

***Legionella* kolonizáció terjedése és diverzitása épített vízrendszerekben**

a doktori értekezés tézisei

**Barna Zsófia**



Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Környezettudományi Doktori Iskola  
Környezetbiológia Program

A Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Jánosi Imre, egyetemi tanár  
Programvezető: Prof. Dr. Ács Éva, tudományos tanácsadó  
Témavezető: Dr. Vargha Márta, osztályvezető (OKK-OKI)

Készült az Országos Közegészségügyi Központ  
Országos Környezetegészségügyi Igazgatóságának  
Vízhygiénés Osztályán

Budapest, 2016.



## Bevezetés

A vízzel terjedő betegségek dinamikája a fejlett országokban az elmúlt évtizedekben jelentős változáson ment át. Míg a klasszikus vízjárványok a szennyvízkezelés elterjedésével és a higiénés viszonyok javulásával gyakorlatilag eltűntek, új kórokozók jelentek meg, amelyek ellenállnak a modern vízkezelő technikáknak. A vízminősítésben használt, úgynevezett fekális indikátorok nem jelzik ezen kórokozók előfordulását, így célzott vizsgálatok nélkül a kockázat egészen a megbetegedések előfordulásáig ismeretlen marad.

A gyakran súlyos tüdőgyulladással járó legionárius megbetegedés kóroki ágenseként is ismert *Legionella* baktériumok alacsony csíraszámban bármilyen természetes vízi környezetben előfordulhatnak, közegészségügyi kockázatot azonban természetes előfordulási helyükön ritkán jelentenek. A mesterséges vízrendszerekbe kerülve azonban kockázatos mértékben elszaporodhatnak, ha a fennmaradásukhoz és szaporodásukhoz szükséges feltételek biztosítottak.

A betegség terjesztésében a legionellával szennyezett vízből képződő aeroszol belélegzése játssza a fő szerepet, így bárhol fennáll a fertőzés kockázata, ahol 1-3 µm átmérőjű vízcseppek keletkezhetnek. Egyre több vizsgálat igazolja, hogy alábecsült a használati melegvíz, továbbá a medencés fürdők, mint terjesztő közeg szerepe.

A felismert legionellosis esetszám viszonylag alacsony, Európában átlagosan 12 eset/1 millió lakos évente, Magyarországon ennek a fele. Ugyanakkor ez valószínűsíthetően töredéke a ténylegesen előforduló eseteknek. A fejlett országokban a tüdőgyulladás a 10. leggyakoribb halálok, és első a fertőző betegségek között. Becsült hazai esetszáma 2000/1 millió lakos, és ezek többségénél a kórokozót nem azonosítják. A kórházban szerzett másodlagos fertőzések között ugyancsak a tüdőgyulladás jelenti a legnagyobb kockázatot.

Általánosan jellemző, hogy az országok az első nagyobb járványt követően ismerik fel a probléma jelentőségét, és később rögzítik jogszabályban a környezeti kockázatbecslésre, illetve a határértékekre vonatkozó előírásokat. A legtöbb ország azonban hálózati víz esetén 1000 TKE/l, medencés fürdő esetén 100 TKE/L csíraszámban definiálja a beavatkozást igénylő határértéket.

Magyarországon egészen a közelmúltig nem volt kötelező érvényű szabályozás – sem határérték, sem vizsgálati előírás – *Legionella* környezeti előfordulására. Jogszabályi háttér hiányában a vízhálózatok üzemeltetői sem voltak rákényszerítve a *Legionella* vizsgálatra, így általában semmilyen ismerettel nem rendelkeztek az üzemeltetett rendszer kolonizáltságáról, illetve az azt

befolyásoló tényezőkről; megfelelő ismeretek hiányában nem törekedhettek a helyes vízbiztonsági gyakorlatra. Ugyanezen okból korábbi adatok a hazai vízrendszerek *Legionella* csíraszámáról csak nagyon korlátozottan álltak rendelkezésre. Jelen munka az e témában készült első átfogó jellegű tanulmány.

