

Giczi István

istvangiczi@gmail.com

VÍZELLÁTÁS KATASZTRÓFA HELYZETBEN

Absztrakt

Az ivóvíz ellátás rendkívüli helyzetekben különleges feladatot jelent. Rendkívüli helyzetek lehetnek a természeti- és emberi katasztrófák által előidézett állapotok, amikor a vízi-közművek nem tudják a lakosságot a hálózatukon keresztül egészséges ivóvízzel ellátni. Napjainkban, amikor a bioterrorizmus és a nukleáris technológia valóságos veszélyforrássá vált, a vízbe kerülő szennyező anyagok eltávolítása és az ivóvíz minőségének megőrzése hatalmas feladatot jelent a szolgáltató számára. A globális felmelegedés és a klimatikus viszonyok erőteljes megváltozása gyakori árvízzel, belvízzel fenyegeti a vízbázisokat és magukat a vízi-közmű létesítményeket is. Ezekben a helyzetekben is biztosítani kell a szolgáltatónak a lakosság ellátását ivóvízzel.

The supply of drinking water in emergency situations, is a special task. Emergency situations may be of natural disasters and human-induced conditions, where the water utilities are not able to provide healthy drinking water to the public using their pipelines. Today when the bioterrorism and nuclear technology has become a real threat, removal of pollutants into the water and preserve of the drinking water quality are huge tasks for the waterworks. Global warming and the strong change of climatic threat water basis and themselves of water-utility facilities with frequently flood and inland inundation. In these situations, the provider should also ensure the public drinking water supplies.

Kulcsszavak: vízművek, közművek, fenyegetettség, vízbázis, vészhelyzet, szennyezés, szűrés ~ waterworks, public utilities, threat, water basis, emergency, contamination, filtration

Bevezetés

A modern városi és vidéki ivóvíz-ellátó rendszerek az ivóvizet hagyományosan nagy kiterjedésű csőhálózaton keresztül juttatják el a fogyasztókhoz. Szinte mindenhol a világon ezen a módon szolgáltatják a vizet a vízmű vállalatok. A központosított működésű vízhálózatok előnye normál körülmények között nyilvánvaló. A víztermelés, a kezelés, vízminőség ellenőrzés és elosztás a fogyasztókhoz – a vízi-közművek és a hatóságok feladata. Azonban a vízellátás központosított létesítményei (Alexander, 1993) is ki vannak téve a természeti katasztrófák és emberi katasztrófák – mint a terrorizmus és háborúk – romboló hatásainak. A San Franciscot 1906-ban a Richter skála szerinti 8,3-es erősségű földrengés hatalmas pusztítást vitt végbe nem csak az épületekben, hanem a város ivóvízhálózatában is. (Harris, 1997; Putnam, 2000; Bruins, 2000).

A vízvezeték hálózat nagyon sok helyen megrongálódott. A földrengés következtében fellépő tüzek oltását nagyban gátolta, hogy a tűzoltók nem tudtak megfelelő mennyiségű oltóvízhez jutni a vezetékek sérülése miatt. Az iszonyú tűzvészben a város nagy része megsemmisült. (Dror, 1986; Rosenthal és Kouzmin, 1993).

Az előre nem látható veszélyek bekövetkezése esetére tervezett intézkedések létfontosságúak a városi közösségek számára. A váratlanul bekövetkező földrengés következménye tűzvész és számos más havaria helyzet alakulhat ki. (Rosenthal és mások., 1989).

A koordinált, több helyszínen elkövetett terrortámadások . mint a New Yorki Ikertornyok és Washington DC-ben a Pentagon ellen elkövetett terrortámadások hasonló következményekkel jártak.

A terroristák által megtervezett katasztrófa és az 1941. december 7-én Pearl Harbor ellen intézett japán támadás váratlansága között párhuzam húzható. Mindkettő kiszámíthatatlanságával és következményeivel sötét árnyként borul a jövőre. A nukleáris és biológiai terror veszélye aktualitássá vált napjainkban. (Foxell, 1997)

A nemzetközi politikai környezet egyre távolabb kerül a stabilitástól és egyre nő az atomfegyvert birtokló országok és szervezetek száma. Pakisztán, mint az első iszlám ország 1998-ban atomhatalommá vált és az atomfegyverrel rendelkező India szomszédjaként feszültség-gócot jelent Ázsiának ezen a részén. 2003 áprilisában Észak-Korea jelentette be, (Niksch, 2003). hogy az ország nukleáris fegyverekkel rendelkezik. A legutóbbi hónapok híreiben pedig Iránról olvasható, hogy tömegpusztító atomfegyver kifejlesztésén dolgozik.

