

ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM  
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar  
**Katonai Műszaki Doktori Iskola**

**A Magyar Honvédség tevékenysége a vegyi katasztrófák  
elleni védelem összefüggés-rendszerében**

**Földi László mk. őrnagy**

PhD értekezés

**Dr. Halász László, DSc**  
egyetemi tanár  
Tudományos vezető

## Tartalomjegyzék

*Bevezetés* 5

**1. A vegyi katasztrófák elleni védelemhez kapcsolódó nemzetközi és hazai szabályozás**  
**10**

**1.1. Az ENSZ EGB egyezménye és a SEVESO direktívák** 10

1.1.1. A szabályozás célja ..... 11

1.1.2. A szabályozás elvei ..... 11

**1.2. A tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelem - NATO szempontból**14

1.2.1. Tevékenységek általános jellemzői a NATO-ban ..... 14

1.2.2. A tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelem ..... 17

**1.3. A katasztrófa-védelem egészét érintő hazai szabályozás** 19

1.3.1. Jogszabályok [6]..... 19

1.3.2. A katasztrófa törvény és a végrehajtását szolgáló kormányrendelet .....20

**1.4. Következtetések**24

**2. A Magyar Honvédségnél illetve a NATO-ban alkalmazott egyes ABV védelmi eszközök és eljárások a vegyikatasztrófa-elhárítással összefüggésben** 28

**2.1. Az ABV (atom -, biológiai- és vegyi) felderítés feladatrendszere háborúban és békeműveletek során** 28

2.1.1. A vegyi mintavétel és azonosítás rendszere a NATO-ban ..... 32

2.1.2. Mintavevő alegységek ..... 33

2.1.3. Mintavételi követelmények ..... 34

2.1.4. Laboratóriumi vizsgálatok ..... 34

<b>2.2. A vegyi felderítés eszközei a Magyar Honvédségben</b>	<b>36</b>
<b>2.3. Az egyéni és kollektív vegyivédelmi védőeszközök helyzete</b>	<b>40</b>
2.3.1. A Magyar Honvédség ellátottságának helyzete .....	40
2.3.2. Egyéni védőeszközök (gázálarc, összefegyvernemi védőkészlet).....	41
2.3.3. Légzőkészülékek .....	43
2.3.4. Kollektív védőeszközök .....	44
<b>2.4. A vegyi mentesítés eszközrendszere</b>	<b>46</b>
2.4.1. Mentесítő gépkocsik.....	46
2.4.2. Mentесítő készletek .....	47
2.4.3. Mentесítő anyagok .....	47
<b>2.5. Az egyéni védőeszközök fejlesztésének új lehetőségei a vegyivédelmi szakcsapatok érdekében</b>	<b>48</b>
<b>2.6. Következtetések</b>	<b>51</b>
<b>3. Új típusú, vegyi katasztrófák helyszínén alkalmazható mobil vegyi laboratórium megtervezése</b>	<b>52</b>
<b>3.1. Felderítés és mintavétel</b>	<b>53</b>
<b>3.2. Felderítő kéziberendezések</b>	<b>54</b>
<b>3.3. Mintavevő felszerelés</b>	<b>55</b>
3.3.1. levegőminták .....	55
3.3.2. talaj és szilárd anyag minták: .....	57
3.3.3. felszíni víz és folyadékminták:.....	57
3.3.4. növényzeti minták: .....	58
3.3.5. élelmiszer, tej és ivóvíz minták: .....	58

