

Hírsatorna

A MAGYAR VÍZ- ÉS SZENNYVÍZTECHNIKAI SZÖVETSÉG LAPJA
2020/4. szám



**KORONAVÍRUS MONITOROZÁSA
SZENNYVÍZEK BEN**

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 megjelentetésére 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: dr. Papp Mária

Szerkesztő: Lehócz Anita

Szerkesztőbizottság tagjai: Csörnyei Géza, Géczy Ágnes, Dr. Jobbágy Andrea, Dr. Karches Tamás, Dr. Kárpáti Árpád, Kiss Katalin, Dr. Licskó István, Laky Dóra, Makó Magdolna, Madarász Emese, Vadkerti Edit

Megjelenik negyedévente

Grafika és tördelés: Zsiráf Kreatív Ügynökség

TARTALOM

Beköszöntő	4
SZAKMAI - TUDOMÁNYOS ROVAT	
Új fertőző betegségek nyomon követése városi szennyvízben - Becsei Ágnes, Papp Krisztián, Pollner Péter, Solymosi Norbert, Makó Magdolna, Pándics Tamás, Csabai István	5
Koronavírus a szennyvízben: országos korai előrejelző rendszer kialakítása - Róka Eszter, Khayer Bernadett, Schuler Eszter, Kovács Luca Bella, Magyar Nóra, Kis Zoltán, Pályi Bernadett, Oravec Orsolya, Vargha Márta, Pándics Tamás	17
SARS-CoV-2 örökítőanyagának monitorozása települési szennyvizekben - Oláhné Horváth Borbála, Dr. Domokos Endre Gábor, Dr. Somogyi Viola, Prof. Dr. Jakab Ferenc, Dr. Kemenesi Gábor, Gerencsérné Dr. Berta Renáta, Dr. Galambos Ildikó	26
A COVID járvány megjelenése, a vízgazdálkodás különböző területein fellépő direct és indirect hatások - Dr. Kucsák Mónika, Dr. Bardóczyné Dr. Székely Emőke	33
MASZESZ HÍREK, AKTIVITÁSOK	
Digitális települési vízgazdálkodás	44
A TUDÁS BIRTOKÁBAN! - Országos VÍZÉRTÉK és Digitális Vízgazdálkodási Konferencia	48
Köszönjük Vera! Gratulálunk!	52
Nem mindegy, mi van a csap mögött! MaSzeSz - VÍZÉRTÉK SZEMLELETFORMÁLÓ PROGRAM	53
Kontinensen átívelő nemzetközi MaSzeSz szerepvállalás	56
JurTa Híradó	57
ÁGAZATI HÍREK	
Gratulálunk...!	61
Karbonsemleges izsapvíztelenítés a DRV-nél	62
TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS	
A Duna Múzeumé az Év Kiállítása	66
„Vizesek a művészetben”	72
KÉPZÉSAJÁNLÓ	74

BEKÖSZÖNTŐ

KEDVES OLVASÓKI!



A Hírcsatorna ez évi utolsó száma ismét gazdag tartalommal jelentkezik. Néhány témát kiemelve a lapszámból:

A COVID aktualitása nem csökkent, ami továbbra is jelentősen befolyásolja életünket. A fertőző betegségek elleni küzdelem első lépése a kórokozókról gyűjtött adatok elemzése, monitoring rendszer kiépítése.

Erre nagyon jó adatforrás a szennyvízből nyert genetikai adatok összegyűjtése és feldolgozása. A módszer gyakorlati megvalósításában a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. munkatársai is részt vesznek, akiknek összefoglaló megállapítása szerint *„..talán nem is olyan sokára a szennyvíz genetikai összetételének rutinszerű vizsgálata kulcsfontosságú eszköze lehet a járványok megelőzésének és nyomon követésének..”*

A következő cikk ezt a gondolatot tovább folytatja bemutatja, hogy a települések *„az ellátott lakosság egészségi állapotának a lenyomata..”*, ami nagyban elősegíti a szennyvízalapú epidemiológiai/járványügyi vizsgálatokat.

Érdekes beszámolóval ismerkedhetünk meg egy ITM támogatásával megvalósuló projekt kapcsán, melynek témája a COVID terjedésének vizsgálata szintén a szennyvízből nyert adatok segítségével.

A MaSzeSz éves nagy rendezvénye a MaSzeSz Országos VÍZÉRTÉK és Digitális Vízgazdálkodási Konferencia sikeresen debütált az „on-line” térben, ami a jövő egyik fontos fóruma lesz. A rendezvény keretén belül adták át a 2020. évi Dr. Benedek Pál díjat is.

Bővült a vizes szakma országos szakmai elismertségi köre, két kollégánk is Magyar Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetésben részesült.

Az ágazati hírek rovatunkban a DRV. Zrt-nél megvalósuló új iszap víztelenítési technikáról olvashatunk.

Történelmi visszatekintés rovatunkban a vizes szakma büszkeségét a Duna Múzeumot mutatjuk be, amely idén az „Év Kiállítása” szakmai díjját vehette át.

Befejezésként a „vizes” művészekről sem felejtkeztünk meg.

Végezetül minden Kedves Olvasónak boldog karácsonyi ünnepeket és COVID mentes új évet kívánok a Szerkesztő Bizottság nevében.

Dr. Papp Mária
főszerkesztő

ÚJ FERTŐZŐ BETEGSÉGEK NYOMON KÖVETÉSE VÁROSI SZENNYVÍZBEN

BECSEI ÁGNES,

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM, KOMPLEX RENDSZEREK FIZIKÁJA TANSZÉK

PAPP KRISZTIÁN,

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM, KOMPLEX RENDSZEREK FIZIKÁJA TANSZÉK

POLLNER PÉTER,

MTA-ELTE STATISZTIKUS ÉS BIOLÓGIAI FIZIKA KUTATÓCSOPORT; ÉS SEMMELWEIS EGYETEM, EGÉSZSÉGÜGYI MENEDZSERKÉPZŐ KÖZPONT

SOLYMO SI NORBERT,

ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM, BIOINFORMATIKAI KÖZPONT

MAKÓ MAGDOLNA,

FŐVÁROSI CSATORNÁZÁSI MŰVEK ZRT., KÖRNYEZETVÉDELMI OSZTÁLY

PÁNDICS TAMÁS,

NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT, KÖZEGÉSZSÉGÜGYI LABORATÓRIUMI FŐOSZTÁLY

CSABAI ISTVÁN,

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM, KOMPLEX RENDSZEREK FIZIKÁJA TANSZÉK

BEVEZETÉS

Bár korábban az orvostudomány fejlődésével, a védőoltások bevezetésével és a hatékony megelőzési stratégiákkal a fertőző betegségek jelentősége csökkent a fejlett világban, de az újabb kihívások, mint a klímaváltozás, a globalizáció, az antimikrobiális rezisztencia (AMR) és más okok miatt az újonnan felbukkanó fertőző betegségek az utóbbi időben megint kiemelt fontossággal bírnak. A COVID-19-hez hasonló járványok megfelelő minőségű és mennyiségű releváns adat összegyűjtésével és feldolgozásával nyomon követhetőké és könnyebben kezelhetőké válhatnak.

A Föld népességnek egyre növekvő része lakik közművesített városokban. A különböző városi szennyvíz minták sokszor hatalmas, milliós méretű populációt reprezentálnak. Ezért a szennyvíz különleges adatforrásnak és a közösségi szűrés egyik kiemelt eszközeinek számít. Emellett a szennyvíz mintavétel általában könnyen kivitelezhető és mivel a minták nem köthetők egy-egy személyhez, ezért bizonyos etikai aggályok is kevésbé érvényesülnek a szennyvízből származó adatok kezelése során.

A szennyvízből nyert genetikai adatok összegyűjtése és feldolgozása, ami kiegészíthető egyéb forrásokból származó biológiai, demográfiai, meteorológiai információkkal, kiváló lehetőséget kínál egy előre jelző és monitoring rendszer kiépítésére. Egy ilyen rendszerrel a potenciálisan megjelenő járványok kórokozóit még időben tudjuk azonosítani, lehetőséget adva a gyors reagálásra. Ebből a célból jött létre az Újonnan Felbukkanó fertőző betegségek Obszervatóriuma (Versatile-EmerginginfectiousdiseaseObservatory, VEO) európai projekt, ami a járványok különböző aspektusaihoz értő szakemberek, meteorológusok, társadalomtudósok és adattudósok együttműködésével valósul meg.[1]

A szennyvízből kimutatható kórokozók nagy része, így a SARS-CoV-2 is elsősorban székletürítéssel kerül a csatornahálózatba, majd az adott területet ellátó szennyvíztelepre. A mintavétel nyers, kezeletlen szennyvízből történik, majd egy megfelelő laboratóriumban a mintákat koncentrálnak és kivonják belőlük az élőlények vagy vírusok örökítőanyagát. Egy ismert élőlényhez vagy vírushoz tartozó örökítőanyag jelenlétét legegyszerűbben PCR (polimeráz láncreakció) módszerrel mutathatjuk ki. A SARS-CoV-2 kapcsán Magyarországon, Közép-Kelet-Európában elsőként a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) végezheti rendszerességgel ilyen vizsgálatokat. [5]

De szekvenálással ill. az utóbbi években felfutó, gyorsan nagy adatmennyiséget produkáló újgenerációs szekvenálási (NGS) módszerekkel az örökítőanyagban tárolt információk leolvashatók. E vizsgálati módszerek gyarapodásával párhuzamosan haladó digitális forradalom és az adattudományok fejlődése új lehetőségeket kínál az információk feldolgozására, akár a SARS-CoV-2

evolúciójának követésében vagy szennyvízhez hasonló komplex környezeti minták vizsgálatában. Ez a technológiai fejlődés olyan új biológiai tudományok kialakulását alapozta meg, mint a metagenomika, mellyel a szennyvízben található összes szervezet, vagy akár a napjainkban kiemelt egészségügyi kockázatot jelentő antibiotikum rezisztencia gének jelenléte is vizsgálható.

ÚJONNAN FELBUKKANÓ FERTŐZŐ BETEGSÉGEK OBSZERVÁTORIUMA (VEO)

A COVID-19-hez hasonló újonnan felbukkanó betegségek és az antimikrobiális rezisztencia kockázatának növekedéséhez hozzájárulnak többek között a gyors demográfiai változások, az urbanizáció, az antibiotikumok túlzott használata és a szélsőséges időjárási jelenségek. A klímaváltozással a betegségeket terjesztő vektorok (szúnyogok, kullancsok) elterjedési területe megváltozik, a természetes élőhelyek csökkenésével a vadállatok (denevérek, madarak) könnyebben érintkeznek az emberekkel vagy haszonállatokkal, valamint a sarki régiókban az esetlegesen veszélyes kórokozót tartalmazó permafroszt gyors kiolvadása újabb, talán a mostaninál jelentősebb járványok kialakuláshoz vezethet.

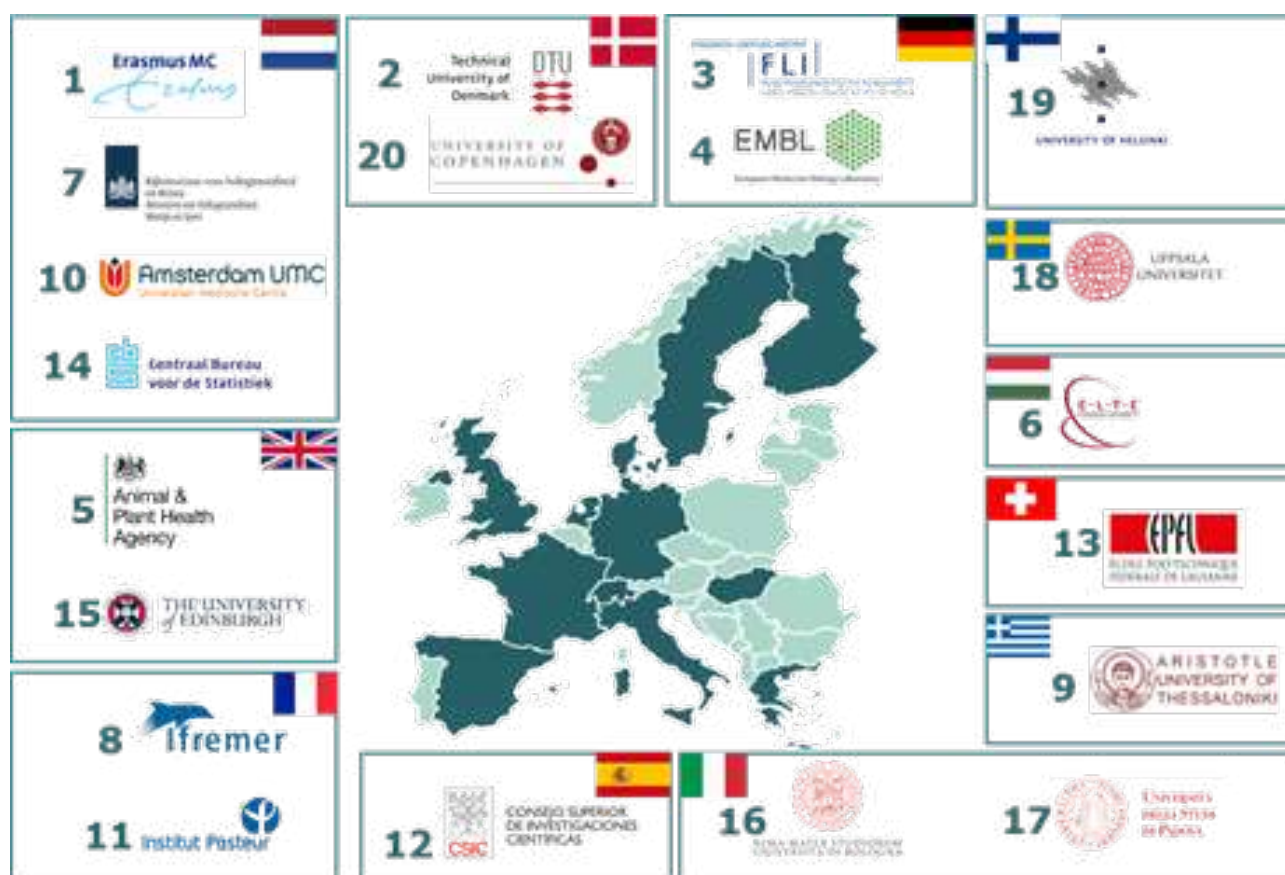
A megfelelő védekezéshez az újonnan felbukkanó betegségeket, beleértve a gyógyszerekre rezisztens kórokozókat, a jelenleginél sokkal korábbi szakaszban fel kell fedeznünk, így időt adva a gyors reagálásra, hogy a járványok és betegségek hatását csökkentsük.

A VEO húsz, köztük egy az ELTE Természettudományi Karán működő kutatócsoportot magába foglaló nemzetközi konzorcium célul tűzte ki egy olyan virtuális figyelőrendszer létrehozását, mely képes előre jelezni és

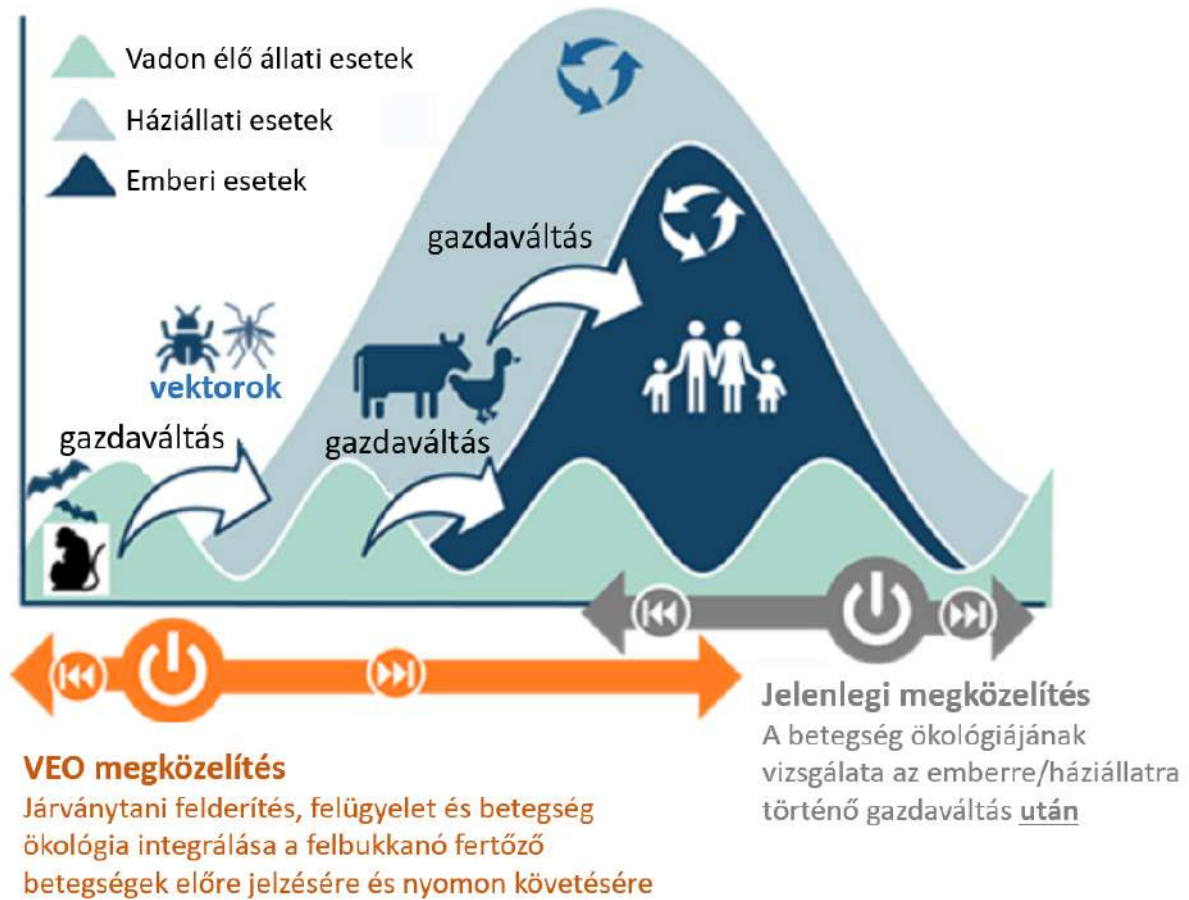
nyomon követni az újonnan felbukkanó fertőző betegségeket. A projektben adattudósok, virológusok, járványügyi- és más szakértők dolgoznak közösen a szükséges adat- és eszköztár kidolgozásán, kollaboratív adatelemző platformok felállításán és az új betegségek kialakulásának és fő útvonalainak elemzésén Európában és világszerte.[1]

Az elmúlt évtizedekben a járványok többsége ún. gazdaváltási eseményekből alakult ki, amik vadon élő állatokkal vagy háziállatokkal közvetlenül vagy közvetve kapcsolatosak (pl. állati termékek vagy vektorok, például szúnyogok, kullancsok stb. révén). Ez arra a felismerésre vezetett, hogy az emberek, a háziállatok és a vadon élő állatok egy szorosan csatolt

komplex hálózatot alkotnak. Egyes állatokban előforduló kórokozók, az ún. gazdaváltás során képesek "átugrani" az emberre és bennük megbetegedést okozni. Az ilyen fertőző betegségeket hívjuk zoonózisoknak. [2] A jelenlegi megközelítés szerint a kórokozót már csak a gazdaváltás után fedezzük fel, ezért a járványügyi rendszerek és a nemzeti és nemzetközi készenléti tervek fejlesztése ellenére a járvány kitörésekre való reagálás lassú, különösen az új, eddig ismeretlen betegségek felbukkanásakor. Legutóbbi példák a SARS Délkelet-Ázsiában, a Zika-vírussal összefüggő idegrendszeri betegség Dél-Amerikában, az egyre terjedő afrikai sertéspestis vagy a jelenleg terjedő új koronavírus járvány.



1. ábra Az Újonnan Felbukkanó fertőző betegségek Obszervatóriuma (VEO) konzorcium tagországai és intézetei (Forrás: <https://www.veo-europe.eu/about-veo/partners>)



2. ábra A zoonótikus fertőzések monitorozása a jelenlegi és a VEO megközelítés szerint. A VEO az epidemiológiai felderítés, betegség-ökológia és járvány felügyelet integrálásával a felbukkanó fertőző betegségeket még a vadállatokban vagy vektorokban felfedezné és nyomon követné az emberi gazdaváltásig, ahonnan a jelenlegi nyomon követési stratégiák érvényesülnének. (Forrás: <https://www.veo-europe.eu/About-VEO>)

A VEO megközelítése szerint a környezetünkben lévő potenciálisan veszélyes kórokozók folyamatos monitorozással már a gazdaváltás előtt megismerhetők.

A VEO célkitűzésében szereplő előre jelző és monitorozó rendszer működésének alapja a nagy mennyiségű releváns és sokrétű adat. Ezek lehetnek klasszikus járványügyi adatok (pl. fertőzöttek száma, gyógyultak száma), vagy újszerű információk, amiket a szennyvízből és más környezeti mintákból, vagy

páciensekből nyert genetikai információszolgáltatók. De a zoonózisok kapcsán fontosak lehetnek más biológiai adatok is, mint a vándormadarak vonulási útvonalaira, trópusi szúnyogfajok vagy bizonyos vadállatok (pl. denevérek) elterjedési területeire vonatkozó adatok. További értékes információkkal szolgálhatnak egy járványról a meteorológiai mérések, az emberek mobilitási adatai vagy a közösségi médiában megjelenő, járvánnyal kapcsolatos reakciók is. [1]

SZENNYVÍZ MINTÁTÓL AZ ADATFÁJLOKIG

A VEO egyik munkacsomagjához, a tünetmentes fertőzöttek nagy számával együtt járó ún. „csendes járványterjedés” (silent epidemics) vizsgálatához a legfontosabb biológiai adatokat a világ több részéről gyűjtött szennyvízminták adják.

A magyarországi, vagyis a budapesti minták professzionális mintavétele a Fővárosi Csatornázási Művek munkatársai által valósul meg. A projekthez négy darab kb. 1000 ml-es minta gyűjtése történik hetente, melyek a Dán Műszaki Egyetem (DTU) VEO csoportjához kerülnek későbbi feldolgozásra. A minták nyers, kezeletlen szennyvízből származnak és mind a szállítás, mind a tárolás során törekedni kell rá, pl. hűtéssel, hogy biológiai összetételük a lehető legkevésbé változzon.

A mintavétel a három budapesti telepen (Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep, Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep, Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep) a mechanikai rács utáni szennyvízből történik teleszkópos mintavevővel, úgy, hogy egy minta három külön pontminta elegyítéséből származzon. A negyedik mintát a Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep 24-órás automata mintavevő eszközével gyűjtik.

A gyűjtött minták kémiai és biológiai összetételét a szerves anyag tartalom, az ipari vagy mezőgazdasági szennyvíz mennyisége, a hőmérséklet, a csapadékmennyiség, a víz kémhatásának (pH) változásai mind befolyásolják, ezért a Fővárosi Csatornázási Művek munkatársai mérik a külső levegő hőmérsékletét, a minta hőmérsékletét és a minta kémhatását.



3. ábra Mintavétel teleszkópos mintavevővel a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen (Forrás: Fővárosi Csatornázási Művek)

A Dániába küldött budapesti mintákon a tervek szerint szekvenálást végeznek majd. A mintákat ehhez koncentrálnak, majd kivonják belőlük a genetikai információ forrásául szolgáló örökítőanyagokat, nukleinsavakat. A genetikai információt a nukleinsavakban vagyis DNS ill. RNS láncokban található bázisok (A, T/U, G, C) sorrendje (szekvencia) határozza meg. Az egy egyedben vagy vírusban található összes örökítőanyagot hívjuk genomnak, mely az adott élőlény vagy vírus „tervrajzaként” szolgál. A genom mérete fajoként nagyon eltérő lehet. Például a humán duplaszálú DNS genom



4. ábra Különböző szennyvíz telepekről származó minták (Forrás: Fővárosi Csatornázási Művek)

SARS-COV-2 ÖRÖKÍTŐANYAG A SZENNYVÍZBEN

kb. 3 milliárd bázispárból áll, ezzel szemben a SARS-CoV-2 egyszálú RNS genomja csak kb. 30 ezer bázis hosszú. Egy adott szervezet örökítőanyagának jelenléte, egy specifikusan rá jellemző genomszakasz alapján legegyszerűbben PCR módszerrel igazolható. A „tervrajz”, vagyis a genomban található bázisok sorrendje egy szekvenálás nevű biokémiai módszerrel olvasható le.

Ma már a szekvenálási módszerek széles skálája érhető el, köztük a legújabbak és leggyorsabbak a nagy áteresztőképességű NGS módszerek, melyekkel egyszerre sok nukleinsav szakaszt lehet leolvasni. A szekvenálás eredményeként „leolvasott” bázis sorrendű nukleinsav szakaszokat (szekvenciákat) tartalmazó, de emberi szem számára ilyen formán értelmezhetetlen adatfájlokat kapunk, melyek a szekvenálási módszerekkel együtt fejlődő interdiszciplináris tudományág, az adattudományokkal rokon bioinformatika segítségével a kutatók számára „olvasható” formába hozhatók.

A SARS-CoV-2 elsősorban egy cseppfertőzéssel terjedő légúti megbetegedést okozó vírus, de az emésztőrendszer sejtjeiben is jelen lehet. Ennek eredményeként a fertőzött, akár tünetmentes személyek jelentős része széklettel is üríti a vírus részecskéket, melyek így a szennyvízbe kerülhetnek. [3] A szennyvízben a SARS-CoV-2 eredetű örökítőanyag jelenlétének igazolására és mennyiségének mérésére jelenleg a PCR módszerek a leghatékonyabbak.