A jövőbeli terrorista akciók, nukleáris balesetek és háborús szituációk kiszámíthatatlan hatású szennyezést okozhatnak az emberi környezetben – beleértve az ivóvízforrásokat is. A tiszta csapvíz az emberi élet alapfeltétele – mind normál mind pedig katasztrófa helyzetben. A vízellátó rendszereket valamennyi állam a kritikus infrastruktúrák közé sorolja. Ezek a rendszerek rendkívüli mértékben sebezhetőek a szabotázs cselekményekkel, bombatámadásokkal. (Clark és Deininger, 2000; Bruins, 2000)

Ezért létfontosságú azoknak a terveknek és proaktív feladatoknak az elkészítése, leírása – amelyek a természeti és emberi katasztrófák következményeként bekövetkező helyzetekben biztosítani tudják az ivóvízellátás folytonosságát. Ebben a cikkben a rendkívüli helyzetekben történő ivóvízellátást biztosító intézkedéseket próbálok bemutatni a szakmai források és tapasztalataim segítségével. A megközelítés a számos jövőbeli szcenárió miatt általános jellegű, de megemlítem a víztermelés monitoring rendszerei és az alkalmazható víztisztító rendszerek/módszerek szerepének jelentőségét, a proaktív tervezés szükségességét mind az állami szervezetek, vízi közművek és az állampolgárok szemszögéből.

Az atom-korszak születése és a II. világháború – Hiroshima és Nagaszaki

Henri Becquerel 1896-os felfedezése, amelyben bebizonyította, hogy a uránium ércből kilépő sugárzás áthatol az anyagon – hatalmas történelmi jelentőségű volt, amellyel az emberiség az atom-korszakba lépett. Ezt a speciális tulajdonságot nevezte aztán Marie Curie radioaktivitásnak. Ő és lánya, Irene az évek során a testüket ért akkumulálódott radioaktív sugárzásba belehaltak. (Schubert és Lapp, 1957).

James Chadwick 1932-ben felfedezte a neutront és ezzel az atom hatalmas energia-viszonyait keresők kezébe adta a tudás kulcsát. Két német fizikus Otto Hahn és Friedrich Strassmann, 1938-ban felfedezték, hogy a neutron segítségével uránium maghasadást lehet előidézni, amelynek során energia szabadul fel. Nagy nyugtalanságot okozott, hogy a náci Németország elsőként fejlesztheti ki az atombombát. Az Egyesült Államok és Nagy Britannia közösen indították el 1942 augusztusában a Manhattan tervet. Először önfenntartó láncreakciót tudtak generálni uránium és grafit segítségével. (Barnaby, 1971).

Az atomenergia felhasználásának lehetősége új távlatokat nyitott a hadviselés és fegyvergyártás történetében. A világon elsőként hajtottak végre kísérleti atomrobbantást 1945. július 16-án az új-mexikói Alamogordo sivatagban. Három héttel később az új fegyvert bevetették Japán ellen. 1945. augusztus 6-án, kora reggel Hirosima lakóinak valószínűleg fogalma sem lehetett arról, hogy városuk ellen egy teljesen új, félelmetesen nagy energiájú fegyvert vetettek be. Hatalmas – a nap fényénél 600-szor erősebb - fényvillanást észleltek és Hirosima központjában a 15000 tonna TNT-nek megfelelő erejű atombomba robbant 580 m magasságban. A radioaktivitás erőssége 100000 rad volt. A robbanás okozta lökéshullám következtében a „ground zéró”-tól számított 2 km sugarú körben minden épület a földdel lette egyenlő, a rendkívül magas hőmérséklet miatt minden elpusztult. A város leégett és lakosságának 40%-a elpusztult. (Barnaby és Rotblat, 1982; Pittock és mások., 1986).

Három nappal Hirosima uránium bombával történt elpusztítása után augusztus 9-én Nagaszaki plutónium bomba támadásnak esett áldozatul. Mindkét város teljes kezdetleges infrastruktúrája megsemmisült.

Three Mile Island és a Csernobili atomerőmű esete

A radioaktív szennyezés lehetősége nem csak háborús körülmények között fordulhat elő.

A nukleáris erőműveken bekövetkező baleseteknek is hasonló hatása lehet a környezetre beleértve az ivóvíz bázisokat is. 1979. március 28-án meghibásodás történt a Pennsylvaniai Susquehanna folyó menti Three Mile Island atomerőmű vízhűtésű reaktorában. Végzetes balszerencse miatt a reaktor hűtővizének mennyisége annyira lecsökkent, hogy a reaktor olvadásig hevült. Szerencsére radioaktív szennyeződés nem került a környezetbe és az atomerőmű közelében lakók között sem történt sérülés. (Rees, 1994; Hopkins, 2001).

Azonban a reaktor tönkrement és környezetének megtisztítása 10 évet vett igénybe, a költségek pedig elérték az 1 Mrd USD-t.

