

SZABÓ TAMÁS: AZ IVÓVÍZELLÁTÓ RENDSZEREK KOCKÁZATELEMZÉSE A VSAT PROGRAM FELHASZNÁLÁSÁVAL

1. BEVEZETÉS

1.1. Aktuális helyzet, probléma felvetés

A XXI. század egyik legnagyobb problémáját a globális felmelegedés okozza, hiszen ez hatással van több tényező miatt is, az elérhető édesvíz mennyiségre. Ha a Föld felszínének hőmérséklete tovább növekszik, az Antarktisz és Északi sarkkört borító hatalmas mennyiségű jégréteg tovább olvad, amelynek következtében megemelkedik a tengerek vízszintje. Ha ez bekövetkezik, számos földrész, illetve szigetország kerülne részlegesen vagy teljesen víz alá. Így pl. Hollandia, Florida, Banglades, Hawaii, Maldív- és a Marshall-szigetek lennének leghamarabb érintettek, és akár 100 milliós embertömeg fenyegetne a kitelepítés. [1]

A globális klímaváltozás következtében környezeti migráció figyelhető meg. Főként természeti katasztrófák (áradások, tornádók), tengerszint emelkedés, vízhiány következtében a klímamigránsok lakóhelyük elhagyására kényszerülnek. Továbbá kiszáradás fenyegeti az édesvizű tavakat (Csád-tó), folyókat (Colorado-folyó, Jordán folyó) világszerte. Illetve egyre jobban gyarapodik Földünk lakossága, így a globális felmelegedés következményeivel együtt még komolyabb hangsúlyt kap az ivóvíz iránt világszerte folyamatosan növekvő szükséglet. A tiszta víz előállítása növekvő költséget jelent mindenhol. [1]

A víz rendkívül nagy fontosságú, lételeme Földünk élővilágának fennmaradásához. Ha ezt az életelemet tudatosan, szándékosan szennyeznék, fertőznék meg olyan nagyvárosban, ahol magas a népsűrűség (Tokió, New York, Jakarta, Sanghaj, Szöul, Mexikóváros, Delhi, Manila, Sao Paulo, Peking, Mumbai, Moszkva, Dakka) az katasztrófális következményekkel járna. Attól függetlenül, hogy egy ilyen jellegű terrorcselekményre nem volt még példa a történelem során, a XXI. században fontos minden potenciális veszélyre, fenyegetettségre felkészülni. A következő táblázatból (1.1. táblázat) egyértelműen látható mekkora embertömegek lehetnek érintettek ivóvízzel kapcsolatos katasztrófa során (2012-es adatok alapján készítettem el a táblázatot). [2]

1.1. táblázat, Nagyvárosok lakosság, népsűrűség adatai (saját szerkesztés, forrás: <http://www.newgeography.com/content/002808-world-urban-areas-population-and-density-a-2012-update>)

Nagyváros (agglomerációval)	Lakosság (fő)	Népsűrűség (fő/km ²)
Tokió	$3,7126 \cdot 10^7$	$4,3 \cdot 10^3$
Jakarta	$2,6063 \cdot 10^7$	$9,4 \cdot 10^3$
Szöul	$2,2547 \cdot 10^7$	$1,04 \cdot 10^4$
Delhi	$2,2242 \cdot 10^7$	$1,15 \cdot 10^4$
Manila	$2,1951 \cdot 10^7$	$1,54 \cdot 10^4$
Sanghaj	$2,086 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^3$
New York	$2,0464 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^3$
Sao Paulo	$2,0186 \cdot 10^7$	$6,4 \cdot 10^3$
Mexikóváros	$1,9463 \cdot 10^7$	$9,5 \cdot 10^3$
Peking	$1,7311 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^3$
Mumbai	$1,691 \cdot 10^7$	$3,09 \cdot 10^4$
Moszkva	$1,5512 \cdot 10^7$	$3,5 \cdot 10^3$
Dakka	$1,5414 \cdot 10^7$	$4,44 \cdot 10^4$

A pályázatom elkészítéséhez az alábbi célokat tűztem ki magam elé:

- feldolgozni az elérhető magyar és angol nyelvű szakirodalmat
- történelmi visszatekintést tenni a téma fontossága miatt
- elemezni a vízművek felépítését, vízellátó rendszerek biztonsági rendszereit
- elemezni a lehetséges támadókat (terrorizmust) vízellátás fenyegetettsége szempontjából
- megvizsgálni az ivóvízellátó rendszerek biztonsági rendszereinek sérülékenységét
- elektronikus kockázatkezelő programot alkalmazni egy példán keresztül
- a biztonságra fordított költségeket szeretném optimalizálni a fenyegetettség függvényében

1.2. Történelmi visszatekintés - ivóvízzel kapcsolatos háborúk ([3], [5] források alapján)

Az élő szervezetek igen jelentős részét víz alkotja, pl. egy átlagos emberi szervezet 60-70%-a vízből áll. A víz alapvető szükséglete minden élőlénynek, életemnek tekinthető, létfontosságú. Azonban az emberi fogyasztásra alkalmas elérhető édesvíz igen csekély mennyiségben, az egész Föld vízkészletéből kb. 0,6-1%-ában áll rendelkezésünkre. Ebből kifolyólag számos háborút vívtak az emberek az ivóvízért, vagy kiemelt szerepet töltött be az ivóvíz ezekben a harcokban az egyes történelmi korokban.

Thuküdidész (i. e. 460 körül – i. e. 395) ókori görög történetíró peloponnészoszi háborúról készített feljegyzései is már foglalkoznak a víz szándékos mérgezésével. A

művében a történetíró víztározók, illetve kutak lehetséges mérgezéséről ír, ami a későbbi történelmi korokban is megfigyelhető.

Továbbá a középkori harcokban is alkalmazott módszer volt a pestisjárványok idején az utánpótlástól (víz, élelmiszer) való elszakítás, illetve a várat/várost védők és az ivóvíz pestises tetemekkel való szennyezése. Ez utóbbit hajítógépek segítségével tudták megvalósítani a támadók, úgy hogy a pestisben vagy valamilyen fertőző betegségben elpusztult állatok tetemét, esetleg embereket (támadók közül fertőzötteket) a várfalon belülré repítették. Ennek következtében nem csak a várat/várost védő emberek fertőződtek meg, hanem akár a város vízellátását biztosító kút is szennyeződhetett, így az ott tartózkodók utánpótlása igen komoly problémát jelentett, vagy lehetetlenné vált. Ez a tudatos ostromlási módszer már akár biológiai hadviselésnek tekinthető.