A SARS-CoV-2 genetikai nyomait városi szennyvíz mintákbana világ több országában kimutatták már, továbbá a kutatók igazolták, hogy a szennyvízben található vírus eredetű örökítőanyag mennyisége összefügg a klinikailag igazolt fertőzöttek számával és előre jelzi a klinikailag igazolt esetek számának változását. [4] Magyarországon az NNK az országszerte gyűjtött szennyvíz mintákban hetente méri a SARS-CoV-2 örökítőanyagának koncentrációját. A mért koncentrációkat alacsony, mérsékelt, emelkedett, valamint magas kategóriákba

sorolják és eredményeiket honlapjukon teszik közzé. A heti rendszerességgel végzett vizsgálatok és az ezek alapján végzett rövid távú előrejelzések (4-10 nap) segítik a járványügyi intézkedések tervezését. Magyarország jelenleg az Egészségügyi Világszervezet (WHO) Európai régiójában azon kevés országok egyike, ahol ezek a vizsgálatok a járványügyi intézkedések kapcsán érdemben hasznosulnak, és a lakosság rendszeres tájékoztatása útján a megelőzést szolgálják. [5]

A SARS-CoV-2 a Nemzetközi Vírus Taxonómiai Bizottság (ICTV) szerint a SARS-t okozó koronavírusok (SevereAcuteRespiratorySyndrome-relatedvirus) közé tartozik. [6] A faj többi tagjához hasonlóan hordoz bizonyos fajra jellemző szekvenciákat, de genomja olyan egyedi szekvenciákat is tartalmaz, melyek a faj többi tagjának genomjában nincsenek jelen. A SARS-CoV-2, genomjában található ismert egyedi szekvenciái alapján különíthető el a faj többi tagjától például PCR módszerekkel.

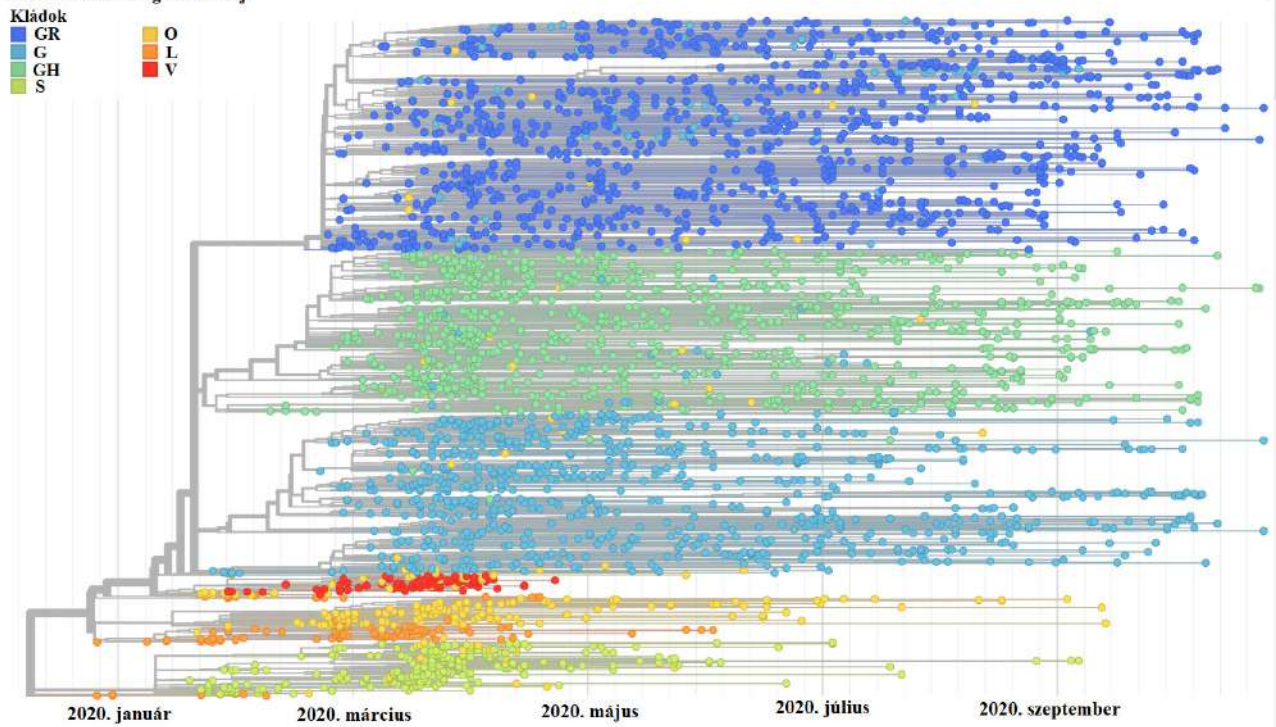
Egy vírushatározás során a gazdaszervezetbe jutó vírus arra kényszeríti a gazdaszervezet sejtjeit, hogy róla másolatokat készítsenek, kezdve a vírus genomjával. A másolás nem mindig tökéletes, ezért a vírus genomjának másolata már nem mindig lesz teljesen azonos az eredeti genommal, kisebb hibák, mutációk lehetnek benne, amik tovább öröklődnek a másolatok másolataiba és potenciálisan újabbakkal egészülnek ki. Hogy a vírus genomban hol és milyen gyakorisággal jelennek meg ezek a mutációk, az számos tényezőtől függ. Például az RNS-vírusok genomja gyorsabban mutálódik, mint a DNS-vírusoké. [7] A mutáció eredményeként újabb és újabb vírus „típusok”, SARS-CoV-2 változatok jönnek létre, melyeket genom szekvenciájuk ismeretében lehet hatékonyan azonosítani.

A különböző helyekről és időpontokból származó SARS-CoV-2 genomokat a kutatók folyamatosan szekvenálják. 2020.10. 29-ig a GISAID nevű adatbázisban több mint 167 000 darab genom gyűlt össze. [8] A genomokat hasonlóságaik alapján csoportosíthatjuk törzsekbe vagy kládokba. A vírusok és baktériumok esetében új törzsnek egy olyan változatot tekintünk, mely esetében megváltozik a kórokozó és a gazdaszervezet közötti kapcsolat. [7] A klád kifejezést inkább olyan genetikai változások esetén használjuk, melyek a vírus fertőzőképességét nem befolyásolják. [9]

A Nextstrain programot fejlesztő kutatócsoport a GISAID adatbázisban található szekvenált vírus genomok földrajzi eredete és szekvenálás időpontja alapján interaktív lezármazási (filogenetikai) fát és terjedési térképet készít, lehetővé téve a vírus evolúciójának és sokféleségének (diverzitásának) követését. A Nextstrain alapján a SARS-CoV-2 jelenleg hét kládba sorolható: S, L, O, V, G, GH, GR. [10]

A VEO kutatói egy nem régiben megjelent tanulmányban holland és belga szennyvíz mintákban vizsgálták a SARS-CoV-2 genomok diverzitását, majd az eredményeket összehasonlították a páciensekből vett vírus szekvenciák diverzitásával. A szennyvíz előnye az emberekből származó mintákhoz képest, hogy a mintagyűjtés egyszerűbb, a minták nem csak a tünetekkel rendelkező páciensekből származnak és viszonylag kis számú minta is elegendő, hogy a vírus időbeli változásáról és diverzitásáról információt nyerjünk. Nehézséget jelent, hogy a szennyvíz kémiai és biológiai is komplex közeg. A vírus örökítőanyagának koncentrációja alacsony, ami nehezíti a teljes vírus genomok

A SARS-CoV-2 filogenetikai fája



A SARS-CoV-2 földrajzi elterjedése



5. ábra A SARS-CoV-2 filogenetikai fája (fent) és földrajzi elterjedése (lent). A különböző színek a különböző kládokat jelölik. (Forrás: <https://www.gisaid.org/epiflu-applications/phylo-dynamics/>)

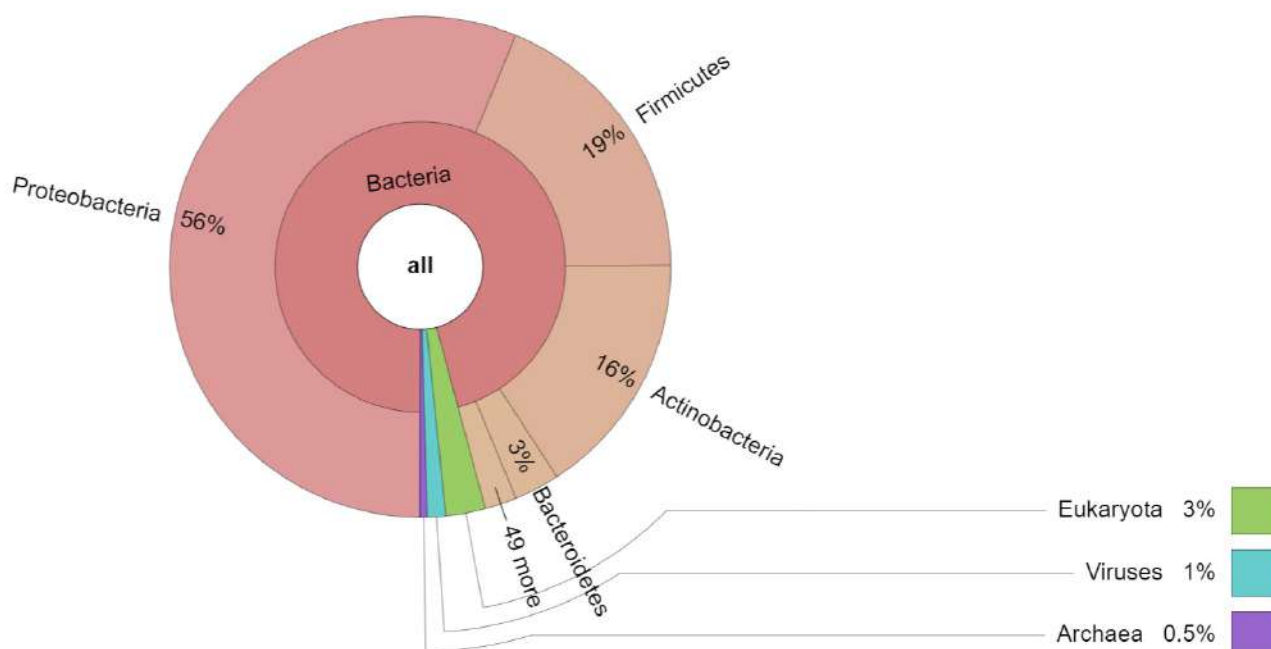
rekonstrukcióját és elkülönítését a mintában. A három leggyakoribb kládot sikerült azonosítani a szennyvízben, de a kevésbé gyakoriakat nem, annak ellenére, hogy humán mintákban mindkét országban jelen voltak ezek is. [3] A szennyvíz mintákban állatokból származó vírus változatok is előfordulhatnak ill. a szennyvíz új mutációk forrása is lehet. Bár a fenti kutatás során alkalmazott módszer még sok fejlesztésre szorul, ígéretes alternatíva lehet a vírusok diverzitásának monitorozására.

SZENNYVÍZ METAGENOMIKA

A szennyvízben az új koronavíruson kívül számos más szervezet összetevői is megtalálható, köztük egyéb vírusok, baktériumok,

gombák, protozoák, rovarok, növények, állatok és emberek genetikai állományának darabjai. A szennyvízben található DNS-t és RNS-t molekuláris biológia módszerekkel kivonjuk és szekvenáljuk. A leolvasott szekvenciákat bioinformatikai módszerekkel különböző ismert szekvenciákat tartalmazó adatbázisok segítségével azonosítjuk. Így egyetlen minta elegendő, hogy több ezer faj genetikai nyomait megtaláljuk. Ez a metagenomika vagyis az egy környezeti mintából származó organizmusok genomjának átfogó vizsgálata. [11]

Azonosíthatjuk a szennyvíz mintában található összes ismert fajt, köztük a potenciálisan veszélyeseket. A szennyvíz metagenomikai vizsgálata ma is aktív kutatások tárgya,



6. ábra Egy szennyvíz minta metagenomikai összetétele ún. Krona [12] ábrán. A mintában található örökítőanyag nagy része baktérium eredetű.

számos megoldatlan kérdéssel és megoldásra váró problémával. Egy friss tudományos közlemény a szennyvízben található vírus metagenom, vagyis a virom időbeli és földrajzi változatosságát elemzi. Az eredmények sok különböző területről és több időpontból származó minta elemzésével születtek. A világszerte gyűjtött mintákban található összes szekvenciából 0,09-22% volt vírus eredetű szekvencia, melyek nagyrészt baktériumokra specifikus vírusok (bakteriofágok), növény- vagy rovarvírusok voltak. A gerincesekre specifikus vírusok aránya a mintákban átlagosan csupán 1,7% volt. [13]

Járványügyi szempontból azonban nem csak a szennyvíz minták fajösszetétele lehet releváns. Egy megfelelő adatbázissal kereshetünk más egészségügyi jelentőségű szekvenciákat is, mint például antibiotikum rezisztenciáért felelős géneket.

Jelenleg világszerte évi 700 ezer ember haláláért felelősek az antibiotikum rezisztens kórokozók okozta fertőzések, de ez a szám 2050-re akár évi 10 millióra is duzzadhat. Az antimikrobiális rezisztencia (AMR) az a jelenség, mely során egy baktérium vagy más mikroorganizmus védettséget élvez az elpusztítására szánt antibiotikummal szemben. Az antibiotikum rezisztencia mechanizmusokban erre specifikus gének által kódolt fehérjék vesznek részt. Egyes baktériumok természetüknél fogva rendelkeznek ezekkel a génekkel, míg mások a környezetükből vagy a többi baktériumból képesek felvenni ezeket. Egészségügyi szempontból a gondot az jelenti, ha az AMR gének eljutnak, vagy már eleve jelen vannak egy megbetegedést okozó patogén mikroorganizmusban. Potenciális

veszélyforrást jelenthetnek olyan, egyébként ártalmatlan baktériumok, amelyek AMR gének hordozói. Az antibiotikumok túlzott használatával olyan szelekciós folyamatok indulnak be, melyek eredményeként az AMR géneket hordozó baktériumok maradnak életben és adják tovább ezeket a géneket. A folyamat következményeként egyre több, ún. multirezisztens baktérium törzs jöhet létre, melyeket már egyetlen ismert antibiotikum sem képes elpusztítani. [14]

A jelenlegi antibiotikum rezisztencia megfigyelő rendszerek gyakran csak a közegészségügyi ellátási rendszerben megjelenő fertőzésekben származó baktériumokat célozzák, ami nem elegendő, mert a gének és az őket hordozó baktériumok szinte bárhol megtalálhatók. Metagenomikai megközelítéssel az antibiotikum rezisztencia gének környezeti monitorozása válik lehetségessé. Jó példa erre az a nemzetközi projekt, ami 60 ország 79 pontjáról vett szennyvíz minták metagenomikai vizsgálatával a különböző baktériumpopulációk összetételét és az antibiotikum rezisztencia gének elterjedését elemezte. A legmagasabb koncentrációban például a brazil szennyvízmintákban voltak jelen AMR gének. Megállapították, hogy mely antibiotikum csoportokkal szemben a legnagyobb ezen gének gyakorisága és azt, hogy az egyes antibiotikum-típusok használata megnöveli az adott antibiotikum-osztályra specifikus AMR gének gyakoriságát. [15, 16]

Járványügyi szempontból azonban nem csak a kórokozók vizsgálata fontos, hanem a fertőzésnek kitett emberek esetleges érzékenysége is. Az ELTE kutatói felvetették, hogy a mintákban található kis mennyiségű, de minden emberi sejt mitokondriumában megtalálható

DNS szekvenciák elemzésével értékes információk nyerhetők a szennyvíztelep környékén élő népeességről. A mitokondriumok a sejtek energiaellátásáért felelős sejt szervecskék, melyek különlegessége, hogy saját genetikai állománnyal rendelkeznek és ún. anyai öröklődésűek, azaz kizárólag a petesejteken keresztül öröklődnek. A mitokondriális DNS így csak a nagy ritkán bekövetkező mutációk révén változik. A mutációval keletkező mitokondriális DNS változatok, a haplotípusok, a mitokondriumokkal öröklődnek anyáról a gyermekekre. A SARS-CoV-2 törzsek esetében már említett leszármazási fához hasonló készült a haplotípusokból, melyeket hasonlóságuk alapján haplocsoportokba soroltak. [17]

Egy-egy haplocsoport adott földrajzi területen gyakoribb lehet, így megkülönböztethetünk például nyugat-ázsiai vagy európai haplocsoportokat. Ezzel a módszerrel a szennyvízgyűjtő területen élő populáció etnikai és genetikai összetételét, illetve egyes betegségekkel összefüggésbe hozott haplotípusok jelenlétét, azaz a potenciálisan veszélyeztetett személyek jelenlétét anonim módon vizsgálhatjuk.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 21. század talán legnagyobb egészségügyi kihívását az újonnan megjelenő fertőző betegségek jelentik. A COVID-19 világszintű elterjedésével sajnos a kérdés igen aktuális lett és a jövőben is számíthatunk hasonló vagy ennél súlyosabb járványokra. A klímaváltozás, a természetes élőhelyek visszaszorulása, a globalizáció és az antimikrobiális rezisztencia az eddig ismeretlen, hosszú idő után ismét felbukkanó vagy rezisztens kórokozók terjedésének új löketet adhatnak. A jelenleg

alkalmazott, a járványt már a kitörése után észlelő eljárások mellett egy előre jelzési és preventív rendszer létrehozása is szükséges. Erre jött létre több európai kutatóintézetet, köztük az ELTE-t magába foglaló Újonnan felbukkanó Fertőző betegségek Observatóriuma (VEO) nevű konzorcium, melynek célja, hogy a potenciálisan veszélyes kórokozót a lehető legkorábbi fázisban azonosítsa és nyomon kövesse.

A jelenleg is terjedő SARS-CoV-2 más nagy kockázatot jelentő vírusokhoz hasonlóan ún. zoonótikus, vagyis állati eredetű kórokozó. Ez azt jelenti, hogy egy bizonyos állatfajban megjelenő kórokozó ún. gazdaváltási események során képes embereket is megbetegíteni. A kórokozók a gazdaszervezetből a környezetbe is kikerülnek, ahonnan szintén kimutathatók. A szennyvíz minták előnye, hogy egyszerre több gazdaszervezetből származó kórokozó jelenlétét és magukat a gazdaszervezeteket is egyszerre vizsgálhatjuk, viszont a minta komplexitása és a kórokozók relatív alacsony koncentrációja miatt kimutatásuk technikai kihívást jelent. A szennyvíz, mint környezeti minta igen biztató alternatíva lehet a járványok monitorozásában, hiszen rengeteg ember mintája belekerül és a mintavétel mind etikai, mind technikai szempontból egyszerűbb. A már ismert kórokozók örökítőanyagának PCR módszerrel történő rendszeres kimutatása, koncentrációjának mérése a szennyvízben a közösségi szűrés és a rövid távú előrejelzések hatékony eszköze lehet. A minták metagenomikai elemzésével megismerhetjük egy adott populációban megjelenő és terjedő kórokozókat, beleértve a fajkon belüli diverzitás vizsgálatát és az antimikrobiális rezisztenciáért felelős gének azonosítását

is. Bár az alkalmazott módszerek tökéletesítése továbbra is foglalkoztatja a szakembereket, talán nem is olyan sokára a szennyvíz genetikai összetételének rutinszerű vizsgálata kulcsfontosságú eszköze lehet a járványok megelőzésének és nyomon követésének.

IRODALOMJEGYZÉK

SZERZŐ:



Becsei Ágnes: molekuláris biológia MSc diplomáját 2015-ben, biotechnológia MSc diplomáját pedig 2017-ben szerezte a Debreceni Egyetemen. Az egyetem elvégzése után az RNS vírusok kutatásában is használatos ds-RNS specifikus monoklonális ellenanyagok fejlesztésével, majd állategészségügyi jelentőségű kórokozók kimutatásával foglalkozott. Doktori tanulmányait 2019-ben kezdte meg az ELTE-n bioinformatika és metagenomika témában, Prof. Csabai István témavezetésével.



KORONAVÍRUS A SZENNYVÍZBEN: ORSZÁGOS KORAI ELŐREJELZŐ RENDSZER KIALAKÍTÁSA

RÓKA ESZTER, KHAYER BERNADETT, SCHULER ESZTER, KOVÁCS LUCA BELLA, MAGYAR NÓRA, KIS ZOLTÁN, PÁLYI BERNADETT, ORAVECZ ORSOLYA, VARGHA MÁRTA, PÁNDICS TAMÁS
NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT

A SZENNYVÍZ, MINT KÖZÖSSÉGI SZŰRÉSI LEHETŐSÉG

A települések szennyvizének összetétele sok tekintetben a szennyvíztelep által ellátott lakosság egészségi állapotának lenyomata, hiszen tartalmaz minden olyan anyagot, kórokozót, ami a felhasználók szervezetéből széklettel, vizelettel ürül, esetleg fürdővízzel a csatornába juthat. Ezt használják ki a szennyvíz alapú epidemiológiai/járványügyi vizsgálatok, amelyek a szennyvízre az ellátási terület lakosságának közösségi mintájaként tekintenek, és a széklettel, vizelettel ürülő anyagcseretermékek, illetve kórokozók előfordulása, mennyisége alapján von le következtetéseket. Ez a tudományterületkorántsem új: elsőként az illegális kábítószer fogyasztás lakossági szintű monitorozására használták a 2000-es évek elején. A szennyvíz alapú epidemiológia más intézkedésekkel kombinációban alkalmazva jelentős szerepet játszott a járványos gyermekbénulást okozó poliovírus visszaszorításában, de alkalmazható antibiotikum rezisztencia közösségi terjedésének vizsgálatára, illetve gyógyszerfogyasztási trendek monitorozására is (1). Bár régóta ismert, hogy

a szennyvíz vizsgálata fertőző betegségek terjedésének közösségi szintű nyomon követésére is használható, a módszertan idén, a COVID-19 járvány kapcsán került reflektorfénybe.

Az új koronavírus (SARS-CoV-2) által okozott járvány hatására a világban számos kutatócsoport kezdett szennyvízvizsgálatokba (2). Az eredmények több országban is igazolják, hogy a kórokozó már a tömeges megbetegedéseket megelőzően, akár 4-10 nappal az esetszámok emelkedése előtt kimutatható szennyvízből (3). A legtöbb ilyen jellegű vizsgálat csak kutatási célú, Európában eddig csak néhány országban, hazánk mellett pl. Hollandiában, Finnországban, Németországban és az Egyesült Királyságban épült ki olyan, rendszeres koronavírus mennyiségi monitorozó rendszer, amely alkalmas a járvány közösségi terjedésének kimutatására, sőt, előrejelzésére. Cikkünk a Nemzeti Népegészségügyi Központban folyó vizsgálatokat foglalja össze, és nemzetközi kitekintést ad a szennyvízvizsgálatok eredményeiről.

KÓROKOZÓK KIMUTATÁSA SZENNYVÍZBŐL

A szennyvízből számos olyan kórokozó (pl. adeno- és enterovírusok, calicivírus, hepatitis A vírus, Campylobacter, fejlődő országokban kolerát és tifuszt okozó baktériumok) kimutatható lehet, amelyek vízzel terjedő betegségeket okoznak, azaz akár szennyvíz közvetítésével is terjedhetnek. Ez azonban nem minden szennyvízből kimutatható kórokozóra igaz. A vizsgálatok leggyakrabban nagy érzékenységű molekuláris biológiai módszerekkel történnek, amelyek nem magát a fertőzőképes kórokozót, hanem annak örökítőanyagát mutatják ki. Ezért az örökítőanyag jelenlétének igazolása nem jelenti azt, hogy a szennyvíz terjeszti a fertőzést. Sok olyan szennyvízből kimutatható patogén ismert, pl. a Zika-vírus, vagy a sárgaláz kórokozója, amelyek esetében a vízzel, szennyvízzel történő terjedést nem igazolták, de a szennyvíz alapú epidemiológia ilyen kórokozók vizsgálatában is hasznosítható, hiszen szennyvízben mért mennyiségű-köszefüggést mutat a regisztrált megbetegedések számával. Jelen tudásunk szerint ez mondható el a SARS-CoV-2 víusról is.

KORONAVÍRUS A SZENNYVÍZBEN

A 2019 vége óta az egész világon elterjedő új koronavírus a fehérjeburokkal rendelkező, ún. burkos vírusok közé tartozik. Mint a burkos vírusoknak általában, életképessége a környezetben, az emberi gazdaszervezeten kívül korlátozott, a környezeti hatásokra (pl. napfényre, megre), illetve fertőtlenítőszerre érzékeny. Ismert, hogy a SARS-CoV-2 vírus örökítőanyaga jelen van a fertőzöttek székletében, de fertőzőképes vírust eddig csak néhány esetben mutattak ki, és jelenleg nincs bizonyíték széklet útján történő terjedésre sem. Az viszont

bizonyított, hogy tüneteket mutató és tünetmentes fertőzöttek egyaránt ürítik a kórokozó örökítőanyagát (RNS-ét), amely így megjelenik a szennyvízben. Fertőzőképes vírusokat az eddigi vizsgálatok világon sehol nem mutattak ki szennyvízből, az erre irányuló jelentős erőfeszítések ellenére sem. Ez nem zárja ki teljesen az előfordulásukat, de szinte bizonyos, hogy olyan számban nem lehetnek jelen, ami fertőzést okozhatna.