A legrosszabb következményekkel az egykori Szovjetunió területén lévő Csernobili atomerőmű végzetes meghibásodása járt. 1986. április 26-án a reaktor teljesítményének növekedése robbanáshoz vezetett. A reaktor teljesítményét szabályozó grafit rudak elégték és 10 napon keresztül radioaktív részecskék kerültek az atmoszférába. (Rich, 1991)

Az időben történő és hiteles információ közlése a Csernobil közelében és a szomszédos területek és országokban lakók számára elmaradt. Az eztán történtek is rámutattak a krízis kommunikáció fontosságára. A kommunista rendszer megpróbálta titokban tartani a balesetet és a szerencsétlenség bekövetkezéséről is csak az április 28-i esti adásában számolt be a szovjet televízió. A szerencsétlenség helyszínétől csak 3 km-re lévő Pripjaty város lakóinak kitelepítését 60 órával a robbanás után kezdték meg a hatóságok. További egy hetet vett igénybe a Csernobiltól 30 km sugarú körön belül lakók evakuálása. Skandináviában és a brit

szigeteken radioaktív szennyeződések tartalmazott az eső, a szovjet kormány a nemzetközi kommunikációban is súlyos hibákat vétett. A radioaktív szennyeződésnek hatása volt a legeltetett állatok tartására is. A birkák szabad legeltetését korlátozni kellett, a szabadon tartott tehének tejében a radioaktív jód koncentrációja jelentősen megnövekedett. A Pripjaty folyó a terület legjelentősebb vízgyűjtőjeként a Dnyeperbe ömlik. Ez a vízbázis 35 millió ember – beleértve a főváros, Kiev lakosait is- vízellátását biztosítja. A csernobili baleset követő néhány évben másodlagos radioaktív szennyeződés is problémákat okozott. A kiáradt folyók, amelyek elárasztották a vízgyűjtő területeket. A Bragyinka és a Szenna folyók vizében mért stroncium és cézium izotópok koncentrációja jelentősen növekedett. Világszerte több száz atomerőmű üzemel közel negyven ország területén és ezek állítják elő a világ elektromos energia szükségletének 16%-át. Az Európai Unió területén ez a részesedés 35 %. Franciaországban az elektromos energia közel 77%-át állítják elő atomerőművek, az Egyesült Államokban pedig 110 reaktor üzemel 32 tagállamban. Hat tagállamban pedig az energia szükséglet több mint 50 %-át állítják elő az atomerőművek.

Jelenlegi tendenciák és a jövőbeli kockázatok

A Szovjetunió felbomlása, a kommunista rendszerek és a Varsói Szerződés megszűnése jelentősen enyhítette a hidegháború nukleáris kockázatait. Azonban az India és Pakisztán által folytatott nukleáris kísérletek és az a tény hogy egy iszlám állam elsőként atomfegyverrel rendelkezik – újabb kockázatot jelent a világ számára. 1999-ben a NATO akcióba lépett a Milosevic vezette Jugoszlávia (Szerbia) ellen. Paradox módon ez a háború nukleáris fenyegetést is jelentett. A NATO támadást követően Jelcin orosz elnök drámai hangú figyelmeztetést fogalmazott meg a NATO egyoldalú lépésére válaszul. Az orosz nukleáris töltetű rakétákat a NATO akcióban részt vevő tagállamok városaira irányították. Szerencsére a figyelmeztetést nem vette komolyan a nyugat. Bárhogy is de bebizonyosodott, hogy a régi reflexek működnek Oroszországban és Kínában is, és a régi logika szerint készek lennének a NATO egyoldalú lépésére nukleáris fegyverekkel válaszolni. Mindkét hatalom a nukleáris fegyverek tekintetében szuperhatalomnak számít. A gazdasági nehézségekkel küzdő Oroszország a USA-val szemben folytatott hagyományos fegyverkezési versenyben fokozatosan lemarad, ezért a nemzetközi konfliktusok kezelése során hamarabb fenyegetőzik a nukleáris rakéták „indítógombjának megnyomásával” (BBC, 2000; Bruins, 2000)

Irán folytatja az orosz segítséggel indított nukleáris programját. Ebben hatékony segítséget kapott Pakisztántól és Kínától is. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség erős nyomást fejtett ki Iránra, hogy engedélyezze ellenőreinek a nukleáris létesítmények látogatását. Az Iránban folyó nukleáris fejlesztések és Oroszország szerepe előkelő helyen szerepelt 2003-ban a Camp David-ben folytatott Putyin orosz és Bush amerikai elnök közötti megbeszélésen. A szeptember 11-i terrortámadást követően az USA lehetséges scenárióként vetítette előre a terrorista csoportok nem-hagyományos fegyverekhez jutásának veszélyét.

Észak Korea az USA által gyakorolt politikai nyomásra adott válaszként újraindította a Yongbyon-ban felépített nukleáris létesítményeit és érvénytelennek nyilvánította az atomsorompó egyezményt magára nézve. Észak Korea által fejlesztett nukleáris rakétákkal és fegyverekkel kereskedni is próbál. Ezek a folyamatok növelik az atomfegyverek használatának a kockázatát, hiszen olyan államok, hatalmi csoportok is hozzáférnek ezekhez az eszközökhöz, amelyek nem riadnak vissza használatuktól egy konfliktus, területi vita vagy terrorcselekmény elkövetésekor.