Kaffa,1346

1346-ban a Krím-félszigeten Kaffa várát ostromló Kicskan tatár kán csapatai pestis következtében elpusztult állatok tetemét illetve az ostrom közben szintén a fertőző betegségben elhunyt emberek holttestét hajították be a vár területére (manapság Feodoszija néven ismert ez a kikötőváros). Ennek a hadviselésnek az lett a következménye, hogy a fertőzött túlélők elmenekültek Kaffa városából és hajókra szállva hozzájárultak a járvány elterjesztésében (Genovába, Konstantinápolyba, Alexandriába, Itáliába, Szicíliába, iszlám területekre).

Firenze,1503

Leonardo da Vinci és Machiavelli herceg azt tervezték, hogy a Piza és Firenze között fennálló háborús helyzet miatt az Arno folyó vizét Pizától elterelik.

Pittsburgh,1763

A Pontiac indián lázadás során a brit hadsereg himlővel megfertőzött takarókat adott a franciákhöz lojális delaware indiánoknak Fort Pitt-nél. Az ezt követő himlőjárvány megtizedelte az indiánokat.

Amerikai polgárháború 1864

A konföderáció katonái a farmok állatait leöldösték és beledobálták az oszlásnak indult dögeket az Unió seregeinek útjába eső tavakba, így fosztva meg őket az ivóvíztől.

I. világháború, 1914 – 1918

A német hadsereg biológiai fertőző ágenseket fejlesztett ki és állított hadrendbe haszonállatok és eleségük megfertőzése céljából.

II. világháború, 1939 – 1945

A japán hadsereg biológiai fegyvereket vetett be a Szovjetunió, Mongólia és Kína ellen. A 731. számú japán császári különleges egység Dr. Ishiro Ishii irányítása alatt 3000 hadifoglyon végzett kísérleteket biológiai fegyverekkel. Mintegy 1000 hadifogoly halt meg anthrax, botulizmus, brucellosis, kolera és pestis fertőzés miatt. Japán legkevesebb 11 kínai város polgári lakossága ellen vetett be biológiai fegyvereket. Ezekben az akciókban a japánok a vízellátást és az élelmiszer láncot is megfertőzték B. anthracis, Vibrio cholerae, Shigella spp., Salmonellae spp., és Y. pestis biológiai ágensekkel. Ning Bo nevű kínai városban, Chang Kai-sek szülőhelyén fertőző anyagokat juttattak a városi

vízvezeték hálózatba, tározókba és kutakba, 1000 ember megbetegedését és 500 ember halálát okozva.

II. világháború, 1939 – 1945

A náci Németország szabotőr csoportokat juttatott az Egyesült Államok területére, azzal a küldetéssel, hogy vízműveket támadjanak. A csoportok eredménytelenek voltak.

II. világháború, 1939 – 1945

1945-ben a visszavonuló német hadsereg szennyvízzel fertőzött meg egy észak-nyugat Csehországban lévő ivóvíztározót.

Chicago, 1972

Egy amerikai fasiszta szervezet, a Felkelő nap rendjének tagjai, 30-40 kg *S. typhi* baktérium kultúrához jutottak (ez a baktérium felelős a tífusz fertőzésért). A szervezet Chicago, St. Luis és más városok ivóvízhálózatába kívánt baktérium szennyezést juttatni. A vád alá helyezett két személyből az egyik főiskolai hallgató volt, aki az iskola laboratóriumában tenyésztette ki a baktérium törzset.

Pittsburgh, 1980

Egy elkövető növényvédő szert juttatott a szomszédságában menő 400 mm átmérőjű vízvezetékbe, Pittsburgh városában. Szerencsére a növényvédő szer kerozin alapú oldatának kellemetlen illata miatt, csak kevesen fogyasztottak a környéken a csapvízből. Ennek ellenére 150 ember betegedett meg. Bár a hatóságok senkit nem tartóztattak le, a feltételezések szerint az elkövetőnek a helyi vízmű alkalmazottja lehetett, aki megfelelő helyismerettel rendelkezett a csőhálózat vonatkozásában. Ugyancsak megerősítette ezt a gyanút az a körülmény, hogy ebben az időben munkajogi viták zajlottak a vállalatnál.

Oregon, 1984

Egy 10500 lakosú kisvárosban, (Oregon állam, USA) rejtélyes szalmonellafertőzések történtek éttermekben, kávézókban, bárokban és a lakásokban. A nyomozás során a hatóságok eljutottak egy indiai vallási közösséghez, amelynek vezetője Bhagwan Shree Rajneesh indiai guru volt. A guru követői a helyi választások befolyásolása miatt, járványt kívántak okozni a városkában. A bűnügy felderítésekor a nyomozók szalmonellával fertőzött vizes palackokat találtak a vallási közösség épületében. Kikérdezésük során derült fény, hogy a városi ivóvíz ellátó rendszer tározójába szennyvizet vezettek és döglött rágcsálókat dobáltak a medencébe.

Arkansas, 1985

Az FBI látókörébe került Arkansasban, az Ozark hegységben, egy a fehér faj felsőbbrendűségét hirdető csoport, amely az „Úr Kardja és Karja Szövetség” nevet viselte. A csoport több mint 100 liter rendkívül mérgező, kálium-cianidot próbált beszerezni.

Szándékaik szerint New York, Chicago és Washington D.C. városok víz hálózatát akarták szennyezni.

New York City, 1985

Mialatt a nagy érdeklődést kiváltó, a metróban lőfegyverével színes bőrű fiatalokra lövöldöző Bernard Goetz pere zajlott a bíróságon – egy névtelen fenyegető levél érkezett a New York City polgármesteri hivatalába. A levélben egy ismeretlen a vádlott elengedését követelte, ellenkező esetben New York vízhálózatának jelentős mennyiségű plutóniummal történő fertőzésével fogja megtorolni a bíróság magatartását. A fenyegetőt a hatóság azonosította az előkészületek során.

