

Gyógyvizek fertőtlenítési lehetőségeinek vizsgálata

Dolgozat

Gere Dóra^{1,2}, Róka Eszter¹, Erdélyi Norbert¹, Bufa-Dörr Zsuzsanna¹,
Dr. Vargha Márta¹, Dr. Záray Gyula²

¹Országos Közegészségügyi Intézet, Vízhigiénés osztály
1097 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

²Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Kémia Doktori Iskola
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány. 2

Bevezetés

A magyar jogi szabályozás szerint a gyógyvíz „olyan természetes ásványvíz, amelynek bizonyított gyógyhatása van.” A gyógyvíz megjelölés engedélyhez kötött. A minősíteni kívánt víz gyógyhatását klinikailag kell igazolni, és összetételét tekintve meg kell felelnie az ásványvizekre vonatkozó, 74/1999 EüM rendelet által előírt kritériumoknak. A rendelet szerint az a víz minősíthető természetes ásványvízzé, illetve gyógyvízzé, amely védett vízadó rétegből származik, eredendően szennyeződésmentes, és mikrobiológiai, fiziko-kémiai és radioaktív tulajdonságai alapján az emberi egészségre ártalmatlan. Ezen kívül feltétel, hogy a víz összetétele és hőmérséklete maximum a természetes ingadozás határain belül változzék, és oldott összes ásványianyag-tartalma legyen legalább 1000 mg literenként, vagy 500 és 1000 mg/l közti érték esetén megtalálható legyen benne valamilyen aktív biológiai anyag kellő koncentrációban. [1] A lehetséges biológiailag aktív anyagok, és a minimum koncentrációértékek (külöleg, fürdővízként történő felhasználás esetén) az 1. táblázatban feltüntetettek szerint alakulnak.

Komponens	Minimum koncentráció
Li ⁺ -ion	5 mg/l
S ²⁻ -ion, vagy titrálható kén	1 mg/l
Br ⁻ ion	5 mg/l
I ⁻ ion	1 mg/l
Metakavasav	50 mg/l
Radon-aktivitás	37 Bq/l
Szabad szén-dioxid	1000 mg/l

1. táblázat: A vonatkozó jogszabályban előírt gyógyhatású komponensek [1]

A jogi kategóriákon kívül jellemzik még a gyógyvizeket a legnagyobb mennyiségben jelenlevő ionok alapján is. Hőmérsékletük alapján pedig elkülöníthetjük a „hideg” és a termál-, vagy más néven hévizeket (min. 30°C).

Magyarország nemzetközi viszonylatban is különösen gazdagnak tekinthető gyógy-, és azon belül hévizekben is. Hazánk szinte minden területén található gyógyvíz-forrásokat, vagy kutakat, a leggazdagabbak a dél-alföldi területek. [2,3]

A gyógyvizek, hévizek kedvező élettani hatásaival már az ókori emberek is tisztában voltak: bizonyíték erre a fejlett római fürdőkultúra, de például Hippokratész munkáiban is olvashatunk róla. Napjainkra már önálló tudományterület, a balneológia foglalkozik a gyógyvizek alkalmazásával és hatásaival. [4,5] Számos betegségre javallják, a legjelentősebbek között vannak a mozgásszervi problémák, pl. ízületi kopások, a bőr-, és nőgyógyászati betegségek, de szív-, és érrendszeri panaszokra is hatásos lehet. [6,7] Általánosságban véve elmondható, hogy a gyógyvizek gyógyhatása nem köthető egyértelműen a víz egy-egy komponenséhez, hanem különböző fizikai, biológiai és kémiai hatások összességéént jön létre, pl. a felhajtóerő könnyebb mozgást tesz lehetővé, a meleg lazító, értágító hatású, a bőrünkön keresztül illetve belelegezve pedig sok komponens bejuthat szervezetünkbe [8]. Nem elhanyagolható, sőt valószínűleg jelentős szerepet játszik a gyógyulási folyamatban a pszichés hatás is: a gyógyvíz-kezelések fürdőkben, nyugodt, pihentető körülmények közt zajlanak, a központi idegrendszert érő kellemes ingerek pozitív neuro-hormonális hatásokat váltanak ki [9].