Ivóvíz bázisok lehetséges elszennyeződése nukleáris esemény miatt

A csernobili események és az atmoszférában végzett kísérleti atomrobbantások utáni mérések igazolták, hogy a csapadéokban – a vízkörfolyamat révén – nagy mennyiségű radioaktív szennyeződés mutatható ki. A radioaktív por és a levegőben lévő folyadékrészecskék szuszpenziót alkotva a légkörben maradnak – koncentrációtól, tömegtől, levegőáramlástól és gravitációtól függően. A nukleáris robbanást követően ez a közeg 24 órán belül kialakul és a későbbiek folyamán bárhol a világon megjelenhet a csapadékkal. A lezuhanó esőcseppek könnyedén magukkal ragadják a radioaktív szennyeződésű részecskéket és az eső szinte „kimossa” az atmoszférából a szennyeződést a földre. Ezért a csapadékosabb területek fokozottabb veszélynek vannak kitéve radioaktív szennyeződés lerakódása tekintetében.

A Csernobili katasztrófát követően a „kedvező” meteorológiai feltételek miatt radioaktív szennyeződés növekedését észlelték Skóciában, Anglia északi részén, Észak-Írországban és Wales-ben.

A föld feletti vizek és a talajvizek radioaktív szennyeződése közötti alapvető különbség a következőkben rejlik:

Egy feltételezett nukleáris csapás hatása (Ambio, 1982) az ivóvízbázisokra úgy alakul, hogy a legnagyobb koncentrációban a csapadéokban jelenik meg a radioaktív szennyezés, ezt követik a folyók vizei, majd a tavak és a talajvizek. Ez avval magyarázható, hogy a csapadék földet érve a folyóvizeket és az állóvizeket éri el leghamarabb. A föld különféle típusú felső rétegei elnyelik és megkötik a legveszélyesebb hasadó anyagokat. Az 1963-ban végzett kísérleti atomrobbantások következtében Közép Európában az esővíz radioaktivitása elérte az 500 pCi/l* visszamaradó béta aktivitást, míg a folyóvizek radioaktivitása ugyanebben a régióban 30 pCi/l körül volt mérhető. Természetesen a szennyeződés mértékét befolyásolják a klimatikus viszonyok, a geológiai tulajdonságok, a talaj megkötő képessége. A felszíni vizek jelentősebb mértékben tartalmazhatnak radioaktív szennyeződést karszt-talajban, állandóan fagyott talajban, sivatagban, vagy lápos, mocsaras vidékeken.

Veszélyhelyzeti vízellátás tervezése kritikus időszakokban

Az 1906-os San Fransiscoi természeti csapásból sokat tanult az ivóvíz-hálózat üzemeltetésével kapcsolatban a vízi-közmű szakma. Kalifornia államban számos módon előzik meg a katasztrófák által lehetséges károk bekövetkezését a vízellátó rendszerekben. A folyamatos ivó vízellátási tervek kulcs-szavai a redundancia, tartalék-rendszer és helyettesítő struktúrák. (Putnam, 2000; Bruins, 2000).

Flexibilis poliuretán alapú csővezetékeket alkalmaznak, amelyek könnyedén cserélhetők sérülés esetén és gyorsan helyreállítható a csőhálózat üzeme.

Az egész államra érvényes vészhelyzeti (havaria) terveket (Standardized Emergency Management System= SEMS) dolgoztak ki, így közös mindenki által ismert és elfogadott tervek alapján végezhető a mentés, helyreállítás.

Az 1989-es Loma Prietai földrengés és az 1994-es Northridge-i földrengés következményei minimalizálhatóak voltak ezeknek a standardoknak az alapján.

A legnagyobb problémát természetesen a bizonytalan jövő jelenti... (Faludi, 1987, p. 315).

A bizonytalan jövő jelentette katasztrófa helyzetek széles skáláját tekintve mégis két alapvető scenáriót lehet elkülöníteni. Az egyik az ivóvízbázisok nem-hagyományos elszennyeződése – nukleáris baleset, terroristatámadás, háború révén – amikor a csőhálózati rendszerek, a vízi közművek létesítményei nem sérülnek fizikailag és hagyományos értelemben működőképesek maradnak.

A másik eset, amikor az ivóvíz ellátó rendszer létesítményei is sérülnek, az ivóvízbázisok is szennyeződnek és nagy tömegeket, menekülteket, kitelepítetteket kell azonnal szükség vízellátásban részesíteni az élelmiszer és óvóhely biztosítása mellett.