Az új koronavírus leggyakoribb terjedési útvonala a cseppfertőzés, amelyet okozhatnak hagyományos légúti folyadékcseppek, de egyre több a bizonyíték az egészen kis méretű cseppecskékkel, az ún. aeroszollal történő terjedésére is. Nagyobb méretű cseppek kibocsátó személyhez viszonylag közel, kb. 2 méteren belül kiülepednek a felületekre. Ezzel szemben az aeroszol méretű (néhány mikrométeres) cseppek hosszabb ideig, akár órákig is a levegőben maradnak, és a légáramlási viszonyok is befolyásolják terjedésüket. A szennyvíztisztítás során keletkező aeroszolokban gyakran kimutathatók olyan vírusok, amelyek betegséget okozhatnak (pl. hepatitis A). A koronavírusal kapcsolatban még nem áll rendelkezésre elegendő adat, de fertőző vírusrészecskék hiányában ennek kockázata igen csekély, ha nem is zárható ki teljesen. A nemzetközi ajánlások alapján, a szennyvíztelepen a szennyvíztisztításban közreműködő dolgozóknak a fertőzések megelőzése érdekében mindenképpen szükséges egyéni védőfelszerelés. Az egyéb biológiai veszélyek megelőzésére megfelelő védőfelszerelés a koronavírusal szemben is védelmet nyújt, további elővigyázatosság a szennyvíztelepeken (vagy a szennyvízzel másként találkozó dolgozók esetében, pl. a laboratóriumban) nem szükséges.

A szakirodalomban közölt eredmények alapján a szennyvíztisztítás az újkoronavírus örökítőanyagát jelentős részben eltávolítja, a tisztított szennyvízben az RNS csak erősen fertőzött területen mutatható ki. A nyers szennyvízben azonban a vírus örökítőanyaga meglehetősen stabil. Bár nincsenek pontos információk arról, hogy az egyes (tüneteket mutató vagy tünetmentes) fertőzöttek mennyi RNS-t ürítenek, nagyobb közösségben arányos lehet a szennyvízben mért mennyisége a fertőzöttek számával, de hamarabb észlelhető, mint a kapcsolódó tünetes megbetegedések (3). Ez azt jelenti, hogy a települési szennyvíz rendszeres vizsgálatával következtethetünk a járvány közösségi terjedésére egy-egy szennyvíztelep által ellátott területen (1. ábra).

A VÍRUSKIMUTATÁS KIHÍVÁSAI

A vírusok szennyvízből történő kimutatásában nehézséget jelent, hogy egyenetlen eloszlásuk miatt a visszanyerés hatékonysága alacsony. Emiatt nagyobb létszámú lakosságot

ellátó szennyvíztelepeket érdemes mintavételi helyszínnek választani. Kisebb létszámú települések mintázása esetén az eredményekértelmezése a nagy mintavételi hiba miatt kérdéses. A mintavételi hiba 24 órás automata kompozit mintavevő berendezések használatával csökkenthető. Fontos figyelembe venni, hogy a szennyvízminta negatív eredménye nem jelenti azt, hogy az ellátott lakosság körében nem fordul elő megbetegedés.

A mintafeldolgozás első lépése a víruskoncentráció, melynek célja a vízmintában található lehető legtöbb vírus kis térfogatban történő összegyűjtése. A koncentrációs módszer esetében fontos szempont, hogy könnyen kivitelezhető, gyors, megbízhatóan ismételhető, valamint nagy visszanyerési hatékonyságú legyen és minél kisebb térfogatú víruskoncentrátumot eredményezzen.

Víruskoncentrációra alapvetően négyféle módszert alkalmaznak. A szakirodalom alapján leggyakrabban az adszorpciós-elúciós módszereket használják, melyek a vírus burkának fehérjetulajdonságát használják ki. A vírust meghatározott pH és ionerősség



1. ábra A szennyvíz alapú epidemiológia alkalmazása az új koronavírus járvány monitorozásában.

tartományban egy elektronegatív szűrőn megkötik, majd magas fehérjekoncentrációjú lúgos oldattal leoldják. Ezt követően a vírusokat kicsapást követően centrifugálással tovább koncentrálnak. Az ultraszűrés során kis pórusméretű töltetet alkalmaznak, melyen a vízmolekulák és a kisebb molekulatömegű anyagok átjutnak, de a vírusok megrekednek. A módszer alkalmazása során nehézséget okoz, hogy a sokféle, változatos méretű szennyező anyagot tartalmazó vizek, mint a szennyvíz, a kis pórusokat gyorsan eltömítik. Az ultracentrifugáláson alapuló módszerében a vízminta megfelelő sebességű és kellő ideig tartó üleptetése során a vírusok elválnak a többi alkotótól. Alkalmaznak még közvetlen kicsapási technikákat, ahol a vívrészecskéket adott hordozóhoz, például előzetesen kicsapott tejfehérje molekulákhoz kötik. A módszer előnye az egyszerűsége és olcsósága, míg hátránya, hogy a visszanyerés hatásfoka kedvezőtlen, és a reprodukálhatósága is alacsony. Továbbá a módszer végrehajtása hosszadalmas, a megfelelő mennyiségű vírus kinyeréséhez több órán keresztül kell keverni a mintákat. A kevertetést üleptetés és centrifugálás követi.

A koncentrált mintákból kivonják a vírus örökítőanyagát, az RNS-t. A munkának ebben a szakaszában az a cél, hogy az örökítőanyag minél kevésbé károsodjon, mert ez rontja a kimutatás hatásfokát. Ez és a következő lépések kis, néhány 10 vagy 100 mikroliter térfogatban, nagytisztaságú anyagokkal és környezetben történnek. A tisztaság azért különösen fontos, mert a mintákbármilyen külső szennyezés (laboratóriumi eszközökről, sőt, emberi bőrről származó szennyezők) hatására téves eredményt adhatnak.

A vírus örökítőanyagának mennyisége valószínűleg kvantitatív polimeráz láncreakció (qPCR) módszerrel mutatható ki. A qPCR olyan molekuláris módszer, amely az örökítőanyag kiválasztott részét sokszoroztatja, és a felszaporított örökítőanyag-szakasz mennyisége alapján amintában található víruskoncentrációjáról ad információt. Mivel a szennyvízben olyan anyagok is előfordulnak, melyek gátolják a vírusok PCR módszerrel történő kimutatását, így fontos a megfelelő kontroll minták használata a minták feldolgozása során (4).

KORAI COVID-19 ELŐREJELZŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE

Az új koronavírus szennyvízből történő kimutatását célzó módszerfejlesztés a hazai járványhelyzet súlyosbodására reagálva, áprilisban indult. Először a Budapestet ellátó három szennyvíztelepen történtek mintavételek, majd a vizsgált települések körét fokozatosan bővítve, június vége óta minden megyeszékhelyről, és más települések szennyvizéből is hetente történik vizsgálat. Amennyiben a szennyvíztelepen lehetőség nyílik rá, 24 órás kompozit mintavétel történik a nyers szennyvízből, más telepeken a csúcsidejű terhelés időpontjában pontmintavételt alkalmaznak. A mintavételeket a szolgáltató munkatársai végzik, és adatot szolgáltatnak az NNK részére az időjárási körülményekről, továbbá a szennyvíz fizikai- és kémiai paramétereiről is.

A szennyvízmintákból laboratóriumba szállítást követően centrifugálással távolítjuk el az ülepedő szennyeződésekkel. A mintákat ezt követően ultraszűréssel koncentrálnak, majd a vírus örökítőanyagát kereskedelmi forgalomban kapható, speciális kittelvonjuk ki.

A mintákkal párhuzamosan egy pozitív és egy negatív kontroll mintát is feldolgozunk: a negatív kontroll steril csapvizet, a pozitív kontroll ismert mennyiségű elölt vírust tartalmaz.

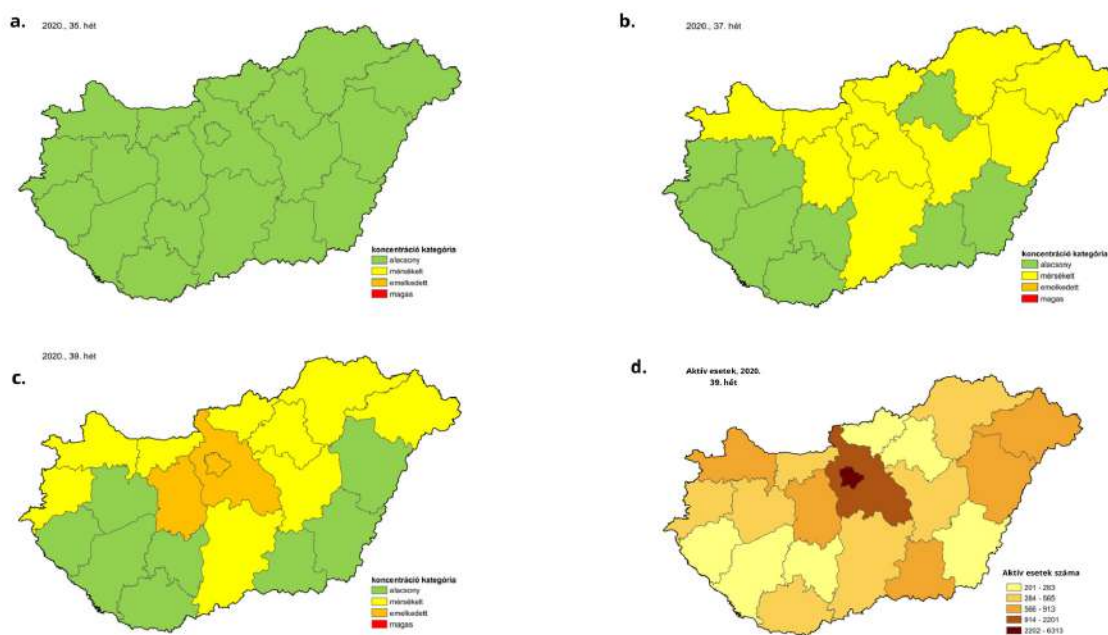
Az eredmények értelmezése során problémát jelenthet, hogy a szennyvíz fekália-tartalma változhat, különösen pl. jelentős csapadék esetén, amely a minta hígulásához vezethet. Ennek kiküszöbölésére a PCR módszerrel mért víruskoncentrációkat korrigáljuk a szennyvíz-fekális indikátorainak (fekális *Enterococcus*) mennyiségi adataival, így eredményeinket a szennyvíztelep által kezelt teljes vízmenyiségben belülről szennyvíz eredetű frakcióra tudjuk vonatkoztatni.

EREDMÉNYEK KOMMUNIKÁCIÓJA

Az általunk mért víruskoncentrációk megfelelnek a szakirodalomban publikált koncentrációknak, valamint utalnak a járványhelyzet

alakulására is. A módszer beállítása a tavaszi időszakban a járvány visszahúzódásával párhuzamosan történt, majd nyári hónapokban a szennyvíz koronavírus koncentrációja a monitorozott települések szennyvizében minimálisra csökkent. Az ősszel tapasztalt esetszám emelkedést megelőzően a szennyvízben mért vírusszám emelkedését tapasztaltuk, először néhány településen, majd az egész országban (2. ábra).

Az augusztusban és szeptemberben mért, országsszerte megfigyelhető koncentrációemelkedés egybeesett a járvány második hullámának hazai felfutásával. Szeptember végét (40. hét) követően azonban a szennyvíz SARS-CoV-2 örökítőanyag-tartalma nem emelkedett tovább olyan mértékben, mint ahogy az igazolt COVID-19 esetszámok emelkedése, vagy a kórházban levők és elhunytak számának alakulása alapján feltételezhetnénk. Ennek



2. ábra A szennyvízben mért vírusszámok (a. 35. hét, b. 37. hét, c. 39. hét) és az új esetek számának alakulása a 39. héten (d.)

pontos okairól egyelőre nincs egyértelmű magyarázat. Más országokban végzett megfigyelések szerint a szennyvíz SARS-CoV-2 tartalma előbb kezdett csökkenni, mint az aktív fertőzöttek száma (5). Magyarországon a járványügyi adatok alapján jelenleg nem várunk csökkenést az aktív esetek számában.

A víruskoncentrációkat a szakirodalmi adatok és saját méréseink alapján kategóriákba osztottuk (alacsony, mérsékelt, emelkedett, magas). A koncentrációban tapasztalt változást jelentős, legalább egy nagyságrendi különbség (a koncentráció tízszeres emelkedése vagy tizedére csökkenése) esetén tekintjük növekedésnek



NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT

KORAI ELŐREJELZŐ RENDSZER KORONAVÍRUS (SARS-CoV2) VIZSGÁLAT EREDMÉNYE A SZENNYVÍZBEN A 39. NAPTÁRI HÉTEN



3. ábra A szennyvíz koronavírus vizsgálata: lakossági kommunikáció.

vagy csökkenésnek. Amennyiben a koncentráció két nagyságrendet (százszorosára) növekszik, a tendenciát erős emelkedésnek tekintjük. A változás irányát több mérési pont alapján határozzuk meg. Bár egy-egy szennyvíztisztító telep gyakran több települést is ellát, az általunk mintázott szennyvíztelepek nagyságrendileg megfeleltethetők a megyeszékhelyeknek és nagyvárosoknak. Emiatta lakossági kommunikációban települési szinten szerepelnek az eredmények (3. ábra). Ez alól csak a főváros – ahol a három szennyvíztisztító mintából származó adatokat külön –, illetve a budapesti agglomeráció – amelynek esetében több településre aggregált adatokat közlünk – képez kivételt. Az eredményeket hetente közzéteszük az NNK honlapján: mind a mennyiségi kategóriát, mind a heti koncentrációváltozás irányát feltüntetjük(6). Szokatlan változás esetén azonnal jelzést adunk az Országos Tisztifőorvos és az Operatív Törzs felé is.

A JÖVŐ

A COVID-19 járvány hatására a nemzetközi tudományos közösségben minden eddiginél folyamatosabb információcsere zajlik, amelynek az NNK szakemberei is részesei. A számos országban elvégzett szennyvíz vizsgálatok eredményei alátámasztják, hogy a szennyvíz alapú epidemiológia bizonyítottan hatásos a SARS-CoV-2 közösségi terjedésének előrejelzésében. Ennek köszönhetően előkészítés alatt áll egy európai monitoring program, amely hatékonyan képes előre jelezni egy-egy nagyobb helyi esetszámemelkedést, lehetőséget adva a felkészülésre az egészségügyi ellátó intézmények számára. A szennyvíz alapú előrejelzés az egészségügyi rendszer megfelelő felkészülése mellett

célzott, helyi közösségi intézkedések (szolgáltatások korlátozása, lezárások, stb.) tervezésére is használható, amelyek a járvány elleni küzdelem fontos módszereivé váltak. Mivel jelenlegi tudományos ismereteink szerint kicsi a valószínűsége, hogy a járvány belátható időn belül magától megszűnik, fel kell készülnünk a helyi szinten tapasztalt vírusterjedést követő azonnali, rugalmas válaszadásra. A járvány ideje alatt ugyanakkor elengedhetetlen a szokásos életmenet, a stabil munka- és életkörülmények fenntartása, a gazdasági tevékenységek lehetőség szerint zavartalan folytatása. A kórokozó terjedésének mielőbbi felismerése és a megfelelő, mihamarabb bevetett védekezési metodika kulcsfontosságú mind az egészségmegővés, mind a fenntartható működés szempontjából. Ezen célkitűzések elérésében a koronavírus szennyvízből történő monitorozása hatékony eszköz lehet.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az NNK munkatársai ezúton is köszönetet mondanak a MaVíz és az érintett víziközmű üzemeltetők munkatársainak a mintavétellel kapcsolatos kitartó munkájukért, a kormányhivatalok népegészségügyi főosztályainak a mintavétel megszervezésében és a minták szállításában nyújtott támogatásért, továbbá a SUEZ Water Technologies & Solutions magyarországi Kutatás-Fejlesztési osztályán dr. Vízvárdi Kristófnak és Zverger Dorottyának a víruskoncentrálnálási módszerfejlesztésében nyújtott segítségért és az ultraszűrő membránok előállításáért.

▶ IRODALOMJEGYZÉK

SZERZŐK:



Róka Eszter: A szerző biológus, MSc diplomáját 2014-ben szerezte az ELTE-n Molekuláris- Immun- és Mikrobiológia szakirányon. Doktori tanulmányait az ELTE Környezettudományi Doktori Iskolájában végzi. Az NNK jogelődjeiben 2012. óta folytat tudományos tevékenységet, 2014. óta a Víz-higiénés Osztály munkatársa. Szakterülete elsősorban a vízhálózatokban szaporodó oportunistá kórokozó baktériumok kimutatása, emellett 2014. óta foglalkozik vizes környezetekben kimutatható vírusokkal is.



Dr. Pándics Tamás: A Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Karán szerzett általános orvosi diplomát, majd neurológus rezidensként, illetve szakorvosjelöltként dolgozott a Semmelweis Egyetem Neurológiai Klinikáján. A közegészségügy, ezen belül a primer prevenció területével egyetemi tanulmányai során kezdett el foglalkozni. Fő kutatási területe a környezeti eredetű szennyezők kockázatbecslése, beleértve az újonnan keletkezett kockázatokat is, mint például a nanoanyagok kérdését. Az Országos Környezetegészségügyi Intézetben a környezet-egészségügyi szakterületen belülről orvosi szakismereteket igénylő egészséghatás vizsgálatok módszertani megalapozását, a folyamatok kialakítását végezte, a főigazgató közvetlen munkatársaként a szervezet irányításával kapcsolatban a koordinációs és ellenőrző feladatokat látta el. 2015-ben az Országos Közegészségügyi Központ főigazgató főorvosi, majd 2017-ben az Országos Közegészségügyi Intézet Közegészségügyi Igazgatóságának igazgató főorvosi feladataival bízták meg, amely során felügyelte a környezet-egészségügy, sugáregészségügy mellett a járványügyi, mikrobiológiai feladatokat is. Az ismételt intézeti átalakítások kapcsán 2018-tól a Nemzeti Népegészségügyi Központ Központi Laboratóriumát, illetve Közegészségügyi Laboratóriumi Főosztályát vezeti. Az intézmény és jogelődjei környezet és egészség összefüggését vizsgáló Uniós kutatási projektjeiben korábban szakmai résztvevőként és koordinátorként működött közre, jelenleg projekt partnereként konzorciumvezetői szerepbentevékenykedik. A Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Karán az Epidemiológiai Tanszéktanszék vezető főiskolai docense, a Környezet-egészségügy tantárgy oktatója.

„ELKÖTELEZETTEK VAGYUNK A COVID-19 ELLENI KÜZDELEMBEN”



Lélegeztetőgép a Tatabányai Szent Borbála Kórháznak

Vállalatunk, a SUEZ Water Technologies & Solutions Hungary Kft a koronavírus járvány első hulláma alatt 6 millió forinttal támogatta a Szent Borbála Kórházat

Az adományt a kórház nevében Dr Lőke János, főigazgató vette át. Az összegből a kórház a koronavírussal kezelt betegek ellátási feltételeinek javítása érdekében egy lélegeztető gépet vásárolt.

A nagy értékű támogatást Ferencz Ádám igazgató adta át, és elmondta, örül, hogy segíteni tudunk a kórháznak a jelenlegi válsághelyzetben.



Adomány a Vöröskeresztnek

A koronavírus-járvány második hulláma szeptemberben érte el hazánkat.

A Magyar Vöröskereszt ebben a helyzetben is folytatja tevékenységét, melyekkel a járvány hatásait szeretnék enyhíteni. Ennek keretében hónapok óta osztanak tartósélelmiszer és tisztasági csomagokat szerte az országban. A támogatás kivétel nélkül olyan nélkülöző családokhoz kerül, akiknek a megélhetése, napi szintű boldogulása a járvány hatására veszélybe került.

Ebben nyújtott segítséget vállalatunk 15 millió forintos pénzadománya, amely a SUEZ két hazai székhelyének is otthont adó Komárom-Esztergom megyében segíti a helyi közösségeket.

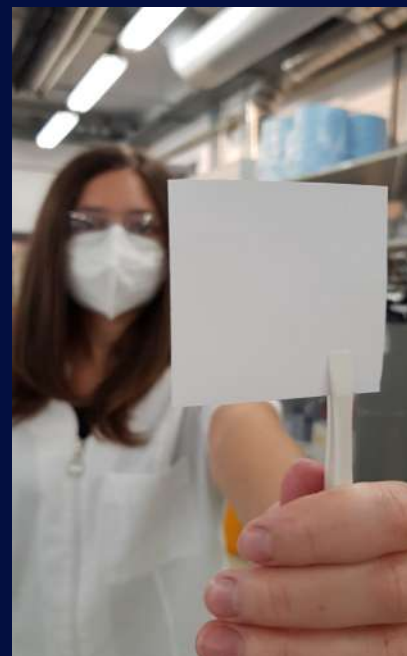
Az adomány segítségével a Magyar Vöröskereszt 3000 tartósélelmiszeret tartalmazó segélycsomagot állított össze és osztott szét.

Membránszűrők a pandémia követésében

A Nemzeti Népegészségügyi Központ egyike annak a három intézménynek Európában, amely a pandémia megjelenése óta végez kutatást és rendszeres szennyvízvizsgálatokat az új koronavírus örökítőanyagának kimutatására. Ennek köszönhetően hatékonyan lehet követni a járvány fejlődését Magyarországon nagyobb településein és előrejelezni egy-egy nagyobb esetszámemelkedést, lehetőséget adva a felkészülésre az egészségügyi ellátó intézmények számára.

Kutatóink a víruskoncentrálnálási módszer fejlesztésében nyújtottak gyors segítséget ultraszűrő membránok előállításával, melyeket az intézmény SARS-CoV-2 vírusvisszatartásra és koncentrálnálásra bevizsgált és szakvéleményezett.

A szoros együttműködésben optimalizált és az eljárásban jelenleg is naponta használt membránszűrőtípust vállalatunk biztosítja az igénynek megfelelően és ezzel igyekszik hozzájárulni a pandémia hatékony hazai kezeléséhez.



SARS-COV-2 ÖRÖKÍTŐANYAGÁNAK MONITOROZÁSA TELEPÜLÉSI SZENNYVIZEKBEN

OLÁHNÉ HORVÁTH BORBÁLA,

PANNON EGYETEM SOÓS ERNŐ KUTATÓ FEJLESZTŐ KÖZPONT, VÍZTECHNOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

DR. DOMOKOS ENDRE GÁBOR,

PANNON EGYETEM, BIO-, KÖRNYEZET- ÉS VEGYÉSZMÉRNÖKI KUTATÓ FEJLESZTŐ KÖZPONT

DR. SOMOGYI VIOLA,

PANNON EGYETEM, BIO-, KÖRNYEZET- ÉS VEGYÉSZMÉRNÖKI KUTATÓ FEJLESZTŐ KÖZPONT

PROF. DR. JAKAB FERENC,

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM SZENTÁGOTHAI JÁNOS KUTATÓ KÖZPONT, VIROLÓGIAI NEMZETI LABORATÓRIUM

DR. KEMENESI GÁBOR,

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM SZENTÁGOTHAI JÁNOS KUTATÓ KÖZPONT, VIROLÓGIAI NEMZETI LABORATÓRIUM

GERENCSÉRNÉ DR. BERTA RENÁTA,

PANNON EGYETEM SOÓS ERNŐ KUTATÓ FEJLESZTŐ KÖZPONT, VÍZTECHNOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

DR. GALAMBOS ILDIKÓ,

PANNON EGYETEM SOÓS ERNŐ KUTATÓ FEJLESZTŐ KÖZPONT, VÍZTECHNOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

Absztrakt: Szennyvíz alapú epidemiológiai megközelítéssel különböző városi szennyvíztelepek belépő szennyvizeiben a SARS-CoV-2 RNS-ének jelenlétét monitoroztuk. A települési szennyvizekben a nukleinsav koncentrációja nátrium-kloridos kisózáson és PEG-6000-es adszorpción alapult, a kimutatás reverz transzkripció és kvantitatív polimeráz láncreakció (RT-qPCR) módszerrel történt, E és RdRp génre tesztelve. A koncentrációs módszer adaptálását és optimalizálását követően, a módszer hatékonyságáról belső kontrollal győződünk meg. Az augusztus végi-szeptemberi mintavételek adtak először környezeti pozitív eredményt, amiből ismételt mintavételek esetén a vírus terjedésének arányára, annak változására lehet következtetni a vizsgált populáción belül, 4-5 nap közti előrejelző képességgel. Az így nyert információ a humán tesztelésnél korábbi, egy szennyvíztelephez csatlakozó lakosság összesített eredményét adja, a tünetmentes fertőzöttekről is, így a különböző intézkedések bevezetéséhez döntéstámogatásra alkalmas információt ad.