A gyógyvíz jótékony hatását jellemzően fürdőkben, nagyméretű, közös medencékben, ritkábban kádfürdő formájában élvezhetik az ezt kedvelők. A medencék általában töltő-ürítő rendszerben, vagyis egy lassú, folyamatos átfolyatást biztosítva, jellemzően fertőtlenítés nélkül üzemelnek. A fertőtlenítés minden fürdő számára jogszabályban előírt kötelezettség, de a gyógymedencék felmentést kaphatnak ez alól, amennyiben a kezelés károsíthatná a víz gyógyhatását. Az általános gyakorlat szerint a gyógyfürdők ezt a felmentést meg is kapják, a hatóság nem kér megalapozó vizsgálatokat. A vízminőség azonban az egyéb típusú medencékhez képest sok esetben mikrobiológiailag kifogásolható, ami egészségügyi kockázatot jelenthet a fürdőzőkre nézve. [10] A kockázat csökkentése érdekében előnyös lenne tehát a víztisztítás, fertőtlenítés bevezetése szélesebb körben a gyógyfürdőkben is. [11,12] A kezelés alkalmazásával lehetővé válna akár egyes gyógyvíz típusoknál a medencék töltő-ürítő típusról víz visszaforgató típusúra való át alakítása is, így csökkenthető lenne a felhasznált gyógyvíz mennyisége is.

Bár a fertőtlenítés nélküli üzemeltetés mellett szóló leggyakoribb érv, hogy a fertőtlenítés során a gyógyvíz gyógyhatása, orvosi szempontból értékes alkotói károsodhatnak, a fertőtlenítési eljárások gyógyvizekre gyakorolt hatásának vizsgálatát célzó átfogó kutatás hazánkban még nem történt, se orvosi, se kémiai-analitikai szempontból. A témában a nemzetközi szakirodalom is nagyon szegényes.

Célkitűzések:

Kutatásunk célja a fentiek fényében különböző fertőtlenítési eljárások hatásának vizsgálata jellemző magyarországi gyógyvíz-típusok kémiai összetételére és mikrobiológiai állapotára.

A fertőtlenítés célja a mikrobiológiai kockázat csökkentése. A mikrobiológiai vízminőség javítása mellett fontos szempont még, hogy a kezelés ne csökkentse a gyógyhatású

komponensek koncentrációját, illetve ne okozzon újabb, kémiai egészségkockázatot káros melléktermékek megjelenése révén.

Hazánkban egyedi engedélyek alapján néhány gyógyfürdőben már üzemeltetnek valamilyen vízkezelést, fertőtlenítést. Munkánk során célul tűztük ki ezeknek a fürdőknek a felmérését. A fürdők felmérése során a lehető legtöbb ponton mintát véve igyekeztünk nyomon követni a gyógyvíz összetételének változását a kúttól a medencéig. A gyógyhatást igazoló klinikai és kémiai vizsgálatokat kútvízzel végzik, nem pedig a medence töltésére használt vízzel, vagy éppen terhelt medencevízzel. Emiatt minden hatás, ami a kútvizet a medencéig éri, és megváltoztatja az összetételt, befolyásolhatja akár a gyógyhatást is. Kutatásunk során a víz összetételének és egyes mikrobiológiai paramétereinek változását vizsgáltuk. A fürdők felmérése során kapott eredmények alapján összevetettük a kezelési módszereket, és megpróbáltuk azonosítani a fertőtlenítés hatására bekövetkező változásokat.

A fürdőkben lezajló folyamatok komplexek lehetnek, a tapasztalt hatások nem köthetők egyértelműen egy lépéshez, így indokolt a fertőtlenítési eljárások célzott vizsgálata is. Ennek érdekében laboratóriumi modellkísérleteket is tervezünk kútvizekkel és modelloldatokkal a fertőtlenítési hatékonyság és az egyes komponensekre gyakorolt hatás megértéséhez. Az OKI-ban rendelkezésre álló gyógyvíz-adatbázis alapján kiválasztottuk a hazánkra jellemző víztípusokat. A vizek legfontosabb tulajdonságai a gyógyhatású komponenseken kívül az ásványianyag-, és szervesanyag-tartalom. A kútvíz hőmérséklete is információt hordozhat: növekedtével többnyire emelkedő szervesanyag-tartalmat várhatunk. A hidrogén-peroxid stabilitása szempontjából fontos lehet a vastartalom is, a hypo alkalmazásának pedig határt szab a szervesanyag-tartalom mellett a víz ammónium-ion tartalma. A vizsgálandó vizeket ezen szempontok figyelembe vételével választjuk ki.