3.3.6. állati (és emberi) eredetű minták:.....	58
3.3.7. általános eszközök:.....	59
<b>3.4. Mintaelőkészítés és analízis</b>	<b>61</b>
3.4.1. Célirányos mintavétel.....	61
3.4.2. Automata mintaelőkészítés és mérés egy lépésben.....	62
<b>3.5. Az állomány kiképzése</b>	<b>63</b>
3.5.1. Mintavételi kiképzés .....	63
3.5.2. Minta-transzporthoz szükséges kiképzés .....	64
3.5.3. Laboratóriumi kiképzés.....	65
<b>3.6. Következtetések</b>	<b>67</b>
<b>4. Egy jövőbeli, vegyi katasztrófák esetén (is) alkalmazható honvédségi (nemzeti) háttér-laboratórium felépítése</b>	<b>69</b>
<b>4.1. Minta-előkészítési eljárások</b>	<b>69</b>
4.1.1. Folyadék/folyadék extrakció (LLE).....	70
4.1.2. Folyadék/szilárd extrakció (LSE) .....	71
4.1.3. Szilárd fázisú extrakció (SPE) .....	72
4.1.4. Szuperkritikus fluid extrakció (SFE): .....	73
4.1.5. Headspace.....	74
4.1.6. Termodeszorpció.....	74
4.1.7. Származékképzés: .....	75
4.1.8. Oldószer desztilláció/koncentrálás.....	76
4.1.9. Gélelválasztás.....	77
4.1.10. Feltárás (pl. mikrohullámú):.....	77

4.1.11. Purge&Trap:.....	78
<b>4.2. Kémiai analitikai eljárások</b>	<b>79</b>
4.2.1. Gázkromatográfia (GC).....	80
4.2.2. Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC).....	82
4.2.3. Kapillár elektroforézis (CE).....	82
4.2.4. Tömegspektrometria (MS).....	84
4.2.5. Infravörös (IR) spektrometria.....	85
4.2.6. Mágneses magrezonancia (NMR) spektrometria.....	86
<b>4.3. Következtetések</b>	<b>87</b>
<b>5. A vegyi katasztrófa helyszínére kirendelt honvédségi erők tevékenységének rendszerbe foglalása. A tevékenységek csoportosítása, beavatkozási sorrend.</b>	<b>89</b>
<b>5.1. Kárelhárító erők</b>	<b>89</b>
5.1.1. Központi ügyelet.....	90
5.1.2. Helyszíni erők.....	90
<b>5.2. Tevékenység baleset során</b>	<b>91</b>
5.2.1. A riasztás.....	91
5.2.2. Kérkezés a helyszínre.....	91
5.2.3. Tevékenység sorrendje.....	92
5.2.4. A parancsnok feladatai.....	93
5.2.5. A helyszíni szakértők tevékenysége.....	96
5.2.6. A kárelhárító alegységek feladatai.....	98
<b>5.3. Utómunkálatok</b>	<b>100</b>
<b>5.4. Következtetések</b>	<b>101</b>

*Összefoglalás 102*

*Új tudományos eredmények 103*

*Ajánlások 104*

*Felhasznált irodalom 106*

*Saját publikációk listája 110*

*Mellékletek: 112*

## Bevezetés

A vegyi katasztrófák elleni védekezés problémaköre talán még soha nem volt annyira aktuális, mint napjainkban. A fegyveres erők, ezen belül a honvédség szerepvállalásának szükségességét indokolja többek között a vegyi terrorizmus veszélyének megnövekedése is. Itt elsősorban a mérgező harcanyagokkal elkövetett terrorista cselekményekre gondolhatunk, de ugyanígy nem szabad szem elől tévesztenünk, hogy mint potenciális vegyi fegyverek, az egyes vegyipari létesítmények is veszélyeztetetté váltak.

