

A BAKONYKARSZT Zrt-nél az elmúlt évek során megfogalmazódott az az igény, miszerint a veszélyes klórgáz adagolás helyett olyan fertőtlenítő rendszereket, vagy olyan módszertant alakítsunk ki, amivel gazdaságosan, jó hatásfokkal és nagy biztonsággal elvégezhető legyenek a kívánt fertőtlenítési munkák. Nagyon fontos, hogy gondoljuk végig és vegyük számba az összes lehetőséget, és keressük meg az egész élettartamára vonatkoztatva a leggazdaságosabb technológiát.

Mindenekelőtt ahhoz, hogy átláthassuk a fertőtlenítést, végig kellett gondolnunk a komplett veszprémi vízellátó rendszert. A veszprémi vízellátó rendszer alapvetően három vízbázisra támaszkodik, az Aranyosvölgyi, a Sédvölgyi és Kádártai vízbázisra. A Kádártai vízbázis hagyományosan Veszprém egyik fő vízellátási iránya. Veszprém városának északkeleti részénél elhelyezkedő fűrt kutakból kapott nyers vizet és ettől valamelyest délre elhelyezkedő galériás forrásfoglalásból kapott nyers vizet fogja össze és juttatja be Veszprémbe. Méghozzá nem is akárhogy, mert ebből a vízbázisból Veszprém két nyomászónáját is megtudjuk táplálni. Az egyes zónai nyomóvezeték mintegy 6 km hosszú és 9-10 bar nyomású. Átlagos napi üzemben 500 és 1000 m<sup>3</sup>/nap közötti vizet szállít, míg a másik, kettes zónai vezeték egy picivel hosszabb, 8,5 km hosszú, átlagosan 12-13 bar nyomású és mintegy 3500-4500 m<sup>3</sup>/nap vizet szolgáltat.

Erre, a meglehetősen összetett rendszerre próbáltunk technológiát találni. A hajdanán alkalmazott technológia egy klasszikus metódus, a klórgáz adagolás, ami akkortájt megfelelt a kor színvonalának. Ez a fél évszázaddal ezelőtti technológiák közül egy meglehetősen fejlett módszer volt. Két klórpalack volt beállítva egy klórozó helyiségben, egy palackváltó, ami természetesen mindig leváltotta az üres palackot és a telire kapcsolt. Hagyományos Advance típusú klóradagoló készülékek és egy vízszugár szivattyú táplálta be a fertőtlenítő szerves vizet a hálózatba. Természetesen a helyiség megfelelt minden biztonságtechnikai előírásnak, klórgáz érzékelővel volt ellátva, szellőztető berendezéssel volt kialakítva, és légmentesen zárható helyiség is volt. Tehát minden technikai feltételnek megfelelt. De azt is el kell, hogy mondjam, hogy 50 évvel ezelőtt, mikor ezt az építményt, mint vízbázist létrehozták, ez még képletesen szólva a település legszélén volt. Kiállhattunk az épület tetejére, körbe néztünk és semerre nem láttunk házakat. Az eltelt 50 év alatt azért ez a helyzet alapvetően megváltozott, a város természetes fejlődése folytán ezt az ingatlant körül épülte, minden szomszédos ingatlanon házak annak, sőt, a vele szemben lévő ingatlanon egy óvodát is kialakítottak.

A hagyományos klórgáz adagolás technológia hordozta az összes előnyét és hátrányát, tehát széles spektrumú fertőtlenítő hatása volt, a klórgáz mint tudva lévő erős oxidáló szer, a távolhatása is megfelelően jelentős, hiszen erős csővezetéki hatása van. A vízből nem illékony a klórgáz, ionosan diszproporcionálódik, viszonylag egyszerű, könnyen adagolható, jól műszerezhető a technológia és saját biztonságtechnikája is megfelelően kezelhető. Természetesen magával hordozta ez a technológia a hátrányait is, trihalometán és halogénezett szerves vegyületek, klóraminok keletkezhetnek, ami a nyers vízben azért annyira nem jellemző, hiszen annak szerves anyag tartalma viszonylag kevés. Viszont a másodlagos vízminőség romlással az 50 éves csővezetékek falán képződő biológiai hártva miatt már számolnunk kell. Klór marad a vízben, ami erős csővezetéki korróziós hatást okoz, mert Veszprémnek még mindig vannak acél csővezetékekkel ellátott területei, amik korrózióval reagálnak a klórra.