Az első forgatókönyv kevésbé tűnik bonyolult esetnek, de kritikus fontosságú elemekről kell gondoskodni és vészhelyzeti mechanizmusokat kell életbe léptetni – még a vészhelyzet bekövetkezése előtt. A real-time monitoring rendszerek alkalmasak a kijelölt biológiai és kémiai szennyeződések, elemek észlelésére – és természetesen érzékelik a radioaktív anyagok jelenlétét is. A monitoring rendszerek a „vézscsengő” szerepét töltik be – segítségükkel megelőzhető hogy az emberekhez szennyezett víz jusson el és jelzik az alternatív vízforrások igénybevételének szükségességét.

Clark és Deininger (2000) jelezték a bio-terrorizmus potenciális veszélyét az ivóvíz rendszerekben. Leszögezték, hogy a városi ivóvíz-hálózatban a 0,5 mg/liter szabad klór koncentráció számos mérgező anyag és biológiai tényező elleni védekezésben alapvető fontosságú. A klór koncentrációjának váratlan csökkenése is riasztást kell kiváltson, jelezve a bio-kémiai támadást.

1986. július 10-én a Fehér Ház elnöki hivatalában megszüntették a vezetékes vízellátást miután a monitoring rendszer a klór koncentráció csökkenését jelezte. Reagan elnök ekkor kapta meg reggeli kávéját – palackozott vízből főzve. A Nyugati szárnyban nem zárták el a vizet, de a személyzet figyelmét felhívták, hogy ne fogyasszanak vezetékes vizet. (Clark and Deininger, 2000:77; New York Times, 1986)

A klór koncentráció folyamatos figyelése az ivóvíz ellátó rendszerekben rendkívül fontos, és olcsón, könnyen megoldható. Azonban a klór szint csökkenése nem ad információt arra vonatkozóan, hogy mi miatt következett be a csökkenés. A veszélyes mérgező anyagok közvetlen és gyors detektálása is létfontosságú a vészhelyzeti tervezésben. Napjaink tudományos csúcsteljesítménye a biokémiai veszélyforrások azonosítása. Ez az eljárás Robert Marks biológus (Ben Gurion University of Negev) nevéhez fűződik. Olyan bioszenzorokat (Marks és mások., 1997; Polyak és mások.,2000) fejlesztett ki, amelyek egy cipős doboz méretű készülékbe építve, és az eszközt a vízellátó rendszer bármely pontjára telepítve vagy mobil készülékként képes a mérgező anyagok kimutatására. Genetikai kutatásokkal sikerült olyan baktériumot kitenyészteni, amely mérgező anyaggal érintkezve fényt bocsájt ki magából. Ezt a genetikailag módosított baktériumot egy algából készült optikai szál végére illesztette. A szabadalmaztatott eljárással készült optikai szál vízbe helyezhető. Ha a víz olyan szennyeződést tartalmaz, amely veszélyezteti a baktérium genetikai állományát a baktérium fényt bocsájt ki. Az optikai szál a fényt egy érzékeny fényelemhez továbbítja, amely felerősíti és elemzi a fényjelet. (Schechter,2001; Siegel, 2003)

A vízminőség monitorozása, a biztonságos vízbázisok meghatározása minden államban, országban kritikus fontosságú és törvényben védett besorolású. A talajvizek a felszíni vizekhez képest általában jobban védettek terrorista behatásoktól és szennyeződésektől, ezért ezek a vízforrások jelentőséggel bírnak az ivóvízellátás folyamatossága szempontjából a vészhelyzeti tervekben. (Davies and DeWiest, 1970)

Hidrogeológiai tanulmányok alapján lehet azokat a talajvíz forrásokat behatárolni, amelyek a lehetséges szennyezések tekintetében biztonságosan védettek.

A második számú forgatókönyv, amely a vízi-közmű létesítmények megrongálódásának, a vízbázisok elszennyeződésének és tömegek vízzel való ellátásának esetére készült kell, hogy tartalmazza azokat a módszereket, amellyel biztosítható az emberek ellátása. Ebben kell választ találni arra a kérdésre, hogyan biztosítható elegendő ivóvíz havaria helyzetekben?

Lesz-e elegendő elektromos energia vagy üzemanyag a berendezések, vízszivattyúk működtetésére? Számos segélyszervezet és állami intézmény bevonása biztosítja a menekültek vagy víz nélkül maradt emberek tömegeinek ellátását. Az ivóvíz és az egészségügyi ellátás biztosítása nem új keletű feladat. (Chalinder, 1994)