A világméretű kelet-nyugati szembenállás megszűnésével a kilencvenes évek elejétől a Magyar Honvédségnek - csakúgy, mint az érintett államok hadseregeinek többségében - komoly problémákkal kellett szembenéznie. Szerepe, feladata nagymértékben átértékelődött, presztízseiből, fontosságából jelentősen veszített. Eszközeinek fejlesztése elmaradt a kor színvonalától, rendszerben lévő berendezései előregedtek, logisztikai rendszere, javító-karbantartó háttere anyagi, személyi és egyéb más gondokkal küzdött. Ez alól nem volt kivétel a vegyivédelmi szolgálat sem, sőt! Az elemzők többsége azon a véleményen volt, hogy a honvédségi átlaghoz képest ezen a területen jelentősebb csökkentést kell végrehajtani, egyesek pedig egyenesen megkérdőjelezték a szükségességét, a pusztta létét is. Hiszen, mint mondták, a tömegpusztító fegyverek alkalmazásának veszélye gyakorlatilag nullára csökkent. Atomfegyverekkel vívandó kiterjedt konfliktussal nem kell számolnunk, a biológiai fegyverek alkalmazását már igen régóta nemzetközi egyezmény tiltja, és a kilencvenes évek elejétől ugyanez már a vegyi fegyverekre is igaz. Úgy tűnt tehát, hogy a vegyivédelmi szolgálat által hagyományosan vállalt feladatokra a továbbiakban nincs szükség.

Ugyanakkor látni lehetett, hogy a tömegpusztító fegyverek alkalmazásának veszélye továbbra is fennáll. A világban néhány helyi konfliktus során egyes hatalmak nem haboztak vegyi fegyvereket bevetni (pl. iraki kurd lázadás), és ma már az is bizonyítottnak látszik, hogy az 1991-es Öböl-háború idején az iraki hadviselő fél is alkalmazott ilyen anyagokat. Ezek kapcsán később számos rejtélyes egészségi probléma lépett fel (pl. Al-Eskan betegség, később az amerikai speciális löszerek kapcsán a szegényített urán), amelyeknél, ha nem is lehetett bizonyítani harcanyagok hatását, mindenképpen felmerült az ABV védelem (egyéni és kollektív védelem) felelőssége, illetve a védelem növelése iránti igény.

Mindemellett a szigorúan vett katonai környezetén kívül egy sor új kihívás jelentkezett elsősorban a terrorizmus különböző formáiban. A tokiói metróban történt támadást egyértelműen mérgező harcanyaggal követték el, de a terroristák elfogása után kiderült, hogy még biológiai ágenseket is birtokoltak. Ez az esemény végre felnyitotta a világ szemét, hogy a veszély nemhogy megszűnt volna, hanem csak még erősebbé vált. A hidegháború időszakában a tömegpusztító fegyvereket nagyhatalmak birtokolták, és az azok feletti ellenőrzést felelős kormányok gyakorolták. Manapság azonban a legnagyobb baj az, hogy az ilyen fegyverek szélsőséges erők kezébe is kerülhettek, akiktől nem várható el a józan, politikai gondolkodás, nem erősségük az esélylatolgatás és fanatikusok lévén a túlélés sem céljuk.

A terrorizmus által jelentett fenyegetés valódi nagyságát a 2001. szeptember 11-i események után mérhette fel a világ. Az azóta eltelt időben bekövetkezett újabb incidensek megmutatták, hogy a biológiai és vegyi harcanyagok alkalmazása rendszertelenül és logikátlanul (illetve egy igen sajátos logika szerint, amely a megfélemlítést szolgálja) még kis mennyiségben is igen nagy gondokat okozhatnak. Az antraxszal impregnált postai küldemények, az atomerőművek, vegyi üzemek, raktárak, víztározó és városi ivóvízellátó rendszerek, stb ellen irányuló fenyegetések az ABV védelem és a karhatalom békeidőben eddig még soha nem tapasztalt méretű igénybevételét jelentették igen sok országban. A preventív intézkedések lassan akkora méreteket öltöttek, amely helyenként már zavaró hatással voltak a mindennapi életre is (pl. repülőtéri biztonsági rendszerek).