Módszerek:

Fertőtlenítést alkalmazó fürdők felmérése:

A kutatás során célunk minden, hazánkban található, gyógyvízes medencében fertőtlenítést alkalmazó fürdő felmérése. Az OKI információi szerint hét helyen végeznek valamilyen fertőtlenítést, ebből eddig öt fürdőt sikerült felmérnünk. Ezekben a fürdőkben vegyszeres kezelést alkalmaznak: egy helyen hypo adagolás, a többiben pedig egy hidrogén-peroxid alapú fertőtlenítőszeret használnak. A medencék üzemeltetése változatos volt: két helyen töltő-űrítő rendszert, két helyen vízvisszaforgatást, míg egy helyen kombinált rendszert (éjszakai vízcsere, nappali vízvisszaforgatás) alkalmaztak.

A jellemző mintavételi pontok a következően alakultak: kútvíz, kezelt víz, medencevíz. A vizsgált fürdőkben használt kútvizek többnyire annyira melegek voltak, hogy közvetlen, hűtés nélküli felhasználásuk nem volt lehetséges. A hűtést egy kivétellel minden esetben valamilyen más forrásból (hálózati víz, hidegvizes kút) származó vízzel történő keveréssel oldották meg. Ezekben az esetekben a keveréshez használt hidegvizet és a kevert vizet is vizsgáltuk. A felmérés során 5 fürdőben, 23 mintavételi pontról vettünk mintát, és pontonként kb. 50 komponensre vizsgáltunk. Minden kijelölt mintavételi ponton vettünk mintát minden vizsgált komponensre, melyet a megfelelő tartósítás mellett a laboratóriumba szállítottunk. A vizsgált

komponenseket és a meghatározásukhoz használt módszereket az 1.mellékletben egy táblázatban foglaltuk össze.

Eredmények és értékelésük:

A fertőtlenítés alkalmazásának elsődleges célja a fürdőzőkre leselkedő mikrobiológiai kockázat csökkentése. A fürdők mikrobiológiai vízminőségét tekintve látható, hogy a vizsgált fürdőkben kapott eredmények jellemzően jobbak a „hagyományos”, töltő-ürítő rendszerben, fertőtlenítés nélkül üzemelő gyógymedencékhez viszonyítva. Az eredmények alapján a fertőtlenítés hatékonynak bizonyult, csökkentette a kockázatot (2. táblázat).

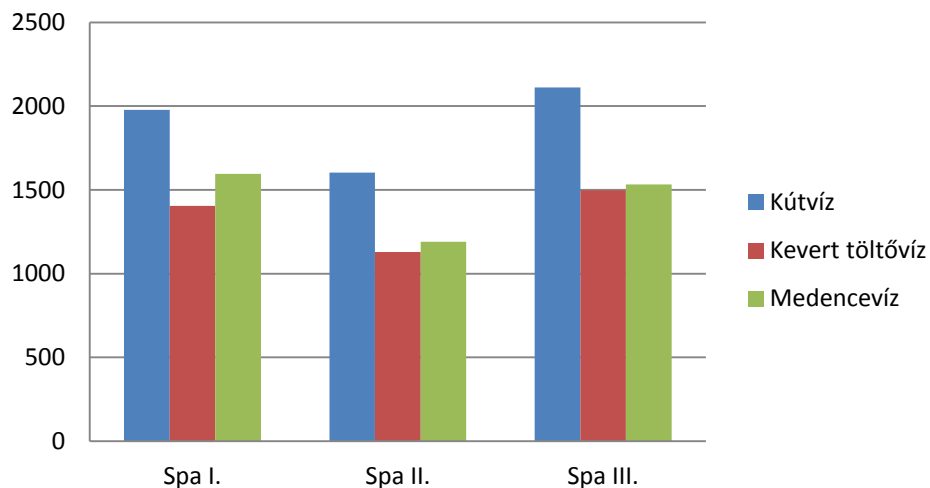
	Átlagos értékek		
	E.coli db/250 ml	Coccus db/250 ml	Pseudomonas aer. db/250 ml
„Hagyományos”, fertőtlenítés nélkül üzemelő fürdők (n=15, korábbi adatok)	123,3	238,9	82,0
Vizsgált fürdők (n=5)	0,2	0	1*
	(*= 1 esetben kiugró érték: 2200)		

