

A FERTŐTLENÍTÉS „ÚJ” ÚTJAI

SOMODI FERENC FŐMÉRNÖK

A BAKONYKARSZT ZRT. VESZPRÉMI ÜZEMMÉRNÖKSÉGÉNEK VEZETŐJE

Kulcsszavak: ertőtlenítési eljárások, környezet biztonság, THM, fenntartható rekonstrukció, beüzemelés, elektrolízis, só-bontás

1. A FELADAT: A FERTŐTLENÍTÉS FENNTARTHATÓ REKONSTRUKCIÓS MÓDJÁNAK MEGTALÁLÁSA

A BAKONYKARSZT Zrt-nél az elmúlt évek során megfogalmazódott az igény a veszélyes klórgáz adagolás helyett olyan fertőtlenítő rendszerek, vagy olyan módszertan kialakítás bevezetésére, amivel gazdaságosan, jó hatásfokkal és nagy biztonsággal elvégezhetők a kívánt fertőtlenítési munkák. Nagyon fontosnak tűnt az összes lehetőség áttekintése és számbavétele, melynek során az elkövetkező időszakban az egész élettartamára vonatkoztatva a leggazdaságosabb, ugyanakkor a környezet és a fogyasztók számára legbiztonságosabbnak ítélt technológia megtalálása lehetőségessé válik. Mindenneelőtt ahhoz, hogy átlátható legyen a feladat a fertőtlenítés rekonstrukciójára, végig kellett gondolni a komplett veszprémi vízellátó rendszert.



A berendezés üzem közben

A veszprémi vízellátó rendszer alapvetően három vízbázisra támaszkodik, az Aranyosvölgyi, a Sédvölgyi és Gyulafirátót-Kádártai vízbázisokra. A Gyulafirátót-Kádártai vízbázis hagyományosan Veszprém egyik fő vízellátási iránya. Veszprém városának északkeleti részénél elhelyezkedő fúrt kutakból kapott, és ettől valamelyest délre elhelyezkedő galériás forrásfoglalásból kapott nyers vizeket fogja össze és juttatja be Veszprémbe. Méghozzá nem is akárhogy, mert ebből a vízbázisból Veszprém két nyomáscsónáját is lehetséges táplálni. Az egyes számú zónai nyomóvezeték mintegy hat km hosszú és 9-10 bar nyomású. Átlagos napi üzemben 500 és 1000 m³/nap közötti vizet szállít, míg a másik, a kettes zónai vezeték egy picivel hosszabb, 8,5 km hosszú, átlagosan 12-13 bar nyomású és mintegy 3500-4500 m³/nap vizet szolgáltat. Erre, a meglehetősen összetett rendszerre kellett víztisztítási technológiát, fertőtlenítési módszert találni. A hajdanán alkalmazott technológia egy klasszikus megoldás, 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 helyiségbe, 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 fertőtlenítőszeres vizet a hálózatba. Természetesen a helység 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 mondani, hogy 50 évvel ezelőtt, mikor ezt az építményt, mint létesítményt létrehozták, ez még képtelen volt szólni a település legszélén volt. Lehetőség nyílt kiállni az épület tetejére, körbe tekinteni és semerre nem volt látható a környéken egyetlen épület sem. Az eltelt 50 év alatt ez a helyzet alapvetően megváltozott, a város természetes fejlődése folytán ezt az ingatlant körül épülte, minden szomszédos ingatlanon házak vannak, sőt, a vele szemben lévő ingatlanon egy óvodát is kialakítottak.

A hagyományos klórgáz adagolási 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 a csővezetékben is a víz szállítása során fertőtlenítést biztosít. 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, köztudott, hogy trihalometán és halogénezett szerves vegyületek, klóraminok keletkezhetnek, ami a nyers vízben azért annyira nem jellemző szennyeződés, hiszen annak szerves anyag tartalma viszonylag kevés. Viszont a másodlagos vízminőség romlással az 50 éves csővezetékek falán képződő biológiai hártva miatt már számolnunk kell ezzel a hatással. Szabad klór marad a vízben, ami erős csővezetéki korróziós hatást is okozhat, 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, a technológiai váltásának a szükségessége felmerült. (Öllös, 1998)