A *Legionella* előfordulása elsősorban nem higiénés, hanem műszaki okokra vezethető vissza. A hálózati vizeknél és a medencés fürdőknél a helyes tervezés, kialakítás és üzemeltetés elsődleges a *Legionella* kolonizáció megelőzése vagy mérséklése, és a fertőzések megakadályozása szempontjából. A hazai rendszerekre specifikus helyes üzemeltetési feltételek csak úgy határozhatók meg, ha ismerjük az egyes paraméterek hatását a *Legionella* csíraszámra.

## Célkitűzések

A jelen munka célja az volt, hogy pontosabb képet kapjunk a *Legionella* baktérium hazai, környezeti előfordulásáról, és ennek közegészségügyi kockázatáról, feltárva a kockázatkezelés lehetőségeit és megalapozva a hazai szabályozást. Megvalósításához az alábbi célokat tűztük ki:

- Mintavétel épületek használati hideg- és melegvíz rendszeréből, valamint medencés fürdőkből, a lehető legnagyobb változatosságot megvalósítva a vizsgálati objektumok kiválasztása során, mind földrajzilag, mint épülettípus szerint.
- Az egyes épülettípusok használati vízrendszerei *Legionella* kolonizáltságának felmérése.
- Az épületek használati vízrendszerét és a fürdőket kolonizáló *Legionella* törzsek jellemzése.
- Az egyes törzsek azonosítását, valamint gyors és hatékony elkülönítését lehetővé tevő módszerek beállítása és epidemiológiai célokra való alkalmasságuk tesztelése.
- A *Legionella* kolonizációt befolyásoló tényezők elemzése a vízminták *Legionella* csíraszámának statisztikai elemzésével a következő tényezők függvényében: ivóvíz eredete, vízhőmérséklet, műszaki paraméterek, biotikus tényezők (heterotróf összcsíraszám, *Pseudomonas aeruginosa*), épület típusa.
- Megbetegedéssel összefüggésbe hozott létesítmények kockázatértékelésének elvégzése.
- Kockázatcsökkentés érdekében elvégzett beavatkozás hatékonyságának ellenőrzése.
- A helyszíni vizsgálatok és a kockázatértékelés alapján, használati melegvíz-rendszerek kockázatfelméréséhez használható kérdőív összeállítása.

## Anyagok és módszerek

A 2006. január és 2013. június közötti időszakban vizsgált vizes rendszerek közül 168 épület HMV-hálózatából vett 1809 HMV minta, 449 hidegvíz-hálózatból nyert minta és 29 létesítmény 146 fürdővízmintája került az elemzésbe. A hálózati vízmintákat különböző létesítmények, úgymint egészségügyi intézmények (22), szálláshelyek (21), oktatási intézmények (26), irodaházak (10), üzemi létesítmények (35) valamint központi (26) és egyéni (26) melegvízellátású lakóingatlanok HMV-tartályaiból zuhanyzókból és mosdóiból vettük. A mintázott medencés fürdők többsége szállodákban (13) és lakóingatlanokban (6) üzemelt.

A vízmintákat az MSZ EN ISO 19458:2007 szabványnak megfelelően vettük; a hidegvíz mintákat két perces, a melegvíz mintákat egyperces kifolyatás után. A vízmintavételre normál üzemi körülmények között került sor (pl. munkahelyek esetén munkaidő alatt). A mintavételi pontok kiválasztásánál törekedtünk arra, hogy azok az egész rendszert jellemezzék. A medencés fürdők mintázása esetén a víztér azon részéből vettünk mintát, ahol a szennyezettség várhatóan a legmagasabb, illetve ahol a maradék fertőtlenítőszer-koncentráció állandó volt.

