

A mikrobiológiai kockázatbecslés és a HACCP rendszer kapcsolata a vízkezelések területein

dr. Némedi László

ÖSSZEFOGLALÓ

A MIKROBÁK KÜLÖNÖS SAJÁTOSSÁGAI, A KÖRNYEZETI ÁRTALMAK SOKFÉLESÉGE ÉS A FOGÉKONYSÁG TEKINTETÉBEN HETEROGÉN POPULÁCIÓ AZ EGYIDEJŰ HATÁSVIZSGÁLATOKNÁL NEM NÉLKÜLÖZHETI A RENDSZERELMÉLET ÉS A KÁOSZ ELMÉLET EGYES ELEMEIT. AZ ÉLELMISZERIPARBAN RÉGÓTA ALKALMAZOTT HACCP RENDSZER ÉS AZ ABBA BEÉPÍTETT KOCKÁZATELEMZÉS LEHETŐVÉ TESZI, HOGY A VÍZI KÖZMŰVEK TECHNOLÓGIAI FOLYAMATAIBAN, AZ ERŐSEN SZTOCHASZTIKUS JELLEGŰ ESEMÉNYEK, A VÁLSÁG-PONTOKON KONTROLL ALATT MARADJANAK.

A VÍZMINŐSÉG-VÉDELEM HAGYOMÁNYOS MÓDSZERE AZ UN. VÉG-ELLENŐRZÉS. ENNEK SZÁMOS HÁTRÁNYA VAN (KÉSEDELMES INFORMÁCIÓ, A RUTIN VIZSGÁLAT TERJEDELME KORLÁTOZOTT, GAZDASÁGTALAN, AZ ELFOGADHATÓ KOCKÁZATNAK ÉS A HATÁRÉRTÉKEKNEK VALÓ MEGFELELÉS A VÉGMINŐTÉK JELLEMZŐIBŐL NEM VIZHETŐ VISSZA A VÁLSÁG-PONTOKRA).

AZ OECD GUIDELINES MÁR 10 ÉVE MEGFOGALMAZTA A „CRADLE-TO-GRAVE-RESPONSIBILITY” ELVÉT. EZ AZT JELENTI, HOGY A KÁROKOZÓ ANYAGOT TELJES ÉLETCIKLUSÁBAN KELL VIZSGÁLNI. AZ EÚ SZERINT AZ IVÓVÍZ ÉLELMISZER („SVÁJCI JOG”). ENNEK MEGFELELŐEN A VÍZI KÖZMŰVEK VALAMENNYI TERÜLETÉN (IVÓVÍZ-ELLÁTÁS, CSATORNÁZÁS, FÜRDŐ TECHNOLÓGIÁK) KI KELL ÉPÍTENI A HACCP RENDSZEREKET, ÉS EL KELL KÉSZÍTENI, AZ UN. KOCKÁZATI MODELLEKET (KONCEPCIÓ VÁZLAT).

A KONCEPCIÓ-VÁZLAT 8 LÉPÉSBŐL ÁLLHAT: A MIKROBIOLÓGIAI VESZÉLY IDENTIFIKÁLÁSA, KORSZERŰ TUDOMÁNYOS MEGALAPOZÁS, EXPOZÍCIÓ-BECSLÉS, A MIKROBA ÉS AZ EMBER SPECIFIKUS KAPCSOLATÁNAK KONKRETIZÁLÁSA, HATÁSBECSLÉS, KRÍZIS KEZELÉS.

INHALT

BEI SIMULTANE-WIRKUNGSANALYSE VON HETEROGENER MIKROBENPOPULATION WEGEN DEREN SPEZIFISCHEN EIGENSCHAFTEN UND UNTERSCHIEDLICHEN SUSZEPTEBILITÄT KÖNNEN MANCHE ELEMENTE DER SYSTEM-THEORIE UND CHAOS-THEO-

RIE NICHT VERMEIDET WERDEN. DAS „HACCP“ SYSTEM UND DIE BEINHALTENDE RISIKOANALYSE ERMÖGLICHT DIE STOCHASTISCHE VORGÄNGE IN DEN TECHNOLOGISCHEN KRISEPUNKTEN DES WASSERWERKS DURCHGEHEND UNTER KONTROLLE ZU HALTEN. WASSER QUALITÄTSSICHERHEIT ERFORBERT KONTROLLE DURCH DEN GANZEN ARBEITSVORGANG, NICHT NUR AM ENDE.