2. táblázat: Átlagos vízmikrobiológiai eredmények fertőtlenítéssel és anélkül üzemelő töltő-ürítő rendszerű fürdőkben

A fürdők felmérése során a víz összetételének változását is vizsgáltuk. Az összetételt befolyásolhatja több lépés is, a fertőtlenítés mellett gáztalanítás, szállítás, tárolás, hígítás, víz visszaforgató rendszeréknél a flokkulálás, szűrés, visszaforgatás, pH-beállítás is szerepet játszhat. A kiértékelés során az egymás utáni lépéseket viszonyítottuk egymáshoz.

A megfelelő víz hőmérséklet beállítása fontos kérdés egy fürdő üzemeltetése során. Ezt 5-ből 4 esetben hideg vízzel való keveréssel, egy esetben pedig hőcserélők alkalmazásával érték el. A keverést alkalmazó fürdők esetén egyértelműen megállapítható, hogy a víz összetételének legjelentősebb változása a keverés hatására következett be, ehhez képest minden egyéb lépés hatása jóval kisebb mértékű. Ez látható az 1. ábrán három fürdőben az ásványianyag tartalom példáján érzékeltetve (itt jellemzően hígulást okozott).

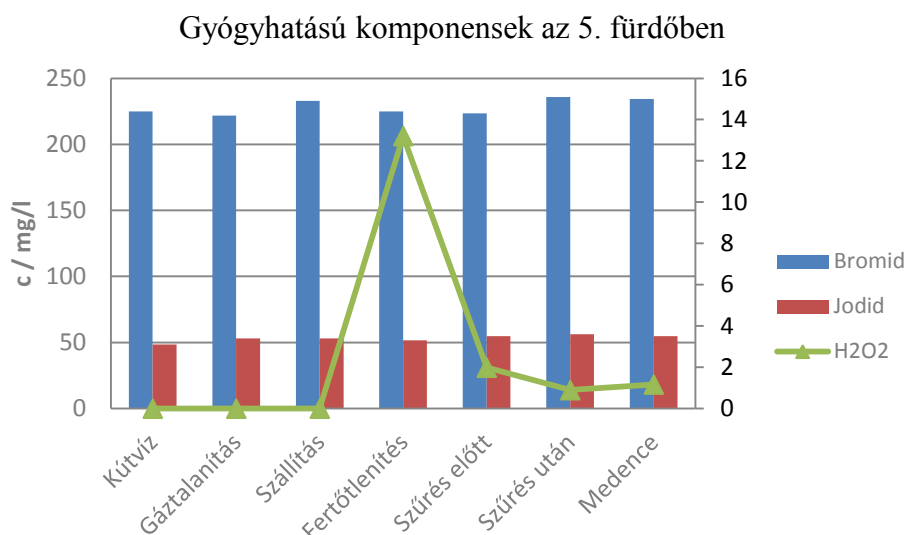
Keverés hatása - ásványianyag-tartalom



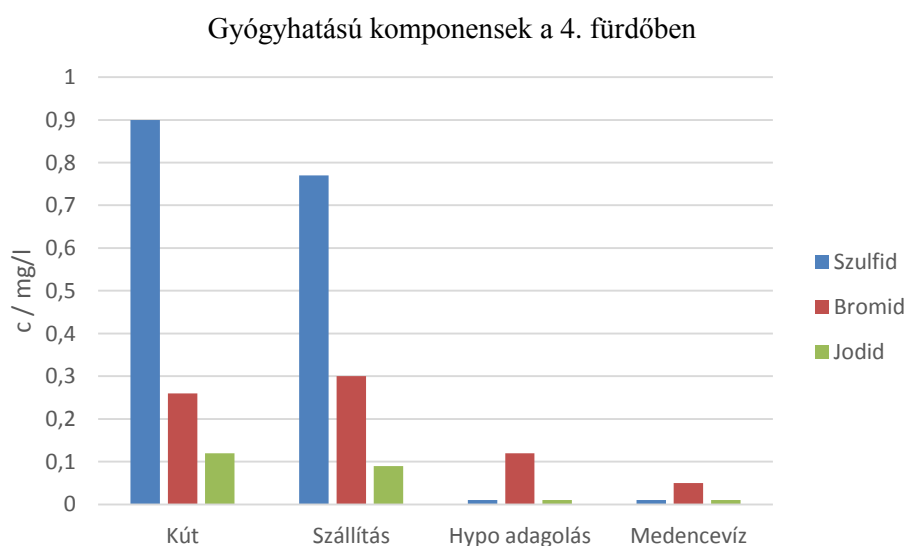
1. ábra: Keveréses hűtés hatása az ásványianyag-tartalom példáján három vizsgált fürdőben
Az első lépésben történő hűtés jóval nagyobb változást okozott, mint bármely más hatás,
ami a medencéig (harmadik oszlop) érte a vizet