A vízminták feldolgozása, inkubálása, illetve az eredmények értékelése az MSZ EN ISO 11731-2:2008 számú szabvány leírása szerint történt: a vízmintákból 10 vagy 100 ml-t koncentráltunk vákuumszűréssel, majd savas pufferrel kezeltük. A szűrőt GVPC táptalajra helyezve  $36\pm 1$  °C-on 10 napig inkubáltuk, majd fénymikroszkóppal leolvastuk. A feltételezett *Legionella* telepek közül lemezenként minimum 3-at morfológiájuk és cisztein auxotrófiájuk alapján azonosítottuk.

Az identifikáció megerősítését, valamint a törzsek faj alatti elkülönítését szerológiai vizsgálatokkal végeztük valamennyi izolátumon (*Legionella* latex test, Oxoid). A teszttel a *L. pneumophila* 1 szerotípusa és 2-14 szerocsoportja, valamint 7 *Legionella* faj különíthető el. A nemzetség szintű azonosítás megerősítésére – sejtszuszpenzió felhasználásával – *Legionella* nemzetség specifikus PCR-t alkalmaztunk. Mivel járványügyi kivizsgálások alkalmával nem ritkán 100 *Legionella* törzs izolálására is sor kerülhet, az izolátumok csoportosítása nélkülözhetetlen. A csoportosítást REP-PCR-rel és/vagy MALDI-TOF tömegspektrometriás módszerrel végeztük. A csoportrepresentánsok szerotípus vagy MAb-típus szintű jellemzése a latex agglutinációnál érzékenyebb antigén alapú tipizálási módszerekkel történt. A *P. aeruginosa* és a heterotróf összcsíraszám meghatározása a vonatkozó szabványok szerint történt (MSZ EN ISO 16266:2008 és MSZ EN ISO 6222:2000).

Kockázatbecslési kérdőív segítségével rögzítettük a legfontosabb műszaki és egyéb kockázati tényezőket. Olyan jól jellemzett vízhálózatok kerültek az elemzésbe, amelyek esetében a minták az

egész hálózat vízminőségét jellemezték. Az elemzésbe vont kémiai vízminőségi paraméterekre az országos ivóvíz adatbázis adott vízellátó rendszert jellemző adatait használtuk.

A statisztikai elemzéseket az IBM® SPSS® programcsomagjával végeztük. A kockázati tényezők alapján képzett különböző csoportok *Legionella* csíraszámainak összehasonlítására Mann-Whitney próbát (2 csoport) és Kruskal-Wallis próbát (több csoport), csoportok *Legionella* faji összetételének vizsgálatára Chi<sup>2</sup>-próbát és Fisher-féle egzakt próbát használtunk. A következő befolyásoló tényezők hatását vizsgáltuk a használati melegvíz *Legionella* csíraszámára: ivóvíz eredete, és fertőtlenítése, épület és HMV-hálózat kora, nagysága és összetettsége, víz hőmérséklet, hálózaton belüli hőmérsékletesés, HMV előállítás módja (egyéni vagy központi melegvíz-előállítás, primer hő típusa, HMV-tárolók kapcsolása, helyzete tárolt víz térfogata), cirkuláció megléte, hőközponttól mért távolság, indikátor szervezetek (heterotróf összcsíra- és *P. aeruginosa* szám).

A központi előállítású HMV *Legionella* szennyezettségét befolyásoló független kockázati tényezők azonosítására a nem-paraméteres próbák szignifikáns eredményt adó tényezői esetében tovább vizsgáltuk az adott tényező (pl. víz hőmérséklet) és a *Legionella* pozitívitas közötti kapcsolat erősségét. A befolyásoló tényezőket 2-2 kategóriába sorolva (pl. víz hőmérséklet 55 °C alatt /felett) külön-külön, majd az egyváltozós logisztikus regresszióval is szignifikáns eredményt adó befolyásoló tényezőket rétegzett elemzésbe vontuk. A kémiai vízminőségi paraméterek és a *Legionella* csíraszám közötti kapcsolatot lineáris regresszióval vizsgáltuk.