OECD MOTTO: „CRADLE TO GRAVE RESPONSIBILITY“. ES BEDEUTET, DASS PATHOGENE MIKROBEN SOLLEN DURCH GANZEN PHYSIOLOGISCHEN ZYKLUS ANALYSIERT WERDEN.

LAUT EU DIREKTION GEHÖRT DAS TRINKWASSER ZU DEN LEBENSMITTELN, DAHER SOLL HIER AUCH – SO WIE BEIM ANDEREN LEBENSMITTELN – DAS „HACCP“ SYSTEM AUSGEBAUT WERDEN, UND DIE RISIKOKONZEPTEN ANGEFERTIGT WERDEN. DAS KONZEPTSCHEMA KANN 8 STUFIG SEIN: MIKROBIOLOGISCHE GEFÄHR-IDENTIFIZIERUNG, ZEITMÄßIGE WISSENSCHAFTLICHE BEGRÜNDUNG, EXPOSITION ÄSTIMATION, KONKRETISIERUNG DER SPEZIFISCHEN AUSEINANDERSETZUNG ZWISCHEN MIKROBE UND MENSCH, WIRKUNGSSCHÄTZUNG, UND KRISE-BEHANDLUNG.

SUMMARY

CERTAIN ELEMENTS OF SYSTEM-THEORY AND CHAOS-THEORY NEEDS TO SIMULTANEOUS INVESTIGATIONS ON MICROBIOLOGICAL EFFECTS IN CONNECTED WITH SPECIFIC PROPERTIES AND SUSCEPTIBILITY.

HACCP AND RISK-ANALYSIS MAKES ELIMINATION OF SOME STOCHASTIC EVENTS POSSIBLE, THAT IS THE PERMANENTLY CONTROL.

WATER SAFETY NEEDS CONTROL, BUT DOES NOT ONLY ON THE LAST POINT.

OECD GUIDELINES: “CRADLE TO GRAVE RESPONSIBILITY”!

THE SHORT SCHEME OF CONCEPTION INVOLVED 8 STAGES: IDENTIFICATION OF HARM, SCIENTIFIC ESTABLISH, EXPOSITION ASSESSMENT, SPECIFIC INTERACTIONS, EFFECT ASSESSMENT, CRISIS MANAGE.

Bevezetés

A mikrobiológiai veszélyek természetét legmegbízhatóbban a kockázat elemzés módszerével vizsgálhatjuk. Szakterületenként erősen változik a célszerű kockázat elemzés felépítése. (pl. munkaegészségügy, élelmiszeripar, ivóvíz-termelés, közlekedés, stb.). A veszélyek identifikálása is befolyásolja a tényleges folyamat-ábrák konkrét tartalmát. A teljes koncepció vázlat felépítése során alkalmazni kell a különböző döntéshozatali elemeket (sztochasztikus jelleg, a negativitás és pozitivitás eltérő tartalma a kémiai és a mikrobiológiai eseményeknél, az információs paradoxon szerepe a döntési pozícióban, az, hogy „0” kockázat nincs, stb.). Az elemzés során rangsorolni kell a kockázati következményeket. Epidemiológiai megközelítésben a korai halál, a betegség súlyossága, túlélési ráta, természetes erőforrások kimerülése, biztonságos környezet megléte, egyéni és társadalmi hatások szerepelhetnek kockázatként. A technológiai zavarok végső soron szintén kockázati tényezők.

A döntési felágazási irányait a káros és nem káros hatások biztos elkülönítése révén jelölhetjük ki. Fertőzések illetve mérgezők esetén a szervezet normális működése a NOEL (no observed effect level) során minden erőfeszítés nélkül fenntartható. NOAEL (no observed adverse effect level) esetén még kompenzálja a szervezet a káros hatást, de a funkció-zavar lehetősége már fennáll. Ha növekszik a káros hatás szintje (LOAEL = lowest observed adverse effect level) a károsodás és a tünetek egyre szembe-tűnőbbekké válnak. A folyamat végső pontja a szervezet pusztulása. Ez a megközelítés a technológiai folyamatokra is alkalmazható.