A környezet biztonsága is kérdéses volt, sőt, talán ez volt az egyik elsődleges dolog, amiért elhatároztuk, hogy technológiát váltunk. Amikor az ember elhatározza, hogy technológiát vált, akkor természetesen az az első, hogy végig gondolja mik a lehetőségei. Itt nekünk át kellett gondolnunk a különböző fizikai és kémiai módszereket, tehát UV technológiát, különböző szűréseket és a fordított ozmózist, a kémiai módszereket, más klór alapú fertőtlenítést, ózon alapú fertőtlenítést, vagy például egyéb oxidáló szer használatát. És mint

olyan, minden technológiánál azt is végig kellett gondolnunk, hogy mik ezeknek a technológiáknak az előnyei és a hátrányai. Például az UV besugárzás egy egyszerű, könnyen kezelhető vegyszer mentes eljárás, ahol semmiféle vegyszermaradék nincsen. Viszont növeli a víz másodlagos szennyeződésre való hajlamát, nitrit ion képződés lehetősége is fennáll, csak helyi hatása van, mint a legtöbb fizikai módszernek, és a fejlettebb patogén szervezetek esetén a fellépő öngyógyító mechanizmus csökkenti a hatékonyságát. A kezelt víz fizikai paramétereit elsődlegesen is figyelembe kell venni, hiszen itt, délről a betáplálás egy galériás forrásfoglalás, aminek sekély mivolta miatt a lebegő anyag tartalma változhat. És bizony költséges, mint beruházás oldalról, mint pedig üzemeltetési oldalról is. A szűrés, az ultraszűrés és a fordított ozmózis esetében megállapítható, hogy egyszerű részegységekből álló, könnyen kezelhető, jól automatizálható eljárások, mint a fizikai eljárások zöme, nincs vegyszer maradék, és mivel az iparban ezek elterjedt eljárások, kiterjedt technikai háttér áll mögöttük. Helyi hatásuk van, ugyanúgy mint az előzően ismertetett eljárásnak, viszont felettebb költségesek. Természetesen egy fordított ozmózis beruházási és üzemeltetési költségei nagyságrendekkel múlják felül a vízmű jelenlegi lehetőségeit, és alapvetően nem fertőtlenítő technológiák. Előkezelés szükséges és az ion erősséget erősen befolyásolják, így általában visszasózást kell utánuk alkalmazni. Az ozonizálás már egy kémiai megoldás, aminél előnyös, hogy nem képez THM vegyületeket, viszont egyéb oxidálható kémiai összetevőket is eltávolít. Ezzel szemben magas energia felhasználású, növeli a víz másodlagos szennyeződésekre való hajlamát (pl. bromát képződése), és a távol hatása is meglehetősen limitált. A klórdioxid előállítás és adagolása az elmúlt években előre tört, valószínűleg azért, mert relatív kevés THM képződik, erős oxidáló szer, és egyéb, oxidálható kémiai tényezőket is eltávolít. Kiterjedt technikai háttére van, és az ipari, valamint a víztisztítási alkalmazások miatt is meglehetősen elterjedt. Viszont magas beruházási igényű, feleslegben kell adagolni, mivelhogy illékony, és nagyon kell figyelni nehogy túladagoljuk, mert klorát és klorit keletkezhet, ami erősen ellenjavallt és meglehetősen alacsony az ivóvízben engedélyezett határértéke. Az alapanyaga, a nátrium-klorid drága, veszélyes és a bomlása során (gyökösen is bomlik) szabad gyökök keletkezhetnek, amik szintén nem tesznek jót a vízminőségnek. Az egyéb klór alapú vegyszerek, mint például a nátrium-hipoklorit, a és a klórmész is szóba jöhetnek. A klórmész viszonylag gyorsan elvetettük, mert a cél elérésére nem igazából alkalmas, de a nátrium-hipoklorit az egy egyszerű, könnyen kezelhető, biztonságos, jól automatizálható és egyszerű adagolás technikája van. Mindazonáltal magával hozza a klóros szagot és az ízt, nagyobb dózis kell belőle, a víz nátrium tartalma, és a PH értéke is megnőhet. És amit minden takarító hölgy (vagy úr) tud Magyarországon (legalábbis reményeim szerint), hogy sósavval keverve kiváltképp veszélyes.