2. A FELADAT MEGOLDÁSÁRA SZÓBA JÖHETŐ LEHETŐSÉGEK ÁTTEKINTÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Amikor az ember elhatározza, hogy technológiát vált, akkor természetesen az az első, hogy végig gondolja mik a lehetőségei. Itt is át kellett gondolni a különböző fizikai és kémiai módszereket, tehát UV technológiát, különböző szűréseket és a fordított ozmózist, a kémiai módszereket, más klór alapú eljárásokat, ózon alapú fertőtlenítést, vagy például egyéb oxidáló szer használatát. Minden szóba jöhető technológiánál értékelni kellett, hogy mik ezeknek a technológiáknak az előnyei és a hátrányai. Például az UV besugárzás egy egyszerű, könnyen kezelhető vegyszermentes eljárás, ahol semmiféle vegyszermaradék nincsen. Viszont növeli a víz másodlagos szennyeződésre való hajlamát, a 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, mind beruházás oldalról, mind pedig üzemeltetési oldalról is. A szűrés, az ultraszűrés és a fordított ozmózis esetében megállapítható, hogy egyszerű részeségekből álló, könnyen kezelhető, jól



A teljes konfiguráció

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, ugyan úgy, mint az előzően ismertetett fizikai eljárásoknak, 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 előállítása és adagolása az elmúlt években előre tört, valószínűleg azért, mert alkalmazása során relatíve kevés THM képződik, erős oxidáló szer, és egyéb, oxidálható kémiai tényezőket is eltávolít. Kiterjedt technikai háttere 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 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, és a klórmész is szóba jöhetnek. A klórmész alkalmazása viszonylag gyorsan elvetésre került, mert a cél elérésére nem igazából alkalmas, de a nátrium hipoklorit alkalmazása az 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 megnövekedhet. És amit minden takarító hölgy (vagy úr) tud Magyarországon, hogy sósavval keverve kiváltképp veszélyes.

A lehetőségeket végiggondolva, összeült a műszaki konzultációs tanácskozás, a megfelelő döntés meghozása érdekében. Általában az volt a következtetés, hogy a kombinált módszerek a legjobbak, tehát a fizikai és a kémiai módszerek együttes alkalmazása lehet az, amit fenntarthatónak lehet tekinteni. Viszont nagyon nehéz ehhez a környezethez, a két nyomáshoz, a helyigényhez, a különböző vezetékhez illeszteni a tervezett technológiát. Az első körben a már máshol is bevált UV és nátrium hipoklorit együttes adagolásának bevezetése került preferálásra, 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 vetni ezt az ötletet.

Alapvetően fontos, hogy a választott technológia viszonylag könnyen adaptálható legyen. Ha az ember elmegy vásárolni, az első reakciója minden forgalmazónak és kereskedőnek, hogy természetesen tud megoldást az adott problémára, de mielőtt elsoroljuk neki a helyi adottságokat, meglepően gyorsan visszavonulót szöktak fűjni. Így meg kellett keresni azt a technológiát, és azt a forgalmazót, aki nem tesz ilyet.

3. A VÁLASZTOTT ELEKTROMOS-, ELEKTROLÍZIS TECHNOLÓGIÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

Vizsgáljuk meg, hogy az alkalmazott berendezés milyen stációkon keresztül végzi el magát a fertőtlenítés műveletét. Először kell egy betáplált víz előkezelés, ami szűrésből, pontosabban aktívszén szűrésből, és ami a leglényegesebb, vízlágyításból áll. Utána a nyersanyagot, a sót (ami valójában konyhasó, nátrium klorid) beoldjuk, és ez után

következik, az az oldat elektródákkal, nátronlúggá és klórgázzá bontása, majd közvetlenül utána a közbenső termékek egyesülnek és nátrium hipoklorit valamint hidrogén gáz keletkezik. Ezt a keletkező nátrium hipokloritot tárolni kell és be kell adagolni a hálózatba. Maga a berendezés viszonylag egyszerű, kis helyen elfér, jól követhető összetevőket tartalmazó részekeségekből áll. Egészen konkrétan a szállítás során vízlágyító egység jön létre, mely:

- egy só beoldó tartályból,
- egy falra szerelhető viszonylag kisméretű hypó gyártó egységből, és
- a legnagyobb tartályból, a késztermék tároló és adagoló berendezésből van összeállítva.

Ezek a részekeségek megfelelően kis helyen elférnek, és nem is igényeltek az adott létesítés folyamatban különösebb beruházást, mivel jól telepíthetőek.

Magának a helyiségnek az installációját meg kellett változtatni, mert minden tartálynak van egy betápjá, és egy túlfolyója. A vizet valamilyen módon kezelni kell, és kell a falon egy olyan hely ahova feltehető maga a berendezés, valamint a berendezésnek a különböző mérőegységei. Meg kell mondani, hogy, ez viszonylag egyszerűen megoldható volt a korábbi klórgáz adagoló helyiségben.