Mégis az új idők új katasztrófái merőben más megközelítést igényelnek minden résztvevőtől. Az esővíz felhasználásával végzett ivóvízellátás, a ciszternákban, víztartályokban való összegyűjtés problémás lehet a radioaktív, biológiai, kémiai szennyeződések miatt. A folyó vizek felhasználása sem lehetséges a veszélyes anyagok miatt. A víztárolók kapacitása pedig elhanyagolható az ellátás szempontjából. Amennyiben a radioaktív részecskék lesüllyednek a vízfelszín alá, a víz minősége nem túl rossz, de a tisztítási módszerek használatát mindenképp előtérbe kell helyezni. A mesterséges gátak közé szorított víz, a víztározók könnyen támadhatóak, a felszínen összegyűjtött vizek hamar eltűnhetnek. A karsztos talaj feletti, a fagyott talaj feletti, a sivatagi és mocsaras területek feletti vizek megbízhatatlan minőségűek, ahogy fentebb említettem. A szennyezett felszíni vagy talaj-vizek kezelhetők vészhelyzeti körülmények között? A korábban említett új típusú érzékelő rendszerek használata segítséget jelenthet mobil vízkezelő rendszerek építésében. A szennyezett vizet egy reaktorba szivattyúzzuk, ahol UV sugárzás éri. 10 órányi expozíció után kevesebb, mint egy százalék biológiai fertőzés marad a vízben. A mobil víztisztító berendezéseket arra a területre lehet szállítani ahol a katasztrófa helyzet miatt szükséges az emberek egészséges ivóvízzel való ellátása. (Siegel, 2003).

Ezek a mobil víztisztító berendezések széles kapacitás tartományban üzemelnek, a néhány 100 literes kapacitástól a több százezer liter napi kapacitásig. Vannak, amelyek palackba vagy műanyag zacskóba töltik az ivóvizet, amelyet így szállítanak el a szükségét szenvedőkhöz. Bizonyos típusok akár a tengervízből is képesek ivóvizet előállítani. A kisebb berendezések napelemmel is működtethetőek, ez különösen fontos lehet azokon a területeken, ahol az elektromos energia ellátás is szünetel. (Mathew és mások, 2001)

A mobil berendezésekben alkalmazott szűrési eljárás a reverz ozmózis (RO) jelenségére épül. Ezekben a szűrőkben félig átteresztő membránszűrő található, amelyen 0,0001 μm méretű lyukak vannak. A reverz ozmózis szűrői kiszűrik a vízből a nehézfémeket, a klórt, a rovarirtót, baktériumokat, vírusokat és a radioaktív szennyeződést is.

Aluminum	97–98%	Nickel	97–99%
Ammonium	85–95%	Nitrate	93–96%
Arsenic	94–96%	Phosphate	99+%
Bacteria	99+%	Polyphosphate	98–99%
Bicarbonate	95–96%	Potassium	92%
Bromide	93–96%	Pyrogen	99+%
Cadmium	96–98%	Radioactivity	95–98%
Calcium	96–98%	Radium	97%
Chloride	94–95%	Selenium	97%
Chromate	90–98%	Silica	85–90%
Chromium	96–98%	Silicate	95–97%
Copper	97–99%	Silver	95–97%
Cyanide	90–95%	Sodium	92–98%
Ferrocyanide	98–99%	Sulphate	99+%
Fluoride	94–96%	Sulphite	96–98%
Iron	98–99%	Zinc	98–99%
Lead	96–98%	*Virus	99+%
Magnesium	96–98%	*Insecticides	97%
Manganese	96–98%	*Herbicides	97%
Mercury	96–98%	*Detergents	97%
*Total Dissolved Solids	95–99%		

TFC membránt alkalmazó reverz ozmózis alapú víztisztító berendezés szűrési hatásfoka

Forrás: PURE PAK ([http://purepak.org/\(S\(12k5y355alflif554jnx0345\)\)/uro.aspx](http://purepak.org/(S(12k5y355alflif554jnx0345))/uro.aspx))

A bejövő, tisztítatlan víz egy része mossa ki a szűrőt így a membrán sokáig tiszta marad. A membrán cseréje általában 1 és 4 évnyi üzemidő után esedékes. A reverz ozmózis alapú szűrőberendezések alkalmasak mindenféle szennyeződés eltávolítására. Ezért javasolt ezeket a berendezéseket figyelembe venni a veszélyhelyzeti vízellátás megtervezésekor. A berendezések lehetnek személyi használatúak és egész város ivóvízszűrését biztosító nagy teljesítményű változatok. Ezek a berendezések több fázisban végzik a tiszta ivóvíz előállítását. Tartalmazznak homokszűrőt, szénszűrőt, TFC reverz ozmózis alapú membrán szűrőt, a fertőtlenítéshez UV fényforrást és végül a megfelelő íz hatás miatt ásványi anyagokat is adagolnak a steril tisztaságú vízhez.

A radioaktív szennyezőanyagok kiszűréséhez kerámia szűrőket alkalmaznak, amelyekben ezüst ion adagolása is történik. Az ezüst ion köti meg a szennyező anyagokat a szűrőben.

Összefoglalás

Az 1986-os Csernobilban történt nukleáris katasztrófa megmutatta, hogy mind a korábbi Szovjetunió mind pedig Nagy Britannia kormányzati rendszerei nagyon lassan kezelték a krízis szituációt és nem voltak felkészülve a radioaktív szennyeződéssel kapcsolatos teendőkre.

