

## **Kutatási eredmény bemutató**

### **Biomonitor szennyvíztelepek védelmére**

Széles Gábor, Prodivelo Kft. (1108 Budapest, Mádi utca 211. G. ép. 1.)  
[prodivelokft@gmail.com](mailto:prodivelokft@gmail.com)

#### Összefoglaló

Olyan berendezést fejlesztettünk, amely alkalmas arra, hogy korán jelezze, ha egy szennyvíztelepre az aktuális üzemi körülmények között az ottani mikrobiológiára veszélyes anyag folyik be, így időt biztosítva az üzemeltetőnek a korai beavatkozásra, a károk elkerülésére vagy minimalizálására. A rendszer ezen túl adatot szolgáltat a pillanatnyi terhelésre vonatkozóan, ami a telepek energia-, környezet-, és pénzügyi hatékonyságát növelheti technológiai optimalizáció által.

#### Abstract

We developed an Early Warning System that is capable of detecting harmful influent with respect to the wastewater treatment plant's current operating conditions. The fast response time of the analyzer enables the operators to make whatever steps are necessary to protect their plants. Further to alarms, the analyzer offers data on the current nutrient load of the plant. Using these data more treatment/plant optimization is possible, which improves the plants overall energy, environmental and business efficiency.

#### Kulcsszavak

Szennyvíz oxigénigény, szennyvíz toxicitás, szennyvíz szervesanyag terhelés, szennyvíziszap mérgezés

A rendelkezésre álló információk alapján nemzetközileg is komoly problémát jelent a szennyvíztelepekre befolyó vizek mikrobiológiai toxicitásának ill. gátló hatásának kellő időben történő megállapítása.

A laboratóriumi módszerek ugyanis tudásintenzívek, jelentős élőmunka ráfordítást igényelnek, és a mérési időtartam is sok órában, esetenként napokban mérhető.

Egyes ipari szennyvíztelepeken (pl. néhány saját biológiai tisztítóval rendelkező gyógyszergyár ill. nehézszevágyipari cég) végeznek laboratóriumi toxicitás méréseket, amik eredményei alapján igyekeznek „védeni” a szennyvíztisztító üzemet.

A jelentős és magasan képzett élőmunka-igény miatt lakossági szennyvíztisztító telepek esetében ez a gyakorlat nem jellemző. Ugyanakkor számos telepen okozott komoly anyagi és környezeti kárt az aktuális mikrobiális kultúra számára toxikus befolyó szennyvíz.

A legtöbb érintett telepen – megfelelő mérés-, és irányítástechnika alkalmazásával – az ilyen károk akár teljes mértékben elkerülhetők lennének.

A fejlesztett rendszer további előnye, hogy nem kell előzetes információval rendelkezni arról, hogy milyen, a technológia, az üzembiztonság számára veszélyes anyagok megjelenése várható a befolyóban, hiszen a műszer ezektől függetlenül tud mérési értéket produkálni.

Így a fejlesztett biomonitor olyan többletinformációt biztosít a szennyvíztelepek üzemeltetői számára, amelyek eddig nem voltak elérhetőek.

A befolyó víz technológiára való veszélyessége bizonyos elektrokémiai, fizikai kémiai mérésekkel esetleg becsülhető volt, de ezek a paraméterek (pl. pH, vezetőképesség, esetleg ismert szennyező forrás típusok esetén vegyületcsoportok mérése) legjobb esetben is csak indikátorai lehettek egy veszélyes befolyó víznek. A fejlesztett műszer nem mér konkrét vegyületcsoportokat, kémiai elemeket. Méri viszont a befolyó víz bármilyen okból a technológiai aerob mikroorganizmusokra való veszélyességét, és erről világos, ellenőrzött jelzést ad az operátor számára. A működés alapelve (oxigénfogyasztás mérése) ismert, azonban a fejlesztés eredményeként létrejött prototípus ezt új megközelítésben használja. A műszer ezen túl trendkövetőként alkalmas a szennyvíztelep befolyó szervesanyag tartalmának mérésére is. Ezen információ igen hasznos információt nyújt a telep energetikai, környezetvédelmi, gazdasági optimalizálásához.

Projektünk első lépése a mérési eljárás kiválasztása volt, melyet irodalmi adatokra alapozva terveztünk megvalósítani. A respirometriás mérési elv mellett döntöttünk, mert ennek alkalmazásával az aerob organizmusok életképessége jól követhető. Ez az elv kellően robusztusnak tűnt egy napi 24 órában működő, felügyeletmentes analizátor számára, valamint elfogadható karbantartásigénnyel és költségszinten működtethető.