Ma már elérkeztünk ahhoz a ponthoz, ahol a tömegpusztító fegyverek alkalmazása, mint katonai probléma, illetve a vegyi balesetek, katasztrófák, mint a polgári szféra problémája közötti határ a világméretű terrorizmus megjelenésével kezd elmosódni. Ahogy a lakosság fenyegetettsége miatt a polgári védelem és egyéb civil szervezetek szakembereinek meg kell ismerniük a mérgező harcanyagokat és biológiai ágenseket, továbbá szerepet kell vállalniuk az ellenük való védelemben, ugyanúgy a honvédség ABV védelmi erőinek is részt kell vállalniuk ipari veszélyes anyagokkal bekövetkezett káresemények felszámolásában. Ezért úgy látom, hogy elkerülhetetlen egy olyan integrált rendszer megalkotása, ahol az egyes résztvevők (honvédség, katasztrófa-védelem, környezetvédelem, egészségügy) egymást kölcsönösen kiegészítve szerepet vállalnak a különböző vegyi eredetű katasztrófa-események felszámolásában, természetesen elsődlegesen mindenki a saját szakértelmét hozzáadva és a saját szakterületét képviselve.



### A téma körülhatárolása

Az eddig felsoroltak alapján nyilvánvaló, hogy az értekezésem címe által megfogalmazott "tevékenységek" annyira szerteágazó rendszert alkotnak, amelynek tárgyalása túlmutat egyetlen doktori értekezés keretein. Ennek felismerése után arra a következtetésre jutottam, hogy alapvetően két lehetséges út áll előttem: vagy igyekszem lefedni minden részterületet, hangsúlyozva a teljesség igényének mellőzését, vagy kiragadok néhány fontosnak ítélt momentumot, és azokat legjobb tudásom és szakmai tapasztalatom alapján kifejtem részletesen. Tudományos igényességre törekedve én az utóbbit választottam. Úgy döntöttem, hogy arról írok, amit nem csak könyvtári kutatómunkával, hanem többéves szakmai gyakorlattal, olykor katasztrófák helyszínén keservesen megszerzett tapasztalatokkal tudok alátámasztani.

Mivel szakterületem az analitikai kémia, és évekig a Magyar Honvédség Havária Laboratóriumának beosztott tisztjeként dolgoztam mobil és stabil laboratóriumokban, illetve vegyi katasztrófák helyszínén, **az alábbi területeket kívánom doktori értekezésemben tárgyalni:**

- a vegyi katasztrófákkal kapcsolatos törvényi szabályozás áttekintése;
- a vegyi katasztrófák elleni védekezés illeszkedésének vizsgálata az ABV védelem feladatrendszerébe;
- az ABV védelem hazai eszközeinek állapota és alkalmazhatóságuk vizsgálata vegyi katasztrófák esetén;
- vegyi katasztrófák elhárításához (is) felhasználható új laboratóriumi alrendszerek tervezése;
- vegyi katasztrófák helyszínén elvégzendő feladatok rendszerezése.

### A téma aktualitása és fontossága

Mint azt már a bevezetés korábbi szakaszában említettem, most érkezett el az idő a Honvédség ABV védelmi erőinek, eszközeinek átszervezésére, átalakítására. A hosszú éveken át tartó pénzhiány és e mellőzöttség nem kímélte a vegyivédelmi szolgálatot. Legtöbb eszköze, felszerelése (egyéni védelem, ABV felderítés és mentesítés) előregedett, nincs belőle utánrendelés, még a gyártásuk is megszűnt. Az eszközök jelentős részét típusselejtnek kellett

minősíteni, és intézkedni a rendszerből történő kivonásukra. Ha viszont nincs felszerelés, az ABV védelmi egységek pusztá fennmaradása is megkérdőjelezhető.

Véleményem szerint az ABV védelem előtt csak egy út áll: megtalálni szerepét a mai kor kihívásai között, amelyek közül a legfontosabbak: az ABV terrorizmus elleni védelem, a vegyipari, vegyi katasztrófák elleni védekezés és a nemzetközi (NATO, ENSZ) feladatokban történő részvétel.

