16 km hosszú, felszín alatti „cső”, végig gravitációs vezetésű, palakőből épített, mintegy két méter magas 60 cm vastag kőfalakkal valósult. A belső felületet terrazzó réteggel szigetelték és habarcsba rakott dongabolttal fedték be. A vezeték a Rohonyi hegyekből származó források vizét szállította oly bőnek nevezhető mennyiségben, hogy az egy főre jutó 345 l/nap igazán kielégítette az egyre sokasodó lakosság igényeit. A képen a feltárt vezeték mutatja a közel



17.kép: a Savária vízvezeték feltárt részlete (szombathely) (foto: Cseh Gábor)

kétezer éves építők hazánkban is fellelhető munkáinak nagyszerűségét. 17. kép

Gorsium volt a tartomány harmadik fontos városa, mely az I. sz. közepén egy katonai táborból fejlődött ki. Amikor megépült a Duna védvonal melletti Aquincum – Arrabona (Győr) közötti őrbástyákkal betelepített hadiút (limes), Gorsiumnak megszűnt a katonai jelentősége. A többszöri lerombolás és újjáépítés után a két fő út keresztezésénél fekvő város virágzó kereskedelmi és kulturális központtá fejlődött. Bár vízellátással és csatornákkal rendelkezett, ám távszállító aquaduktról ebben a városban ez idáig nem derült fény.

Több mint két és félezer év telt el azóta, hogy a saruban ezer kilométerekre masírozó légiók elindultak maguk készítette kőves utakon világhódító útjakra. Lépésről-lépésre

terjesztették egyre nagyobbá a több mint ezer évig regnáló Római hatalmat, s hagytak maguk után csodálatosabbnál csodálatosabb építészeti, kulturális, vallási stb. emlékeket, melyet a mesterséges intelligenciára alapozott világunk büszkén mutogat.

Az V. sz. elejére a belső ellenségeskedések és a külső támadókkal való csatározások hatására Birodalom "kifulladt". Alarik gót király 410-ben sikerrel betört Rómába, serege dúlt, fosztogatott. Egyebek mellett tönkre tették a nem hétköznapi méretű vízellátó rendszert is. Gyakorlatilag ezzel indult meg az Impérium gyors hanyatlása, mely rövid idő után a végső bukásához vezetett.

FORRÁSOK:

- Andai Pál: A mérnöki alkotás története (Műszaki Könyvkiadó Bp. 1959)
- Juhász Endre: A csatornázás története (Magyar Víziközmű Szövetség Bp. 2008)
- Klaus Grewe: Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen.(Verlag Chmielorz GmbH Wiesbaden)
- www.A 10 legszebb ókori vízvezeték.
- www.Akvadukt, Wikipédia
- www.Gorsium, Wikipédia
- www.Savaria, Wikipédia
- Póczy Klára:Közművek a római kori Magyarországon (Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1980)



SZERZŐ:



Prof. Dr. Juhász Endre (1933) CSc. gyémántdiplomás mérnök, c. egyetemi tanár, A Maszesz alelnöke, az MTA VGTB Vízellátási és Csatornázási Bizottságának elnöke. Számos állami intézmény és társadalmi szerv kitüntetettje. 14 szakkönyv részben önálló, részben társszerzője. Írott publikációinak száma meghaladja a 170 db-ot. Nevéhez kapcsolódik az első Magyarország Szennyvízelvezetési Keretterve, MO szennyvíziszap kezelési és elhelyezési koncepciója, az EU-ba történő belépés szennyvízes előkészítésének irányítása, stb. Mint egy 60 db. különböző nagyságú szennyvíztisztító telep, ~120 település csatornahálózatának tervezője.