## Eredmények

1. Közép-Európában elsőként végeztünk kiterjedt hálózati víz *Legionella* prevalencia felmérést, amely léptékében világszinten is élvonalba tartozik. A legtöbb hasonló vizsgálattal ellentétben nem korlátoztuk a vizsgálatokat egy-egy épülettípusra, hanem mintáztunk minden olyan létesítményt, ahol fennáll a hálózati víz eredetű *Legionella* expozíció kockázata. Így vizsgáltunk oktatási intézményeket, irodaházakat és üzemeket is, amelyek átfogó prevalencia vizsgálatára vonatkozó tanulmány a szakirodalomban nem található. A felmérés nem csak az általában vizsgált használati melegvíz- hanem a hidegvíz-rendszerre is kiterjedt.
2. Igazoltuk a hazai ivó- és használati melegvíz-hálózatok jelentős, nemzetközi tapasztalatokkal egyező, vagy azt meghaladó mértékű kolonizációját egészségügyi intézményekben, szálláshelyeken és lakóépületekben. Legnagyobb mértékben az egészségügyi intézmények (91,7 %), legkevésbé az egyéni HMV-termelővel rendelkező lakóingatlanok (7,4 %) hálózati

vízrendszerei voltak legionellával szennyezettek. A szálláshelyek 71,5, a központi előállítású lakóingatlanok 71,6 %-ának használati melegvízhálózatából mutattunk ki legionellát.

3. Az oktatási intézményekben, üzemekben és irodaházakban, amelyekre a korábbi prevalencia vizsgálatok általában nem terjedtek ki, hasonlóan magas kolonizáltságot találtunk (sorrendben 53,8 %, 77,1 % és 60,0 %) , így ezek sem hanyagolhatók el a kockázat értékelése során.
4. Megerősítettük, hogy a központi előállítású melegvízzel ellátott épületek kolonizáltsága minden épülettípus esetében magas – pozitív minták aránya 49,2 % –, így a megbetegedés kialakulásának kockázatát elsősorban az expozíció valószínűsége és jellege, illetve az épületben megforduló emberek fogékonysága határozza meg.
5. Eredményeink szerint a kórházak többségében azonnali kockázatcsökkentő beavatkozás szükséges a kolonizáltság magas szintje és a betegek fokozott érzékenysége miatt.
6. Bár összességében megerősítettük, hogy az egyéni melegvíztermelők a központinál kisebb kockázatot jelentenek – pozitív minták aránya 16,3 % –, egyes tárolós egyéni rendszerek esetében kiugróan magas csíraszámokban azonosítottuk a baktériumot ( $3,2 \cdot 10^3$  -  $1,5 \cdot 10^6$  TKE/l), így a nemzetközi ajánlásokkal ellentétben azt vélelmezzük, hogy a tárolós egyéni melegvíz-termelők jelenthetnek *Legionella* emberi egészségkockázatot és a kockázat-felmérésnek ezen rendszerekre is ki kell terjedni.
7. A hazai gyakorlatban elsőként vezettünk be egy kimutatási, azonosítási és tipizálási metodika rendszert, amellyel járványügyi környezeti kivizsgálásoknál gyorsan és mind humán-erőforrás, mind anyagi szempontból hatékonyan csoportosíthatók az izolátumok, azonosítható a megbetegedést okozó törzs és amennyiben rendelkezésre áll, összevethető a klinikai izolátumokkal. A környezeti *Legionella* izolátumok azonosítására nemzetség szinten *Legionella* nemzetség specifikus PCR-t, a *L. pneumophila* faj esetében faji szinten pedig antigén alapú azonosítást, Oxoid latex agglutinációs tesztet használtuk. Utóbbi módszert minden izolátummal rutinszerűen elvégeztünk. Mivel járványügyi kivizsgálások alkalmával nem ritkán 100, szélsőséges esetben akár több száz *Legionella* törzs izolálására is sor kerül egy épületből, az izolátumok csoportosítása nélkülözhetetlen. A csoportosításra kiválasztott REP-PCR-rel és/vagy MALDI-TOF tömegspektrometriás módszerekkel kijelölt csoportrepresentánsokat a latex agglutinációnál (Oxoid) érzékenyebb, azonban nagyobb emberi- és anyagierőforrás igényes antigén alapú tipizálási módszerekkel (Denka-Seiken szerotipizálás és/vagy MAb-tipizálás) vizsgáltuk tovább, hogy a járványügyi érintettségű törzsek a humán izolátumokkal – PFGE és/vagy MLST módszerekkel – összehasonlíthatók legyenek.