Kulcsszavak: szennyvíz alapú epidemiológia, WBE, koronavírus, COVID-19, előrejelző rendszer

BEVEZETÉS

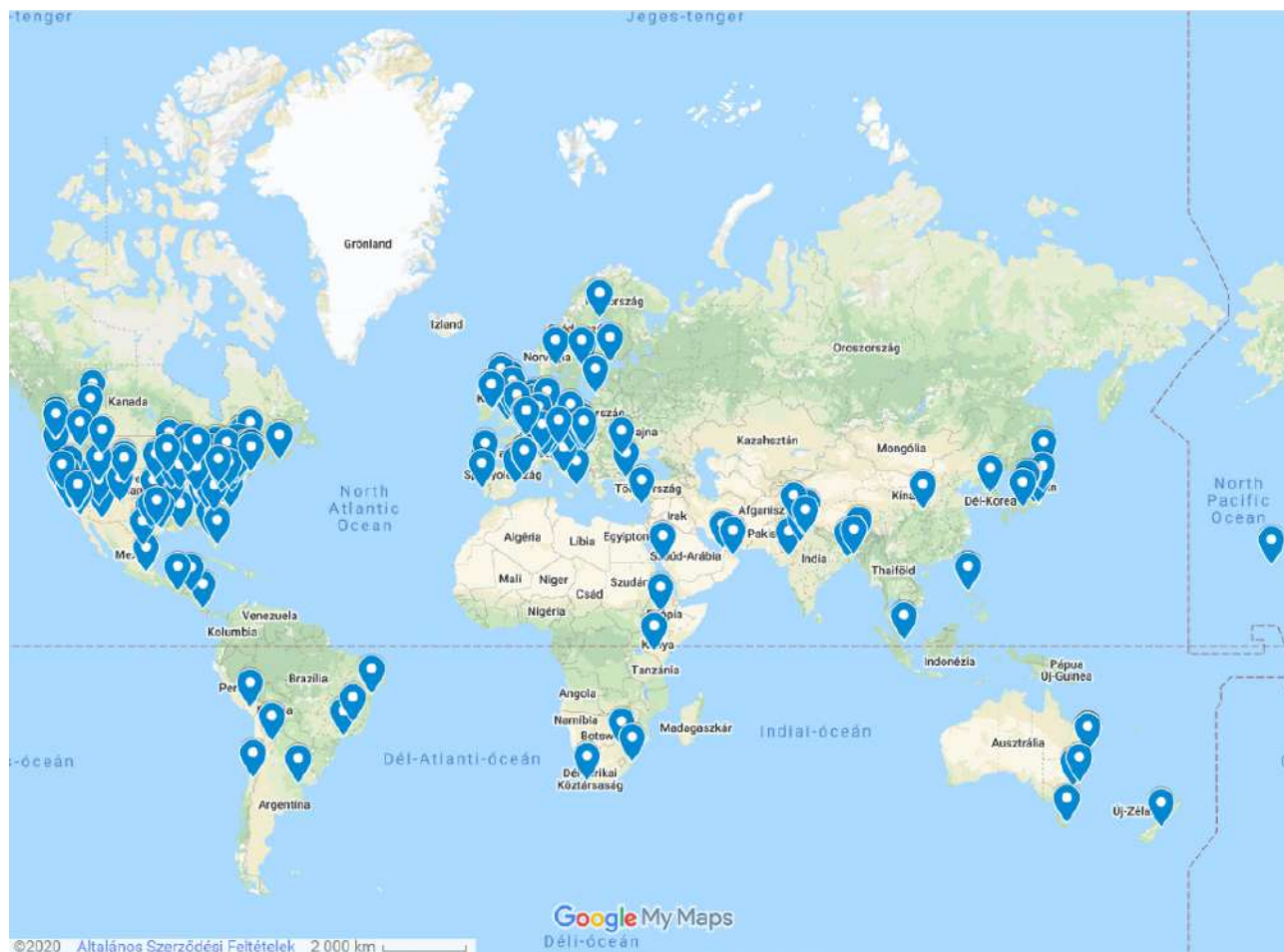
A szennyvíz alapú epidemiológia (WBE) egy évtizedek óta alkalmazott megközelítés mód, ami a különböző detekciós technikák fejlődésével dinamikusán változik. Előnye az anonim, adott populáció szintű adatgyűjtés; a költséghatékonyság azonos népességegyéni adatgyűjtéséhez képest. A sokrétű alkalmazásmód lehetővé teszi például a különböző vírusok terjedésének egyidőben való monitorozásának kivitelezését, és bizonyos esetekben, pl. a koronavírus esetén is néhány napos előrejelzésre lehet alkalmas, az első szimptomák jelentkezését megelőzően. Ugyanakkor számos limitáló tényezője van a WBE megközelítés módnak, minthogy abszolút értelemben véve nem előrejelző rendszer, nem tud megjósolni minimális jövőbeni megbetegedés számot, azonban tendenciaszerű változást mutat a vizsgált szennyvíz telephez tartozó közösségre vonatkozóan. A kimutatási érzékenységszámottevően rontja az ipari szennyvízzel és esővízzel való, esetenként nagy mértékű hígulás, és nehéz az eredményeket pontos népességszámra vetíteni az ingázók, turisták, illetve a népesség adatok naprakészségének korlátai miatt. A különböző markerek/biomarkerek stabilitása kulcskérdés, ami számottevően befolyásol maga a komplex mátrix, a csatornahálózatban töltött olykor jelentős tartózkodási idő, a szennyvíz évszakok szerinti hőmérséklet változása stb.

Az irodalomban számos eredmény található különböző, főként emésztőrendszeri tüneteket is okozó vírusok terjedésének sikeres, érzékeny és megbízható nyomon követésére, mint humán adenovírusok (pl. Hata et al., 2013), humán astrovírusok (pl. le Cannetal., 2004), humán calicivírusok (pl. Sima et al., 2011), humán norovírusok (pl. da Silva et al., 2007), humán rotavírusok (pl. Meleg et al., 2008) stb. Továbbá az új típusú koronavírus

örökítőanyagának első sikeres kimutatásáról szóló beszámolókat követően (pl. Medema et al., 2020; Kocame et al., 2020), jelentős figyelem irányul jelenleg a SARS-CoV-2 RNS-ének kimutatására, a járvány terjedésének nyomonkövetésére, döntéstámogatásra stb. Több nemzetközi együttműködés fókuszál standard mintavételi, koncentrálnálási és kimutatási módszer hiányában ezek tökéletesítésére (pl. Bivins et al., 2020; 1. ábra).

A kimutatás alapját az a felismerés adja, hogy a SARS-CoV-2 széklettel való ürítése az egyéb tünetek jelentkezését megelőzően 3-7 nappal hamarabb kezdődik, ugyanakkor klinikai vizsgálatok a megbetegedés későbbi szakaszában is kimutatták a vírus örökítőanyagát székletből különböző mértékben és gyakorisággal (pl. Chen et al., 2020). Többféle matematikai modell igyekszik megbecsülni a megbetegedettek számát a szennyvízben mérhető RNS kópiaszámból, ami azonban jelentős elhanyagolások (pl. esővíz általi hígítás mellőzése) ellenére is meglehetősen bizonytalan eredményt ad (pl. Hart & Halden, 2020), mindez nem meglepő a fenti bekezdésekben taglalt limitáló tényezők miatt. Ugyanakkor a szennyvízből mérhető SARS-CoV-2 genom kópiaszáma több vizsgálatban is jól korrelált a 3-7 nappal későbbi napi megbetegedés számmal, illetve az azonos régióból kórházba utaltak számával (pl. Peccia et al., 2020).

Célunk a SARS-CoV-2 örökítőanyagának kommunális szennyvízből való időben ismételt, mennyiségi kimutatásával a járvány alakulásának dinamikáját jellemezni 9 magyar város lakossága esetén. A kiválasztott települések révén különböző méretű és demográfiájú városokat ellátó tisztítótelepek vizsgálata vált lehetővé.



1. ábra Wastewater-Based Epidemiology Collaborative együttműködő partnerei (Bivins et al., 2020 nyomán)

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az általunk végzett monitorozásismételt (két heti), reggeli időszakban vett, két párhuzamos homogen pontmintavételt jelentett, adott települési szennyvíztelepek belépő pontjain (a finom rács után a nyers szennyvízből) 1 literes steril üveg mintavevőkbe, amik azonnali szállítása 4°C-on, majd feldolgozása a mintavételt követő 36 órán belül történt. A vizsgált szennyvíztisztítók: Ajka, Budapestről a Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep, Debrecen, Győr, Nagykanizsa, Miskolc, Pécs, Szeged és Veszprém.

A szennyvíz koncentrálása Meleg és munkatársai (2008) módosított módszere szerint

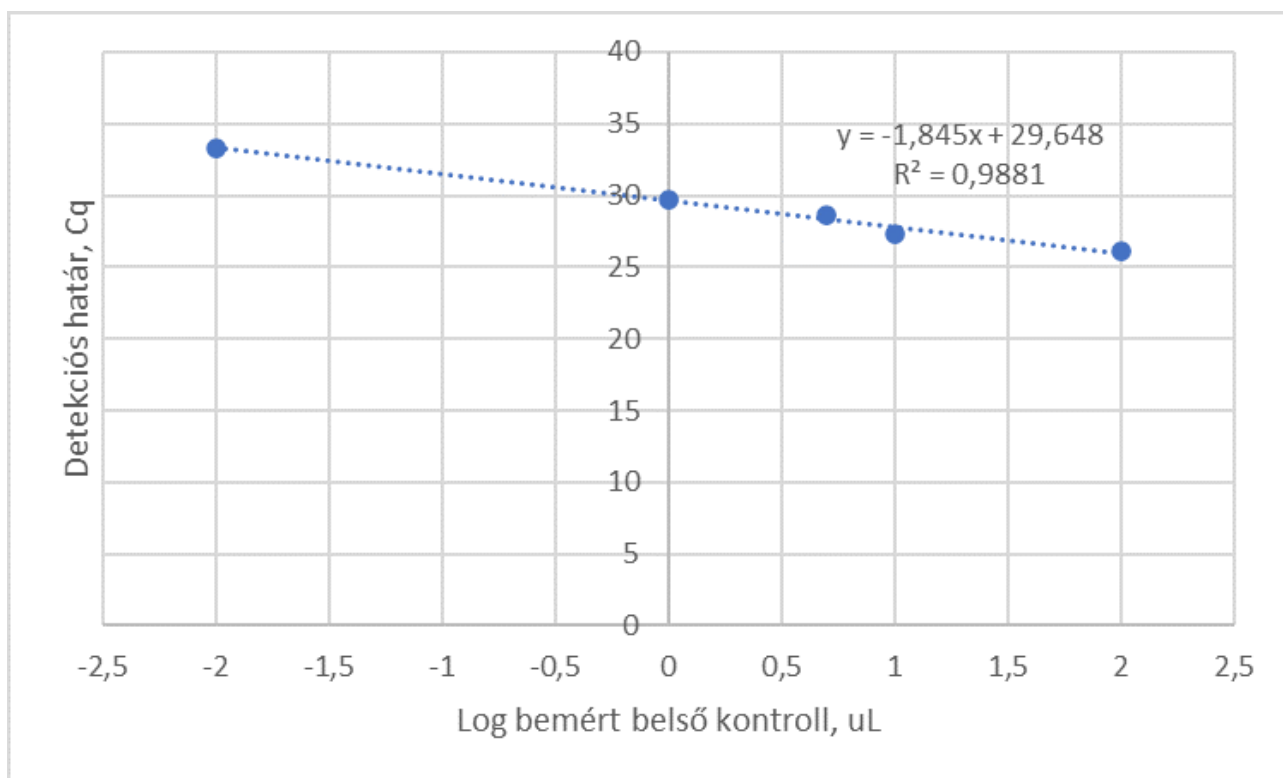
zajlotta MOL NyRt. által a Pannon Egyetem, Soós Ernő Kutató Fejlesztő Központ Víztechnológiai Kutatócsoportjának rendelkezésére bocsátott laborban, ahol a nukleinsav koncentrálsán nátrium-klrodiddal való kisózáson és PEG-6000-rel való adszorpción, szilika felületen való megkötésen és centrifugáláson alapult. A koncentrátumokat -80°C-on való szállítást követően a Pécsi Tudományegyetem Szentágothai János Kutatóközpont, Virologiai Nemzeti Laboratóriumának munkatársai vizsgálták RT-qPCR technikával. A koncentrált nukleinsav RNS részének reverz-transzkripcióval

EREDMÉNYEK:

való cDNS-sé írása ésspecifikus primerekkel történő real-time PCR-rel (E és RdRp génre tesztelve) a SARS-CoV-2 cDNS szakaszok felszaporítása történik. APCR termék detekciós határa az a ciklusszám (Cq érték), aminek változásán keresztül első közelítésben információt szerezhetünk a megbetegedésszám mértékének két ismételt mintavétel közti változásáról, valamint rövidtávú előrejelzésre alkalmas. Mindez kalibrációt követően az eredeti minta SARS-CoV-2 genom kópiaszámában is megadható, azonban ennek tovább váltását megbetegedés számra (szennyvíztelep/fő formában) a bevezetésben taglalt jelentős bizonytalanságok miatt nem tartottuk célszerűnek.

A koncentrálnási módszer hatékonyságát belső kontrollal történő vizsgálatokkal ellenőriztük, ahol a csökkenő belső kontroll mennyisége és a növekvő kimutatási határ ciklus megfelelő, a belső kontroll mennyiségének logaritmusával lineáris összefüggésben volt, melyet a 2. ábraszemléltet.

Május elejétől, a módszer adaptálást követően, 9 város szennyvíztelepére belépő kommunális szennyvizet, illetve egy tisztított kilépő vizet, valamint különböző kórházi kilépő pontokon vett mintákat dolgoztunk fel. Eredményeink környezeti minta feldolgozása során augusztus végéig kivétel nélkül megerősített negatív eredményt hoztak. Vagyis egyes esetekben,



2. ábra A koncentrálnási hatékonyságot igazoló vizsgálataink eredménye: belső kontroll mennyiség- detekciós határ ciklus összefüggése.

Helyszín	Mintavétel- ideje-I.	Cq*	Mintavétel- ideje-II.	Cq*	Következő- mintavétel
Debrecen	08.26.	39,5	09.16.	33,2	09.23.
Győr	08.31.	36,0	09.14.	35,4±0,3	09.28.
Csepel	09.01.	35,23±0,4	09.15.	37,4±0,5	09.29.

1. táblázat Az első pozitív környezeti minták

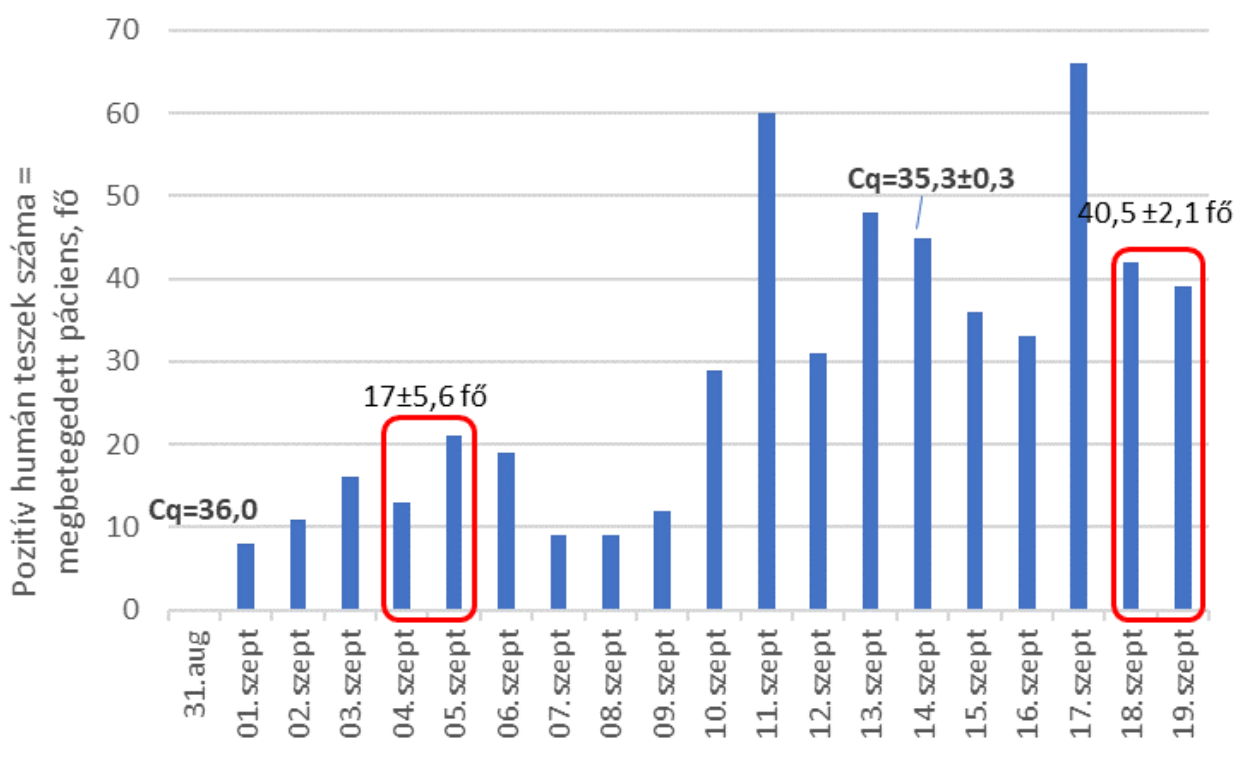
*Cq a megközelítőleg exponenciálisan szaporodó PCR termék detekciós határ ciklusa; a PCR termék felszaporodása a kezdeti kópiaszám függvénye; n ciklust követően $X \cdot 2^{n-2}$ (min. 90% hatékonyság)

az álpozitív eredményt elkerülendő, amennyiben egy génre (E gén) vizsgált elfogadhatósági határon mozgó (magas) ciklusszám melletti pozitivitást további génre (RdRP gén) vizsgálva nem sikerült megerősíteni, úgy ezeket a mintákat negatívként kezeltük. Mivel Magyarországon a fertőzöttek száma a nyári időszakban kimondottan alacsonynak adódott (a humán tesztelésből számított prevalencia: 4,98-12,38, a Worldometer adatbázis információi alapján, <https://www.worldometers.info/coronavirus/>), így az általunk használt módszer kimutatási határát nem érte el a mintákban a SARS-CoV-2 RNS kópiaszáma.

Az első pozitív eredményeket relatíve magas határ ciklusszámmal Dél-Pest (Budapest), Győr és Debrecen városok telepeiről mutattuk ki, amit a következő vizsgálati körben szintén sikerült detektálni (1. táblázat), míg a vizsgált többi helyszínen szeptember közepéig továbbra sem érte el az RNS kópiaszám a kimutatási határt.

Mindezekből a két mintavételi közti megbetegedés-arány változására lehet következtetni, illetve előjelezni, hogy 3-7 (átlag 4,6) nap között (Kaplan et al., 2020) milyen mértékben fog alakulni a megbetegedések száma nagyságrendileg. Ugyanakkor valós tendenciákat további pozitív eredmények rögzítését követően érdemes megállapítani.

Példaként a győri eredményeket tekintve, Kaplan és munkatársai(2020) epidemiológiai modelljét alkalmazva, 4-5 nap köztinek véve a szennyvízalapú vizsgálat előrejelző képességét a két mintavétel közti RNS kópiaszám változást (megközelítőleg 1,5x-es emelkedés) nagyságrendileg azonos megbetegedés számbeli változás követte (3. ábra). Mindez a modell helyességét megerősíti, továbbá időben ismételt mérések esetén hasonló előrejelző képességet vetít előre.



3. ábra Napi új megbetegedések Győr-Moson-Sopron megyében (Google Statistics, 2020), valamint az augusztus 31-ei és szeptember 14-ei mintavételek RT-qPCR vizsgálatának eredménye, illetve a 4-5 nap közti előrejelzés esetszámai.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2020-as évet kétségkívül meghatározza az új típusú koronavírus világjárványa, ami rendkívül sok kihívás elé állítja az egészségügyet, a döntéshozókat, a gazdaságot stb., azonban egyéni szinten is jelentősen érinti a lakosságot (pl. az óvintézkedéseken keresztül). A járvány terjedésétkülönbéle matematikai, statisztikai, epidemiológiai megközelítéssel lehet leírni, azonban a kommunális szennyvíz alapú SARS-CoV-2 RNS kimutatása kimondottan alkalmasnak bizonyult annak 3-7 nap közti előrejelző képessége miatt. Vizsgálatainkban a módszer limitációival is szembesültünk, azonban az esetszámok magyarországi alakulásának köszönhetően első környezeti pozitív

eredményeinkből a korai előrejelző képesség megerősítést nyert, ami a közeljövőben várhatóan további döntéstámogató erővel bírhat.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatását a COVID-19 vírus terjedésének, jelenlegi állapotának és lecsengésének vizsgálata a különböző szennyvizek elemzésével (2020-2.2.1-ED-2020-00014) című projekt során, valamint a MOL NyRt. közreműködését.



SZERZŐK:



Oláhné Horváth Borbála: a szerző okleveles élelmiszermérnök diplomáját 2016-ban szerezte meg a Budapesti Corvinus Egyetemen, majd 2016-ban a SZIE Kertészettudományi Doktori Iskolában kezdte meg tanulmányait, PhD disszertációját hamarosan megszerzi. Biotechnológiai szakmai tudását kamatoztatva a vízkezelés területén kezdte meg munkáját 2020 márciusában a Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központ Víztechnológiai kutatócsoportjában. A kialakult járványügyi helyzetben COVID-19 megbetegedést okozó SARS-CoV-2 vírus szennyvízből történő kimutatásával foglalkozik. Szakterülete: biotechnológia, vízkezelés.



Gerencsérné dr. Berta Renáta: a szerző a Pécsi Tudományegyetemen matematika-kémia szakos tanári diplomája után okleveles gyógyszerkutató vegyész diplomát szerzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 2004-ben, majd a Kémia Doktori Iskolában PhD fokozatot szerzett 2015-ben. Gyógyszerkutatóként a Richter Gedeon Nyrt-ben kezdte munkáját 2004-ben kutató analitikusként. 2014-től a Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató-Fejlesztő Központban folytatta munkáját kutatóként, ahol analitikai feladatokon túl vízkezeléssel, víztechnológiával foglalkozik. Kutatási területe a mikroszennyezők, mikroműanyagok előfordulás és eltávolítási lehetősége különböző víztípusokban.



A COVID JÁRVÁNY MEGJELÉNÉSE, A VÍZGAZDÁLKODÁS KÜLÖNBÖZŐ TERÜLETEIN FELLÉPŐ DIREKT ÉS INDIREKT HATÁSOK

KOMÁROMINÉ DR. KUCSÁK MÓNICA,

OKL. KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖK,
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK

DR. BARDÓCZYNÉ DR. SZÉKELY EMŐKE,

OKL. ÉPÍTŐMÉRNÖK, KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI SZAKMÉRNÖK

1. KERESZTMETSZET

A VÍZGAZDÁLKODÁSRÓL A COVID JÁRVÁNY HATÁSAINAK ÁTTEKINTÉSÉHEZ

Előző cikkünkben az építészet jelentette a vezérfonalat, jelen cikkünkben fókuszban a vízgazdálkodás áll. A vízgazdálkodás, egyszerűen, tudatos emberi tevékenység, melynek segítségével történik a természet vízháztartásának a társadalom szükségleteivel egyeztetett összehangolása. Ha a járvány hatásait vizsgáljuk, akkor most olyan módszert alkalmazunk, hogy tudva azt, hogy a vízgazdálkodásra nézve sok részterületi felosztás létezik, ezekből kiválasztva egyet, elemezzük a járvány direkt, és indirekt hatásait.

A vízgazdálkodás részterületei:^{1,2}

1. Vízkészletek fenntartható megőrzése
 - Vízkészlet gazdálkodás
 - vízminőség védelem
2. Vízkárelhárítás
 - árvízvédelem
 - vízrendezés (síkidéki, dombvidéki)

3. Vízhasználatok és szolgáltatások
 - lakossági vízellátás, csatornázás
 - pari vízgazdálkodás
 - mezőgazdaság:
 - növénytermesztés
 - állattenyésztés
 - halgazdálkodás (halastavak)
 - kis vízfolyások rendezése (részben)
4. Egyéb (vízkivétel nélküli) használatok
 - vízi közlekedés
 - energia (termelés)
 - vizesport, horgászat

Megjegyzendő, hogy az előbbi felsorolás még kiegészítendő két fontos dologgal: A részterületek között nem szerepeltettük, de az egész vízgazdálkodást átszövi, mert valamennyi területen megjelenik az atározás. Tározás nélkül nem létezik vízgazdálkodás. Gyakori rossz beidegződés, hogy a tározóról azonnal merev

beton műtárgyak képe jelenik meg, és a természet tönkretételéről beszélnek. Nem a tározás a gond, hanem a rossz helyen, és a táj folyamataival harmóniába nem hozott módon kialakított tározó létesítése. Fentiekből kimaradt egy új, szerveződő területe a vízgazdálkodásnak, melyet így nevezhetünk: „természetvédelmi célú vízgazdálkodás” Ez a klasszikus részterületek között még nem szerepel, de egyre több az ilyen feladat. Pl.: vizes élőhelyek vízpótlásai, tájgazdálkodási célú tározók létesítése, kis vízfolyások revitalizációja, stb.

2.A VÍZGAZDÁLKODÁS RÉSZTERÜLETEINEK RÖVID LEÍRÁSA, MEGJEGYZÉSEK ÉS KAPCSOLÓDÁSI PONTOK

Az előzőekben láthattuk, hogy a vízgazdálkodásnak van egy klasszikusnak is mondható, részterületi felosztása, amelyet szinte átsző a tározás tevékenysége, és új feladatként kiegészül a természetvédelmi célú vízgazdálkodással. A következőkben rövid definíciókat közlünk a részterületekre vonatkozólag, ellátva saját megjegyzésekkel. Érdekessége vizsgálatunk szerint, hogy a COVID járvánnyal melyik és hogyan hozható - akár feltételezve is-összefüggésbe.

2.1. Vízkészletek fenntartható megőrzése

2.1.1. Vízkészlet gazdálkodás

A vízkészleteknek és a vízhasználók igényeinek mennyiségi és minőségi, valamint időbeli és térbeli összehangolásához szükséges

tevékenységek összessége. Végző soron jogot adhat az egyes vízigénylők számára, hogy a köztulajdont alkotó vízkészlet bizonyos részét saját céljaikra felhasználják, figyelembe véve a vízmérlegi, felhasználói és vízkészleti ill. feltárási adatokat amelyeket a vízkészletgazdálkodásnak koordinálnia kell. Vízmérlegekben gondolkodva, országos viszonylatban nyilván a járvány direkt hatásai csak a fogyasztói oldalon mutathatók ki. A vízmérleg első fontos alapját nézve, a területet, és a tárgy időszakot, pl. a nyári időszakot nézve, a COVID első hulláma után kialakult, „nyaralj itthon” kampányt, a Balaton térsége már mutathat az előző évekhez képest egy felfutást. Ez azt jelenti, hogy a vízfogyasztás megnövekedett az adott térségben és időszakban. Ez indirekt hatásként jelentkezik. Települések viszonylatában a járvány időszak homeoffice tevékenységei következtében direkt módon változhat a vízmérleg.