KÉPZÉSI AJÁNLÓ

VÍZELLÁTÁS-CSATORNÁZÁS SZAKMÉRNÖK KÉPZÉS

Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar

VÍZELLÁTÁS-CSATORNÁZÁS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

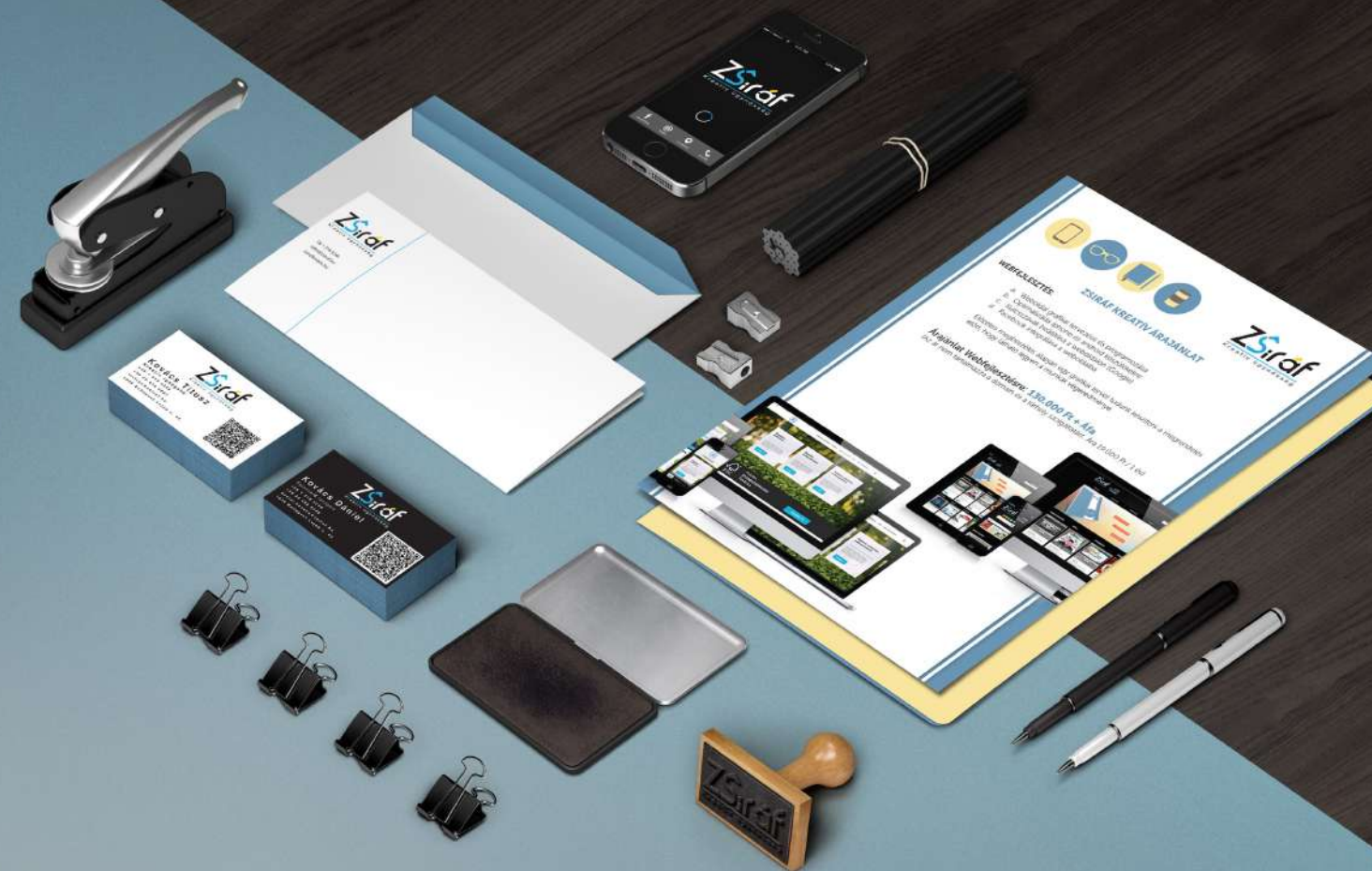
Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar

VÍZ- ÉS SZENNYVÍZKEZELŐ RENDSZERÜZEMELTETŐ SZAKMÉRNÖK/SZAKEMBER

Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampusza

TELEPÜLÉSI SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAKOT

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar



Zsiráf
Kreatív ügynökség

**KÖLTSÉGKÍMÉLÉS
MAGAS FOKON**

- Webfejlesztés, weboldaltervezés
- Meglévő kiadványok, katalógusok digitalizálása
- Webáruházak
- E-magazinok
- Facebook oldalak tervezése, üzemeltetése
- Microsite-ok
- Bannerek tervezése kivitelezése
- Print kiadványok készítése
- Arculat tervezés
- Rendezvények
- Csomagolások tervezése
- Tárhelyszolgáltatás
- Költségkímélő marketing

Cím: Budapest, Lajos utca 42.

Telefon: +36 1 318 4246, +36 1 318 4246

E-mail: sales@zsiraf.hu