Duquesne, Pennsylvania, 1986

Két víz-kezelőmű operátort tartóztatott le a rendőrség, mert 45 kg kálium permanganátot juttattak a kisváros vízművének kútjába. Bár senki nem betegedett vagy sérült meg, a város víz-hálózatának vize lila színűvé vált, lakóinak legnagyobb megrökönyödésére. Az elkövetők motivációja az volt, hogy a vízmű vezetése alacsony kockázatúnak ítélte a víz-mű működtetését és a dolgozók az emiatti elbocsájtásokat akarták megakadályozni.

Fülöp-szigetek, 1987

A hatóságok növényvédő szert találtak Mindanao város rendőrségének toborzóirodájában. A helyi média 19 halálos áldozatról és 140 megbetegedésről számolt be.

Románia, 1989

A kommunista rendszer bukásakor, a román állami titkosrendőrség (Securitate) – állítólag – idegmérget juttatott Nagyszeben (Sibiu) vízhálózatának tározóiba. Számosan betegedtek meg, néhányan kórházi ápolásra is szorultak.

Isztambul, 1992

Kurd terroristák a török légierő vízhálózatát fertőzték volna meg kálium-cianid felhasználásával. A légierő víztározójában 50mg/liter cianid koncentrációt észleltek, mielőtt bárki ivott volna a vízből. A PKK magára vállalta a támadást.

Kambodzsa, 1996

Vörös khmer gerillák egy falu vízellátó rendszerébe növényvédő szert juttattak. A beszámolók hét polgári és nyolc katonai személy haláláról adtak számot.

Koszovó, 1998

A jugoszláv központi vagy a velük szövetséges erők kutakat mérgezték Koszovó szerte. Koszovói albánok tetemeit, állati eredetű hulladékot és veszélyes anyagokat (festék, olaj, gázolaj) juttattak az autonóm terület mintegy 70%-án lévő kutakba. Az albánoknak óriási nehézséget okoztak ezzel az egészséges vízhez jutásban és tömeges megbetegedések jelentkeztek.

Canton, Ohio, 2002

Egy elbocsájtott vízmű alkalmazottat helyeztek vád alá a hatóságok, mert a néhány helyi kutat triklóretilénnel fertőzött meg. A hatnapos havária helyzetben a környezetvédelmi hivatal felszólította a helyi lakosságot, hogy tartózkodjon a saját kutak vizének használatától, amíg a tesztek nem igazolják a fogyaszthatóságot.

Afganisztán, 2002

Az USA katonai felderítése afganisztáni barlangokban olyan dokumentumokat talált, amelyek arra utaltak, hogy az al-Kaida amerikai városok vízhálózata, szivattyútelepek és egyéb vízi-közmű létesítmények ellen szabotázs cselekményekkel készül.

Párizs, 2002

Néhány al-Kaidához tartozó személyt tartóztattak le a francia hatóságok, mert olyan terveket találtak náluk, amelyekben az Eiffel-torony szomszédságában lévő vízvezetékek elleni támadásra készültek.

Jordánia, 2003

Iraki ügynököket tartóztattak le a hatóságok, mert a Jordániában állomásozó amerikai katonák táborának vízellátást szolgáló tározó ellen kíséreltek meg támadást indítani.

Kína, 2003

Egy – a házi víztisztítók eladásában érdekelt - ügynök fél liter rovarirtót szórt Henan tartomány egyik víztározójába. A víztározóból 9000 család vízellátását biztosították. Halálos áldozatokról nem tettek említést a beszámolók, de 64 ember megbetegedett, közülük 42 személy szorult kórházi gyógykezelésre.

Szaud-Arábia, 2003

Egy Szaud Arábiában megjelenő magazin fenyegető telefonhívást kapott egy magát, az al-Kaida tagjának mondott személytől, hogy az al-Kaida amerikai és európai vízhálózatok fertőzésére készül.

Olaszország, 2003

Egy ismeretlen elkövető és valószínűleg egy-két utánzója mosószert, fehérítőt és acetont fecskendezett a boltokban kapható műanyag palackozású vízbe. Fecskendőt alkalmazva a palack kupakja alatt közvetlenül juttatták be a mérgező anyagokat a vízbe. Húsz embert kellett kórházba szállítani a fertőzés miatt.

Irak, 2007

Számos halálos áldozattal és súlyos sérülésekkel járó terrorista támadások történtek Irakban, amelyekben improvizált robbanóeszközökkel kombinált klórpalackokat használtak az elkövetők. A klórpalackokhoz azoknak a teherautóknak az eltérítése révén jutottak hozzá, amelyek a vízi-közművek létesítményeibe szállították a fertőtlenítéshez szükséges klór tartályokat, palackokat.

Kalifornia, 2007

Négy különböző esetben fordult elő dél-Kaliforniai vízműveknél, hogy klórgázipalackokat tulajdonítottak el ismeretlenek februártól – áprilisig. A sikeresen dolgozó tolvajok 70 kg tömegű palackokhoz jutottak hozzá, egy esetben sikerült 1 tonnás hordót is ellopniuk.

Kanada, 2007

Egy torontói lakost, akit előzőleg három esetben elküldött levélbomba miatt helyeztek vád alá, azzal gyanúsították, hogy ismeretlen szennyező anyagot fecskendezett palackozott vizekbe és ezáltal nyolc ember halálát okozta.

Pakisztán, 2008

A pakisztáni rendőrség letartóztatott öt szunnita aktivistát, akiket azzal vádoltak, hogy a sííta Ashura ünnepe (december 27) Karachi városában az ivóvízhálózatra kapcsolt kioszkokban ciánnal mérgeznék meg a vizet.

Szlovákia, 2008

Ismeretlen tettes megmérgezett egy roma telepen lévő közkutató Szlovákiában, a Kassához közeli Ósvacsákányon (Cakanovce). A SME című szlovák polgári napilap internetes hírportálján olvasható csütörtöki jelentés szerint a tettes, vagy a tettesek kedden vagy szerdán egyelőre ismeretlen eredetű, erősen büzlő anyagot öntöttek a kútba, és ezzel nem csak a telep lakóinak ivóvizét tették fogyaszthatatlanná, hanem az ott élők egészségét is veszélyeztették.