Amikor végig gondoltuk ezeket a lehetőségeket, akkor összeült a műszaki kupaktanács, hogy meghozzuk a megfelelő döntést. Általában arra a következtetésre jutottunk, hogy a kombinált módszerek a legjobbak, tehát a fizikai és a kémiai módszerek együttes alkalmazása lehet az üdvözítő. Viszont nagyon nehéz ehhez a környezethez, a két nyomászónához, a helyigényhez, a különböző vezetékekhez illeszteni a tervezett technológiát. Az első körben a már máshol is bevált UV és nátrium-hipoklorit adagolás együttes adagolását próbáltuk preferálni, de nagyon nehéz volt a nyomások és a helyigény miatt a fellépő műszaki problémákra egzakt választ találni. A viszonylag nagy hozamok okán nagyon komoly beruházási igénye lett volna ennek a berendezésnek. És mivel ezeket a beruházási és üzemeltetési költségeket együttesen és hosszú távra kell vizsgálni, hogy az alkalmazott eljárás fenntartható és jól üzemeltethető legyen, el kellett vetnünk ezt az ötletet.

Alapvetően fontos, hogy a választott technológia viszonylag könnyen adaptálható legyen. Ha az ember elmegy a boltba akármit vásárolni, az első reakciója minden forgalmazónak és kereskedőnek, hogy természetesen tud megoldást az adott problémára, de mihelyt elsoroljuk

neki a helyi adottságokat, meglepően gyorsan visszavonulót szoktak fűjni. Így meg kellett keresni az a technológiát, és azt a forgalmazót, aki nem tesz ilyet.

Vizsgáljuk meg, hogy az alkalmazott berendezés milyen stációkon keresztül végzi el magát a fertőtlenítés műveletét. Először kell egy betápvíz előkezelés, ami egy szűrésből, egy aktív szén szűrésből, és ami a leglényegesebb, egy vízlágyításból áll. Utána a nyersanyagot, a sót (ami effektíve nátrium klorid) beoldjuk, és utána ezt az oldatot elektródákkal, nátronlúggá és klórgázzá bontjuk, majd közvetlenül utána a közbenső termékek egyesülnek és nátrium-hipoklorit és hidrogén gáz keletkezik. Ezt a nátrium-hipokloritot utána tárolnunk kell és be kell adagolnunk a hálózatunkba. Maga a berendezés egy viszonylag egyszerű, kis helyen elfér, jól követhető részegységeket tartalmazó részegységekből áll. Egészen konkrétan a szállítás során egy vízlágyító egységet, egy só beoldó tartályt, egy falra szerelhető viszonylag kisméretű hipó gyártó egységet és a legnagyobb tartályt, a késztermék tároló és adagoló berendezést kaptuk. Ezek megfelelően kis helyen elférnek, és nem igényeltek különösebb beruházást, jól telepíthetőek.

Magának a helyiségnek az installációját meg kellett változtatni, mert minden hordónak van egy betápjá, van egy túlfolyója. A vizet valamilyen módon kezelni kell, és kellett a falon egy olyan hely ahova fel tudjuk tenni magát a berendezést és a berendezésnek a különböző mérőegységeit. Meg kell, hogy mondjam, ezt viszonylag egyszerűen meg tudtuk oldani a volt klórgáz adagoló helyiségben.