A szállítás hatását is tudtuk több esetben vizsgálni. Itt megfigyelhető volt, hogy a szulfid koncentrációja kismértékben csökkent, valószínűleg illékony H_2S -ként elpárolgott. Ezen kívül néhol hálózatból beoldódó fémek (Pb, Al, Cu, Zn) jelentek meg, azonban ezek koncentrációjukat tekintve egyik esetben sem jelentettek egészségügyi kockázatot.

A hypoval történő fertőtlenítés hatására a gyógyhatású komponensek közül a bromid, a jodid és a szulfid koncentrációja jelentősen csökkent, míg a metakovasav és a lítium koncentrációja nem változott. A hidrogén-peroxid egyik komponens esetén sem okozott szignifikáns változást. Fontos tapasztalat lehet, hogy az 5. fürdőben, ami egy soklépéses, visszaforgató rendszer volt, hidrogén-peroxiddal fertőtlenítve, a gyógyhatású bromid és jodid koncentrációk végig, minden lépés során 10% ingadozáson belül maradtak. Az itt kapott eredményeket a 2. ábrán szemléltetjük. (Ezen a helyszínen az egyik mintavételi pontnál igen magas, 200 mg/l-es peroxid-koncentrációt mértünk, de ez sem okozott változást.) A szulfidra gyakorolt hatást a hidrogén-peroxid alapú szerrel fertőtlenítő helyszíneken nem tudtuk vizsgálni mérés technikai problémák miatt. A mérési eredmények ismertetése mellett fontos megjegyezni, hogy egy-egy komponens koncentrációjának változása nem feltétlenül vonja maga után a gyógyhatás változását, ezt csak klinikai vizsgálatokkal lehetne alátámasztani.



2. ábra: Gyógyhatású komponensek koncentrációjának alakulása hidrogén-peroxidot alkalmazó, visszaforgató rendszerű fürdőben



3. ábra: Gyógyhatású komponensek koncentrációjának alakulása hypot alkalmazó, szűrő-forgatóval üzemelő fürdőben

A gyógyvíz egyéb komponensei közül hipoklorit alkalmazása esetén az ammónium ionok koncentrációja csökkent (valószínűleg klóraminok képződése miatt), a klorid, a pH, és az AOX nőtt, valamint megjelentek a melléktermékek (THM, HAA). Hidrogén-peroxid alapú szerrel fertőtlenítve két esetben a fluorid ionok koncentrációjának növekedését tapasztaltuk, ami még magyarázatra szorul.

A medencében a fürdőzők jelentős szervesanyag és szervesetlen ion terhelést jelentenek. Ennek hatására a töltővízhez viszonyítva nő az EPH vegyületek, a kálium, nátrium és ammónium ionok mennyisége. Esetenként nitrit és nitrát is megjelenik. A s esetén fokozottabban számolnunk kell a víz „öregedésével”, a visszaforgatott medencék vizében magasabb TOC és foszfát koncentrációkat, és emelkedő pH-értékeket mértünk. A növekvő szervesanyag-

tartalom, illetve a hypo esetén az ammónia fogyaszthatja a fertőtlenítőszert, a fertőtlenítés hatékonysága pedig pH-függő, így fontos ezeknek a paramétereknek a nyomon követése.

Az egyéb kémiai kockázatokat tekintve a klórozás esetén, különösen nagy szervesanyag-tartalmú vizeknél, számolnunk kell a klórozási melléktermékek megjelenésével. Hidrogén-peroxidot alkalmazva kevésbé ismert káros melléktermékek megjelenése. GC-MS ujjlenyomat méréseket végeztünk esetleges melléktermékek felderítésére, de nem tapasztaltuk a megjelenésüket.