A nem-hagyományos fegyverek elterjedése folytatódik. A jövő terrorista támadásai, nukleáris balesetei és háborús konfliktusai soha nem tapasztalt károsodást okozhatnak az emberi környezetben, beleértve az ivóvíz ellátási rendszereket is.

A vízellátó rendszereket valamennyi állam a kritikus infrastruktúrák közé sorolja. Proaktív szemléletet és tervezést követel meg az ivóvíz ellátó rendszerek vészhelyzeti tervezése mind a

hatóságoktól, mind pedig a Víz közművektől, abból a célból, hogy a nem-hagyományos szennyeződések detektálása azonnal megtörténjen.

Megfelelő kapacitású víztisztító berendezések telepítése szükséges a vészhelyzeti vízellátás biztosítása miatt.

A háztartások is képesek lehetnek kompakt kivitelű reverz ozmózis elv alapján üzemelő tisztító berendezés üzemeltetésére. A reverz ozmózis alapú berendezések képesek kiszűrni azokat a szennyeződések, amelyek a helyi vízmű tisztító berendezésének hibája, vagy technológiája miatt bekerültek a hálózatba.

Többféle vészhelyzeti forgatókönyvet kell készíteni a lehetséges katasztrófa helyzeteket modellezve. Redundáns, tartalék és helyettesítő elemeket is tartalmazó rendszereket kell tervezni azokra az esetekre, amikor a meglévő rendszerek megsemmisülnek vagy a kapacitásuk jelentősen csökken.

Mobil víztisztító állomásokat kell létrehozni, amelyek független áramforrással üzemeltethetők, ezek a rendkívüli események kezelése során különös jelentőséggel bírnak.

Biztosítani kell a hidrogeológiai tanulmányok alapján kijelölt föld alatti ivóvízbázisok, mint alternatív vízforrások védelmét katasztrófa helyzetben történő igénybevétel esetére.

Katasztrófa helyzetben, amikor az ivóvíz szolgáltatás akár teljesen megszűnik a segélyszervezetek és hatóságok együttes segítségnyújtása időt vesz igénybe. Ezért ebben az időszakban az embereknek maguknak kell gondoskodniuk az ivóvíz ellátásukról. A kisteljesítményű és alternatív energiaforrást (napenergia, izomerő, stb.) használó berendezések beszerzése segít áthidalni ezt az időszakot.

Hivatkozások

Alexander, D., *Natural Disasters*, University College London Press, London, 1993.

Ambio, "Reference Scenario: How a Nuclear War Might to be Fought, *Ambio* 11(2-3): 94–99,

1982.

Barnaby, F., *Man and the Atom*. Thames and Hudson, London & Funk and Wagnalls, New York, 1971.

Barnaby, F., és J. Rotblat, "The Effects of Nuclear Weapons," *Ambio* 11(2-3): 84–93, 1982.

BBC, "Russia Lowers Nuclear Threshold," BBC News, Europe, January 14, 2000.

Bradford-Benini, J., "Getting Organized Pays Off for Disaster Response," *J. Contin. Crisis Management* 6(1): 61–63, 1998.

Bruins, H. J., "Proactive Contingency Planning vis-à-vis Declining Water Security in the 21st

Century," *J. Contin. Crisis Management* 8(2): 63–72, 2000.