Pakisztán, 2009

Multan város kormányzata utasítást kapott a Pakisztáni Vízi és Közegészségügyi hatóságtól, hogy a városban állítsa le az ivóvíz-szolgáltatást, mert a hatóságok tudomására jutott, hogy a pakisztáni Tehreek-e Talibán csoport nagy mennyiségű fertőző anyagot juttatott be a városi víztározókba.

Magyarország, 2009

Az Enyinghez tartozó településen, Alsótekeresen, ismeretlen tettesek feltörték a víztorony ajtaját, bejutottak a víztérbe és belepiszkítottak a vízbe. A helyi vízművek fertőtlenítette a tornyot és a hálózatot. A településen több napig szünetelt a vezetékes ivóvízellátás, lajtos kocsik segítségével oldották meg a lakosság egészséges vízzel történő ellátását. Szakértőt rendeltek ki annak megállapítására, hogy betörték a víztoronyba, vagy véletlenül maradt nyitva az ajtó.

A bevezetésben megfogalmazott, ivóvizet érintő veszélyeztető tényezők miatt, illetve a történeti visszatekintésben felsorolt néhány ivóvízzel kapcsolatos háborús esemény következtében azt gondolom egyértelmű, hogy a vízellátás védelmének biztosítása egyre fontosabb a XXI. században. Mivel csökken az elérhető fogyasztásra alkalmas édesvíz, drágább az előállítása világszerte, ennek következtében egyre többen tartanak igényt az ivóvíz „megszerzésére” akár háborús eszközökkel is, ezért napjainkban rendkívül fontossá válnak a vízellátás védelmét szolgáló biztonsági intézkedések.

A továbbiakban a vízellátás rendszerének alapvető modellezésével foglalkozok röviden, majd a kockázatkezelés módszerei és eszközei közül egyet választva egyszerűsített vízmű kockázatelemzését végzem el.

2. AZ IVÓVÍZELLÁTÓ RENDSZER ELEMEI

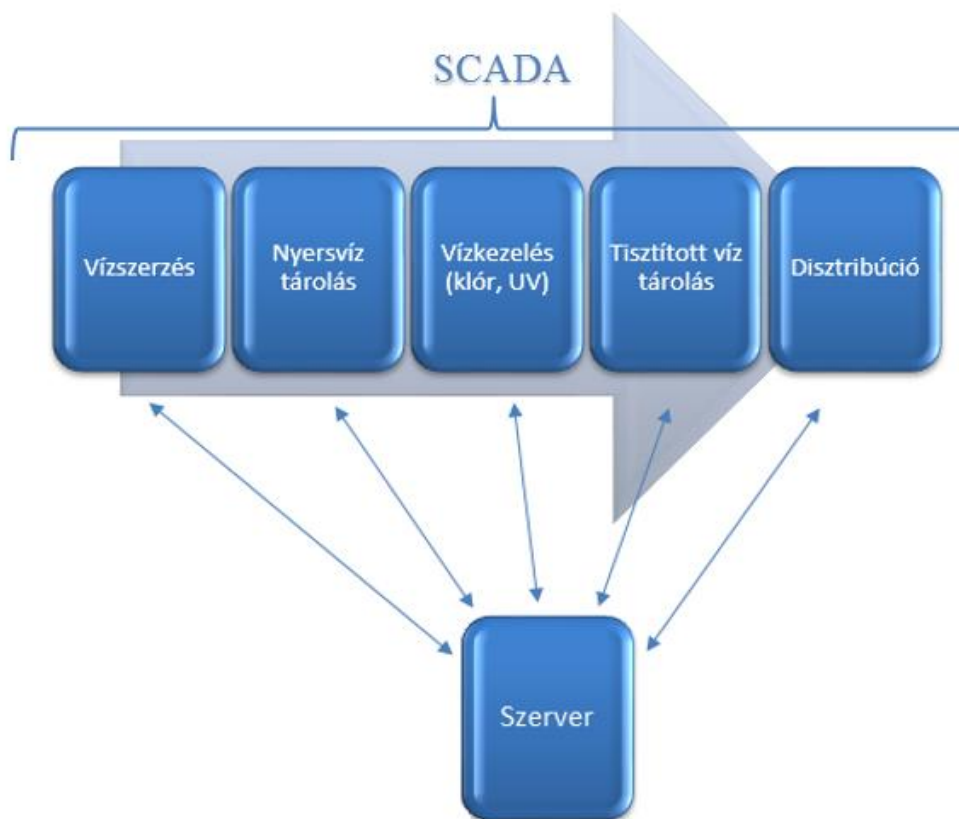
Alapvetően 4 féle tevékenységet végez egy ivóvízellátó rendszer (vízmű):

1. vízszerzés
2. vízkezelés
3. víztárolás
4. víz szétosztás (disztribúció)

Az ivóvízellátó rendszereknél egyrészt a víznyerés után közvetlenül történik víztárolás, amikor a nyersvizet tárolják a tisztítás/kezelés előtt, illetve víztárolás a disztribúciót megelőzően is van, mivel a lakosság vízfelhasználása ingadozó, évszaktól és napszaktól is függ.

A következő ábrán látható a vízellátó rendszer egyszerűsített vázlata. Alapvetően a 4 tevékenység megfelelő működését felügyelő SCADA (supervisory control and data acquisition) üzemirányító rendszer működtetése központi szerver segítségével történik (2.1.ábra).

A SCADA rendszer alkalmas monitorozásra, irányításra, távolról való vezérlésre az iparban. A rendszer képes egyszerre több vezérlőegység adatait megjeleníteni: PLC - Programmable logic controller, RTU - Remote Terminal Unit. A SCADA rendszer biztosítja a kommunikációt a teljes vízmű területén és hibaüzenetek megjelenítésére, azok reagálására is alkalmas.