Összefoglalás

A gyógyvizes, töltő-ürítő medencék mikrobiológiai vízminősége sok esetben kifogásolt, ami egészségkockázatot jelenthet a fürdőzőkre nézve. A fertőtlenítést alkalmazó fürdőkben ez a kockázat szignifikánsan csökkenthető.

A gyógyvíz gyógyhatását sokan összefüggésbe hozzák annak kémiai összetételével, bizonyos komponensek jelenlétével. A fertőtlenítést ellenzők legfőbb ellenérve hogy a kezelés csökkentheti a víz gyógyhatását az összetétel változása miatt. A gyógyvizek gyógyhatása a tiszta kútvízre nézve igazolt, így minden hatás, ami a fürdőkben a vizet a kúttól a medencéig éri, hatással lehet annak összetételére és ezáltal akár a gyógyhatására is. A vizsgált fürdőkben egyértelműen látható volt, hogy keveréssel hűtést alkalmazva a keverés jóval nagyobb mértékű összetétel-változást okozott, mint bármely más lépés. Amennyiben lehetséges, ajánlott tehát a keverés kerülése és más módszer, pl. hőcserélők használata.

A jogszabályban előírt gyógyhatású komponensek közül a vizsgált fürdőkben hypo adagolás hatására egyértelműen csökkent a jodid és bromid ionok koncentrációja, míg hidrogén-peroxidot adagolva nem tapasztaltunk változást. Jelen ismereteink szerint tehát az ilyen típusú vizekre a hidrogén-peroxid alkalmasabb lehet. A lítium és a metakavasav-koncentrációk esetén egyik hatóanyaggal, egyik esetben sem tapasztaltunk szignifikáns változást. A szulfidra gyakorolt hatás vizsgálatához egy új mérési módszer kidolgozása után további kísérletek szükségesek.

Célunk minden egyes fertőtlenítést alkalmazó fürdő felmérése hazánkban, ezekből még két helyszín felderítetlen maradt, ahol az ultraszűrés és az UV-kezelés hatását is vizsgálni tudnánk. További céljaink között szerepel, illetve jelenleg is folyamatban van modellkísérletek lefolytatása. Ezáltal célzottan, más befolyásoló tényezőket kizárva tudjuk a fertőtlenítőszer hatékonyságát és az összetételre vonatkoztatott hatását vizsgálni.

Munkánk eredményeként lehetővé válhat egy összefoglaló jellegű útmutató készítése a fürdőüzemeltetők számára, mely elősegíti a megalapozott döntéshozatalt, és segítséget nyújt annak mérlegelésében, hogy az adott típusú, adott gyógyhatású komponens-tartalmazó víz esetén lehetséges-e fertőtlenítés, szűrő-forgató üzemeltetés bevezetése, illetve milyen fertőtlenítési mód használata lehet kedvező.

Köszönetnyilvánítás:

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet az OKI dolgozóinak, akik ha kellett tanácsot adtak és segítettek a rengeteg szükséges mérés lebonyolításában: a szerzőtársakon kívül Finta Viktória, Rosenberger Enikő, Ihász Marcsi, Budafoki Dóra, Lőrincz Anna, Izsák Bálint, és Orsovai Ágnes.