Tudomásul kell vennünk, hogy a felső szintű vezetés manapság csak olyan fejlesztéseket és feladatokat támogat, amelyeknek az országos és nemzetközi szintű nagypolitikában is haszna lehet. Így nem várhatjuk, hogy valószínűtlen háborús elképzelések miatt milliárdokat áldozzanak az ABV védelem fejlesztésére, ha annak használhatósága a mindennapi életben nem kézzelfogható. Sajnos, jelenleg a Magyar Honvédség ABV védelme nincs abban a helyzetben, hogy alegységeivel a NATO szövetségi rendszerében jelentkező aktuális feladatokat felvállalhatná (Afganisztán, Irak). Értekezésem megírásának egyik célja, hogy megmutassam az ABV védelem lehetőségeit, felhasználhatóságát, és javaslataimmal egy olyan szervezet épüljön újjá, amely alkalmas lehet részében vagy egészében is nemzetközi feladatokhoz történő felajánlásra.

#### Kutatási módszereim

Kutatási módszerül a vonatkozó irodalom értékelő elemzését, a valós problémák feltárását, a szintetizáló tevékenységet és a szakterületen feltárt hiányosságokra adandó válaszként újszerű, egyéni megoldások kidolgozását, mint követendő eljárást választottam.

#### Célkitűzéseim

Egyéni kutatómunkám várható új tudományos eredményei alapvetően az alábbi területeken jelenhetnek meg:

1. A honvédségi egyéni vegyivédelmi védőeszközök fejlesztésében egy lehetséges új irány kidolgozása, amely alkalmas a vegyikatasztrófák elhárításához szükséges optimális beavatkozó-képesség eléréséhez.
2. Új típusú, vegyi katasztrófák helyszínén alkalmazható mobil vegyi laboratórium megtervezése.

3. Egy jövőbeli, vegyi katasztrófák esetén (is) alkalmazható honvédségi (nemzeti) háttér-vegyi laboratórium felépítése.
4. Vegyi katasztrófa helyszínére kirendelt honvédségi erők tevékenységének rendszerbe foglalása, a tevékenységek csoportosítása, a beavatkozási sorrend meghatározása.

#### *A kutatási eredményeim várható gyakorlati alkalmazása*

Amennyiben az értekezésemben vázolni kívánt fejlesztések (legalább részben) megvalósulnak, a Magyar Honvédség számára ez a következő gyakorlati előnyökkel járhat:

#### ***Felállítható lesz egy honvédségi ABV védelmi alegység, amely alkalmas lesz***

- ***vegyipari balesetek esetén a Belügyminisztérium beavatkozó erőinek támogatására***
- ***az ABV terrorizmus jelentette fenyegetettség csökkentésében, az ellene való harcban***
- ***nemzetközi (NATO, ENSZ, EBESZ) feladatokban történő részvétellel***

#### ***Felépíthető lesz egy honvédségi ABV háttérlaboratórium, amely alkalmas lesz***

- ***mérgező harcanyagok nagy pontosságú analizisére, amely egyrészt NATO elvárás, másrészt fontos eszköz az ABV terrorizmus elleni küzdelemben,***
- ***ipari mérgező anyagok megbízható mennyiségi és minőségi analizisére, amely nélkülözhetetlen lehet vegyi katasztrófák, balesetek és terrorcselekmények esetén.***

#### *Köszönetnyilvánítás*

Szeretném köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik lehetővé tették értekezésem megírását, részt vettek annak jobbá tételében, észrevételeikkel, szakmai tanácsaikkal, háttéranyagokkal és olykor dorgálással segítették annak létrejöttét.

Így név szerint elsőként köszönöm tanszékvezetőmnek, Dr. Solymosi Józsefnek a sok segítséget és türelmet, ugyanígy Dr. Grósz Zoltánnak, tanszékvezető-helyettesnek és barátomnak, Dr. Nagy Károlynak, valamint a tanszék teljes állományának. Végül, de nem utolsó sorban témavezetőmnek, Dr. Halász Lászlónak, aki nem adta fel a reményt, hogy ez a mű egyszer tényleg elkészül.