Az alkalmazott berendezés első lépése a vízkezelés. Amikor a nyersvizet kivesszük a hálózatból, természetesen alapvető, hogy megmérjük, majd kap egy szűrést és egy aktív szén szűrést (későbbiekben közöljük, hogy ez miért szükséges), és kap egy vízlágyítást. A vízlágyító berendezés, egy a kereskedelemben is kapható, viszonylag egyszerű vízlágyító gyertya, és ezen keresztül megy a só beoldó tartályba a víz. A só beoldó tartályban ezzel a lágy vízzel beoldásra kerülnek a só tabletták. A sótabletta egy kb. 10-15 g-os vegytiszta só pasztilla, amit a gyártó 25 kg-os zsákokban bocsát a rendelkezésünkre. Amikor a só beoldása megtörtént, akkor jön a tulajdonképpeni gyártási folyamat. A gyártási folyamat mozgató rugója egy perisztaltikus szivattyú, ami az egész folyamaton keresztül áramoltatja a nátrium klorid oldatot. Ez a szivattyú először egy elektródán vezeti keresztül az oldatot, ahol lezajlik a bomlási folyamat és az egyesülési folyamat is. Ezután eltávolítjuk ebből az anyagból a hidrogén gázt. A hidrogén gáz, mit a levegőnél könnyebb anyag, viszonylag egyszerűen kiszellőzik, majd a kész termék gravitációs úton a hordóba jut. Maga az elektrolízis egy látványos folyamat, jól követhető, és a helyszíni tapasztalásán látható. Megmondom őszintén, hogy ez egy burkolattal ellátott berendezés, de mivelhogy semmi nem indokolja, a burkolat állandó fölhelyezését, mi szabadon hagyjuk, hogy az egész folyamatot követni tudjuk, és azért is, hogy az összes létező hibajelenséget a beüzemelés időszaka alatt, már rátekintéssel ki tudjuk szűrni. A késztermék tárolása egy teljesen standard, általánosságban is felhasznált műanyag tartály, és ennek a tetején elhelyezett adagoló szivattyúval történik a hipó beadagolása. Ez a szivattyú a bekapcsolás óta különösebb hibajelenséget nem produkált.

Mik is az üzemeltetési tapasztalataink erről az egész berendezésről? Amikor tavaly nyáron megkaptuk ezt a berendezést, akkor természetesen a berendezés gyártója meggyőzött minket arról, hogy ezt a berendezést ő most beüzemeli és míg a világ a világ, ez hibamentesen fog működni. Legnagyobb sajnálatomra ez nem így történt. Az az igazság, hogy mi ezt nem is nagyon hittük el. Mi az elsődleges hibaforrás? A megfelelő betápvíz hiánya! A vízbázis elhelyezkedésénél fogva egy sajátosság, hogy a fűt kutakból érkező, nyomás alatti nyersvíz az ingatlanra belépve rögtön a tározó medencébe kerül. Ha az ingatlanon keresztül haladó másik irányú nyers vízből szeretnénk kivenni a működtetéshez szükséges vizet, akkor azt megfelelő módon nyomásfokozás után tudnánk csak megtenni, mert az gravitációs úton jut be a medencébe, azaz, nincs megfelelő nyomása. Ráadásul, mivel ez galériás forrásfoglalásból származik, a minősége is felettebb változékony. Ez azt jelenti, hogy magát a betáp vizet a