1. Melléklet: Vizsgált komponensek:

	Mért komponens	Szabvány
Helyszíni mérések	Hőmérséklet	MSZ 448-2:1967, 1. fejezet
	Fajlagos elektromos vezetőképesség	MSZ 448-32:1977, MSZ EN 27888:1998
	pH és egyensúlyi pH	MSZ 1484-22:2009, MSZ ISO 10523:2012
	Szabad széndioxid	MSZ 448-23:1983, 2.5. szakasz, 3., 4., 5. fejezet
	Oldott oxigén	MSZ ISO 5813:1992, MSZ EN ISO 5814:2013 MSZ EN ISO5814:2013
Mikrobiológiai paraméterek	Telepszám meghatározás	MSZ EN ISO 6222:2000
	<i>Escherichia coli</i> és a coliform baktériumok	MSZ EN ISO 9308-1:2001 8.3. szakasz (visszavont szabvány)
	Fekális enterococcusok	MSZ EN ISO 7899-1:2000, és 7899-2:2000
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	MSZ EN ISO 16266:2008
Szervetlen kémiai paraméterek	Lúgosság (hidrogén-karbonát, karbonát-, hidroxil-ion)	MSZ 448-11:1986 MSZ EN ISO 9963-1:1998 és 9963-2:1998
	Keménység	MSZ 448-21:1986
	Összes oldott anyag (105 és 180°C-on), bepárlási maradék	MSZ 448-19:1986, 4. és 5. fejezet
	KOI _{ps} , KOI _{pl}	MSZ 448-20:1990, 4., 5. fejezet MSZ EN ISO 8467:1998
	Ammónium	MSZ ISO 7150-1:1992
	Nitrit, Nitrát	MSZ 1484-13:2009
	Ortofoszfát, összes foszfor	MSZ 448-18:2009
	Szulfát	MSZ 448-13:1983, 6. fejezet
	Metaszilikát	MSZ 448-26:1991, 5.2. szakasz
	Szulfid	MSZ 448-14:1990., 3. fejezet
	Halogenidek (F, Cl, Br, I)	MSZ EN ISO 10304-1:2009
	ICP-MS-sel mérhető elemek	Al, Sb, As, Ba, Be, B, Zn, Ag, Cd, Ca, K, Co, Cr, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sn, Cu, Sr, Se, Fe
Szerves kémiai paraméterek	TOC (nem illékony összes szerves szén)	MSZ EN 1484:1998
	AOX (adszorbeálható szervesen kötött halogének)	MSZ EN ISO 9562:2005
	Fenolindex	MSZ 1484-1:2009, 4. fejezet
	Illékony aromás szénhidrogének (BTEX)	MSZ 1484-4:1998

	Poliaromás szénhidrogének (PAH)	MSZ:1484-6:2003
	Extrahálható szénhidrogén-tartalom (C ₁₀ -C ₄₀) (EPH)	MSZE 1484-7:2009, MSZ 20354:2003
	Illékony szénhidrogén tartalom C ₅ -C ₁₀ tartományban (VPH)	MSZ 21470-105:2009 EPA 5021:1996
	Huminsav	egyedi módszer alapján, spektrofotometria
	Karbonsavak	egyedi módszer alapján, MTBE extrakció, GC-FID
	GC-MS ujjlenyomat	egyedi módszer alapján

Irodalomjegyzék

- [1] 74/1999 (XII.25.) EüM rendelet a természetes gyógytényezőkről, 2. számú melléklet
- [2] Dr. Csermely Miklós: Gyógyfürdők és gyógyvizek, White Golden Book, Budapest. (2002)
- [3] E. Gáspár: Magyarország geotermikus adottságai – termálkarszt gyógyvizek Magyarországon, Miskolci Egyetem Közleménye, A Sorozat, Bányászat, 77.kötet (2009)
- [4] Peralta, M.A. Magyarország gyógyító vizei. Carita Bt, Budapest (2004)
- [5] Bender, T., Bálint P.V., Bálint G.P: A brief history of spa therapy. Ann Rheum Dis 61, 949-950 (2002)
- [6] T. Bender, G. Bálint, Z. Prohászka, P. Géher, I. K. Tefner: Evidence-based hydro- and balneotherapy in Hungary—a systematic review and meta-analysis, Int.J of Biometeorology, Vol, 58,(3), 311–323 (2014)
- [7]Falagas, M.E., Zarkadoulia E., Rafailidis P.I.: The therapeutic effect of balneotherapy, evaluation of the evidence from randomised controlled trials, Int.J. Clin. Pract., 63, 1068-1084 (2009)
- [8] Varga C, Domahidi J: Preventive chemical and toxicological investigations of medicinal waters and muds in Hungary and Transylvania. Hung Epidemiol 7 (1) 113–114, (2009)
- [9] Schulhof, Ö. Balneoterapia. In: Bozsóky S, Irányi J (eds) Physiotherapia. Medicina, Budapest, 225–259 (1976)
- [10] Vargha M.: Magyarországi fürdők mikrobiológiai vízminősége, Magyar Hidrológiai Társaság 33. Vándorgyűlése tanulmánykötete, ISBN 978-963-8172-34-1 (2015)
- [11] Barna Zs., Kadar M.: The risk of contracting infectious diseases in public swimming pools. A review, Ann Ist Super Sanità Vol. 48 (4) 374-386 (2012)
- [12] Pond, K.: Water recreation and disease. Geneva: WHO; 2005