8. Vizsgálatainkkal hazai viszonylatban is megerősítettük a használati vízrendszerek *L. pneumophila* 2-14 dominanciáját. A hálózatok többségét nem egyetlen *Legionella* törzs kolonizálja. A *L. pneumophila* törzs mikroagglutinációs típusai közül a régióban leggyakoribb típusok voltak túlsúlyban: *L. pneumophila* 6, 10 és 3, illetve a *L. pneumophila* 1, ezen belül is a MAb 3/1-negatív „Bellingham” és „OLDA”, valamint a MAb 3/1-pozitív „Philadelphia”.
9. A kórházi használati vízrendszerek mintáiból többi épülettípushoz képest nagyobb arányban izoláltunk *L. pneumophila* 1-es szerotípusú baktériumokat (*L. pneumophila* 1 aránya a pozitív minták között 32,0 % az összes mintában, míg 48,1 % a kórházak mintái esetében). Összehasonlító elemzés alapján ez kiemelten igaz azon kórházakra, amelyekből legionellosis esetet jelentettek, így ez megerősítetten jelentős kockázati tényező.
10. Megerősítettük – nem reprezentatív felmérés során – hogy a medencés fürdők közül a pezsgőmedencék jelentik a legnagyobb kockázatot, nem csak expozíciós szempontból, hanem a kolonizáltság mértéke alapján is (pozitivitási arányuk 33,8 % az egyéb medencék 7,5 %-ához képest). Kimutattuk, hogy a medencevíz negatív eredménye nem jelenti, hogy a rendszer nem kolonizált, ezért ajánlást tettünk a medencék szűrt vizének rendszeres vizsgálatára.
11. Nemzetközi viszonylatban is kiemelkedő léptékű elemzést végeztünk a *Legionella* csíraszámot befolyásoló tényezők hatásáról a használati melegvíz-rendszerek esetében.
12. A központi előállítású melegvíz-hálózatok esetében a legionellák elszaporodásának fő okaként a víz hőmérsékletét azonosítottuk. Igazoltuk, hogy legnagyobb biztonságot az 55 °C feletti vízhőmérséklet nyújt, de már az 50 °C-ot meghaladó hőmérséklet is jelentősen csökkenti a kockázatot. A HMV minták *Legionella* pozitivitásának esélye 55 °C alatt hatszoros (esélyhányados=6,4), ha rétegzett vizsgálattal a zavaró tényezők hatását kiszűrjük, akkor 13,3-szoros.
13. Ez az első olyan széleskörű *Legionella* prevalencia vizsgálat, amely négyféle különböző eredetű ivóvíz esetében is vizsgálja a kapcsolatot a víz eredete és a HMV minta *Legionella* csíraszám között. Elsőként vizsgáltuk a parti szűrésű és a karsztvíz hatását a *Legionella* kolonizációra. Igazoltuk, hogy a rétegvíz eredetű ivóvízzel előállított használati melegvíz alacsonyabb kockázatot jelent a kevésbé védett vízbázisokból származónál (esélyhányados: 3,6). Ez a hatás inkább a ivóvíz mikrobiológiájától, mint a kémiai összetételétől függ, mivel utóbbinak csekély hatását találtuk. Hipotézisünk szerint a nyers vízben jelenlévő legionellák túlélnek a vízkezelést nagyon alacsony koncentrációban és kedvező körülmények között szaporodni kezdenek. Ez a különbség független a vízkezeléstől és a fertőtlenítéstől.