- Bruins, H. J., és H. Lithwick, "Proactive Planning and Interactive Management in Arid Frontier Development," in H. J. Bruins and H. Lithwick (eds.), *The Arid Frontier—Interactive Management of Environment and Development*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, Chap. 1, . 3–29, 1998.
- Chalinder, A., *Water and Sanitation in Emergencies. Good Practice Review I*. Relief and Rehabilitation Network, Overseas Development Institute (ODI), London, 1994.
- Clark, R. M., and R. A. Deininger, "Protecting the Nation's Critical Infrastructure: the Vulnerability of U.S. Water Supply Systems," *J. Contin. Crisis Management* 8(2): 73–80, 2000.
- Comfort, L. K., "Risk and Resilience: Inter-Organisational Learning Following the Northridge Earthquake of 17 January 1994," *J. Contin. Crisis Management* 2(3): 157–170, 1994.
- Davies, S. N., és R. J. M. DeWiest, *Hydrogeology*, Wiley, Chichester, 1970.
- Dror, Y., *Policymaking Under Adversity*, Transaction Books, New Brunswick, 1986.
- Faludi, A., *A Decision-centred View of Environmental Planning*, Pergamon Press, Oxford, 1987.
- Foxell, J. W., "The Prospect of Nuclear and Biological Terrorism," *J. Contin. Crisis Management* 5(2): 98–108, 1997.
- Harmancioglu, N. B., O. Fistikoglu, S. D. Ozkul, V. P. Singh, and M. N. Alpaslan, *Water Quality Monitoring Network Design*, Water Science and Technology Library, vol. 33, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 1999.
- Harris, S. L., "Unstable Lands: the Terror of Temblors and Volcanoes," in *Restless Earth*, The Book Division, National Geographic Society, Washington, DC, . 146–215, 1997.
- Hopkins, A., "Was Three Mile Island a 'normal accident,'" *J. Contin. Crisis Management* 9(2): 65–72, 2001.
- Hutchinson, T. C., M. A. Harwell, W. P. Cropper, and H. D. Grover, "Additional Potential Effects of Nuclear War on Ecological Systems," in M. A. Harwell and T. C. Hutchinson (eds.), *Environmental Consequences of Nuclear War. Volume II. Ecological and Agricultural Effects*, SCOPE 28, Wiley, Chichester, . 173–267, 1985.
- Malik, A. S., et al., *Solar Distillation*, Pergamon Press, Oxford, 1982.
- Marks, R. S., E. Bassis, A. Bychenko, and M. M. Levine, "Chemiluminescent optical fiber immunosensor for detecting cholera antitoxin," *Opt. Eng.* 36(12): 3258–3264, 1997.
- Mathew, K., S. Dallas, G. Ho, és M. Anda, "Innovative Solar-Powered Village Potable Water Supply," in *Women Leaders on the Uptake of Renewable Energy Seminar*, Perth, June 2001, . 97–105, 2001.
- Michel-Kerjan, E., "New Challenges in Critical Infrastructures: A U.S. Perspective," *J. Contin. Crisis Management* 11(3): 132–141, 2003.
- New York Times, *White House Water Cut Off Temporarily*, July 10, p. 16, 1986.

- Niksich, L. A., "North Korea's Nuclear Weapons Program," *Congressional Research Service*, The Library of Congress, IB91141, . 1–18, updated August 27, 2003.
- Pittock, A. B., T. P. Ackerman, P. J. Crutzen, M. C. MacCracken, C. S. Shapiro, and R. P. Turco, *Environmental Consequences of Nuclear War. Volume I. Physical and Atmospheric Effects*. SCOPE 28, Wiley, Chichester, 1986.
- Polyak, B., E. Bassis, A. Novodvoretz, S. Belkin, and R. S. Marks, "Optical Fiber Bioluminescent Whole-Cell Microbial Biosensors to Genotoxicants," *Water Sci. Technol.* 42(1-2): 305–311, 2000.
- Putnam, D. R., "Earthquakes and Water Security: Contingency Planning in California," *J. Contin. Crisis Management* 8(2): 103–108, 2000.
- Rees, J., *Hostages of Each Other: The Transformation of Nuclear Safety since Three Mile Island*, University of Chicago Press, Chicago, 1994.
- Rich, V., "An Ill Wind from Chernobyl," *New Scientist* 20 April, vol. 130, No. 1765, . 26–29, 1991.
- Rosenthal, U., and A. Kouzmin, "Globalizing an Agenda for Contingencies and Crisis Management: An Editorial Statement," *J. Contin. Crisis Management* 1(1): 1–12, 1993.
- Rosenthal, U., M. T. Charles, and P. 't Hart, "Introduction: The World of Crises and Crisis Management," in U. Rosenthal, M. T. Charles, and P. 't Hart (eds.), *Coping with Crises: The Management of Disasters, Riots and Terrorism*. Charles C. Thomas, Springfield, . 3–33, 1989.
- Schechter, E., "Israeli Scientist Perfects Rapid Test to Detect Water Poisoning," *The Jerusalem Report*, December 31; vol 12, No. 18, p. 6, 2001.
- Shimazu, Y. (ed.), "Lessons from Hiroshima and Nagasaki," SCOPE-ENUWAR Report HI.01.85, 1985.
- Siegel, J., "BGU Scientist Develops Method to Detect, Clean Contaminated Water," *The Jerusalem Post*, March 3, vol 71, No. 21438, p. 4, 2003.
- U.S. EPA, "Radionuclides Notice of Data Availability–Technical Support Document," Targeting and Analysis Branch, Standards and Risk Management Division, Office of Ground Water and Drinking Water, United States Environmental Protection Agency. Prepared by U.S. EPA Office of Ground Water and Drinking Water, in collaboration with U.S. EPA Office of Indoor Air and Radiation, and United States Geological Survey, 2000.
- U.S. Water News Online, "Chemical-Free Mobile System Treats Water in Emergencies," 1995, : <http://www.uswaternews.com/archives/arcquality/5chefree.html>.
- Wetzel, K. G., "Effects on Global Supplies of Freshwater," in *Nuclear War: The Aftermath*, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, *AMBIO*, vol. 11(2-3): . 126–131, 1982.
- Wildavsky, A., *Speaking Truth to Power*, Little-Brown, Boston, 1979.