2.1.2. Vízminőség védelem

A vízgazdálkodás és a környezetvédelem szoros kapcsolatban áll egymással. A vízminőség-védelem célja, hogy a vízkészletek minőségét olyan állapotban tartsa, amely lehetővé teszi a társadalom számára azok optimális felhasználását, egyben a környezet értékeinek megőrzését. Hazai felszín alatti vízkészleteink védettek, a felszíni vízkészletekről már érdemes elgondolkodni. Előző cikkünkben említettük, hogy Paris Szajna vizet használó, igaz, hogy

¹ https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_A_vizgazdalkodas_alapjai/ch01s04.html

² http://www.tajokologiai lapok.szie.hu/pdf/200301/06_Bardoczyne.pdf

Vízgyártás részterülete		a SARS-CoV környezetre gyakorolt hatása	
		direkt (közvetlen)	indirekt (közvetett)
Vízmerleg	bevétel	-	+
	fogyasztás	+	-
Vízkezelés fenntartható megőrzése	vízkezelés gazdálkodás	+	-
	vízminőség védelem	+	-
Vízkezelés	árvízvédelem	-	-
Vízrendezés	síkvidéki	-	+
	dombvidéki	-	-
Vízhasználatok és szolgáltatások	lakossági vízellátás	-	-
	fürdővizek		
		fürdő	-
	természetes víz	+	+
Csatornázás		+	-
Szennyvíztisztítás	természetes	-	+
	mesterséges	-	-
	Bypass*	+	-
Ipari vízgyártás	mezőgazdasági	-	+
	ipari	-	-
Egyéb (vízkivétel nélküli) vízhasználat	rekreációs tevékenység	-	+
	energia előállítás	-	-
	vízi közlekedés	-	-

*havária esetén

1. ábra SARS-CoV indirekt és direkt környezeti hatásai a vízgyártás területein (Kucsák, Bardóczyné 2020)

csak közpark öntözése, stb. célra használt—de a COVID kimutatható volt a vírus. Hazánkban a szennyvíztelepek elfolyó vize technológiától függő minőségben jut az élővíz befogadóba, természetesen az előírásokat betartva, de a COVID témára külön fókuszálva nincs ismeretünk. Párisban is csak a felszíni vízkivétel miatt derült rá fény. A felszíni vizekben megjelenő SARS-CoV direkt hatást jelent a környezetre.

2.3. Vízkérelhárítás

2.3.1. Árvízvédelem

A mederből kilépő vizek ember szabta tárok között tartása érdekében végzett tevékenység. Módszertanilag két részre oszlik: az árvízmentes időben végzett árvíz megelőzésre (ármentesítés) és az árvíz során végrehajtott árvíz elleni védekezésre (árvédekezés).

2.3.2. Vízrendezés

Eredeti jelentése minden olyan műszaki beavatkozást magában foglalt, amely a víz károsítás nélküli lefolyását elősegítette, mai értelemben viszont a sík-és dombvidéki területeken ide sorolható minden tevékenység, amely a káros vízfelhalmozódást lehetőleg megelőzi (síkidék)viszont, adott esetben a túlgyors lefolyást is akadályozza (dombvidék).

2.3.2.1. Síkidéki vízrendezés (belvíz elleni védelem)

A belvíz által okozott károk csökkentése és megelőzése érdekében végzett műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység, illetve az el látáshoz tartozó művek építése működtetése és fenntartása. Részei: A megelőzést szolgáló művek és rendszerek létrehozása, illetve működtetése belvízmentes időszakban, valamint a belvízelöntések közvetlen veszélye vagy bekövetkezése esetén végzett belvíz elleni védekezés. Itt már érdemes elgondolkodni. A belvizek, sokszor, emésztő gödrökkel nagy számban rendelkező településeken, keveredhetnek a szennyvizekkel—ahogy ez gyakran történt is—és az egészségügyi hatóság nem véletlenül végzett fertőtlenítést! Kétségtelen, hogy ehhez egy időben összeeső helyzet kell, de itt már nem kizárt a COVID megjelenése, ez indirekt hatásként jelenik meg.

2.3.2.2. Dombvidéki vízrendezés (erózió elleni védelem)

A vízrendezés hegy és dombvidéki tevékenységeinek nagy részét magában foglalja. Lényege, hogy a domb és hegyvidéken a túlgyors lefolyás ne erodálja a domboldalt, a lefolyás-beszivárgás arány ne tolódjék el túlságosan a lefolyás túlzott megnövekedése felé.

3. VÍZHASZNÁLATOK ÉS SZOLGÁLTATÁSOK

3.1. Lakossági vízellátás

A lakosság ivó és fürdőszükségletének, ipari üzemek és mezőgazdasági telepek vízigényének kielégítése, az ehhez szükséges eszközök és berendezések üzemeltetése. Tágabb értelemben ide tartozhat a melegvíz-szolgáltatás és a fűtési rendszerek ellátása. Előző cikkünkben több témára kitértünk ebből a részből, lényege, hogy hazánkban a lakosság biztonságos vízellátása egyértelműen megoldott.

3.1.1. Fürdővizek

Ennél a témánál érdemes egy kicsit megállni, mert a járvány nem csak emberi magatartásban követelt változást, hanem, a fürdők üzemeltetésében, sőt a kapcsolt vízminőségre vonatkozó elvárásokban is.^{3,4} Jellemző a vírus elleni intézkedési tervek a következő technológiai

³ Útmutató a közfürdők üzemeltetéséről, higiénés feltételeiről és ellenőrzéséről a covid-19 járványügyi készség időszakában - 2. kiadás <https://www.nnk.gov.hu/index.php/koronavirus-tajekoztato/683-utmutato-a-kozfurdok-uzemelteteserol-higienes-felteteleiről-es-ellenorzeserol-a-covid-19-jarvanyugyi-keszultseg-idoszakaban-2-kiadas>

⁴ Water, sanitation, hygiene (WASH) and waste management for the prevention of COVID-19 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331846/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.3-eng.pdf

paraméterek vizsgálata: Szabad es kötött Cl ellenőrzése 2 óránként; pH érték ellenőrzése 2 óránként; hőmérséklet ellenőrzése 2 óránként; fertőtlenítőszer adagolók ellenőrzése 1 óránként; technológiát elhagyó vizek ellenőrzése 1 óránként. Két oldalról vizsgálva a fürdővizeket, egyik szempont a fent említett fürdők vizsgálata, másik szempont a természetes vizeken létesített strandok használata. A fürdők általi hatás közvetett hatás, mivel nem a fürdővíz a vírushordozó, hanem a kapcsolt létesítmények (zuhany, mosdó, szaniter stb.) ugyanakkor a természetes vizekben esetlegesen megjelenő vírus közvetlen hatásnak mondható, de közvetlen hatásként is megjelenhet (öntözés).

4. CSATORNÁZÁS ÉS SZENNYVÍZTISZTÍTÁS

A közművek egyik fajtája, amit az elvezető művek (csatornahálózat) és az azt működtető csatornamű vállalat alkot. Feladata a települések területén keletkező háztartási, közintézményi és sok esetben ipari eredetű szennyvizek, további a település területére hulló és ott felszíni lefolyást eredményező csapadékok vizeinek összegyűjtése és ártalommentes elvezetése. A szennyvizek tisztítása, a víz szerves anyagoktól és a növényi tápanyagoktól (N és P) történő megszabadítása rendszerint a lakossági szennyvíztisztítóban történik. Itt már megállunk, a befolyó szennyvíz Covid örökítőanyag előrejelzésre szolgáló szerepéről sok

szó esett, a kapcsolódás egyértelmű. A mesterséges szennyvíztisztító technológiától függő változatánál megint lehetnek vizsgálandó kérdések, Amélylégbefúvással szemben, a felszíni levegőztetések által juthat-e a légtérbe ártalmas aerosol? Másik érdekes kérdés, hogy az ún. „természetes„tisztítási módokról, pl. tavas, gyökérvíz---egyértelműen kijelenthető –e hogy az elfolyó víz Covid ügyben teljesen ártalmatlannak mondható. A tisztított víz a természetes vizekbe, befogadóba (folyókba, állóvizekbe,) kerül. Kisebb részük kerül csak újrafelhasználásra az öntözéses hasznosítással. Tágabb értelemben persze újrafelhasználásnak kell tekinteni a folyókból, tavakból történő öntözést, valamint az ivóvíz előállítására történő vízkivételeket is.

Az első cikkünkben említettük azt, hogy Kínában 2003-ban megjelent SARS vírus karantén alatt álló lakóházban való elterjedésének kutatása során jöttek rá a vírus aeroszolokon keresztüli fertőzésére (wc öblítés)⁵. Nyilván való, hogy az emberi egészségre gyakorolt hatás nagysága a kórokozók inaktivációjától függően változik. Azóta sok kutatás kapcsolódott a témához többek között vizsgálták a vírus fennmaradását a székletben, a vizeletben és a vízben. Ezenkívül a szennyvízben a nátrium-hipoklór-rittal és klór-dioxiddal végzett SARS-CoV inaktiválását is tanulmányozták. A kísérletek eredményeképp elmondható, hogy az In vitro kísérletek azt mutatták, hogy a vírus csak

⁵ McKinney, K. R., Yang Gong, Y. & Lewis, T. G. *Environmental transmission of SARS at Amoy Gardens. J. Environ. Health* 68, 26–30 (2006). Google Scholar

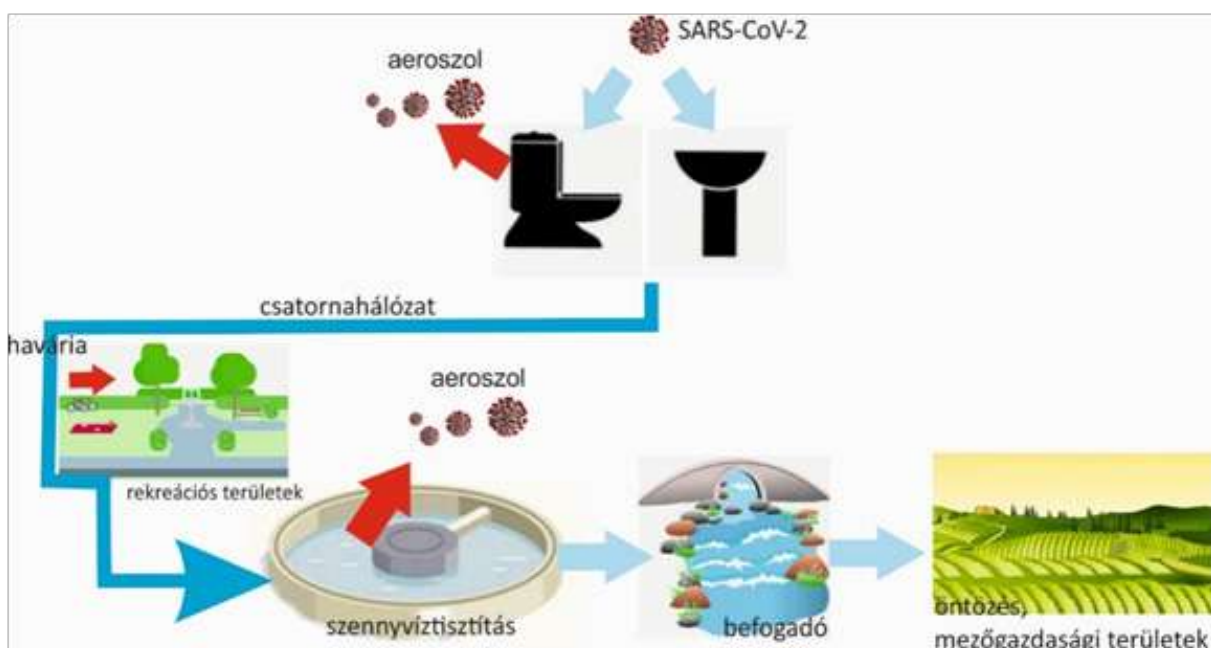
⁶ Ye, Y., Chang, P. H., Hartert, J. & Wigginton, K. R. *Reactivity of enveloped virus genome, proteins, and lipids with free chlorine and UV 254. Environ. Sci. Technol.* 52, 7698–7708 (2018).

2 napig él a kórházi szennyvízben, háztartási szennyvízben és klórmentesített csapvízben, míg 3 napig a székletben, 14 nap PBS-ben (foszfátpufferolt sóoldatban) és 17 nap vizeletben 20°C-on. Azonban 4 °C-on a SARS-CoV 14 napig fennmaradhat a szennyvízben, és legalább 17 napig ürülékben vagy vizeletben. A SARS-CoV érzékenyebb a fertőtlenítőszerre, mint az *Escherichia coli* és az f2 fág. Megállapították, hogy a szabad klór jobban inaktíválja a SARS-CoV-t, mint a klór-dioxid. A szabad klór maradék 0,5 mg / l felett a klórban vagy 2,19 mg / l a klór-dioxidban a szennyvízben biztosítja a SARS-CoV teljes inaktiválását, miközben nem inaktíválja teljesen az *E. coli* és az f2 fágot.⁶

4.1. Hőmérséklet, szervesanyag mint változók hatása virológiai szempontból

A hőmérséklet fontos változó a virionok és különösen a SARS-CoV túlélése szempontjából. A SARS-CoV- alacsonyabb hőmérsékleten

hosszabb ideig őrzi meg fertőzőképességét.⁷ Ez azt jelenti, hogy hideg évszakokban és mérsékelt éghajlatú zónákban a SARS-CoV-2 környezeti túlélési ideje megnőhet. Az 56 °C feletti hőmérséklet megbízhatóan inaktíválja a SARS-CoV-1-et és a SARS-CoV-2-t 90, illetve 30 perc után, valószínűleg a fehérjék denaturálódása és a lipid kettős rétegeinek meg bomlása miatt.⁸ A szerves anyagok növekvő koncentrációja csökkentette aCoV túlélési idejét, a vizsgált vízmintáknál például tíz nap volt a fertőzőképessége egy tóvízben, viszont két napra csökkent a nyers szennyvízben. Ennek oka lehet olyan antagonisták jelenléte, amelyek extracelluláris enzimaktivitás révén inaktíválhatják a vírusokat. A szerves anyagok nem specifikusan adszorbeálódhatnak a SARS-CoV virionok burkolatába, így megvédik őket az oxidatív károsodástól, a klórozástól, az ultraibolya (UV) sugárzástól és a protozoák vagy metazoák általi lebontástól⁹. Ezenkívül a fertőzött betegek által leadott vírusok gyakran már



2. ábra Vírus útja a szennyvízkezelés során, lakosságtól- befogadóig (Kucsák, Bardóczyné 2020)

szerves anyagokkal társulnak (például széklet és köpet), és így védettek bizonyos inaktivációs mechanizmusoktól¹⁰.

4.2. A SARS-CoV útja a szennyvíztisztításban

A szennyvízben a SARS-CoV-k túlélési ideje elég hosszú ahhoz, hogy a fertőző vírusok eljuthassanak a szennyvíztisztító telepekre, és a csatornarendszereken keresztül áthaladva, hávária esetén (például flashflood) ez egyesített csatornarendszereknél a csatornaszemeknél felduzzadt víz felszínre jusson és ennek következményeként, fertőzhessen (1. ábra). Az alábbi ábra jellemzi a vírus vízben való útját, mi alapján a felszíni víztestek is válhatnak a vírus „tározóivá”¹¹. A természetes szennyvíztisztítási technológiáknál a hőmérséklet változása, csökkenése okozhat problémát, ami a vírus fertőzőképességi idejét megnöveli. A tartózkodási idő megnövelésével lehet az esetleges fertőzés veszélyét elkerülni.

Az alacsony jövedelmű régióknál a magas fertőzőképessé oka gyakran a szennyvíz tisztításának, szennyvízelvezetésének teljes hiánya, vagy csak részleges kiépítettsége, az ivóvíz infrastruktúra teljes hiánya.¹² Több mint 0,5 milliárd embernek nem megoldott a közműellátása, míg további 3,5 milliárd ember alacsony higiénés körülmények (kézmosás – szappan és tiszta víz – hiánya), között él¹³. Ezek a körülmények megkönnyíthetik a vírusos megbetegedések terjedését, hiszen a nem megfelelő higiénia miatt nem tud inaktiválódni a vírus, így a fertőzött anyagokkal, aeroszolokkal, szennyvízzel folyamatosan kontaktusba kerülnek az emberek. A járvány terjedését az alacsony jövedelmű országokban valószínűleg tovább gyorsítja a városok magas népsűrűsége és a COVID-19 intézkedések ellenőrzésének korlátozott végrehajtása^{14,15}. Ezenkívül a trópusi és / vagy monszun időjárás, nagy mennyiségű esővíze tovább növeli a víztestek vírusszennyezettségét. COVID-19 esetében még nem történtek erre vonatkozó vizsgálatok, ezért kiemelkedően fontos lenne ezekben a régiókban a vírus útjának vizsgálata.

⁷ Wang, X.-W. et al. Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus. *J. Virol. Methods* 126, 171–177 (2005). [Google Scholar](#)

⁸ Chin, A. W. H. et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe* 1, e10 (2020). [Google Scholar](#)

⁹ Gundy, P. M., Gerba, C. P. & Pepper, I. L. Survival of coronaviruses in water and wastewater. *Food Env. Virol.* 1, 10–14 (2009). [Google Scholar](#)

¹⁰ Ye, Y., Ellenberg, R. M., Graham, K. E. & Wigginton, K. R. Survivability, partitioning, and recovery of enveloped viruses in untreated municipal waste water. *Environ. Sci. Technol.* 50, 5077–5085 (2016). [Google Scholar](#)

¹¹ Danchin, A., Ng, P. T. W. & Turinici, G. A new transmission route for the propagation of the SARS-CoV-2 coronavirus. Preprint at medRxiv <https://doi.org/10.1101/2020.02.14.20022939> (2020).

¹² Heller, L., Mota, C. R. & Greco, D. B. COVID-19 faecal-oral transmission: are we asking the right questions? *Sci. Total Environ.* 729, 138919 (2020).

¹³ Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000–2017 (WHO/UNICEF, 2019).

¹⁴ The Global Risks Report 2020 (World Health Organization, 2020).

¹⁵ Water, Sanitation, Hygiene and Waste Management for COVID-19: Technical Brief (World Health Organization, 2020).

5. IPARI VÍZGAZDÁLKODÁS ÉS VÍZIGÉNYEK

A vízkészlet gazdálkodás része, tehát állami szakigazgatási tevékenység az ipari vízgazdálkodás. Célja biztosítani az ipari termelés indokolt igényeinek mennyiségi és minőségi kielégítéséhez a vízgazdálkodási feltételeket, egyensúlyt tartani és teremteni az ipari üzemek vízhasználata és a társadalom gazdasági teljesítőképessége, illetve az ipari vízhasználatok, és környezet tűrőképessége között. Különös tekintettel az ipari szennyvíztisztításra. Egy jól megszervezett ipari rendszerben nem jelenhet meg sem közvetett, sem közvetlen hatásként a SARS-CoV.

5.1. Mezőgazdasági vízgazdálkodás

A mezőgazdaság vízgazdálkodási feladatainak összessége, éspedig

- növénytermesztés, különös tekintettel az öntözésre
- állattenyésztés, különös tekintettel az itatóvízre, és a hígtrágya kérdésre
- halgazdálkodás (halastavak), kiegészítve a nedves területek gazdálkodási tevékenységeivel
- kis vízfolyások vízrendezési és természetvédelmi kérdései¹⁶ (részben, mert az ide tartozó feladatok a külterületi részekre vonatkoznak).

Itt már lehetnek indirekt hatások. Pontosan azért, mert még számos helyen szennyvizek kerülhetnek talajba, talajvízbe, élővíz befogadóba—vagyis, ott vagyunk a feltételezett emissziós oldalon.

6. EGYÉB (VÍZKIVÉTEL NÉLKÜLI) HASZNÁLATOK

A vízi közlekedés, a hajózás problémája nem vízgazdálkodást érintő kérdés, pl. a dunai személyhajózás kulcs kérdése, hogy a hajón nem lehetséges távolságtartás. Az energiatermelés tekintetében nem lép fel környezeti hatás, nem úgy, mint a rekreációs tevékenységeket illetően. Itt a nagy felszíni víz megtörését okozó sportok lehetnek veszélyesek (pl: jetski), amennyiben megjelenik a SARS-CoV a strandokon, a felszíni vízben. Így aeroszol útján fertőzhet a vírus, mint a cianobaktériumok esetében is. Ugyanakkor szeretnénk megemlíteni, hogy felszíni vizeink „jól teljesítettek” vízminőség - vírus -tekintetében a nyári időszak alatt. Ez nem keverendő össze a Balatont érő cianobaktérium elszaporodásával. A cianobaktériumok az édesvízi algák közül az egyedüli toxintermelők. A cianobaktérium toxinok nemcsak a vízi élővilágra hatnak, hanem az emberi szervezetre is veszélyesek lehetnek. A vízpermettel az orrba, szembe kerülő kéalgák nyálkahártya bántalmakat, asztmatikus tüneteket okozhatnak. Fürdőzőknél bőrirritációt okozhatnak, a véletlenül lenyelt vízzel az emésztőrendszerbe kerülve lázat, hányást és hasmenést idézhetnek elő. Utóbbi különösen gyermekeknél gyakori jelenség. Irodalmi példákból ismert, hogy viszonylag gyakori az az eset, amikor ivóvíznyerésre szolgáló víztározókat kellett kikapcsolni időszakosan a vízellátásból, mert a víztisztítási műveletek során a toxinok csak részlegesen voltak

¹⁶ http://users.atw.hu/kornyezetm/DE-MFK/7.%20felev/Talajgazdalkodas/Talajgazd_Konyv.pdf

eltávolíthatók¹⁷ A Zala Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztályának közegészségügyi-járványügyi szakosztálya folyamatos ellenőrzést írt elő 2020. július 28-ától a Balaton Zala megyei szakaszán.¹⁸

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A környezetvédelmi vizsgálatok logikáját követve, egy szennyeződés terjedése: emisszió—transzmisszió—imisszió.COVID estében a kibocsátás megakadályozása, vagy csökkentése az egészségügy feladatát képezi. Jelen cikkünkben a vízgazdálkodás más területeire való utalás mellett, csatornázott, mesterséges szennyvíztisztítással rendelkező települést felteletztünk. (A természetes szennyvíztisztítási módok külön téma lehet.) Tovább követve a folyamatot, a vírus örökítő anyaga a csatornahálózaton keresztül (irányított transzmisszió)-a szennyvíztelepre jut, ezt a befolyó szennyvíz vizsgálatának előrejelzési funkciója bizonyította. Az imisszió, a befogadóra gyakorolt hatások, esetleg a vírus megjelenése az elfolyó

szennyvízben, tovább kutatandó téma. Érdekes kérdés a tisztító telepi utóklórozás szerepe.Ed-dig is gondot jelenthetett a rosszul beállított, esetleg túladagolt utóklór adagolás negatív hatása a befogadó élővilágára, viszont havária esetén (nem megfelelő hatékonysággal működik egy időszakban a telep), akkor szükség szerű a fertőtlenítés, itt javasolt az UV fertőtlenítés használata. Van amikor elkerülhetetlen a Bypass ág használata, ami egyes műtárgyak meghibásodása esetén, vagy szélsőséges csapadékesemények következtében szükség szerű. Így a hálózaton érkező szennyvíz közvetlenül a befogadóba jut—COVID járvány esetén,ha ez előáll, új helyzet teremődik.

Cikkünkben egyáltalán nem „egyenszilárdságú” módon próbáltuk a vízgazdálkodás több területét a járvánnyal összefüggésbe hozni. A kutatás-tervezés –megvalósítás rendszerben gondolkodva, a kutatandó téma még nagyon sok. Nem szabad elfelejteni, hogy ez a vírus éppen egy lépéssel előttünk jár, és minden szakma - így a vízgazdálkodás területei - próbálják a lépést tartani.

¹⁷ Vörös Lajos: A Balaton vízminősége és az algák https://ecolres.hu/Balaton_es_algak

¹⁸ <https://www.kormanyhivatal.hu/hu/zala>

SZERZŐK:



dr. Bardóczyné dr. Székely Emőke: a szerző az okleveles építőmérnöki diplomáját 1975-ben szerezte meg a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 1991-ben ugyanitt szerzett diplomát a Posztgraduális Környezetvédelmi Szakmérnök Képzésben, valamint 1997-ben PhD doktori fokozatot szennyvíztisztítás témakörben. Az egyetem elvégzése után a Budapesti Vízügyi Tervező Vállalat vezető tervezőjeként dolgozott 1975-90-ig, közben 3 évet Algériában, mint a vállalati csoport tervezőmérnöke. Munkaterülete: vízellátás, víz- és szennyvíztisztítás, patakszabályozás, öntözés. 1991-től a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Vízgazdálkodási Tanszékének munkatársa, ezt követően a Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar Vízgazdálkodási és a Környezetgazdálkodási Intézet Tájökológiai Tanszékén

dolgozik egyetemi docensként. (2014-ig). Nyugdíjazás után 2004 óta létező vállalkozói tevékenységét folytattatja tovább 2014 után is. Jelenleg is vizilétesítmény vezető tervezői, valamint természet és tájvédelmi tanulmány készítői jogosultsággal rendelkezik. Szakterülete: vízgazdálkodás, környezetvédelem, tájökológia. Szakmai elismerés: 2009-ben a Vízügyi Ágazatban miniszteri elismerő oklevél kitüntetésben részesült. 2014-ig a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség elnökségi tagja volt.