2.1. ábra, A vízellátó rendszer felépítése (saját készítés)

3. KOCKÁZATKEZELÉS MÓDSZEREI ÉS ESZKÖZEI

A vízellátó rendszerek sebezhetőségi elemzésére, értékelésére rendelkezésre állnak a következő biztonsági eszközök:

1. Kockázatelemzési metodika víziközművekhez (**Risk Assessment Methodology for Water Utilities - RAM-WSM**) a Sandia National Laboratories fejlesztésében az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal (US Environmental Protection Agency - U.S. EPA.) finanszírozásával. A RAM-WSM egy rendszer összetevőit hasonlítja össze egymással annak érdekében, hogy meghatározza melyik elem a legkritikusabb. Akár 100 000 főnél is nagyobb kiszolgálás tervezésére alkalmas.
2. Sebezhetőségi Önértékelő Eszköz (**Vulnerability Self Assessment Tool - VSAT**) részletezve a következő fejezetben.
3. **Security Self-Assessment Guide for Small Systems Serving Between 3300 and 10000** egy 3 300-10 000 főt kiszolgáló vízellátó rendszerhez készített sérülékenység értékelő kézikönyv a The National Rural Water Association (NRWA) és az Association of State Drinking Water Administrators (ASDWA) által a U.S. EPA támogatásával.
4. **ASSET** a New England Water Works Association (NEWWA) és a U.S. EPA egyesülése által fejlesztett eszköz 3 300-50 000 fő kiszolgálására. Ennek az eszköznek a segítségével a vízellátó rendszerek információit adatbázis formátumba lehet szervezni. [3]

A felsorolt 4 sebezhetőségi elemzési módszer, eszköz közül a VSAT-ot választom ki egyszerűsített vízellátó rendszer tervezésére, mivel jelenleg ez az egyetlen olyan szoftver, amelynek segítségével komplex módon lehet víziközmű biztonsági rendszerét tervezni, elemezni, értékelni.

3.1. VSAT 6.02 program ismertetése

A VSAT 6.02 kockázatértékelő program a U.S. EPA honlapján (<http://www.epa.gov/>) található. A VSAT az EPA és a National Association of Clean Water Agencies - NACWA (korábbi néven Association of Metropolitan Sewerage Agencies - AMSA) - által kifejlesztett Windows alapú kockázatértékelő alkalmazás, aminek a segítségével elsősorban vízi - és szennyvízközmű kezelést lehet megvalósítani kockázati tényezők szempontjából jól átlátható, részletes lépéseken keresztül. 50 000-100 000 fő kiszolgálására tervezett víziközmű tervezéséhez alkalmas program.

Először szakirodalomban Larry W. Mays: Water Supply Systems Security [3] című könyve foglalkozik a VSAT-al mint lehetséges sebezhetőség értékelő módszerrel. Azért ezt a kockázatértékelő eszközt választottam a tanulmányozásra, tervezésre, mert rendkívül testre szabható, komplex a kezelőfelülete. Az adatbázis-kezelő szoftverek felhasználásával egyszerűen megtekinthető minden egyes művelet, amit a VSAT-ban tettünk, illetve így az adatbázis módosítható, akár más forrásból hozzárendelhető. A teljes kockázatelemzési folyamat elvégezhető a VSAT programban, egyedül az elkészített jelentések megtekintéséhez van szükség Microsoft Office csomagra.

Továbbá fontosnak tartom, hogy a sokoldalúsága miatt nem csak a víziközmű (vízellátás, csatornázás, szennyvízelvezetés) szektorra, hanem (módosításokkal) más közművekre (energiaellátás, távközlés, stb.) is alkalmazható a VSAT alkalmazás kockázatelemzés céljából.

A VSAT kockázatelemzéseinek módszere hagyományos megközelítésen alapul, ahol a kockázat (Risk - R) függvénye a következmények súlyosságának (Consequence - C), a sebezhetőségnek (Vulnerability - V), illetve a fenyegetettség valószínűségének (Threat Likelihood - T) és egyben a modellezés eredménye is. Az összefüggés matematikai alakja:

$R = C \cdot V \cdot T$, ahol R a kockázat, C a következmények súlyossága, V a sebezhetőség, T a fenyegetettség valószínűsége

3.2. Kockázatkezelés a VSAT felhasználásával

A VSAT alkalmazás víziközmű és szennyvízközmű tervezésére, elemzésére, értékelésére is lehetőséget ad. Azonban a pályázat terjedelmi korlátai miatt csak az ivóvízellátó rendszer egyszerűsített modellezését végzem el, a sebezhetőségi elemzés lépéseit, eredményeit pedig a dolgozatban felsorolom.

A VSAT 6.02 menüjének alapvető elemei:

- 1. Setup: a tervezett vízellátó/szennyvízelvezető rendszer alap beállításai (információk megadás a közműről)
- 2. Assets: Vagyon elemek (Eszközök) a kockázatelemzéshez: Fizikai eszközök, Alkalmazottak, Tudásbázis, IT, Ügyfelek
- 3. Countermeasures: Ellenintézkedések
- 4. Threats: Fenyegetések
- 5. Baseline: Alapterv
- 6. Improvement: Fejlesztés
- 7. Cost/risk: Költség/kockázat
- 8. Results/reports: Eredmények/jelentések

Az általam elképzelt egyszerűsített vízellátó rendszer felépítéséhez a következő eszközöket (vagyon elemeket) alkalmazom:

3.2.1. Vagyonelemek

Fizikai eszközök:

- Vízforrás – kutak
- Nyersvíz tárolás
- Tisztítás utáni víz tárolás: medence, víztorony
- Disztribúciós hálózat (csőhálózat)
- Víz tisztítás: klórozó, UV fertőtlenítő egységek

Alkalmazottak az alábbi területeken:

- Adminisztrációs épület
- Telephelyen kívül eső épület
- Vízelosztó rendszer

Tudásbázis:

- Tervek
- Szerződések
- Jegyzőkönyvek
- Beszámolók
- Eredmény kimutatás
- Karbantartási követelmények
- Gyártó garancia okmányai
- Katasztrófa elhárítási terv
- Vészhelyzeti terv

IT:

- Aktív hálózati elemek
- Helyi hálózat
- Internet
- Üzemi folyamatirányító SCADA
- Szivattyútelepet irányító SCADA
- Műszerek interfésze
- PLC-k
- SCADA hálózat
- WAN hálózat
- Tűzfalak, behatolás jelzés a hálózaton
- Szerver: a SCADA rendszer működéséhez

A vízellátó rendszert meghatározó alapvető vagyon elemek után táblázatos formában prioritási szempontok (I. Melléklet) szerint rendszerezem a vízellátó rendszer elemeit. Egy segéd táblázat felhasználásával (3.2.1. táblázat).