városi hálózathoz kell kivenni, és akkor már van benne szabad aktív klór. Ez komoly problémákat okozott a beüzemelés folyamán. A betáp víz hőmérséklete sem volt megfelelő. Nyilvánvaló, hogy az elektródánál, a nátrium klorid oldat bontása során hő keletkezik. Ha ez a nyári melegben már eleve átmelegedett, és nyers víz hőfokát is tovább viszi, akkor ez nagyon kedvezőtlenül befolyásolja a bontás folyamatát. Ezt például a beüzemelő német mérnök kolléga úgy oldotta meg, hogy a nyers víz betáp vezetékét több menetben rácsévelte a pincében húzódó nyersvíz bevezető gravitációs öntöttvas csőre, ami hőmérsékleténél fogva lehűtötte a nyersvizet. A hidrogén gáz kivezetés is nehézségeket okozott. Kezdetben a hidrogén gázt a meglévő klór kivezető nyíláson távolítottuk el, aminél sajnos kondenzvíz kicsapódás észleltünk, ez az összegyülekezett kondenzvíz, a hidrogén gáz szabad eltávozását megakadályozta. Ekkor egy másik kivezető helyet találtunk neki, ami egészen jól üzemelt egészen addig, amíg meg nem jötték a téli fagyok. Ugyanis a kondenzvíz akkor a cső falára fagyott vékony rétegekben, egész addig, amíg el nem dugaszolta magát a hidrogén gáz kivezető nyílást és természetesen ezt érzékelte a berendezés, mivel nagyon jól szenzorozott berendezésről van szó. A hidrogén kivezetési problémát észlelte az automatika, és azonnal leállította technológiát. Amint rájöttünk a problémára, csőfűtéssel láttuk a külterületi vezeték darabot, ami megoldást jelentett. Apróbb anyag használati bakik is voltak az installációban is. Példának okáért észrevettük, hogy a német kollégák a késztermék tároló, tehát a hipó tartályra a szivattyút rézcsavarokkal rögzítették. Aki dolgozott már klórral, illetve hipóval, az tudja, hogy a klór és a réz nem jó barátok, mondhatni ellenségek, és ebből az ellenségeskedésből mindig a réz jön ki vesztesen. Magyarul a csavar oldódott és furcsa csapadék csöpögött a vízbe. Egész sokáig tartott, mire rájöttünk, hogy ez a csapadék vajon mitől lehet. A vízlágyító berendezés kezdeti hibái miatt rengeteg másodlagos meghibásodás keletkezett. Mint fentebb említettem, a vízlágyító berendezés egy kereskedelemben kapható teljesen standard vízlágyító berendezés. Viszont kezdetben olyan töltettel szállította a gyártó cég, ami nem volt alkalmas arra, hogy a szabad aktív klór tartalommal rendelkező betápvíz is megfelelő módon lágyítsa. Gyantaelhordás keletkezett benne. Nagyságrendekkel romlott a vízlágyítás határfoka és vízkőlerakódás is keletkezett a berendezésben. Ez a vízkőlerakódás szenzor hibákhoz vezetett, a szenzor hibák pedig leálláshoz. Természetesen a cellahatékonyág gyorsan és látványosan romlott. Eltartott egy darabig, míg rájöttünk, hogy a késztermékben található furcsa csapadék vajon milyen összetételű, és vajon honnan eredhet. Utána ezt a hibát már gyorsan orvosolni tudtuk, kaptunk egy más töltetű berendezést és elhelyeztünk egy aktív szén szűrőt a betáp vezetéknel, ami a szabad aktív klór tartalmat viszonylag jól szinten tudja tartani. Más dolog, hogy a berendezést gyártó cég a (DINOTEC Water Technology) alapvetően uszodatechnikára gyárt szabad aktív klórt előállító berendezést, ami nagyságrendekkel nagyobb szabad aktív klór tartalmat követel. A mi általunk megfogalmazódott 0,1-0,2 g/m<sup>3</sup> szabad aktív klórtartalom őket meglepetés szerűen érte, mindezek ellenére megtudták oldani, viszont az összes műszerüket, a mérési és szabályozási eljáráshoz szükséges berendezésüket újra kellett installálni. A gyártó a nagyobb távolságok miatt meglehetősen nehezen tudta szolgáltatni a termékkövetést, dacára annak, hogy manapság már videókonferenciákat, videókat, fotókat tudunk közölni online, és telefonon keresztül is tudunk kommunikálni. Fölszerelték nekünk egy saját online berendezést, ami a berendezés paramétereit közvetítette és az interneten is elérhetőek voltak. Azért a nagy távolságokból levont következtetések sajnálatos módon nem mindig voltak helyénvalóak. Meg kell, hogy mondjam viszont, hogy mid a forgalmazó cég szakemberei, mind pedig a BAKONYKARSZT Zrt. szakemberei meglepően gyorsan interpretálták ezt a technológiát, átlátták magát a módszert, a berendezés elvi alapjait, a berendezés programozását, és nagy büszkeséggel mind a saját dolgozóink, mind pedig a forgalmazó cégdolgozói gyorsan fölé nőttek a német kollégáknak, akiket a nagy távolság és a helyi sajátosságok ismeretének a hiánya behozhatatlan hátrányba hozott. A legnagyobb derűtséget azért a szoftverünk magyar változata okozta! Természetesen a vezérlésnek német