# 1. A vegyi katasztrófák elleni védelemhez kapcsolódó nemzetközi és hazai szabályozás

## 1.1. Az ENSZ EGB egyezménye és a SEVESO direktívák

A jelentős ipari balesetekre vonatkozó magyar szabályozásnak két nemzetközi kötelezettség vállalásunknak kell eleget tennie: egyrészt az Európai Közösséggel kötött társult tagsági megállapodásunkból származó jogharmonizációs kötelezettségeinknek, másrészt az 1992-ben Helsinkiben elfogadott az ENSZ EGB Ipari Balesetek Országhatáron Túli Hatásairól szóló Egyezménynek [1], melyet hazánk 1992-ben aláírt és 1994-ben jóváhagyott. Ahhoz, hogy hazánk mindkét kötelezettségének eleget tudjon tenni, szükséges az Egyezmény és a SEVESO II. [2] összehasonlító elemzése.

Az ENSZ Egyezmény a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek megelőzését, az arra való felkészülést, illetve a gyors válaszlépések megtételének feltételeit kívánta előmozdítani. A SEVESO II irányelv is a veszélyes anyagok jelenléte miatti balesetek megelőzését szolgálja. A SEVESO II. irányelvet természetesen megelőzte a SEVESO I. irányelv (82/501/EKG irányelv) [3], mely címében is, bizonyos ipari tevékenységek miatti jelentős baleseti veszély ellenőrzés alatt tartását szolgálta. Az Egyezmény létrejöttére így időben a két irányelv között került sor. Ez egyben azt is jelenti, az Egyezmény előkészítő munkái során figyelembe vették a SEVESO I. addigi gyakorlati tapasztalatait és a SEVESO II. előkészítő tanulmányait is. Bár az Egyezmény a jelenleg hatályos Uniós szabályozást megelőzi, ennek ellenére mégsem mondhatjuk el, hogy az új direktíva teljes összhangban áll vele.

A két kötelezettség vállalásnak csak akkor lehet megfelelni, ha a jogalkotó az ipari balesetekkel kapcsolatos szabályozás kialakításakor mindkettőre tekintettel van. Ugyanakkor nem minden esetben teremthető meg az összhang az Egyezmény és az irányelv között. Állást kell foglalni, hogy milyen politikát kövessen az ország azokban az esetekben, amikor a Közösség fenntartotta jogát az eltérő szabályozásra, hiszen vagy a jogharmonizációs kötelezettségnek nem tesz maradéktalanul eleget, vagy az Egyezményben már vállalt kötelezettségét szegi meg [4].

### 1.1.1. A szabályozás célja

Mind az Egyezmény, mind a direktíva azonos felismerésen alapul: azoknál az ipari balesetknél, ahol veszélyes anyagok vannak jelen, az emberi egészségre és a környezetre gyakorolt káros hatások csak úgy kerülhetők el, illetve csökkenthetők, ha a környezetpolitika egyik legfontosabb elvét alkalmazza: a *megelőzés* elvét. Vagyis a szabályozások egyik célja a balesetkből származó negatív következmények kiküszöbölése: a megelőzés.

Az azonos célon túl a két dokumentum további célokat is megfogalmaz. Az Egyezménynek - bár célként kifejezetten nem kerül megfogalmazásra - az ipari balesetek országhatáron átjutó káros következményeinek elhárításához elengedhetetlen együttműködés előmozdítása a másik fontos célja. Továbbá, a bevezető részben egyértelműen kifejezésre jut az a megállapítás, hogy az ipari balesetkből származó káros környezeti hatások megelőzését szolgáló intézkedések és eszközök részei a környezeti szempontból fenntartható fejlődés biztosításának. S mindez nemcsak a jelen, hanem a jövő generáció érdekében is áll.