3.2.1. táblázat, Segéd táblázat a prioritások meghatározásához (saját szerkesztés)

Fenyegetettségi szint	Következmények súlyossága	Színjelölés
Alacsony	1-3	Zöld
Közepes	4-5	Citromsárga
Magas	7-8	Narancssárga
Nagyon magas	9-10	Piros

A táblázat (I. Melléklet) elkészítésének célja az volt, hogy az egyes (egyszerűsített) vízművet alkotó elemeket rendszerbe szervezve színkód alapján jól láthatóvá váljon, hogy mik a legkritikusabb elemek (magas, nagyon magas intervallumba esők), amelyekkel később kiemelten foglalkozni kell. A VSAT 6.02 alkalmazásban az adott sorban feltüntetett legmagasabb értékű színkód határozza meg a prioritás szintjét legrosszabb esemény bekövetkezése esetén az egyes vagyonelemeknél.

3.2.2. Ellenintézkedések

A prioritási szintek kiosztása után következnek az ellenintézkedések, amik segítségével intézkedéseket, eljárásokat, rendszereket lehet felhasználni annak érdekében, hogy a fenyegetések hatása megelőzhető, csillapítható legyen a vízellátó rendszerben.

A 3 főbb csoportosítása az ellenintézkedési könyvtárnak a VSAT-ban a következő:

1. Észlelés (Detection)
2. Késleltetés (Delay)
3. Reagálás (Response)

E 3 csoport együttes, összehangolt működése nagyon nagy jelentőségű a hatékony fizikai védelem és elektronikus jelzőrendszer szempontjából.

Észlelés: Vagyonvédelemben alkalmazott érzékelők felhasználásával történik a detektálás. Egy hatékonyan működő észlelő rendszer tartalmaz kamerákat, mozgásérzékelőket, fényforrásokat, nyitáserzékelőket, falbontás érzékelőket, üvegtörés érzékelőket, beléptető rendszereket (biometrikus, kártyás, proximity kártyás, PIN kódos).

Késleltetés: Ebben a szakaszban már megtörtént egy behatolás, jelen esetben a vízellátó rendszer területére. Az a cél, hogy fizikai akadályokkal késleltessék a behatolót a reagáló erők megérkezéséig (élőerős védelem), akik megszakítják majd a tevékenységét. Ezek az akadályok rendszerint megerősített kerítések, falak, kapuk, ajtók, ablakok, záruk. A késleltetés eszközei csak akkor biztosítanak igazán védelmet, ha több rétegben alkalmazzák őket, illetve akkor hatékonyak, ha ez a több rétegű védelem még az észlelési intervallumban tud működni.

Reagálás: A reagálás olyan eseményekre vonatkozik, amikor megtörtént a behatolás és a behatoló tevékenységére válasz következik jellemzően élőerővel (esetleg fizikai eszközökkel). Ez történhet az üzembiztonsági szolgálatán (személyzetén), rendészeti szerveken, hatóságon keresztül. A reagálók akkor lehetnek eredményesek, ha a képességük, kapacitásuk (létszámot, fegyverzetet, felhatalmazásukat figyelembe véve) arányaiban nagyobbak, mint az észlelt fenyegetés.

Fontos megemlíteni, hogy az észlelés - késleltetés - reagálás mellett ezt a hármas védelmi rendszert kiegészíti és megelőzi az **Elrettentés (Deterrene)** a Guidelines for the Physical Security of Water Utilities szakirodalom alapján. Az elrettentésbe a következő biztonsági intézkedések tartoznak: a létesítmény megvilágítása, jó áttekinthetősége, zártláncú videórendszer (CCTV), riasztást jelző eszközök jól látható helyen elhelyezve, vagy akár a létesítmény területén jelenlevő emberek, rendőrség fokozott jelenléte. Annak ellenére, hogy az elrettentést általában nem tartják a fizikai védelmi rendszer hatékony részének, ezek az intézkedések mind azt a célt szolgálják, hogy elrettentsék, eltántorítsák a lehetséges elkövetőket céljuktól. Ezáltal csökken a bűncselekmények bekövetkezésének esélye. [4]

Az **ellenintézkedésekhez** az ellenintézkedési könyvtárból a következő eszközöket választottam ki a tervezett vízellátó rendszeremhez:

1. Észleléshez:

IT: fizikai beléptetés, duplikált azonosítás, vírusirtó és kártevőirtó szoftver, hálózati behatolás észlelés (proximity kártya),

Kültéri behatolás érzékelők: helyszíni megvilágítás, kerítés mászás érzékelők

Automatizált észleléshez: elosztó hálózatban elhelyezett nyomásérzékelők, online monitoring rendszer (klór szint érzékelés)

Biztonsági személyzet: fegyveres őr, vagyonőr

Kamerák: fix kamerák, dom kamerák

Beltéri behatolás érzékelők: mozgásérzékelők, üvegtörés érzékelők

2. Késleltetéshez:

Záruk: zárt tűzcsapok, ráccsal lezárt szellőző csövek, megnehezített létra hozzáférés, megerősített ajtók, ablakok, kapuk, lezárt akna bebúvó nyílások, lezárt kútfejek

Akadályok: kerítés, visszaáramlás gátlás (visszacsapó szelep) tűzcsapoknál, fogyasztói hálózaton

3. Reagáláshoz:

Fizikai kockázatcsökkentés: pánikkapcsoló, egyéni védőeszközök alkalmazottaknak

Vészhelyzeti alternatív megoldások: alternatív áramforrást, alternatív ivóvíz elosztást (palackozott víz) választottam.