14. A HMV-elosztórendszer nagyságát elsőként hoztuk összefüggésbe a hálózat *Legionella* kolonizáltságával. Rétegzett vizsgálatban is szignifikáns eredményt kaptunk. Kétszerese a *Legionella* pozitívitas esélye, ha a HMV termelés épületen kívül történik (esélyhányados: 2,0).
15. A hatóság munkáját támogatva a kutatási eredmények figyelembevételével végeztük el a megbetegedésekkel összefüggésbe hozott épületek és fürdők kockázatértékelését. Összesen négy alkalommal találtunk kapcsolatot valamely vizes rendszer (HMV-hálózat vagy medencés fürdő) és emberi *L. pneumophila* 1-es szerotípusú izolátumok között.
16. Jelen munka eredményei alapján segítettük „A *Legionella* által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról” szóló rendelet és az azt kiegészítő módszertani levél előkészítését. A módszertani levél ajánlásokat tartalmaz az érintett létesítmények számára a kockázat csökkentő beavatkozásokra. Az utókövetett létesítményekben a beavatkozások jellemzően sikeresek voltak, a kiválasztott épületek mindegyikében csökkent a hálózati víz *Legionella* csíraszám.

## Következtetések

Magyarországon még szakmai körökben is kevésbé ismert, hogy a legionellák az épített vizes környezetben széles körben előfordulnak és a legionárius betegség is jellemzően csak mint a „klíma-betegség” terjedt el a köztudatban. Nemzetközi tapasztalat az mutatja, hogy a legionárius betegség nagyobb járványok után kerül csak az érdeklődés középpontjába. Hazai példa erre még nem volt, az előforduló esetek túlnyomó része nem is kerül a nyilvánosság elé. A probléma léptékét kevésbé tükrözi az évente jelentett néhány tíz eset, de ez minden bizonnyal csak a töredékét jelenti a valós esetszámnak. Sem a területen szerzett, sem az egészségügyi ellátással összefüggő tüdőgyulladás esetek többségében nem kerül azonosításra a kóroki ágens, így még becsülni sem lehet, hogy ezek mekkora hányadát okozza *Legionella*. Az egészségkockázat helyes megítélését és kezelését – olykor még megbetegedések esetén is – elhomályosítják a gazdasági érdekek, vagy az érdektelenség és a tájékozatlanság.

A valós helyzet feltárását az is nehezíti, hogy az adott épülethez kötött megbetegedés, esetleg járvány – különösen a kiemelten érintett kórházak és szállodák esetén – negatív reklám, amit az üzemeltetők szeretnének lehetőség szerint elkerülni. A közelmúltban komoly sajtónyilvánosságot kapott, hogy egy egyetemi klinika vízhálózatában *Legionella* baktériumot találtak. Az esetnek jelentős visszhangja volt annak ellenére, hogy az általunk feltárt hálózati víz *Legionella* prevalencia adatok alapján kisebb azon kórházak aránya ma Magyarországon, amelyek vízhálózatából nem

mutatható ki *Legionella* baktérium. Míg a *Legionella* előfordulása a vizes rendszerekben a megbetegedések előfordulásáig gyakorlatilag észrevétlen maradhat, addig a kockázatcsökkentő beavatkozások gyakran látványosak: így például az említett eset azért került nyilvánosságra, mert először a kórház teljes vízhálózatának, majd csak a melegvíznek a használatát függesztették fel a kockázatcsökkentő beavatkozások elvégzéséig. A fentiek miatt fontos eredménye a jelen munkának a tényleges prevalencia adatok feltárása.