nyelvű alap szoftvere van és a német feliratok láthatóak mind a mai napig. Már az angol fordítás is elég érdekes, de a magyar fordítás az roppant megmosolyogtató. Véleményünk szerint a fordítás a google fordítóval készült, ami szinte érthetlenné tette a hibaüzeneteket. Sajnálatos módon a szoftver néha visszaállt az alap beállítási értékekre és újra kellett paraméterezni, ami bosszantó és időrabló tevékenység volt. A helyiség elektromos installációját is fel kellett újítani, hogy stabil áramellátást tudjunk biztosítani, mivel a szomszédos helyiségekben nagy teljesítményű szivattyúk és a hozzájuk tartozó frekvenciaváltók üzemelnek, amik azért okozhatnak olyan távolhatásokat, amik károsan hatnak a berendezés vezérlésére. A legegyszerűbb dolgok is bedöglöttek, hiszen Murphy szerint, ami tönkre mehet, az tönkre is megy. Éppen erre való véleményünk szerint a próbaüzem. Példának okáért a tartályok hidraulikai bekötései nem voltak megfelelőek, a lefolyók picit eresztettek, a túlfolyók szigetelése nem volt jó. És amikor az összes szenzor hiba miatt túlfolyt akkor különböző folyadékok jelentek meg a helyiség padlóján. Nagyon érdekes belépni egy olyan helyiségbe, hogy nem tudható, hogy a padlón található tócsa a lágyvíz tartályból folyt-e ki, a nyers víz tömítésből szivárog-e, a késztermékből került a padlatra, vagy a köztes termékből folyt-e ki? Az is eltartott egy darabig mire túltettük magunkat ezen és minden egyes tömítést kicseréltünk, illetve utána húztunk.

A tisztító nyílások nem voltak rendesen leszigetelve, és mind fent már jeleztem, csapadék képződött a késztermék tartályban, amit többször is ki kellett tisztítani emiatt.

Mindezek dacára azért ez a készülék a mai napon is stabilan és jól üzemel. Azért még az informatikai rendszerünkbe való illesztésnél látszik, hogy vannak apróbb hibák, de már jól követhetők, és távolról is konstatalhatók az üzem és annak hibajelenségei. Úgy gondoljuk, hogy a beüzemelési időszakon és a kezdeti gyermekbetegségeken már átvergődtünk. A készülék a kezdeti zökkenők után jól üzemel, stabil, és ami a legfontosabb, egyenletes szabad aktív klór szintet produkál. Az üzemeltetési költségek számításaink szerint még a viszonylag olcsó klórgáz adagolással is összevethetőek, nagyságrendi különbséget nem tartalmaznak. Valamennyivel drágább sajnos ez a technológia, de véleményünk szerint kezelhető az árkülönbözet. A biztonságtechnikai szabályai sokkal egyszerűbbek. Itt még a klasszikus, iparban alkalmazott 90 g/liter-es nátrium-hipoklorit koncentrációnál is lényegesen kisebb, 5-6 g/liter koncentrációjú hipóval dolgozunk. A közeli épületekben lakók sokkal nagyobb biztonságban vannak különös tekintettel az óvodásokra. Maga a készülék minimális felügyeletet igényel. Hetente egyszer megszoktunk jelenni nála a sópasztillákat pótolni, és elvégezni az esetlegesen szükséges karbantartási, takarítási műveleteket. Egyébként az üzem távfelügyelettel is remekül követhető. Az az igazság, hogy véleményünk szerint ez egy ajánlott módszer, amennyiben minden aspektusát a jövőbeni alkalmazó végig gondolja, és technológiailag, technikailag a megfelelő helyre, helyszínre és technológiai sorrendben illeszteni tudja ezt a berendezést.