Eljárások, rezsim intézkedések: kiürítési terv, helyi tűzoltóság gyakoroltatása az üzem területén, katasztrófa elhárítási terv, koordináció a helyi rendőrséggel, katasztrófavédelemmel, kiürítési terv (bombariadó esetén)

Miután kiválasztottam az egyes ellenintézkedési eszközöket, táblázatos formába rendezem a meglévő, illetve vészhelyzeti alternatív megoldások felosztását. A meglévő ellenintézkedést zöld színnel, a potenciálisan kékkel jelölöm.

A pályázat terjedelmi korlátai miatt a vízellátó rendszer 3 meghatározó területével foglalkozok részletesen a továbbiakban: kút, klórozó, SCADA üzemirányító rendszer. A vízszerezés (kút), a vízkezelés (klórozó), illetve a SCADA rendszer nagyon kritikus területek egy vízellátó rendszerben, ez látható a prioritási táblázatból is (I. Melléklet)

3.2.2. táblázat, A tervezett vízellátó rendszerrel meglévő és észhelyzeti alternatív megoldásokat (3 vagyonelemmel) (saját szerkesztés)

Ellenintézkedések	Vagyonelemek		
	Kút	Klórozó	SCADA
fizikai beléptetés			
duplikált azonosítás			
vírusirtó és kártevőirtó szoftver			
hálózati behatolás észlelés			
helyszíni megvilágítás			
kerítés mászás érzékelők			
elosztó hálózaton elhelyezett nyomásérzékelők			
online monitoring rendszer (klór szint érzékelés)			
vagyonőr, fegyveres őr			
fix kamerák			

dom kamerák			
mozgásérzékelők			
proximity kártyás érzékelés			
üvegtörés érzékelők			
zárt tűzcsapok			
rácossal lezárt szellőző csövek			
megnehezített létra hozzáférés			
megerősített ajtók,			
megerősített ablakok			
megerősített kapuk,			
lezárt bebúvó nyílások			
lezárt kútfejek			
kerítés			
visszaáramlás gátlás (visszacsapó szelep) tűzcsapoknál, fogyasztói hálózaton			
pánikkapcsoló			
egyéni védőeszközök alkalmazottaknak			
alternatív áramforrás			
alternatív ivóvíz elosztás (palackozott víz)			
kiürítési terv			
helyi tűzoltóság gyakoroltatása az üzem területén			
katasztrófa elhárítási terv			
koordináció a helyi rendőrséggel, katasztrófavédelemmel			
kiürítési terv (bombariadó esetén)			

A kockázatelemzés következő lépése a **fenyegetések** kiválasztása.

3.2.3. Fenyegetések

Ennél a kockázatelemzési lépésnél a VSAT 6.02 alkalmazásban az előre definiált listából választottam lehetséges fenyegetéseket a vízellátó rendszerhez:

- 1-es típusú fegyveres támadó csoport (1 fő)
- 2-es típusú fegyveres támadó csoport (2-4 fő)
- fertőzés biotoxinokkal (pl. abrin, ricin, sztrichnin)
- fertőzés vegyi anyagokkal
- fertőzés patogénekkel (kórokozókkal)
- kulcsfontosságú ügyfelek
- kulcsfontosságú alkalmazottak
- diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás kibertámadással - belső munkatárs
- diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás kibertámadással – külső elkövető
- diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás fizikai eszközökkel - belső munkatárs

- diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás fizikai eszközökkel – külső elkövető
- szabotálás kibertámadással - belső munkatárs
- szabotálás kibertámadással – külső elkövető
- szabotálás fizikai eszközökkel - belső munkatárs
- szabotálás fizikai eszközökkel – külső elkövető

3.2.3. táblázat A tervezett vízellátó rendszert érintő fenyegetések (3 vagyonelemmel) (saját szerkesztés)

Fenyegetések	Vagyonelemek		
	Kút	Klórozó	SCADA
1-es típusú fegyveres támadó csoport (1 fő)			
2-es típusú fegyveres támadó csoport (2-4 fő)			
fertőzés biotoxinokkal (pl. abrin, ricin, sztrichnin)			
fertőzés vegyi anyagokkal			
fertőzés patogénekekkel (kórokozókkal)			
kulcsfontosságú ügyfelek			
kulcsfontosságú alkalmazottak			
diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás kibertámadással - belső munkatárs			
diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás kibertámadással – külső elkövető			
diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás fizikai eszközökkel - belső munkatárs			
diverzió (kémkedés, elterelés)/lopás fizikai eszközökkel – külső elkövető			
szabotálás kibertámadással - belső munkatárs			
szabotálás kibertámadással – külső elkövető			
szabotálás fizikai eszközökkel - belső munkatárs			
szabotálás fizikai eszközökkel – külső elkövető			

Miután elkészítettem a VSAT környezetet az analizálandó Vagyon elemek és a figyelembe veendő Fenygetések specifikálását, kezdetét veheti az Alapterv elemzés. A VSAT futási képeit mutatja a következő 2 ábra.

Baseline Results

Selected Asset/Threat

Asset: SCADA

Threat: S(CU) - Process Sabotage-Cyber Outsider

Man-Made

Risk Metrics	
Consequence Results	Baseline
Number of Fatalities	21 000 000 Ft
Number of Injuries	0
Utility Financial Impact	10 000 000 Ft
Regional Economic Impact	11 000 000 Ft
Likelihood of Damage	80 %
Likelihood of Threat	0,1
Monetized Risk	1 680 000 Ft
Resilience Metrics	
Asset in Millions of Gallons	0,000
Owners Economic	0 Ft
Community Economic	880 000 Ft

Comments

Close

3.2.3.1. ábra, Becsült károk értékei (saját készítés)

VSAT
Home
Tools
Setup
Assets
Countermeasures
Threats
Baseline
Improvement
Cost/Risk
Results & Reports

Baseline Summary

After you customize the VSAT environment by specifying the assets you want to analyze and the threats you wish to consider, you can begin your baseline analysis. VSAT performs the analysis on one asset/threat combination at a time.

You have chosen Quantitative Method. Provide a probability of threat occurring that can be used for each threat being evaluated in a quantitative risk calculation.