A *Legionella* előfordulás kockázatát – ahogy ezt vizsgálataink is megerősítették – elsősorban műszaki paraméterek határozzák meg, ezért a kockázatkezelés valójában már az épület tervezési fázisában kezdődik. Mivel a kockázattal gyakran a tervezők sincsenek tisztában, a mai napig épülnek például olyan kórházak, amelyeknek használati melegvíz hálózatának egészében tervezetten 43 °C-os hőmérsékletű víz kering. A kockázatot minimalizáló jó üzemelési gyakorlat – a dolgozat eredményei által alátámasztottan – pontosan meghatározható.

A vízrendszerek vizsgálata során nyert tapasztalatok alapján egy kockázatbecslési kérdőívet készítettünk. A kérdőív kiterjed minden olyan közegre, amelyben a legionellák elszaporodhatnak és fennáll az aeroszol képződés lehetőségével a megbetegedés kialakulásának kockázata. A kérdőív mind az üzemeltetőknek, mind a hatóságnak lehetőséget nyújt az üzemelés és ezen keresztül a *Legionella* kockázat értékelésére. Bár a vízrendszer *Legionella* vizsgálata közvetlenül ad felvilágosítást a kolonizáció mértékéről, nem lehet kizárólagos eszköze a *Legionella* kockázat feltárásának.

Jogsabályi háttér, megfelelő szabványok és jó gyakorlatokat bemutató útmutatók nélkül még a vízvizsgálati eredményeik értelmezése is nehézséget jelenthetett az üzemeltetők számára, és egészen a közelmúltig nem állt rendelkezésre megfelelő iránymutatás a kockázatcsökkentés lehetőségeire vonatkozóan sem. A népegészségügyi és a munkavédelmi szakemberekre hárult a felelősség, hogy ebben támogassák az üzemeltetőket, aminek első lépése a módszertani útmutatókkal kiegészített hazai joganyag kidolgozása volt. Jelen munka egyik legfőbb eredménye, hogy részben tapasztalataira alapozva a múlt év végén megjelent az emberi erőforrások minisztere rendelete a *Legionella* által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról. A szabályozás célja, hogy megelőzhető legyenek az olyan járványok, mint ami például az elmúlt évben Spanyolországban több száz megbetegedést okozott. A kialakított szabályozás hatékony végrehajtával és a valamennyi érdekelt fél megfelelő tájékoztatásával megelőzhető lehet hazai járványok kialakulása.

## Publikációk

### A tézisek alapjául szolgáló közlemények

Barna Z., Kadar M.: The risk of contracting infectious diseases in public swimming pools. A review. *Ann Ist Super Sanita*, 48(4) 374-386, 2012. (DOI: 10.4415/ANN\_12\_04\_05.), **IF: 0,343**

Barna Z., Antmann K., Pászti J., Bánfi R., Kádár M., Szax A., Németh M., Szegő E., Vargha M.: Infection control by point-of-use water filtration in an intensive care unit – a Hungarian case study. *J Water Health*, 12(4):858-67, 2014. (DOI: 10.2166/wh.2014.052.), **IF: 1,458**

Barna Z., Kádár M., Kálmán E., Scheirich Szax A., Róka E., Vargha M.: *Legionella* prevalence and risk of legionellosis in Hungarian hospitals. *Acta Microbiol Immunol Hung*. 62 (4) pp. 477-499, 2015. (DOI: 10.1556/030.62.2015.4.11.), **IF: 0,778**

Barna Z., Kádár M., Kálmán E., Scheirich Szax A., Vargha M.: Prevalence of *Legionella* in premise plumbing in Hungary, *Water Res*, online elérhető 2015.12.10, (DOI: 10.1016/j.watres.2015.12.004), **IF: 5,528**

### További publikációk jegyzéke

Kiss C., Barna Z., Vargha M., Török J.K.: Incidence and molecular diversity of *Acanthamoeba* species isolated from public baths in Hungary. *Parasitol Res*, 113(7):2551-7, 2014. (doi: 10.1007/s00436-014-3905-x.), **IF: 2,098**