A kockázatbecslési koncepció vázlat integráns része a HACCP (hazard analysis critical control points) rendszer működtetése és tapasztalatainak figyelembe vétele. A vízi közművek esetében ez azt jelenti, hogy az önellenőrzést kötelező jelleggel a kijelölt pontokon és a megfelelő gyakorisággal el kell végezni. Az egészségügyi veszélyt és ebből kiindulva a konkrét expozíciót és magát a kockázatot azonosítani kell a vízbázistól kezdve a

fogyasztói csapokig. Preventív vagy tűzoltó típusú, majd projektív krízis-kezelésekkel mérsékelni illetve megszüntetni kell a káros hatásokat a technológia teljes vertikumában. A rendszer része a vízminőségi tűréshatárok rögzítése (rendeleti vagy helyi) és a monitoring rendszer kiépítése. Foganatosítani kell az észlelt túllépésekre hozott intézkedéseket. Hatósági szupervízióval és minőségbiztosítással szükséges megerősíteni a tett intézkedések hatékonyságát.

A kockázat-becslés és a HACCP rendszer mikrobiológiai jellemzői a vízi közművek területein

A mikrobiológiai expozíciót és az ezzel összefüggő kockázatokat a vízellátás és általában valamennyi vízi-közmű teljes folyamatában kell elemezni. A vízgyűjtők esetében ez vonatkozik a felszíni vizekre, a zápor vizekre, és a települési lefolyásokra valamint a kommunális, az ipari szennyvizekre és a mezőgazdasági szennyezőkre továbbá a szennyvíz-tisztítókra, az oldó medencékre és természetesen a hulladék depóniákra is.

A **víz tározóknál** az üledékben felhalmozódhatnak nem kívánatos anyagok, eutrofizációs jelenségek zavarhatják a vízkivételt. A **felszín alatti vizek esetében elsődleges szennyeződés** formájában manifesztálódnak a kockázati tényezők (geológiai vagy háttér-szennyezések). A különböző **vízhasználatok** során az **egyedi és kommunális ivóvíz ellátás, az elosztó hálózatok, az ásvány- és gyógyvíz palackozás, az élelmiszergyártás, az öntözés, az állattartás, és a különleges vizes technológiák folyamataiban** jellemző és sokszor lényegesen eltérő mikroba közösségek jelennek meg, beleértve a kórokozók és szennyezést jelző indikátorok mennyiségi és minőségi viszonyait is. A **másodlagos szennyeződések** a kockázat elemzés kritikus részét képezik.

• **Felszín alatti vizek**

Az autochton és az allochton mikroba közösségek dinamizmusa természetes és mesterséges (antropogén) hatásokra jön létre. A fajösszetétel és az egyed-szám függ a származás helyétől (sérülékeny vagy védett vízbázisok, rétegvizek, ásványvizek, termálvizek, gyógyvizek, bányavizek, karsztvizek, talajvizek valamint a felszíni vizekre települt víztisztítók és parti szűrősű kutak).

A felszín alatti vizek mikrobiológiai dinamizmusát a függőleges szivárgás, a telítetlen zóna és a kapillaris erők hatására kialakuló mozgások határozzák meg. A telítetlen zóna elválasztja a felszíntől a víztartó és a vízádó képződményeket, miközben erős akadályt képez a mikrobák mélybe jutásának útjába. Ez a hőmérséklet-változás, a tápanyag-csökkenés, bizonyos fiziko-kémiai anomáliák, mint a viszkozitás, a sűrűség, az összenyomhatóság és a párnnyomás változásaival kapcsolatosak (pl. pszichrofilek térhódításai).

A telített/telítetlen állapotok évszakos vagy eseti váltakozásai drámai hatással lehetnek az aerob/anaerob arányokra, valamint a heterotróf és autotróf kompetícióra továbbá a migrációra. Végül is a szelekció eredményeként kialakul a pillanatnyi egyensúly az allochton és az autochton mikroba közösségek között.

A nyomás alatti vízádók esetében a mélységgel arányosan határozott csökkenés tapasztalható mind a fajszám mind pedig az egyed szám tekintetében, de irodalmi adatok erősítik

meg, hogy 1000 (egyed szerzők szerint 4200) méter mélységben is található szaporodó mikrobák (pseudomonasok, szulfátredukálók és glukóz fermentálók). A *Sulfolobus oxidocoldovinus* például 90 °C fokon szaporodó képes.