Tekintve, hogy a célkitűzéseknek megfelelő „kész” mérési eljárást nem találtunk, így a különböző ismert mérési módok szintetizálása, továbbfejlesztése mellett döntöttünk. A reményteljes elképzelésekre proof-of-concept modelleket építettünk, majd kiválasztottuk a legígéretesebb bizonyuló eljárást. Ezen eljárás a szennyvíztelep saját eleveniszapját használja tesztszervezetként. Mivel a mérést tulajdonképpen a tesztszervezetek végzik (a műszer a tesztszervezetek életparamétereinek kiértékelése után ad következtetéseket) kulcsfontosságú ezek mérésre való alkalmasságának vizsgálata, esetleg olyan kis mértékű beavatkozások megtétele, amelyek előnyösek a mérési eljárás szempontjából. Ilyen beavatkozás pl. a tesztszervezetek életképességének ellenőrzése, a telepihez hasonló életkörülmények biztosítása, esetleg a mikroorganizmusok „éheztetése”.

A kifejlesztett műszer hardverét úgy alakítottuk ki, hogy lehetőséget biztosít az eleveniszap automatikus cseréjére, a minta mellett egyéb, jellemzően kontrollanyagok adagolására, anyagmennyiségek mérésére, temperálásra, mintakeverésre és a reaktor levegőztetésére is. Az egyedi, holttéri-mentes kialakítású reaktor ad helyet a reakcióknak, biztosítja a gázcserét és a pangóminta-mentes, homogén tesztanyag-tesztszervezet elegyet. A reaktor a memóraieffektus csökkentése érdekében teljes térfogatában, automatikusan átmosatható az egyes mérések végeztével.

A kifejlesztett ipari minőségű hardveren futó szoftvermodulok látják el a rendszer vezérlésével, a kommunikációval, az interfészek szoftveres kezelésével kapcsolatos feladatokat. A szoftverfejlesztés fontos kihívása volt a különböző részegységek, hardverelemek összehangolása, mérési zajok szűrése.

A riasztási algoritmus kimenetét „jelzőlámpa” elvűre terveztük. A zöld jelzés mutatja, ha minden rendben van az analizátorral és méréssel is, azaz a minta biztosan nem toxikus. A Sárga jelzés óvatosságra figyelmeztet, analizátor hiba, mérési hiba, vagy a mikrobiológiai folyamatokra nézve gátló tulajdonságú mintát jelez. Piros jelzés esetén azonnali technológiai vagy mérés technikai beavatkozásra van szükség. A jelek természetesen a folyamatirányítás számára is hozzáférhetők bináris és analóg formában is. A jelzések mögött álló digitális és

analóg változók paraméterezése, az analízátor gyors reakcióidejének biztosítása nem volt triviális. Itt olyan riasztási algoritmus kidolgozása volt a feladat, ami esemény előfordulása esetén a lehető leggyorsabban reagál, de sem fals pozitív, sem fals negatív érték nem fordul elő. Ezt olyan szoftveres megoldással sikerült elérni, ami a mérési eredmények és az analízátor belső állapotregisztere alapján képes a mérési ciklus lefolyását is befolyásolni. Mivel egy-egy mérés több fő lépésre és ezen belül is számos allépésre van osztva, az aktuális pontig elvégzett lépések eredményei alapján az analízátor képes kiválasztani, hogy mi a legoptimálisabb következő teendő. A riasztásokon kívül számszerűsített értékek (toxicitás, rBOD) is rendelkezésre állnak, melyek akár a technológiák további optimalizálását is lehetővé teszik.

A szoftvert alkalmassá tettük intelligens hibajelzésre. A beépített segédszenzorok, a nyers mérési eredmények, a szoftverbe épített algoritmikus intelligencia lehetővé teszi, hogy a műszer komplex öndiagnosztikát végezzen. A diagnosztikai adatok megjelenítésére különleges hangsúlyt fordítottunk és a HMI alrendszert úgy alakítottuk ki, hogy az szennyvíztelepi kezelőszemélyzet számára is érthető, hasznos, világos információt adjon. A HMI fejlesztés során figyelembe vettük a jelenkori elvárásokat (pl. a kezelők nehezen vehetők rá terjedelmes használati utasítások elolvasására) ill. a nemzetközi értékesítéshez szükséges többnyelvűséget. A rendszert így már az alapoktól úgy fejlesztettük, hogy hardver és szoftver szinten is képes legyen több nyelv kezelésére, a fordítás, és az üzemeltető általi nyelv-választás egyszerűen, gyorsan megtörténhessen.

A K+F projektünk keretében kifejlesztett műszer gyors, az adott szennyvíztelep adott állapotára, körülményeire vonatkoztatott adatokat produkál. A műszer folyamatirányításhoz csatlakoztatva lehetővé teszi a szennyvíztelepek mikroorganizmusainak védelmét. Alkalmazásával elkerülhetők a természeti és/vagy gazdasági károkozással járó haváriák, ill. csökkenthető a károk mértéke.