A hypó gyártó berendezés üzeme

4. AZ ALKALMAZOTT BERENDEZÉssel VÉ- GEZHEŐ FERTŐTLENÍTÉSI TECHNOLOGIA RŐVID LEÍRÁSA

Az alkalmazott berendezés első lépése a víz-kezelés. A nyersvíz hálózati betáplálása és kivétele során, természetesen alapvető a jellemzőinek a megmérése, majd következik a szűrés és ezután aktív szénszűrés (későbbiekben olvasható lesz, hogy ez miért szükséges), és végül vízlágyítás. A vízlágyító berendezés, a kereskedelembe is kapható, viszonylag egyszerű vízlágyító gyertya, és ezen keresztül jut a só beoldó tartályba a víz. A só beoldó tartályban ezzel a lágy vízzel beoldásra kerülnek a só tabletták. A só tabletta egy kb. 10-15 g-os vegytiszta só pasztilla, amit a gyártó 25 kg-os zsákokban bocsát a rendelkezésre. 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-, és az egyesülési folyamat is. Ezután eltávolítjuk ebből az anyagból a hidrogén gázt. A hidrogén gáz, mint a levegőnél könnyebb anyag, viszonylag egyszerűen kiszellőzik, majd a késztermék gravitációs úton a tartályba jut. Maga az elektrolízis egy látványos folyamat, jól követhető, és a helyszíni tasztatúrán látható. Egyszerűen leírva, ez egy burkolattal ellátott berendezés, de mivelhogy semmi nem indokolja, a burkolat állandó felhelyezését, szabadon van hagyva, így az egész folyamatot követhető, és azért is, hogy az összes létező hibajelenség

a beüzemelés időszaka alatt, már rátekintéssel kiszűrhető legyen. A késztermék tárolása egy teljesen standard, általánosan bárhol felhasznált műanyag tartály, és ennek a tetején elhelyezett adagoló szivattyúval történik a hypó beadagolása. Ez a szivattyú a bekapcsolása óta különösebb hibajelenséget nem okozott.

5. A MEGVALÓSÍTÁS FOLYAMATÁNAK NE- HÉZSÉGEI

Mik is az üzemeltetési tapasztalatok erről az egész berendezésről? Amikor tavaly nyáron a berendezés elhelyezésre került, akkor természetesen a gyártó állította, hogy ezt a berendezést ő most beüzemeli, és míg a világ a világ, ez hibamentesen fog működni. Sajnos ez nem így történt. Az az igazság, hogy ez nem is nagyon volt elhihető.

Mi az elsődleges hibaforrás? A megfelelő betápvíz hiánya! A vízbázis elhelyezkedésénél fogva egy sajátosság, hogy a fűtő kutakból, nyomás alatt érkező nyersvíz az ingatlanra belépve rögtön a tároló medencébe kerül. Ha az ingatlanon keresztül haladó másik irányú bevezetés nyers vízből kerülne kivételre a működtetéshez szükséges betáplált víz, akkor azt megfelelő módon nyomásfokozás után volna csak lehetséges megtenni, mert az gravitációs úton jut be a medencébe, azaz, nincs megfelelő túlnyomása. Ráadásul, mivel ez galériás forrásfoglalásból származik,



A sóoldatbontó elektróda üzeme

a minősége is rendkívül változékony. Ez azt jelenti, hogy magát a betáp vizet a városi hálózatból 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 nyersvíz betáp vezetéket 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 gáz a meglévő klór kivezető nyíláson került eltávolításra, aminél sajnos kondenzvíz kicsapódás volt észlelhető, ez az összegyülekezett kondenzvíz, a hidrogén gáz szabad eltávozását megakadályozta. Ekkor egy másik kivezető helyet

kellett számára találni. Ez egészen jól üzemelt egészen addig, amíg meg nem jöttek 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 fény derült a problémára, a külterületi vezeték darab csőfűtésének megoldása megoldást jelentett. Apróbb anyaghasználati „bakikra” is sor került az installációban. Példának okáért fény derült arra, hogy a német kollégák a késztermék tároló, tehát a hypó tartályra a szivattyút rézcsavarokkal rögzítették. Aki dolgozott már klórral, illetve hypóval, 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, míg fény derült arra, hogy ez a csapadék vajon mitől lehet. A vízlágyító berendezés kezdeti hibái miatt rengeteg másodlagos meghibásodás keletkezett. Mint fentebb már ismertetésre került, hogy a vízlágyító berendezés egy kereskedelemben kapható teljesen standard termék. 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 hatásfoka és vízkőlerakódás is keletkezett a berendezésben. Ez a vízkőlerakódás szenzor hibákhoz