Komárominé Dr. Kucsák Mónika: a szerző az okleveles környezetgazdálkodási agrármérnök diplomáját 2000-ben szerezte meg a Szent István Egyetemen, majd 2009-ben a SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Karán környezetgazdálkodási szakmérnöki diplomát, ugyanabban az évben a SZIE Környezettudományi Doktori Iskolában PhD fokozatot szerzett. Szakmai tudásának kiszélesítéseként először KEOP szennyvízberuházási pályázatokkal foglalkozott az akkor Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Fejlesztési Igazgatóságán. 2013-tól hat éven át az Ybl Miklós Építéstudományi Karon oktatott. Jelenleg a váci Boronkay György Műszaki Szakgimnáziumában tanít a környezetvédelmi szakon. 2002-től vállalkozásában környezetvédelmi

tervezési munkákat végez, rendelkezik víz- és földtani közeg védelem szakértői, valamint talajvédelmi szakértői jogosultsággal. Szakterülete: szennyvíztisztítás, települési csapadékgazdálkodás, környezetvédelem. Mindig fontos volt számára a környezetvédelem, annak széles körű ismertetése, oktatása, a fenntarthatóságra való figyelemfelhívás.

TUBE AIR DIFFUSERS

HIGH EFFICIENCY - LOW MAINTENANCE COSTS

EKOTON LEVEGŐS DIFFÚZOROK ELŐNYEI:

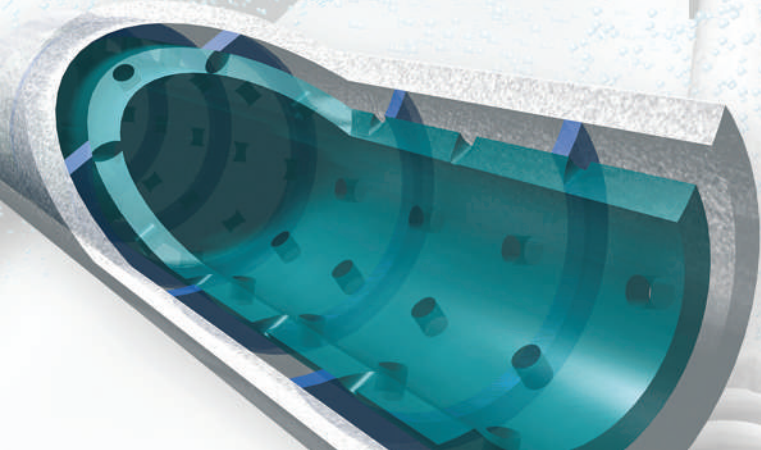
- Nagy hatásfok a finom buborékok és az optimális iszapkeverés.
- Az EKOTON levegőztető rendszer telepítése alacsonyabb beruházási költséget igényel, mivel a levegővezetékek egyben diffúzorok, így lényegesen kevesebb csővezeték szükséges.
- Az EKOTON diffúzorok széles levegőáramlási tartományban képesek működni, megőrizve közben az alacsony nyomásvesztései értékeket az optimális pórusméretnek köszönhetően.
- Az EKOTON levegőztető rendszernek nagyobb az üzemeltetési biztonsága a robusztus kialakítás miatt – a kellően rugalmas de egyben mechanikailag nem sérülékeny diffúzorok meghibásodási kockázatai lényegesen kisebbek mint a vékony, sérülékeny, könnyebben öregedő gumimembránok alkalmazása esetén.
- Az EKOTON levegőztető rendszernek hosszútávon alacsony a javítási, karbantartási igénye -mechanikai sérülés veszély minimális, egyszerű kialakítás, optimalizáltan kevés összekötési ponttal a teljes rendszerre vonatkozó szilárd konstrukció.
- Az EKOTON levegős diffúzorok következetes, megbízható és stabil teljesítményt nyújtanak hosszú élettartamuk alatt.



Ostruda
Poland

ÜGYFELEINKNEK KÍNÁLUNK:

- a levegőztető rendszer kiválasztása az EKOTON diffúzorok alapján;
- a levegőztető rendszer telepítése és üzembe helyezése;
- legalább 3 év garanciaidő, több mint 10 éves tényleges élettartammal.



Budapest
Hungary



„A digitális felzárkózás új szintre emeli a települési vízgazdálkodást”

A DIGITÁLIS TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁS MŰSZAKI ÉS FINANSZÍROZÁSI ADAPTÁLÁSA MAGYARORSZÁGRA

WEBINÁRIUM SOROZAT A MASZESZ SZERVEZÉSÉBEN

Beszámoló a „WEB1: Egységes digitális települési vízgazdálkodásban rejlő lehetőségek és a jó gyakorlatot bemutató eset tanulmányok” és a „WEB2: Az üzemeltetői igények, finanszírozási lehetőségek és szállító kapacitások bemutatása” webináriumról

Eza webinárium sorozat valóban különleges volt! Az előadók, az előadások és a technika számos újdonsággal szolgált!

A sorozat első webináriuma 2020. 11. 06-ána globális folyamatoktól kezdve végigvezette a hallgatókat a digitális vízgazdálkodás fejlődésének útján, egészen a hazai jó gyakorlatokig.

Szöllösi-Nagy András tanszékvezető egyetemi tanár, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem professzora „A DIGITÁLIS INTEGRÁLT VÍZGAZDÁLKODÁS FELÉ - MERRE MEGY A VILÁG ÉS HOL TARTUNK MI?” című előadása segítségével kitekintettünk a bennünket körülvevő digitális világba. Az előadás végén képet kaphattunk egy tervezés alatt álló nemzetidigitálisvízgazdálkodási programról.

Probojcsevy Ottó IT szakember „Reményeink és félelmeink” előadása után bátrabban indítunk digitális projekteket.

Hizó Ferenc helyettes államtitkár „Digitális fejlesztési kérdések a víziközmű szolgáltatás területén” című előadásában rámutatott, hogy a települési vízgazdálkodástárt karokkal várja a digitális fejlesztéseket. Az előadás szerint az ITMpályázati forrásokat is biztosít a fejlesztéseknek.

Hogyan kell megvalósítani egy digitális fejlesztést? Erre a kérdésre adott különleges választ **Kozma László, a DIGITAL THINKERS operatívigazgatója** az „Egy ötletet sem hagyunk hátra...” című előadásában.

A hazai jó példákat **Galambos Péter (HAWLE)** és **Ilcsik Csaba (WaterScope)** szolgáltatta az OKOS TŰZCSAP és a NYOMÁSMENEDZSMENT bemutatásával.



A MaSzeSz 2020. 11.12-én, a sorozat részében, a „WEB2: Az üzemeltetői igények, finanszírozási lehetőségek és szállító kapacitások bemutatása” című webinárium keretében hidat épített az igények és a lehetőségek között! Pazar előadások és technikákat láthattunk!



Molnár Attila, az ÉRV Zrt. műszaki igazgatója „A digitalizáció múltja jelene és jövője az ÉRV Zrt-nél” című előadásában a 80-as évektől kezdődően bemutatta

a cég digitális fejlődését. A helyi automatika tervezésétől, a saját fejlesztésű szoftvereken át, ma már PLC és SCADA rendszereket alkalmaznak távüzem módban. Tervük között szerepel a távkiolvasás, az ügyfélszolgálat támogatása, a veszteség csökkentés, az üzemeltetés optimalizálása, a monitoring rendszerek felállítása, az üzemzavar elhárítás támogatása és a tervezések összehangolása.



Arnhoffer András a ZALAVÍZ Zrt. vezérigazgatójának „A digitalizáció múltja jelene és jövője a ZALAVÍZ Zrt-nél” című előadása szerint a cég mára már

kezelő nélküli telepeket, okos mérőket alkalmaz, valamint biogáz- és energiatermelés növelésére külső szerves anyagot is fogadnak. Itt is kiemelésre került, hogy a digitalizáció egyik legnagyobb hátráltatója a jól képzett munkaerő hiánya.



Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

Oszoly Tamás az FCSM Zrt. műszaki vezérigazgatója „A digitalizáció jelene és jövője az FCSM Zrt-nél” című előadása pazar technikával – belső szkenneléssel vezette végig a hallgatók a Ferencvárosi átemelő belső csatornahálózatán és

az Ördögárok téglával kirakott rendszerén. Lidár technika, vízállás előrejelzés, a numerikus szimuláción alapuló modellek alkalmazása mára már az FCSM rutinfeladati között szerepel. Hogy mi szerepel a terveik között?

- Egyszerű működésű, alacsony karbantartási igényű, strapabíró, **üzembiztos berendezések alkalmazása és az információbiztonság megteremtése,**
- Online **mérő berendezések kifejlesztése iszapvonalra,** szerves anyag tartalom és egyéb technológiai szempontból lényeges komponensek mérésére.



Hornyák Rudolf a Fővárosi Vízművek Zrt Hálózatüzemeltetési osztályvezetője a „WATER 4.0 a Fővárosi Vízműveknél, Digitalizáció a hálózatmenedzsment támogatására” című előadása

a vállalat digitális stratégiáját mutatta be. Digitalizáció-Robotizáció - Job Control -Big Data -Mobil és webes alkalmazások képezik a cég digitális eszköztárát és a további fejlesztések alapját.



„A digitális fejlődés finanszírozása” című előadásban **Bolla Zsolt, senior önkormányzati kapcsolattartó és Bognár Imre, senior vállalati**

kapcsolattartó a K&H Bank által nyújtott finanszírozási lehetőségeket mutatta be, mind a szállítói, mind pedig szolgáltatói finanszírozás esetére.

„Online analitikai mérőkörök üzemeltetése, és technológiai folyamat optimalizáció helyszíni jelenlét nélkül” című előadásában **Bognár Ferenc RTC specialista (HACH Lange Kft.)** bemutatta, a cég a „**Claros - the water intelligencesystem**” -termékét. A rendszer mobil műszer adatmenedzsmentelem fizikai jelenlét nélkül képes



az aktuálisan mért értékek és azok trendjének ellenőrzésére, a műszer diagnosztikai információk és felhasználói karbantartási utasítások megjelenítésére, valamint kalibrációra és szoftver frissítésre. A rendszerfolyamat menedzsment eleme megbízható online analitikai mérési lehetőséget biztosít folyamatvezérlésre!

ProMinent®

Kerek Tamás a ProMinent értékesítési referense „Intelligens megoldások a vegyszeradagolás és fertőtlenítés területén” előadásában bemutatott

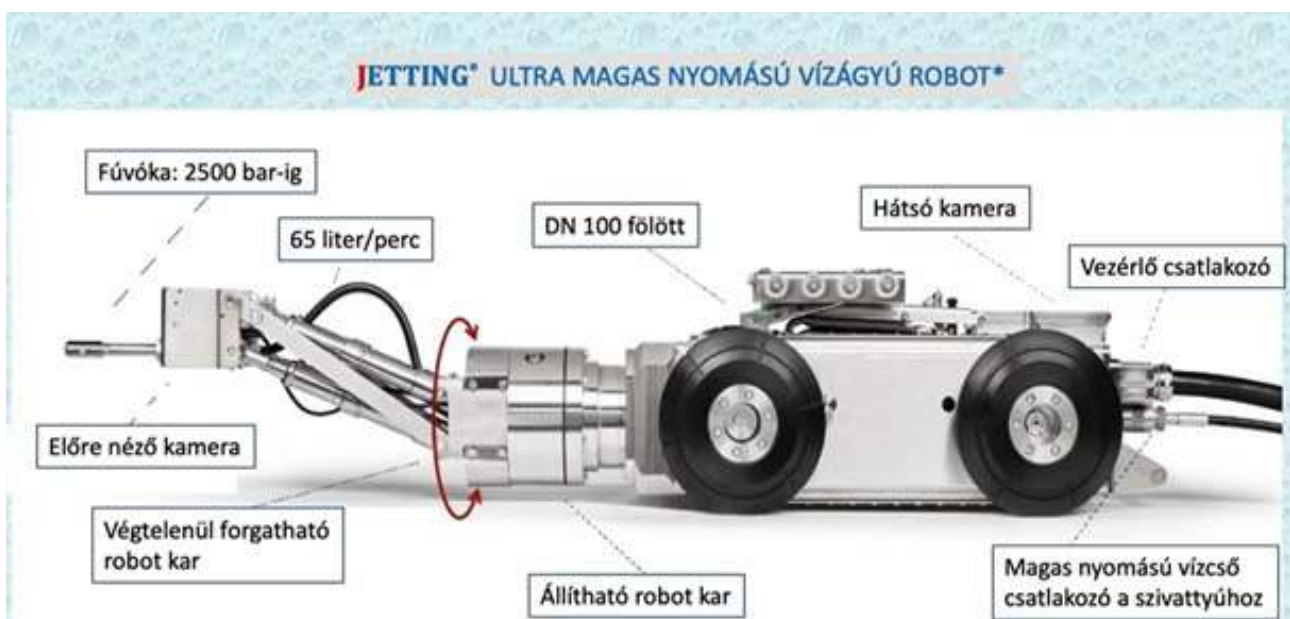
DULCOne X rendszer egy olyan intelligens megoldás, ami

- segít megérteni a termékeinkkel kapcsolatos folyamatokat, beleértve a több összetevő közötti együtthatást
- jelenleg a felügyeletre & dokumentálásra fókuszál
- ProMinentberendezésekre épül, de kompatibilis a meglévő rendszerekkel
- gázérzékelők, áramlás érzékelők, más szivattyúk, és egyéb berendezések
- egy web-alapú platform, de csatlakoztatható más rendszerekhez is:



Hosszú Endre Márk a Jetting GmbH Magyarországi képviselő

„Új technológia régi csővezetékrehabilitációjára” című előadásában 2500 báron működő csatorna rehabilitációs berendezést mutatta be:





A csőben dolgozó berendezés számos probléma megoldására alkalmas.

Az imponáns JETTING technológia alkalmazható a víz és szennyvíz gyűjtés, kezelés, a termásvíz hasznosítás, valamint a távfűtés területén.

Ilcsik Csaba a Waterscope vezetője a „Sensors-2Net - Vízipar 4.0.” című előadásában a Sensors-2Net- a vezeték nélküli adatgyűjtési és átviteli, valamint mesterséges intelligenciával támogatott adatelemzési rendszerét mutatta be.



S2N megoldása:

könnyen telepíthető, vezeték nélküli technológia kábeltelepítés, GSM vagy internet nélküli adatátvitel

folyamatos monitoring, valós adatok vízminőség arányos vegyszer adagolás kidolgozására alacsony fenntartási költség, személyre szabott megjelenítés

A webinarium keretében megkérdeztük a hallgatók véleményét az ágazat digitális helyzetéről. Egy érdekes eredmény a sok közül:



E kétnapos webinariumban bemutatta a külföldi trendeket, a hazai viszonyokat, a fejlődési irányokat és a finanszírozási lehetőségeket. Ne feledjük:

A digitalizáció nem a jövő, hanem ajelen kötelező eleme!!

A TUDÁS BIRTOKÁBAN! - ORSZÁGOS VÍZÉRTÉK ÉS DIGITÁLIS VÍZGAZDÁLKODÁSI KONFERENCIA

A szakma, a szakigazgatás és ma már a társadalom és a kormányzat is tudja, hogy „A fenntartható vízgazdálkodás területén ma már nem elvi döntéseket kell meghoznunk, feladatunk az, hogy a közös cél eléréséhez szükséges lépésekről, a végrehajtás módjáról, időtávjáról, a finanszírozás feltételeiről beszéljünk - mondta Áder János köztársasági elnök december 2-án a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség (MaSzeSz), és partnerei a Nemzeti Közszolgálati Egyetem és az EXIM társszervezői közreműködésével megtartott Országos Vízérték és Digitális Vízgazdálkodás konferenciáján.

Köztársasági Elnök úr fővédnökségével és köszöntő előadásával a MaSzeSz 2020. december 2-3-án széleskörű szakmai és társadalmi részvétellel **megrendezett országos konferenciája a települési víziközmű szolgáltatás alapját képező vízkészlet, a tisztítást és szállítást szolgáló infrastruktúra, valamint annak működtetését biztosító humántőke értékének fenntartására és fejlesztésére fókuszált.**

Az országos konferencia központjában a fenntartható víziközmű szolgáltatás valódi értéke, a tudásalapú gazdálkodás, a kis- és nagytelepüléseken jelentkező költségek nagymértékű különbségének csökkentése, a vízszolgáltatás értékének, társadalmi elismertségének növelése, a hazai vízipar nemzetközi értéke, a települési vízgazdálkodás digitális adat és információ vezérelt alapokra helyezése, és a jövő szakemberei álltak.

A köztársasági elnök bevezető előadásában annak megvitatására kérte a konferencia résztvevőit, hogy milyen döntésekre lenne szükség ahhoz, hogy Magyarországon felgyorsuljon az integrált vízkészlet-gazdálkodás; mit kell tenni

annak érdekében, hogy a tornyosuló infrastruktúra rekonstrukciók ütemezetten és költséghatékonyan valósulhassanak meg és a vízközművek nagyobb energia és vállalati hatékonysággal, a jó gyakorlatok megosztásával működjenek. A szakértői fórumok és panelbeszélgetések a fenntartható víziközmű szolgáltatás részletes elemzésében erre kerestek és adtak választ.

A vízszolgáltatás értéke szakértői panelbeszélgetésben az UNESCO-IHP Kormányközi Tanácsának elnökhelyettese (jelenleg az NKE tanszékvezetője) és a Köztársasági Elnöki Hivatal Fenntarthatósági igazgatója (korábban Magyarország ENSZ nagykövete) a nemzetközi vízváltás kereteibe illesztette a hazánkban jelentkező, mind a vízkészletek mennyiségi és minőségi állapotát, mind pedig az annak védelmét és az azzal való gazdálkodást szolgáló infrastruktúrát érintő problémákat és feladatokat és megoldási javaslataikat. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium, építésgazdaságért, infrastrukturális környezetért és fenntarthatóságért felelős államtitkára video üzenetében megerősítette, hogy a víziközmű szolgáltatást a kormányzat és szakigazgatás

stratégiai jelentőséggel kezeli, és elmondta, hogy az ITM már egy éve dolgozik az ágazat megújítását átfogó stratégián, amelynek elsődlegesen célja **az aktuális beruházási igények rögzítése mellett a víziközmű szektor rendszerszintű problémáinak az áttekintése, az arra adható válaszok bemutatása, és az azonnali intézkedést igénylő kérdések kezelése.** A MaSzeSz elnöke (az Európai Vízügyi Szövetség korábbi elnöke) a hazánkban lefolytatott közmű állapot felmérésekre, vagyonértékelésekre, továbbá hazai és nemzetközi, társadalmi és szociológiai kutatásokra alapozott eredmények ismeretében mutatta be a pótlási szükségletek volumenét, azok időbeni eloszlását és azok szolgáltatási díjakban való meg(nem)térülését. Annak tükrében, hogy rendelkezésre álló adatok alapján a **jelenlegi szolgáltatási díjbevételek az 50 éves időtávon jelentkező pótlási szükségletek éves átlagos értékét sem fedezik,** ráadásul ezek főképpen az **előregedett vízellátó hálózatok esetén rövidtávon,** és különösen a települések kétharmadát kitevő **kistelepüléseken koncentráltan és magas kiugró (az átlagértékek 10-40 szorosát kitevő) értékekkel** jelentkeznek, megállapította, hogy **az infrastruktúra fejlesztését átfogó,**

integrált vagyon- és díjgazdálkodási keretek között kell tervezni és a társadalom széleskörű szolidaritására alapozva lehet megvalósítani.

A fejlesztési és árhatósági kérdésekben illetékes minisztérium (ITM, helyettes államtitkári), a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH alelnöki), az önkormányzati és állami tulajdonú közműszolgáltatók, és azok szövetségének (MAVÍZ, elnöki, NV ZRT., vezérigazgatói), valamint a települések túlnyomó részén az ellátásért felelős önkormányzatok (TÖOSz, elnöki) vezetői részvételével zajlott ágazati panelbeszélgetésben megállapítást nyert, hogy a szolgáltatás **(azon belül az infrastruktúra és humántőke) hosszú távú fenn- és megtarthatósága a jelenlegi vagyon és díjgazdálkodási keretek között nem biztosítható.** A szükséges szakmai tudás, együttműködési készség rendelkezésre áll, és fogyasztók által is érzékelt gondok megoldására a társadalmi igény erős. **A költségmegtérülés és megfizethetőség egyidejű megvalósításához szükséges társadalmi szerepvállalási, a horizontális és vertikális szolidaritási készség, az integrált díj- és vagyongazdálkodásra való nyitottság rendelkezésre áll. Az ágazati stratégiát illetően megerősítést nyert, hogy az ITM által kormány elé terjesztett stratégiát a kormány elfogadta.** Annak tartalmával kapcsolatban a szakmai szervezetek annyi tájékoztatást kaptak, hogy az általuk előzetesen eljuttatott javaslatokat beépítették abba, és a közeljövőben **annak egyes elemeivel meg is ismerkedhetnek.** A tárgyban halmozottan érintett (tulajdonos, ellátásért felelős, és helyi társadalmi kapcsolatot megtestesítő) önkormányzatok képviselete nehezményezte, hogy a stratégiai előkészítésében való részvételre és annak elfogadását követő betekintésre eddig nem volt lehetőségük. **A frissen megalakult a Nemzeti Vízművek Zrt.** Vezérigazgatója megerősítette, hogy az újonnan



megalakított vállalat az állami tulajdonú víziközmű-szolgáltatók, illetve víziközmű-rendszerek felett gyakorolja az államot megillető tulajdonosi jogokat és kötelezettségeket a víziközmű vállalatok és a szolgáltatás hatékonyság javítása érdekében. A Nemzeti Vízművek Zrt. társasági szinten kezdeményező és koordináló szerepet tölt be a kutatás-fejlesztési és az innovatív műszaki-gazdasági projektekben, hozzájárulva ezzel az ellátásbiztonság növeléséhez és a közszolgáltatás zökkenőmentes ellátásához.

A MaSzeSz **vízérték társadalmi felmérés eredményeit és szemléletformáló** programját bemutató panelbeszélgetésben megerősítést nyert, hogy a társadalmi szerepvállalási, a horizontális és vertikális szolidaritási készség, az integrált díj- és vagyongazdálkodásra való nyitottság rendelkezésre áll. A víz-érték tudat megteremtéséhez, a **„víz legtágabb értelemben vett értékének el- és felismeréséhez”, a társadalomban meglévő és az 5.000 fős felmérésben 90% feletti igényként megjelenő tudásvágyának transzparens adatokon alapuló kielégítésére van szükség.** A résztvevők együttesen hangsúlyozták, hogy a felmérésekre alapozott és szakértők bevonásával kialakított ágazati kommunikációs stratégia akkor tud igazán hatékony lenni, amennyiben **az a helyi sajátosságokat integrálva, de országosan összehangolt üzenetekkel** teremti meg a változásokhoz szükséges közös akaratot. Biztosítani kell a láthatatlan infrastruktúra és szolgáltatás láttatását, hiszen sem a mostani,

sem a jövő generáció számára nem mindegy, hogy milyen (víz)forrás és vízvezetékrendszer van a csap mögött.

A **hazai vízipar nemzetközi értékére** fókuszáló szekcióban a Külgazdasági és Külügyminisztérium, az EXIM, a HungarianWaterPartnership, a CED és a GGGI részvételével bemutatásra kerültek azon támogatási területek, finanszírozási források, melyek az exportképes hazai vízipar külföldi piacra lépését segítik. Emellett a HungarianWaterPartnership (HWP) referenciáin, eredményein és a széleskörű és aktív nemzetközi szakmai szerepvállalásán keresztül képet kaptak a résztvevők a magyar vízgazdálkodás versenyképességének nemzetközi piacokon történő erősítéséről. A Panel keretében a résztvevők egybehangzóan méltatták a gazdaság, a tudomány, a szakképzés és a kormányzati exportpolitika (Vízdiplomácia) összehangolt munkáját.

A konferencia második napja a **digitális vízgazdálkodás és a szakmai utánpótlás, fejlesztés jegyében** zajlott.

A Digitális integrált vízgazdálkodás szakértői fórum és a MaSzeSz keretei között frissen megalakult **Digitális Vízipari Platform** panelbeszélgetésének résztvevői egybehangzóan hangsúlyozták, hogy **a települési vízgazdálkodás digitális adat- és információ vezérelt alapokra** helyezése nélkül nincs esélyünk a mind a klímaváltozás, mind pedig



a társadalom által támasztott, egyre növekvő elvárásoknak és kihívásoknak megfelelni.

Az ellátórendszerek digitalizált statikus alapadataira épülő dinamikus méréssel, monitorozással, adatátvitellel, adatfeltöltéssel, elemzéssel és magas szintű integrált szakértő értékeléssel javítható mind az üzemeltetés, mind pedig a fejlesztő beruházások költség-hatékonysága.

A **MaSzeSz Junior Tagozata (JurTa)** a „**Vízre tesszük a jövőt!**” mottója keretében tekintette át a szakmai humán erőforrás utánpótlás jelenét, jövőjét, a MASZESZ, és az általa életre hívott junior tagozat, és partnereik, támogatóik utánpótlás fejlesztési tevékenységét.

A szakma friss és „régebb óta” fiatal képviselői, és a témában jelentős szerepet vállaló Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvány képviselője egybehangzóan erősítették meg, hogy a szakmának van egy **generációkon átívelő bázisa** és a **fiatal nemzedéket megszólító**, a vizes szakma és munka iránti nyitottságot teremtő ereje. A vizes terület sokféle szegmenséből

jelenlévők méltatták azt a lendületet, amit a fiatalok hoznak a szakmai vérkeringésbe, illetve annak jelentőségét, ahogy a JurTa a fiatal vizes szakembereket összefogó, tudás és kapcsolatfejlesztő szakmai közösségként szolgálja az ágazatot.