You have the following capacity values that will be used in the resilience calculations (you can adjust in Setup/Financial information)

Average Daily Water Service (MGD): 0
 Average Daily Wastewater Service (MGD): 0

Select Asset/Threat

Assets/Threats View

Asset/Threat	Monetized Risk	Owners Economic Resilience	Community Economic Resilience
SCADA			
S(CU) - Process Sabotage-Cyber Outsider			
S(PI) - Process Sabotage-Physical Insider			
T(CI) - Diversion/Theft-Cyber Insider			
T(PI) - Diversion/Theft-Physical Insider			
S(CU) - Process Sabotage-Cyber Insider			
S(CU) - Process Sabotage-Cyber Outsider	1 680 000 Ft	0 Ft	880 000 Ft
Pump Station Control & Monitoring			
SCADA			
S(CI) - Process Sabotage-Cyber Insider			
S(CU) - Process Sabotage-Cyber Outsider			
Server			
AT1 - Assault Team 1			
B(C) - Key Customers			

Selected Asset/Threat

Selected Asset: SCADA

Plant Process Control & Monitoring >> Water >> IT

Selected Threat: S(CU) - Process Sabotage-Cyber Outsider

Standard Man-Made Threats >> Process Sabotage

Asset/Threat Pairs Analyzed

Perform Baseline Analysis

3.2.3.2. ábra, Költség/kockázati mutatók (saját készítés)

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A vízellátó rendszerek hasonló feladatokkal küzdenek a világ minden táján. Bár különbség van abban, hogy honnan nyerik a nyers vizet a társaságok (parti szűrésű kutak, források, édesvízi folyamok, patakok felszíni vízkiemelése, stb.), azonban a tisztítás, klórozás, kezelés és a csőhálózat üzemeltetése már sok hasonlóságot, azonosságot tartalmaz. Minden esetben a helyi szabályozók, törvények alapvető jelentőségűnek tartják az ivóvíz-szolgáltatást, és mint létfontosságú rendszert tartják számon. A vízellátó rendszerre vonatkozó szabályok tehát általános érvényűek és különösen fontosak napjainkban, amikor a globális felmelegedés és a klimatikus viszonyok megváltozásának eredményeképpen súlyos aszályok, vízhiány lép fel. A jóslatok szerint a következő háborúk a vízért folynak majd. Fontos tehát, hogy azok a létesítmények, amelyek az ivóvíz előállításában, kezelésében, tárolásában és szétosztásában vesznek részt megfelelő védelemmel legyenek ellátva. A biztonságban azonban költsége van és ez a költség különösen magas lehet olyan nagy kiterjedésű üzemek esetében, mint a vízellátó rendszer. Emiatt hasznosak azok a modellek, amelyek segítenek a fenyegetettség meghatározásában, a megfelelő válaszok megfogalmazásában és a vízellátás biztonsági rendszereinek formalizált tervezésében. Az ilyen modellek alapján megalkotott rendszabályok, biztonsági követelmények és szabványok jelentősen csökkenthetik a biztonsági beruházások költségeit és biztosítani tudják az optimális költség/kockázat arányt. Erre mutatott példát a dolgozat és a megfogalmazott elvek, fogalmak felhasználásával lehet általános érvényű megoldásokat kidolgozni az egyes vízellátó rendszer objektumok biztonsági rendszereinek kialakítására.

A VSAT program segítségével a feltöltött paramétereknek megfelelően előállítható az a táblázat, amelyből kiolvasható az alkalmazandó biztonságtechnikai eszközök típusa. A VSAT alkalmazásával vállalatirányítási rendszerből átvihető adatokat lehet nyerni, amelyeket a továbbiakban a biztonságtechnikai beruházások tervezésekor figyelembe lehet venni.

Javaslom a VSAT kockázatelemző program magyar nyelvre történő lokalizálását, illetve más kritikus infrastruktúrák területén az alkalmazhatóságának vizsgálatát, mivel a testreszabhatóságának, sokrétűségének köszönhetően nem csak az egyszerűsített vízellátó rendszer modellezésére alkalmas. Azt gondolom, hogy a terrorfenyegetés, bármilyen jellegű közműveket érintő támadás elleni védekezésben jelentős segítséget nyújthat a VSAT.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] A globális klímaváltozás lehetséges hatásai a Föld vízháztartására és hazánk vízügyi helyzetére, <http://www.lovassy.hu/online/hirek/vizprojekt/pdf/global.pdf> , letöltve 2014.09.30.
- [2] Wendell Cox. (2012.03.05) World urban areas population and density, <http://www.newgeography.com/content/002808-world-urban-areas-population-and-density-a-2012-update>
- [3] Mays , Larry W. (2004). Water Supply Systems Security. United States of America, McGraw-Hill Companies Inc.
- [4] ASCE/AWWA Draft American National Standard for Trial Use (December 2006). Guidelines for the Physical Security of Water Utilities (pp 11.)
- [5] Stanly States, P. (2010) Security and Emergency Planning for Water and Wastewater Utilities. USA, Denver. American Water Works Association

I. Melléklet, Prioritási szintek a vízellátó rendszer egyes elemeihez (saját szerkesztés)

VSAT kategóriák	Vagyon elemek	Halálesetek	Sérülések	Közmű	Régió	Környezet	Közbizalom	Védelem	Prioritás szintje
Fizikai	<u>Kutak</u>								
	Nyersvíz tárolás								
	Medence								
	Víztorony								
	Fogyasztói hálózat								
	<u>Klórozó</u> UV fertőtlenítő								
Alkalmazottak a következő területeken	Adminisztrációs épület								
	Telephelyen kívül eső épület								
	Vízelosztó rendszer								
Tudásbázis	Tervek								
	Szerződések								
	Jegyzőkönyvek								
	Beszámolók								
	Eredmény kimutatás								
	Karbantartási követelmények								
	Gyártó garancia okmányai								
	Katasztrófa elhárítási terv Vészhelyzeti terv								
IT	Aktív hálózati elemek								
	Helyi hálózat								
	Internet								
	<u>Üzemi folyamatirányító SCADA</u>								
	<u>Szivattyútelepet irányító SCADA</u>								
	Műszerek interfésze								
	PLC-k								
	Szerver								
	SCADA hálózat								
	WAN hálózat								
	Tűzfalak – behatolás jelzés a hálózaton								