vezetett, a szenzor hibák pedig leálláshoz. Természetesen a cellahatékonyság gyorsan és látványosan romlott. Eltartott egy darabig, míg megállapíthatóvá vált, hogy a késztermékben található furcsa csapadék vajon milyen összetételű, és vajon honnan eredhet. Utána ezt a hibát már gyorsan orvosolni lehetett, egy új, más töltetű berendezéssel és elhelyezésre került egy aktívszén szűrő a betápvezetéknél, 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 beruházó által megfogalmazódott $0,1-0,2 \text{ g/m}^3$ szabad aktív klórtartalom a gyártót meglepetés szerűen érte, mindezek ellenére meg tudták oldani, viszont az összes műszerüket, a mérési és beszabályozási eljáráshoz szükséges berendezésüket újonnan kellett installálni. A gyártó a nagyobb távolságok miatt meglehetősen nehezen tudta szolgáltatni a termékkövetést, dacára annak, hogy manapság már videó-konferenciákat, videókat, fotókat küldve online, és telefonon keresztül is lehetőség nyílt a kommunikálásra. Felszereltek tehát 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 helyén valóak. Meg kell mondani viszont, hogy mind a forgalmazó cég szakemberei, mind pedig a BAKONY-KARSZT Zrt. szakemberei meglepően gyorsan interpretálták ezt a technológiát, átlátták

magát a módszert, a berendezés elvi alapjait, a berendezés programozását. Ezért nagy büszkeséggel jelenthető ki, hogy a mind a vízműves dolgozók, mind pedig a forgalmazó cég alkalmazottai gyorsan fejlődve, megelőzték a német kollégákat, akiket a nagy távolság és a helyi sajátosságok ismeretének a hiánya behozhatatlan hátrányba hozott. A legnagyobb derűtséget azért a szoftver magyar változata okozta! Természetesen a vezérlésnek német nyelvű alapszoftvere 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 a stabil áramellátás biztosítható legyen, mivel a szomszédos helyiségekben nagy teljesítményű szivattyúk és a hozzájuk tartozó frekvenciaváltók üzemelnek, amik károsan hatnak a berendezés vezérlésére távolhatásuk következtében. A legegyszerűbb dolgok is okoztak üzemelési gondokat, hiszen Murphy szerint, ami tönkre mehet, az tönkre is megy. Éppen erre való a próbaüzem. Példának okáért a tartályok hidraulikai bekötései nem voltak megfelelőek, a lefolyók kismértékben eresztettek, a túlfolyók szigetelése nem volt jó. És amikor az összes túlfolyó szenzor hiba miatt túlfolyt akkor különböző folyadékok jelentek meg a helyiség padlóján. Nagyon érdekes belépni egy olyan helyiségbe, ahol nem tudható,



NaCl tablettá

hogy a padlón található nedves folt a lágyvíz tartályból folyt-e ki, a nyers víz tömítésből szivárog-e, vagy a késztermékből került a padlatra, avagy netán a köztes termékből folyt-e ki? Az is eltartott egy darabig, amíg ezeknek és minden egyes tömítésnek a cseréje, illetve után húzása megtörtént.

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

6. TAPASZTALATOK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE A RENDSZER MŰKÖDÉSÉRŐL

Mindezek ellenére ez a készülék a mai napon is stabilan és jól üzemel. Azért még az informatikai rendszerbe való illesztésnél látszik, hogy vannak apróbb hibák, de már jól követhetők, és távolról is konstatálhatók az üzem folyamatai és annak hibajelenségei. Kimondható, hogy a beüzemelési időszak és a kezdeti gyermekbetegségek már lezárultak. A készülék a kezdeti zökkenők után jól üzemel, stabil, és ami a legfontosabb, egyenletes szabad

aktív klór szintet tart. Az üzemeltetési költségek számításaink szerint még a viszonylag olcsó klórgáz adagolással is összevethetőek, nagyságrendi különbséget nem tartalmaznak. A korábban alkalmazottnál valamennyivel drágább sajnos ez a technológia, de véleményünk szerint kezelhető az árkülönbözet. A biztonságtechnikai szabályok sokkal egyszerűbbek. Itt még a klasszikus, iparban alkalmazott 90 g/liter-es nátrium-hipoklorit koncentrációnál is lényegesen kisebb, 5-6 g/liter koncentrációjú hypóval dolgozunk. A közeli épületekben lakók sokkal nagyobb biztonságban vannak különös tekintettel az óvodásokra. Maga a készülék minimális felügyeletet igényel. Hetente egyszer kell megjeleníteni a só-pasztillák pótlására, és elvégezni az esetlegesen szükséges karbantartási, takarítási műveleteket. Egyébként az üzem távfelügyelettel is remekül követhető. Az az igazság, hogy ez egy ajánlott módszer, amennyiben minden aspektusát a jövőbeni alkalmazó végig gondolja, és technológiailag, technikailag a megfelelő helyre, helyszínre és technológiai sorrendbe illeszteni tudja ezt a berendezést.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

Öllös, G.(1998): VÍZTISZTÍTÁS-ÜZEMELTETÉS, OVf. Egri Nyomda