A konferencia végén került átadásra a Szövetség elismerése a **Dr. Benedek Pál Díj**. A **MaSzeSz elnöksége Dr. Major Veronikát, tüntette ki**, aki Dr. Benedek Pál szellemi örökségét folytatva bizonyította elkötelezettségét a vízügyi ágazat szakmai színvonalának emelésére.

Kovács Károly, MaSzeSz elnök zárszavában kifejtette, hogy a Köztársasági Elnök Úr konferencia elején megfogalmazott kérdéseire a panelbeszélgetések, szekciók válaszokat adtak. A két nap során megosztott tudást, a megfogalmazott szakmai üzeneteket a Szövetség a fenntartható vízgazdálkodás motorjaként viszi tovább a jövőben is.

A konferencia hamarosan visszanezhető lesz a **MaSzeSz YouTube** csatornáján.

A Konferencia Társszervezői:



A Konferencia KIEMELT támogatói:



KÖSZÖNJÜK VERA! GRATULÁLUNK!

Dr. Major Verát a MaSzeSz elnöksége az év végi konferenciáján Dr. Benedek Pál díj elismerésben részesítette.



Dr. Major Veronika okleveles mérnök, a VITUKI, majd később a VTK Innosystem Kft. ben dolgozott közel 30 éven keresztül. Közvetlen munkatársa volt dr. Benedek Pálnak, az ő szellemi örökségét folytatta és bizonyította elkötelezettségét a vízügyi ágazat szakmai színvonalának emelésére, megítélésének javítására.

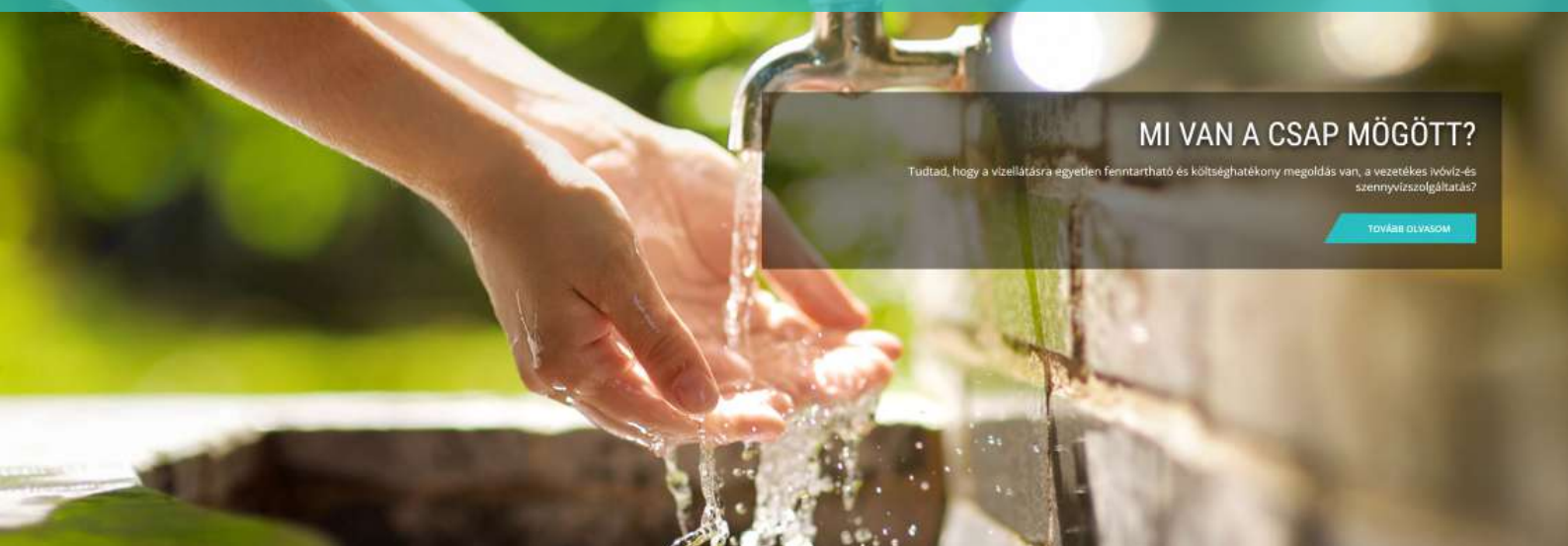
Munkássága során kiemelkedő szakmai eredményeket ért el, magas színvonalon dolgozott, és vált mindannyiunk számára példamutató szakemberré. Számos vízügyi beruházás előkészítésében, megvalósításában dolgozott szakértőként, tanácsadóként, menedzserként.

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség tagjaként, majd alelnökeként fáradhatatlanul dolgozik a szövetség elismertségének növeléséért. Aktív szerepvállalása, ma is jól érzékelhető, a hazai vízgazdálkodás forradalmának tekinthető digitális megújításának kezdeményezője, a vízügyi oktatás reformjának támogatója.

A szakmai tapasztalatait a felsőoktatási intézmények katedráján is megosztja. A vizes szakirányú mérnök hallgatók tanulmányi teljesítményének növelését, és a szakmaszeretetük fokozását, a motivációjuk erősítését napjainkban is nagy odaadással segíti.

NEM MINDEGY, MI VAN A CSAP MÖGÖTT!

MASZESZ - VÍZÉRTÉK SZEMLÉLETFORMÁLÓ PROGRAM



MI VAN A CSAP MÖGÖTT?

Tudtad, hogy a vízellátásra egyetlen fenntartható és költséghatékony megoldás van, a vezetékes ivóvíz- és szennyvízszolgáltatás?

[TOVÁBBÉ OLVASOM](#)

A Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetséget (MaSzeSz), melynek fő célja, hogy a vízminőség- és a környezet védelme érdekében a fenntartható szennyvízgyártás feladatainak megoldására biztosítson megfelelő szakmai háttérrel a szakembereknek, az ITM által megnyitott, KEHOP felhívás keretében a társadalom széles rétegeinek elérését és tudásának felmérését és szemléletformálási program kidolgozását tűzte ki, még 2019-ben. Ehhez a feladathoz konzorciumi partnere lett a társadalmi szemléletformálásban és tájékoztatásban régóta jártas WWF Világ Természeti Alap Magyarország Alapítvány.

A VÍZÉRTÉK program fókuszában a lakosság vízértékekkel, közműves vízellátással kapcsolatos tudásszintjének felmérése, továbbá a víziközmű-szolgáltatást igénybe vevők ismeretanyagának fejlesztésére és a víziközmű-szolgáltatás jelentőségének hangsúlyozására irányuló, országos szemléletformáló-érzékenyítő stratégia kidolgozása állt.

A Széchenyi 2020 programban európai uniós támogatással megvalósuló KEHOP-2.1.7-2019-00010 kódszámú Vízérték

szemléletformáló program keretében társadalmi felmérés készült arról, milyen szinten ismeri a lakosság a problémát és annak hatásait. A felmérés eredményét a MaSzeSz vezetői *sajtótájékoztató* keretében mutatták be. „A jövő generáció ivóvízellátásának fenntarthatósága a mi kezünkben van. A szakma tisztában van a megoldási lehetőségekkel, a felméréssel pedig megismerhettük a társadalom támogató hozzáállását a hálózatok korszerűsítésével kapcsolatban. Célunk egy olyan egységes ágazati kommunikációs stratégia megalkotása,

amellyel megteremthetjük a változásokhoz szükséges közös akaratot. Sem a mostani, sem a jövő generáció számára nem mindegy, hogy milyen vízvezetékrendszer van a csap mögött, ezért feladatunk, hogy a társadalom aktívan igényelje és támogassa a szektor fenntarthatóságát célzó törekvéseket és a szükséges kormányzati döntéseket” – tájékoztatott Kovács Károly, a MaSzeSz elnöke az eredmények bemutatása kapcsán.

A víz és a vízhálózat minősége összefügg

A lakosság számára alapvető elvárás a vízszolgáltató cégek által megtisztított, iható csapvíz. Csak kevesen gondolnak azonban bele abba, hogy ennek minősége a szállítás és tárolás során, azaz a víztisztítástól a csapból kiengedésig bizony sokat változhat. Annak érdekében, hogy a jó minőségű ivóvíz a jövő generáció számára is fenntartható módon folyamatosan és korlátlan mennyiségben rendelkezésre álljon, a magyar vízvezetékrendszer jelentős részének mielőbbi felújítására-fejlesztésére van szükség. A lakosság is közvetlenül érzékeli a problémát, hiszen a felmérésben a válaszadók 48 százalékanak környezetében történt csőtörés az elmúlt két évben, és ennek legfőbb okát az előregedett hálózatban látják (89%).

A felújítási költségekre – sok fogyasztó feltételezésével ellentétben – a víz- és szennyvíz díjak nem nyújtanak fedezetet. A kutatásból azonban az is jól látható, hogy a lakosság 86% százaléka még akkor is támogatná a vízvezeték-hálózatok mihamarabbi felújítását, ha ez anyagi hozzájárulást követelne. A társadalom nyitottságát az is jól mutatja, hogy a kutatásban megkérdezettek visszajelzései alapján 10-ből 9 ember szeretne többet megtudni a vízzel,

vízszolgáltatással kapcsolatban. A kutatás arra is kitért, hogy milyen vízzel kapcsolatos helyzetek miatt aggódnak leginkább a fogyasztók. Ez alapján az látható, hogy leginkább a hazai vízkészletek és az ivóvízellátást biztosító rendszer minősége miatt aggódik a társadalom.

Az elemzésre építve készült el az a kommunikációs stratégia, melynek keretében olyan üzenettartalmak, hordozók, megvalósítási akciótervek és azokon alapuló tartalmak is összeállításra kerültek, amik a közeljövőben a MaSzeSz, valamint az ágazat összes szereplőjének számára; hosszú távon is könnyen felhasználható, információkat, tudnivalókat, adatokat biztosítanak a fogyasztókban meglévő érdeklődés fenntartására, a tudásszomj kielégítésére.

A felmérésekre alapozott és szakértők bevonásával kialakított ágazati kommunikációs stratégia azonban akkor tud igazán hatékony lenni, amennyiben az a helyi sajátosságokat integrálva, de országosan összehangolt üzenetekkel teremti meg a változásokhoz szükséges közös akaratot. Biztosítani kell a láthatatlan infrastruktúra és szolgáltatás láttatását, hiszen sem a mostani, sem a jövő generáció számára nem mindegy, hogy milyen (víz)forrás és vízvezetékrendszer van a csap mögött.

A pályázat keretében készített felmérés publikálására négy sajtóközleményt is megjelentett a MaSzeSz az alábbi témákban:

- Az ágazat jelenlegi helyzetének és annak bemutatása, hogy mit tudnak minderről a fogyasztók.
- Milyen a jó ivóvíz? A kutatásban megjelölt legfőbb fogyasztói ismérvek bemutatása, melyik mitől függ, mit tesz a szolgáltató, hogy azt kapja a fogyasztó, amit elvár.

- Tévhitek a víztisztításról: a kutatás alapján annak bemutatása, hogy mennyire nem ismerjük a mindennapi életünk számára legfontosabb élelmiszert, és annak előállítását.
- A lefolyóban minden lefolyik? – mit öntünk a lefolyóba, és mit nem, mi történik a lakásból kivezetett szennyvízzel.

A közlemények generálta sajtómegjelenések több mint négyezer emberhez jutottak el. Emellett a konzorciumi partner, WWF bevonásával, a WWF érzékenyítő mini kampányával további több, mint 18 ezer embert értünk el az online térben (közösségi média: facebook, viber, instagram).

A felmérésekre alapozott, társadalmi szemléletformálást célzó kommunikációs stratégia megállapításainak figyelembevételével, a lakossági kommunikáció aktív, sőt interaktív formájaként létrehoztuk a www.vizertek.hu microsite-ot. A weboldal célja a tipikus fogyasztói "félreértések, problémák" és a valós helyzet bemutatása, az adatvizualizáció (infografika) alkalmazásával hazai vízhálózat és szennyvíztisztítás folyamatának bemutatása, valamint interaktív játékkal történő látogatói aktivitás ösztönzése volt.



KONTINENSEN ÁTÍVELŐ NEMZETKÖZI MASZESZ SZEREPVÁLLALÁS

RENDKÍVÜL NAGY SIKERREL ZÁRULT AZ ASEM VÁROSI VÍZGAZDÁLKODÁSRÓL SZÓLÓ, A MASZESZ TÁRSSZERVEZÉSÉBEN MEGVALÓSULT 4. NEMZETKÖZI WEBINÁRIUM ÉS SZAKKIÁLLÍTÁS

A november 26-27-én megrendezett konferencia a fenntartható települési vízgazdálkodás témájában az egyik legjelentősebb nemzetközi esemény. A MaSzeSz az előző, 2018-ban Budapesten szervezett ASEM Water konferencia sikerére tekintettel az idei rendezvény társ-szervezőjeként aktívan részt vett az előkészítésben, emellett szakmai előadóként is jelentős szerepet vállalt plenáris üléseken.

A járványhelyzetre tekintettel a konferencia online platformon is követhető volt, valamint a vízforrások fenntartható hasznosítását és a zöld fejlődést bemutató virtuális kiállítás kiváló lehetőséget biztosított a magyar vízipari képességek bemutatására. A Hungarian Water Partnership szakmai partnereként a kiállításon a HWP standon megjelent a Szövetség is.

A konferencia megnyitó ceremóniáján köszöntőt tartott Kovács Károly, a MaSzeSz elnöke, valamint az ASEM Water Tudományos és Fejlesztési Bizottságának alelnöke, aki beszédében kiemelte a nemzetközi tudásmegosztás fontosságát, és méltatta a szervezők által kiválóan kialakított online és virtuális teret, melyben még a jelenlegi pandémiás időszakban is alkalom és lehetőség nyílt a szakmai eszmecsere-re. A köszöntőn túl Kovács Károly, mint levezető elnök működött közre a konferencia első szekciójában, ahol a fenntartható települési vízgazdálkodással kapcsolatos kormányzati szintű intézkedések fontosságát vizsgálták svéd, portugál, román, francia és magyar előadók.

A szekcióban Kovács Károly előadásában a települési víziközmű szolgáltatás alapját képező vízkészlet, a tisztítást és szállítást szolgáló infrastruktúra, valamint annak működtetését biztosító humántőke értékének fenntartására és fejlesztésére fókuszált, különös tekintettel a vízárték szemlélet mentén a vagyongazdálkodásra, a víziközmű vagyoneértékelésre.

A kétnapos rendezvényen 17 országból több mint 100, szakigazgatási, szakmai, vízipari cégtől és társadalmi szervezetektől érkezett résztvevőt regisztráltak a szervezők.

A lenyűgöző virtuális térbe szervezett, a vízforrások fenntartható hasznosítását és a zöld fejlődést bemutató virtuális kiállításon több mint 150 cég képviseltette magát. A kiállítás hosszú távon elérhető az alábbi [linken](#).



JURTA HÍREK



Elnökválasztás, szakmai programok és csapatépítés

2020 második fele igencsak programokban gazdag a MaSzeSz Junior tagjai számára: több szakmai és csapatépítő esemény került megszervezésre a fiatal vizes szakembereknek, illetőleg az elnökség is új tagokat köszönt köreiben.

Elnökségi választás és junior kerekasztal

November 2-től kezdetét vette a jelölési időszak a MaSzeSz Junior Tagozatának négy, megüresedett elnökségi pozíciójának betöltésére. Az újonnan megválasztott elnökségi tagokat a 2020. december 2-3. napokon

megrendezett Országos Vízérték Konferencián mutattuk be. Új vezetőségi tagként köszönthettük köreinkben Bobák Edét, a Donauchem Kft. értékesítő mérnökét és alkalmazástechnikai tanácsadóját, Nagy Eszter Dórát, a BME harmadéves doktorandusz hallgatóját, és Nagy Esztert, a SUEZ Water Technologies salesmanager-ét. A konferencia keretében a MaSzeSz Junior Tagozat a december 3-ai konferencia napra egy junior szekciót szervezett "Vízre tesszük a jövőt!" címmel. A szekcióban helyet kapott a MaSzeSz JurTa céljainak és tevékenységének ismertetése, valamint a novemberben zajló tagpótló vezetőség

választás eredményének kihirdetése és az új vezetőségi tagok rövid bemutatása Varga Laura, MaSzeSz JurTa elnök bevezető előadásában. Ezt követően kerekasztal beszélgetést moderált Dr. Bakos Vince, MaSzeSz elnökségi tag, amelynek meghívottjaival élénk eszmecsere-t folytattunk a vizes területen tanuló és/vagy dolgozó fiatalok tehetség gondozásáról, ágazatban betöltött szerepéről, az erős fiatal szakmai közösség(ek) jelentőségéről és az ilyen körökben és aktivitásuk révén várható gyümölcsöző eredményekről, valamint arról, hogyan segíthetjük a fiatal vizes szakemberek tanulását, munkáját és pálya perspektíváit és az ilyen körökben és aktivitásuk révén várható gyümölcsöző eredményekről, valamint arról, hogyan segíthetjük a fiatal vizes szakemberek tanulását, munkáját és pálya perspektíváit.

Online előadássorozat: Erőművi vizek kezelése - kölcsönhatásuk a környezettel

Elkezdődött a JurTa online előadássorozata, melynek első eseményét már novemberben megtartottuk! 2020. november 10-én

a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Junior Tagozatának és a Magyar Hidrológiai Társaság Környezetvédelmi, illetve Ipari Környezet és Vízgazdálkodási Szakosztályának közös szervezésében Prof. Dr. Pátzay György (BME-VBK Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék és Nemzeti Közszolgálati Egyetem) szakmai előadását hallgathattuk meg az Erőművi vizek kezeléséről, és ezen vizek környezettel való kölcsönhatásának következményeiről, megelőzéséről.

Csapatépítő programok

A szeptemberi csapatépítő programunk után 2020. november 7-én szombaton közös kirándulásra indultunk a Budai-hegységbe. A Széll Kálmán tértől indultunk a délelőtti órákban, ahonnan könnyűszerrel, jókedvvel tettük meg az Apáthy-sziklához vezető utat. Köszönjük, hogy eljöttetek, és hogy együtt egy ilyen remek élményekkel gazdagodtunk!





2021-es év kiemelt eseménye: Wetskills Water Challenge

A hollandiai WetskillsFoundation második alkalommal rendezi meg Budapesten vizes kihívását, a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség Junior Tagozatának közreműködésével. A Wetskills Water Challenge 2021. április 18-30. között, BSc-s, MSc-s diákok, fiatal pályakezdő vizes szakemberek, doktoranduszok számára biztosít színvonalas szakmai és közösségi programokat, nemzetközi közösségben. A résztvevők csapatokban egy-egy aktuális vizes kihívásra választ adó projektet dolgoznak ki, ahol a feladatok megoldásához kreativitás, sémáktól mentes, innovatív gondolkodás szükséges. A projekteket tapasztalt mentorok segítik. Az elkészült munkák bemutatására az ÖKOINDUSTRIA kiállításon (április 28-30.) kerül sor, amely kiváló lehetőség a fiataloknak szakmai kapcsolataik bővítésére.

Részvételi díj magyar állampolgároknak:
50 EUR

Jelentkezési határidő: január 15. (a helyek limitáltak, így érdemes minél hamarabb jelentkezni). További információ, és jelentkezés: <https://wetskills.com/event/wetskills-hungary-2021/>

Köszönjük minden tagunknak és támogatóinknak az idei évi részvételt, jövőre is várunk Titeket sok új programmal és élménnyel!

**Üdvözlettel,
az Elnökség**



NYUGDÍJAS MÉRNÖKÖKET KERESÜNK!

Vízfolyam KNySz a tagsági körét kibővíti azokkal a **nyugdíjas mérnökökkel**, akik tartósan már nem akarnak dolgozni, de eseti jelleggel azért még szívesen vállalnának feladatokat, az alábbi szakágakban:

- gépészmérnök (út-, vasút-, víz-, híd-, szerkezet)
- elektromérnök
- épületgépész mérnök
- geodéta
- vegyészmérnök
- építészmérnök

A Szövetség vállalja, hogy a tagjaiként jegyzett nyugdíjas szakemberek hozzájárulása esetén szakértői, mérnöki **adatbázist** hoz létre.

Miután több évtizedes tapasztalattal rendelkező szakemberekről van szó, kiemelten olyan tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok jöhetnének szóba, amelyeket a vízi-közmű üzemeltető cégeknél, vízügyi Igazgatóságoknál nem, vagy csak költséges módon lehetne ellátni főmunkaidős, munkaviszonyban álló mérnökökkel.

A vízi-közmű üzemeltető cégek, vízügyi Igazgatóság megkeresésére (saját vízügyi tapasztalatainkat is felhasználva) az adatbázisból kiválasztjuk azt a szakembert (szakembereket), aki a feladat elvégzésére a legalkalmasabb és egyeztetjük vele, hogy rendelkezésre tud-e állni az adott időben és helyen.

Adott feladat felmerülésekor a Szövetség „kikölcsönzi” a szakembert a vízi-közmű üzemeltető cégek, vízügyi Igazgatóság részére, majd leszámolázza az előzetesen megállapodott díjat. A számla pénzügyi teljesítése után a Szövetség elszámol a tagjával.

Várjuk jelentkezését a Szövetség honlapján! (<https://www.vizfolyam.hu>)

Vízfolyam Közérdekű Nyugdíjas Szövetség

1146 Budapest, Borostyán u. 1/b

+ 36 30 509 9260

Honlap: <https://www.vizfolyam.hu>

mail: info@vizfolyam.hu

GRATULÁLUNK!

Az október 23. Nemzeti ünnep alkalmával 2020 október 22-én a Magyar Köztársaság Elnöke Áder János „MAGYAR ÉRDEMREND LOVAGKERESZT” kitüntetést adományozta dr. Orbán Veronikának és Bodor Dezsőnek



Dr. Orbán Veronika ny. egyetemi docens, az E.R.Ö.V. Zrt vegyészeti tanácsadója a hazai települési víziközművek, ill. ezen belül jellemül a Vízkémia és Hidrobiológia oktatása és a tárgy megszervezője, hazai letéteményese.

Magas színvonalú oktatási munkája során generációk nevelése, embersége méltán érdemelte ki a szakmai társadalom megbecsülését, tiszteletét, szeretetét

A kitüntetést Pintér Sándor Belügyminiszter adta át



Bodor Dezső a Csongrád-Csanád Megyei Mérnöki Kamara elnöke, a Szegedi Vízmű Zrt. nyugalmazott műszaki igazgatója a víziközmű tervezés és - üzemeltetés, valamint a mérnökképzés területén végzett több évtizedes, magas színvonalú munkája elismeréseként kapta a díjat

A kitüntetést Gulyás Gergely a Miniszterelnökséget vezető miniszter adta át.

Szeged Megyei Jogú Város Önkormányzata a 4/2020. (II21.)Kgy.sz.határozata alapján a Szegedért Emlékérmeket adományozta Bodor Dezső a Szegedi Vízmű Zrt. műszaki igazgatója részére, a városért végzett tevékenysége elismeréseként.

KARBONSEMLEGES ISZAPVÍZTELENÍTÉS TÖMLŐKKEL

KRISZTIN RÓBERT

TERMELÉS TÁMOGATÓ FŐMÉRNÖK,

CZIRÁKI JÓZSEF

KÖRNYEZETVÉDELMI CSOPORTVEZETŐ DUNÁNTÚLI REGIONÁLIS VÍZMŰ ZRT.

DR. ZSABOKORSZKY FERENC, HOLCZBAUER ÁKOS

ENQUA KFT.

Hogyan takarítsunk meg energiát az iszap víztelenítésénél, a tisztítás technológiáknak az egyik legtöbb energiát felhasználó folyamatában?

1. BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozás már most is hatással van az egész világra, és Európában is egyre gyakoribbá válnak az olyan szélsőséges időjárási jelenségek, mint az aszály, a hóhullámok, a heves esőzések, az árvizek, földcsuszamlások. A gyorsan változó éghajlat következménye a tengerszint emelkedése, az óceánok elsavodása, és a biológiai sokféleség csökkenése is. A globális felmelegedés mértékének 1,5 Celsius-fokra való korlátozásához – amely az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) véleménye szerint egy biztonságos küszöbérték – elengedhetetlen, hogy a 21. század közepéig elérjük a karbonsemlegességet. Ez a cél szerepel a 195 ország és az EU által aláírt párizsi megállapodásban is.(1)

A körforgásos gazdaság tekintettel van a környezeti szempontokra és az emberi egészségre és jól-éltre, ezért kerül a mérgező anyagok felhasználását, a gyártás, a szállítás és a forgalmazás során pedig törekszik az energia- és

vízfelhasználás minimalizálására, a megújuló energiafelhasználás növelésére.(2)

A karbonsemlegesség és a körforgásos gazdaság célkitűzései a szennyvíztisztítási technológiáknál kihívást jelent a szolgáltatóknak. Hogyan lehet megfelelni az elvárásoknak?

2. ELŐZMÉNYEK

A DRV Zrt. Balatonszéplaki Felszíni Vízműtelepén az iszapüleptető medencében felgyűlt iszap többféle módon került víztelenítésre.

Alkalom nyílt többféle víztelenítési módszert alkalmazására, és az eredményeket össze lehetett hasonlítani. A korábbi években két évente volt szükség a feladat elvégzésére, eleinte egy nagy teljesítményű 3,5 m³ kamratérfogatú kamrás préssel, később egy kisebb 1,5 m³ kamratérfogatúval, majd centrifugával történt a víztelenítés.