A felszín alatti vízbázisokra épülő vízhasználatok kockázatait tehát a rendszer-elmélet követelményeinek megfelelően kell vizsgálni. A technológiai folyamat terjedelme és bonyolultsága határozza meg a kiépítendő HACCP rendszer tényleges formáját.

• **Az elosztó hálózatokban fellépő másodlagos szennyeződések**

A hálózatokban fellépő minőségváltozások fizikai, kémiai és biológiai természetűek lehetnek. Fontos tapasztalat viszont az is, hogy ezek az esetek nagy százalékában együttesen jelennek meg.

Az oldott anyagokból biogén úton oldhatatlan vegyületek keletkezhetnek. A kiváló kövek főleg kalcium karbonátok, de előfordul kalcium-szulfát, foszfát is, valamint magnézium sók, kvasav, vasoxid, hidroxid és barnakő. Néha szerves kristályok keletkeznek.

A mikrobiológiai eredetű kémiai minőségváltozások között kiemelhető a szerves anyag tartalom növekedése, a pH változás, a kén-baktériumok kiváltotta korrózió, toxikus anyagcsere termékek megjelenése, organoleptikus tulajdonságok (íz-, szag-szín-változások, zavarosodás).

A mikrobiológiai természetű minőség változások között természetesen a kórokozók, illetve az azokat indikáló baktérium típusok megjelenése jelenti a fő kockázatot. Mégis nem ezek a leggyakrabban előforduló mikrobiológiai események a hálózati vízben, hanem a szaprofita mikrobák tömegtermelése. A biofilmben lejátszódó mikrobiológiai, biokémiai jelenségek önálló kockázatot jelentenek, ezért a mechanikus tisztítás kardinális kérdés a hálózatok karbantartása során. A HACCP rendszer kritikus pontjai éppen a biofilm és a szerelvények meghatározott területein rögzíthetők.

• **Egyes vizes technológiák mikrobiológiai szennyeződése**

Az olyan mesterséges ipari, mezőgazdasági és bizonyos különleges vízhasználatok során, ahol a felhasználás nem közvetlenül emberi fogyasztást jelent,

gyakran a nem kívánatos mikrobiológiai szennyeződések zavarhatják a működést. A víz-mikrobiológusok számára ez a terület nagy kihívást jelent, mert ezek a vizsgálatok kevésbé szabályozottak. Mégis szakmai kötelességünk a nem kívánatos hatások illetve a technológiát akadályozó mikrobiológiai jelenségek tisztázása, még akkor is, ha ezek csak nem szabványos módszerekkel kutathatók (pl. *Sphingomonas* fajok megjelenés a biofilmben vagy számos nyálka-képző és korróziót okozó mikroba elszaporodása).

Természetesen a vizes technológiákban is megjelenhetnek kórokozók vagy indikátorok. Ez akkor jelent egészségügyi veszélyt is, ha kórházi vagy élelmiszeripari környezetből van szó. A HACCP rendszer működtetése az üzemeltető érdeke is, hiszen a termelés akadályozása mikrobák által, vagy egészségre ártalmas termék előállítása bizalomvesztéssel és bevétel kieséssel jár.

• **A mikrobák kettős szerepe a hulladékok ártalmatlanításában**

A szennyvíz-tisztítás jól jellemezhető mikrobiológiai paraméterekkel, ahol a „gyorsított öntisztulás” optimális állapotát mérnöki pontossággal beállíthatjuk. Mindazonáltal számos fizikai, kémiai és biológiai körülmény feltétele vagy akadálya lehet a jó működésnek. Ennek a finom hangolásnak egyik feltétele a HACCP rendszer korai bevezetése. A befogadók és áttételesen a vízádók folyamatosan ki vannak téve a szennyvíz-tisztítás, szállítás és elhelyezés hibáiból adódó szennyeződésnek. Nagy kockázatú események köthetők az ilyen típusú anomáliákhoz.

Tehát, miközben a mikroba közösségek bámulatos változékonyságban segítik az embert a hulladékok ártalmatlanításában (a C, a N, a S, a P, a nehéz fémek és sokféle szerves toxikus vegyület anyagforgalmában résztvevő mikroba csoportok), ugyanakkor a nem kontrollált technológiák fokozott kockázatok forrásai lehetnek. A kockázatelemzés és benne a folyamatosan működő HACCP rendszer itt is az egyedüli megoldás a fenntartható, de egészséges növekedés elérésében.

Szerző: Dr. Némédi László
kandidátus, Budapest