2.1. A tömlős alkalmazás

A DRV-vel együttműködvetörtént a tömlős módszer adaptálása a Balatonszéplaki Vízmű telepen. A növekvő energia költségek miatt, is szükség volt a felhasználás csökkentésére, és az is fontos cél volt, hogy lehetőleg karbon semleges legyen.

Az iszap kezelése, sűrítése víztelenítése, elszállítása a tisztítás legnagyobb energiahasználó eleme, a hatékonyságot növeli, ha energia megtakarítás itt kerül alkalmazásra.

A magasabb szárazanyag tartalom elérése azért fontos, mert csökkenti a szállítási és elhelyezési költséget ugyanakkor többlet energiafelhasználást eredményez. Hogyan lehetőséges ezt az ellentmondást feloldani?

3. A TÖMLŐS VÍZTELENÍTÉS FOLYAMATA

A terep előkészítése volt a kezdő lépés, biztosítva a tömlők helyét, a kezelő beton felületet és a csurgalék víz gyűjtésének és az ülepítő medencébe történő visszavezetésének kiépítését. A tesztmérések azt igazolták, hogy lehetséges a tömlő alkalmazása.

A tömlők telepítése után a feltöltéssel megkezdődik a folyamat. Nagyméretű tömlők alkalmazásával illesztett teljesítményű, feltöltő szivattyú alkalmazásával a tömlők megtöltésre kerülnek, pelyhesítő adalékanyag felhasználásával. Az adagolás a feltöltési iszapáramba történik, folyamatos felügyelet mellett a pelyhesedést szemrevételezéssel ellenőrizve.

Az iszapvíz a tömlő felületén a pórusain keresztül távozik a feltöltés során intenzíven, majd egyre lassabban. A víztelenítődés – energia felhasználása nélkül – a tömlő méretétől függően több hét alatt történik meg. Az iszap száradni kezd, ezt a folyamatot a napsütés, száraz légtér és a szél felgyorsítja, az eső nem nedvesíti vissza.

Az alábbi linken a feltöltés folyamata videón látható.

<https://www.youtube.com/watch?v=aG-sv7tjbgR0>



1. ábra A tömlők feltöltése



2. ábra Kitermelés közben négy hét pihentetés után

4. VIZSGÁLATI MÓDSZER

A tömlős víztelenítés összehasonlításának alapja a centrifuga. A vizsgálatban a karbonsemlegességre törekvés és a körforgásos gazdaság teljesüléselett figyelembe véve. A kétféle mobil víztelenítés technológiai

különbözőségei nem lettek figyelembe véve. Így el lehetett tekinteni a mobil centrifuga üzemeltetéséhez szükséges puffer konténer üzemeltetése során adódó többlet energia és többlet munkaerő költségének számításától. Nem került számításra a mobil gép felvonulásával járó gázolaj fogyasztást ellentételezendő zsák szállítás.

Nem lett vizsgálva az egyszer használható tömlő előállításának karbonlábnyoma sem, hasonlóképpen figyelmen kívül lehetett hagyni a mobil centrifuga előállításának és élettartamának vizsgálatát. Az egyszer használatos tömlő letisztítás után pl. talajtextília célra újra hasznosításra kerülhet, vagy végső esetben energetikai célra hulladékként hasznosítható. A vízmű szűrőmosása során keletkező iszapot egy 3000 m² alapterületű medencében gyűjtik ülepités céljából. Ebből a medencéből mechanikus homogenizálás után szivattyúval történik az iszap kitermelése. A kitermelést szakaszosan kellett végezni, mert a naponta történő többszöri szűrőmosás és ülepités során fel kellett függeszteni.

5. EREDMÉNYEK

A tömlős munkafolyamat főbb jellemzői számokban

- 40 óra tömlőtelepítés előkészülettel
- 126 munkaóra ráfordítással mintegy 4000 m³ iszap került feltöltésre a tömlőkbe. Ez a nettó időfelhasználás, ami azt jelenti, hogy a szűrőmosás miatti leállások nem lettek figyelembe véve azért, hogy össze lehessen hasonlítani a centrifugával. Ez a feltöltési iszapáram átlagosan 31,7 m³/h iszapáramnak felel meg.
- polielektrolit felhasználás 650 kg
- letermelt iszap 510 tonna

- fajlagos polimer felhasználás 4-6kg/ tonna iszap szárazanyag
- a letermelt iszap szárazanyag tartalma 28 nap szikkadást követően: 23,4- 33,2% között változott, jellemzően 27%

6. KÖVETKEZTETÉS

Hasonló feltöltési kapacitású mobil centrifugával való összevetést az támasztja alá, hogy ilyen berendezéssel történt munkavégzés itt korábban. A Flottweg HTS sorozatából C4E-4 típust figyelembe véve az átlagos 31,7 m³/h iszapáramhoz, a katalógusban megadott 37 kW maximális teljesítményt kell figyelembe venni, tekintettel arra, hogy a mobil kialakítás és alkalmazás során többlet energia felhasználás jelentkezik.

A 4000 m³ iszap centrifugával történő víztelenítéséhez, ugyanúgy, mint a tömlőknél 126 nettó munkaóra felhasználás lett figyelembe véve.

Így a centrifugával 126 munkaóra x 37 kW = 4.462 kWh energia került volna felhasználásra. Magyarországon az energiamixből – a villamos energia felhasználásösszetételéből – adódóan: 1 kWh villamos energia felhasználása = 0,325 kg széndioxid kibocsátásnak felel meg(3), tehát: 1,45 tonna CO₂ kibocsátást lehetett megtakarítani a munka elvégzése során.

A polielektrolit felhasználást is figyelembe kell venni tekintettel arra, hogy a centrifugáláshoz többlet polimer szükséges fajlagosan, mint a pelyheket kímélő szűréstechnikai eljárásoknál. A tömlős víztelenítés során a fajlagos polimer felhasználás 4-6 kg/tonna iszap szárazanyagra adódott.

A centrifuga esetében irodalmi adatokat használtunk az összehasonlításhoz Az Észak-pesti

Szennyvíztisztító Telepen -a centrifugák polimer felhasználása- 10-11,5 kg/t iszap sz.a.(4) Korábbi mobil centrifugás tapasztalatok során, még ennél is nagyobb értékeket lehetett tapasztalni. Tehát:650 kg polielektrolitotkerült megtakarításra a munka elvégzése során.

Négy hétre volt szükség arra, hogy szikkadással elérhető legyen a kellő szárazanyag tartalmú iszap a tömlőkben. Erre időt kell hagyni a víztelenítés során, továbbá kellő területtel kell rendelkezni a tömlők elhelyezésére és a kitermelésre.

A karbonsemlegességre való törekvés legegyszerűbben a tartalékok feltárásával és kiaknázásával érhető el. Ott alkalmazható ahol erre van lehetőség: így tárolt vagy felgyűlt iszapok esetében ahol van elég idő a szikkadásra és megfelelő hely, a tömlők elhelyezésére. Ugyanakkor az eljárás megfelel az iszap jellegének.

7. ALKALMAZÁS LEHETŐSÉGE

Teszteléssel határozható meg hol alkalmazható és milyen feltételekkel. Tapasztalatok szerint: iszaptározóknál, tavas iszaptisztítási technológiáknál, rekreációs célú és természetes tavak, strandok, üledékének eltávolításakor, rothasztók leürítésénél, vízkezelésből származó iszapoknál jól alkalmazható. A szárazanyag elérheti, sőt meg is haladhatja a gépi víztelenítés eredményét.

► IRODALOMJEGYZÉK



A DUNA MÚZEUMÉ AZ ÉV KIÁLLÍTÁSA



Október 9-én vehette át az esztergomi Környezetvédelmi és Vízügyi Múzeum jelenlegi és volt igazgatója a magyar múzeumok legrangosabb elismerését, AZ ÉV KIÁLLÍTÁSA szakmai díjat. Horváth István és Szalkai Tímea, valamint az intézmény munkatársai másfél év alatt hozták létre a most díjazott, Vízeum elnevezésű, a szakmai zsűri által a legkreatívabbak közé sorolt tárlatot. A világszínvonalú új kiállítás első helyezése mellett elnyerték a Közösségi Múzeum díjat, elismerést vehettek át az Év Múzeuma pályázat keretében, mindemellett a Múzeum-pedagógiai Nívódíj különdíját is elnyerték. Nem túlzás azt állítani, hogy a Duna Múzeum az elmúlt évek munkájáért 2020-ban szinte minden lehetséges elismerést begyűjtött.

A Múzeumi Restart rendezvényen adták át Magyarországon legrangosabb múzeumi díjat a Magyar Nemzeti Múzeum dísztermében. Az évente, szakmai zsűri által odaítélt AZ ÉV KIÁLLÍTÁSA díjat a Pulszky Társaság 2010-ben alapította azzal a céllal, hogy a muzeális intézmények kiállítások megvalósításában megnyilvánuló tudományos felkészültségét, kreativitását, a közönséggel való kapcsolatteremtő

képességét jutalmazza. Az idei évben a zsűri két kategóriában ítélte oda ezt a kitüntetést, melyre most kilenc kiállítás mérettette meg magát. A Duna Múzeum olyan nagynevű intézményeket előzött meg, mint a Magyar Nemzeti Galéria, a Magyar Nemzeti Múzeum, a Szentendrei Skanzen, a Kiscelli Múzeum, vagy a Déri Múzeum. A múzeum korábban már elnyerte „Az Év Múzeuma” díjat, az idei első hellyel pedig

begyűjtött minden olyan szakmai elismerést, melyet egy kiállítótér elérhet Magyarországon. A díjat elnyert tárlat legfőbb célja, hogy megtartva régi követőit, vendégeit, új célcsoportokat is elérjen és bevonjon a múzeumba. A kiállítás változatos tematika mentén épül fel, bemutatja a vízkormányzás múltját és jelenét, a vízzel kapcsolatos innovációkat, szemlélteti a víz erejének felhasználását, kiemelt téma a folyók szabályozása, a hajózással kapcsolatos érdekességek, a klímaváltozás, de bemutatja a szódakészítést, az úszás vagy éppen a Balaton történetét is.

Ugyancsak ezen a rendezvényen került sor a Közösségi Múzeum díjak átadására is. A Szabadtéri Néprajzi Múzeum – Múzeumi Oktatási és Módszertani Központ (MOKK) kezdeményezésére 2019 óta adják át a Közösségi Múzeum elismerést. A díjat azon muzeális intézményeknek ítéli oda, amelyek közösségi részvételi alapon működnek, a múzeumi alaptevékenységükkel összehangolt közösségépítő munkát folytatnak, bevonják munkájukba a helyi lakosságot, a civil szervezeteket, szakmai partnereket. A Duna Múzeum sikeres pályázatának köszönhetően így Közösségi Múzeum elismerésben is részesült.

Az Év Kiállítása díj átvétele előtt néhány nappal, szeptember 28-án az Országos Múzeumpedagógiai Évnyitón Fekete Péter kultúráért felelős államtitkártól vehette át a Duna Múzeum két múzeumpedagógusa, Gróhné Illés Ildikó és Fehér Györgyi múzeumpedagógus az Országos Közgyűjtemények Szövetsége különdíját. A szakmai grémium a „Nyárszerdák a Duna Múzeumban” című programsorozatért ítélte oda a nívódíjat az intézménynek. A díj odaítélésénél fontos szempont volt az újszerűség, az adaptálhatóság más múzeumokban, valamint nagy

szerepe volt az ökológiai szemléletnek is, mely kiemelt hangsúlyt kap a múzeumpedagógiai foglalkozásokon is. A múzeum immár 15 éve szervez nyaranta napközi jellegű természetjáró és vízügyes nyári táborokat iskoláskorú gyerekeknek. Az idei év a vírushelyzet miatt kicsit eltért a megszokottól, teljes heti tábor helyett tematikus napokkal várták a múzeumpedagógusok a gyerekeket. A „Nyárszerdák a Duna Múzeumban” napok 7 alkalommal kerültek megrendezésre. Témái a természet és a víz megismerésére, azok védelmére, a természet és ember kapcsolatára épültek. Csak gyalogszerral elérhető helyeket céloztak meg a séták, kirándulások. A témák aktuális jellegűek voltak, (pl. a méhek csökkenő egyedszáma) melyek kapcsolódnak a mindennapi élethez (pl. környezetbarát mosás), így a résztvevők az újonnan szerzett ismereteiket, felfedezéseiket kamatoztatni tudják a jövőben. A foglalkozások további célja volt, hogy a gyerekek több hónapi bezártság után társas kapcsolataikban, manuális téren, lelkiileg, fizikailag is erősödjenek. A nyárszerda hamar bekerült a helyi köztudatba, hétről hétre hozták barátait is a gyerekek. A témanapok közül azt választhatták a résztvevők, ami igazán érdekelte őket, így mindig lelkes csapat jött össze. A tervek szerint jövő nyáron is folytatódnak a Nyárszerdák.

A Magyar Vízügyi Múzeumot 1973-ban alapították az Országos Vízügyi Hivatal Vízügyi Dokumentációs és Továbbképző Irodájának részeként. 1989 óta – az 1987-ben megalakult Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium által létrehozott Környezetgazdálkodási Intézet fenntartásába kerülve – viseli a Magyar Környezetvédelmi és Vízügyi Múzeumnevet, gyűjtőköre is kibővült. A múzeum a magyar vízügy történetével, a hazai vízgazdálkodással kapcsolatos muzeális értékű tárgyakat,

dokumentumokat gyűjti. Saját gyűjteményének gondozása mellett szakmai segítséget nyújt a területi vízügyi igazgatóságok által fenntartott vízügyi emlékhelyek, műszaki műemlékek és gyűjtemények nyilvántartásához, kezeléséhez, szakszerű működtetéséhez.

A gyűjtemény első állandó kiállítása 1980-ban nyílt meg "A Duna és a magyar vízgazdálkodás története" címmel Esztergom belvárosában, az egykori főkáptalan épületében. 1998-ban az épület restaurálása miatt a tárlatot lebontották. A megújult belső terekbe tervezett, innovatív új állandó kiállítás VÍZ-IDŐ címmel 2001 októberétől fogadta a látogatókat.

Az Év Múzeuma (2001) és a Családbarát Múzeum (2005) díjak mellett a múzeum 2003-ban elnyerte az Európai Múzeum Fórum (European Museum Forum) különdíját is. Az óvodás és iskolás csoportok számára változatos

múzeumpedagógiai programokat kínáló intézményben 2010-ben európai uniós támogatással új foglalkoztató helyiséget alakítottak ki, 2014-ben pedig megnyílt új állandó kiállítási egysége, a látványraktár. A 2001-ben megnyílt állandó tárlat közel két évtizeden keresztül szolgálta a látogatókat, 2018-ban azonban lebontásra került, hogy a következő évben átadja helyét a jelenleg látogatható VÍZEUM címet viselő állandó kiállításnak.

A víz gyakorlatilag mindenhol jelen van az életünkben, ezért nagyon változatos a kiállítás tematikája. Megjelenik benne a hagyományos vízügyi témák (ár- és belvíz, öntözés, folyószabályozás) mellett pl. a szódakészítés, a fürdőkultúra vagy éppen az úszás története. Néhány esetben olyan egészen speciális, vízzel kapcsolatos eszköz, munkafolyamat vagy találmány kerül bemutatásra, amely a nagyközönség számára



szinte ismeretlen, pl. a vízsebesség-mérés története vagy sajátos gáttípusok. Az információ-gazdagság miatt az eddigi tapasztalatok szerint a látogatók jellemzően több órát is eltöltenek a kiállításban. Pihenésüket, relaxációjukat a kiállítás utolsó termében berendezett ún. merengő szolgálja. Itt a számtalan kijelzőn érzelmesre ható filmek, animációk futnak, amelyek inkább elgondolkodtatásra készítetik a látogatót, mintsem információszerzésre. A kiállításnak nincsen határozott látogatói útvonala, bárhol elkezdhető, bárhol abbahagyható. A kiállítási egységek nem követik időrendben egymást, mindegyik téma önállóan is megállja a helyét. A témák száma nagy, ahhoz, hogy minél több információt kapjon a látogató, különböző kijelzőkön található a tartalmak jelentős része. A kiállítás egyik markáns jellemzője a műtárgyak nagy száma is. Minden téma eredeti

tárgyak segítségével került feldolgozásra, a korábbi látogatói visszajelzések is arról tanúskodtak, hogy a látogatók szeretik és elvárják a kézzelfogható tárgyak közelségét. Néhány műtárgy teljesen szabadon áll, megtapintható, elsősorban azzal a céllal, hogy a látássérültek számára is élményt nyújtsanak, könnyebben feldolgozhatóvá, érthetővé téve egy-egy vízzel kapcsolatos jelenséget, találmányt, szerkezetet. Szintén hasznosak számukra az ún. hangpontok: a kiállítás néhány helyén hangzóanyagok segítik a megértést.

Az állandó kiállítás mellett kifejezetten a műtárgyakról szól a múzeum ún. látványraktára. A hazai múzeumok látványraktári és tanulmányi raktári projektjei rendszerint egy-egy TIO-pályázat keretén belül valósultak/valósulnak meg. Nem volt ez másként a Duna Múzeum



esetében sem. Egy 2012-ben benyújtott pályázat eredményeképpen nyílt meg 2014 őszén a múzeum látványraktára a látogatók előtt. A múzeum hagyományosan nagy hangsúlyt fektet az interaktív kiállításokra és az azokhoz több-kevesebb szállal kapcsolódó múzeumpedagógiai foglalkozásokra. Az új raktár célközönsége nem feltétlenül a passzív, szemlélődő látogató, hanem olyanok, akik fogékonyak a játékos, aktív részvételt igénylő ismeretszerzésre. Ez a szempont már a tervezés fázisában érvényesült; a projektben résztvevők nem pusztán beüvegezett polcrendszerben gondolkodtak, hanem egy olyan térben, amely a múzeum ismeretátadási repertoárját is bővítheti. Mindezt oly módon megvalósítva, hogy a műtárgyak „jogai” se csorbuljanak, azaz az állományvédelmi követelmények is maradéktalanul teljesülhessenek.

A fenti szempontok figyelembevételével került kiválasztásra a projekt megvalósításának pontos helyszíne: a múzeum udvaráról nyíló tárgyi raktár, a hozzá csatlakozó gyűjteménykezelői szoba, valamint egy innen megközelíthető kisebb helyiség együttese alkotja a teljes látványraktárt. A raktár kezelőjének volt szobája a látogatótér központja, kiállítás, múzeumpedagógiai foglalkoztató és műtárgyraktár egyben. A több funkció miatt az itt felhasznált anyagok kiállítótér-minőségűek, a tárgyak egyenként megvilágítottak, itt nem is volt cél a raktári jelleg megjelenítése, sokkal inkább az ismeretek tudományos-játékos formában való átadásának ad teret. A műtárgyak itt csak részben sorakoznak raktári rend szerint, többségük polcokon, tematikus összeállításban kapott helyet. Néhány műtárgy binokuláris távcsőre emlékeztető kukucskálón tekinthető meg, a fal mögött



megbújó tárgyak így igazán közelről is megvizsgálhatók. A látogatóknak érdemes a lábuk alá is nézni: az üvegpadló alatt olyan tárgy-együttest vehetnek szemügyre, amelynek egyes darabjai eredetileg is a padlószint alatt voltak használatosak. Ilyenek az ó- és középkorból származó vízvezetékcsövek vagy 20. század elején elterjedt vízórák. A tárgyak mellett két alapvető információ segíti a további tájékozódást: az adott tárgy leltári száma, valamint pontos megnevezése. Ezek birtokában a helyiségben található nagyméretű, érintőképernyős monitoron megkereshető a tárgy leíró kartonjának digitális változata a műtárgy teljes leírásával, adataival. A felület jelenleg közel 3000 műtárgy adatait tartalmazza. A monitoron megjeleníthető Vörös László 1833-ban készített térképe is, segítségével a mai térképészeti, informatikai lehetőségeket kihasználva egyidejűleg barangolhatunk napjaink Budapestjén és 1833-ban Pest-Budán. A múzeum és a múzeumi munka jobb megismerését szolgálják egy másik érintőképernyős panelen megjelenő gyűjteményi ismertető. Itt már a játék is szerepet kap, a látogató virtuális muzeológusként rakhatja a megfelelő gyűjteményekbe a véletlenszerűen megjelenő tárgyakat, dokumentumokat, fényképeket. Az egyéni felfedezés élményét táblagépek segítik, a tárgyaknál elhelyezett QR-kódok leolvasásával háttér-információk, a jobb megértést elősegítő feladatok, animációk érhetők el az adott tárgy eredeti használatával kapcsolatosan.

Ebből a helyiségből nyílik az egyik tulajdonképpeni raktár. Itt fiókos fémszekrényekben metszetek, céhlevelek, 19. századi fényképek mellett az ország harmadik legnagyobb Széchenyi-iratgyűjteménye nyert elhelyezést. Ugyanitt található a múzeum képeslap- és éremgyűjteménye, előbbinek mintegy 2500

darabja képernyőn is megtekinthető egy térképes kereső segítségével, egy-egy kiválasztott lap pedig e-mail-en el is küldhető. Ez már valódi raktár, a látogató gyűjteményenként egy-egy fiókot kihúzhat, láthatja a különféle dokumentumtípusok eltérő tárolási módját. A szintén itt tárolt éremgyűjtemény különleges egységét alkotják az ún. hídbárcák, amelyek kiemelt helyet kaptak: a két helyiség közötti falba beépítve, üveglapok között közel 70 darab bárca mindkét oldala vehető alaposan szemügyre.

A megfelelő látogatószám fogadásához azonban ez a két helyiség kevésnek bizonyult volna, ezért a már meglévő tárgyi raktár is a projekt részévé vált. Az itt található jól bevált, síneken mozgatható polcrendszer nagyobb mértékű átalakítása nem volt reális lehetőség, a meglévő rendszer látogathatóvá tétele viszont járható útnak bizonyult. A tömörraktár egy folyosója vált így elérhetővé a látogatók számára, az üvegezett polcok mögött lényegében az egész tárgyi raktár látható. A folyosó egy részén, a polcok előtt vízszintes és függőleges irányban egyaránt mozgatható monitoron az eszköz mögött található tárgyról kaphatunk további információkat: láthatjuk a tárgy használatát, működésének animációját stb.

A Duna Múzeum napjainkban a hazai múzeumok élvonalához tartozik. A kiállítás és a látványraktár mellett rendkívül változatos múzeumpedagógiai programkínálat is várja az óvodás és iskolás csoportokat, így bármilyen érdeklődésű és korú látogató érkezik is a múzeumba, mindenki megtalálja a számítását.

„VIZESEK A MŰVÉSZETBEN”

A Magyar Festészet Napja 2020. programsorozat részeként 2020. október 30.-án a Nagykürű Galériában megnyílt Fejér László kiállítása „A festés felszabadít” címmel.

Fejér Lászlót a szakmában különösen nem kell bemutatni, szinte mindenki ismeri. Számos vízügyi szakkönyv szerzője, szerkesztője, a vizes műszaki történet nagy ismerője, múzeológusa. A háttérben az egész életét végig kísérte a festészet.

Ő így vall magáról:

„szeretek festeni és irigylem azokat, akik tudnak is! Nekem a festés . terápia! Bízthatnék mindenkit: segítségével – ha csak rövid időre is – ki lehet szabadulni a mindennapokból, mert beletemetkezni a színek, formák és a fantázia birodalmába a lelket szabadabbá teszi!”

Néhány kép a kiállításról:



Csendélet 2020.





KÉPZÉSI AJÁNLÓ

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

[HTTP://VKKT.BME.HU/](http://vkkt.bme.hu/)

DEBRECENI EGYETEM

[HTTPS://ENG.UNIDEB.HU/HU/NODE/115](https://eng.unideb.hu/hu/node/115)

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

[HTTPS://MIK.PTE.HU/](https://mik.pte.hu/)

[HTTPS://AJK.PTE.HU/HU/SZAKIRANYU-TOVABBKEPZESEK](https://ajk.pte.hu/hu/szakiranyu-tovabbkepzesek)

SZENT ISTVÁN EGYETEM

[HTTPS://WWW.YMMF.HU/INDEX.PHP/HU/](https://www.ymmf.hu/index.php/hu/)

[HTTP://MKK.SZIE.HU/](http://mkk.szie.hu/)

[HTTP://WWW.GK.SZIE.HU/](http://www.gk.szie.hu/)

PANNON EGYETEM

[HTTPS://MK.UNI-PANNON.HU/](https://mk.uni-pannon.hu/)

[HTTPS://SOOSWRC.HU/](https://sooswrc.hu/)

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

[HTTPS://VTK.UNI-NKE.HU/](https://vtk.uni-nke.hu/)

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM

[HTTP://MK.U-SZEGED.HU/](http://mk.u-szeged.hu/)

MISKOLCI EGYETEM

[HTTP://MFK.UNI-MISKOLC.HU/](http://mfk.uni-miskolc.hu/)

ÓBUDAI EGYETEM

[HTTP://UNI-OBUDA.HU/BANKI/GEPESZETI-ES-BIZTONSAGTUDOMANYI-INTEZET](http://uni-obuda.hu/banki/gepeszeti-es-biztonsagtudomanyi-intezet)

[HTTP://AMK.UNI-OBUDA.HU/INDEX.PHP/HU/](http://amk.uni-obuda.hu/index.php/hu/)

[HTTP://KMI.RKK.UNI-OBUDA.HU/](http://kmi.rkk.uni-obuda.hu/)

ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM

[HTTP://GEONATURE.UNI-EGER.HU/](http://geonature.uni-eger.hu/)

DUNAÚJVÁROSI EGYETEM

[HTTP://WWW.UNIDUNA.HU/](http://www.uniduna.hu/)

NYÍREGYHÁZI EGYETEM

[HTTP://WWW.NYE.HU/MATI](http://www.nye.hu/mati)

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

[HTTPS://GIVK.SZE.HU/](https://givk.sze.hu/)