A direktívában a szabályozás célját az 1. cikkely tartalmazza, s a fenti konkrét célon túl itt kerül megfogalmazásra az az általános közösségi környezetpolitikai cél is, mely szerint minden tagországban azonos, magas szintű védelmet kell biztosítani a környezetvédelem terén. Ez a cél illetve az egységesen magas védettségi szint megvalósulását szolgáló szabályok egységesítése különösen nagy hangsúlyt kap az irányelv bevezető részében is.

Köztudott, hogy az Unió környezetpolitikája teljes összhangban áll az ENSZ által Rio de Janeiro-ban tartott Fenntartható fejlődés konferencián megfogalmazott elvekkel. Így a megfogalmazott célok és a különböző utalások alapján fontos annak hangsúlyozása, hogy mindkét dokumentumot a fenntartható fejlődés biztosítását szolgáló eszközök közé kell sorolnunk, s bármilyen szabályozás, mely a dokumentumok végrehatását kívánják biztosítani, csak a környezetpolitika, a környezetjog általánosan elfogadott elvein alapulva dolgozhatók ki.

### 1.1.2. A szabályozás elvei

A környezetjog általánosan elfogadott elvei: a megelőzés elve, együtt az elővigyázatosság elvével, a tervszerűség, az együttműködés elve, együttműködés nemzetközi és helyi szinten egyaránt, a szennyező fizet elve, az integrált megközelítés elve, s talán egyre inkább a megosztott

felelősség elve is [5] tetten érhető mindkét dokumentumban. Ugyanakkor a szabályozás elveire csak az Egyezményben találunk konkrét utalást. A bevezető rész kiemeli a nemzetközi környezetjog általános elveként elismert szennyező fizet elvét, mint amit a szabályozás során tekintetbe kell venni, továbbá a nemzetközi jog és szokások alapján a jószomszédság, a kölcsönösség, a diszkrimináció tilalma, valamint a jóhiszeműség elvét.

A direktívában a környezetjogi elvek külön nem kerülnek nevesítésre, de a bevezető rész egy-egy bekezdésben kimondatlanul foglalkozik is az alapelvekkel, például a tervszerűség elve jelenik meg abban a felvetésben, amely szerint a területrendezés során figyelembe kell venni, hogy milyen lakott terület közelébe építik és működtetik a veszélyes üzemet. A szennyező fizet elve húzódik meg a mögött, hogy a jelentősebb balesetek hatása nem áll meg a határoknál, s a káros következmény - gazdasági és ökológiai költségeit nemcsak a balesettel érintett létesítmény, hanem a baleset hatása miatt károsodottak is viselik.

Elvi szinten a két dokumentum több ponton is azonos megközelítést tartalmaz, mely az alábbiakban foglalható össze:

A megelőzés elve: az ipari balesetek megelőzésének illetve a káros hatások csökkentésének alapvetően két fontos eleme illetve előfeltétele van. Az az egyik, hogy mindenki megfelelő információval rendelkezzen (a tevékenységről, az anyagokról, a veszély forrásokról, a kockázati tényezőkről stb.), aki a balesettel bármilyen kapcsolatba kerül. A másik, hogy megfelelő gyakorlati intézkedési programcsomag álljon rendelkezésre, mely a legapróbb részletekre tekintettel osztja ki a feladatokat, hatásköröket és felelősséget.

A tervszerűség elve: a veszélyes anyagokat használó ipari létesítmények telepítése, működtetése csak körültekintő tervezés után engedélyezhető vagy kezdhető meg. A telepítés helyének és a működés feltételeinek meghatározásakor figyelembe kell venni, hogy a létesítmény milyen területen helyezkedik el. Ez egyrészt vonatkozik arra, hogy milyen a népsűrűség az adott területen, másrészt arra is, hogy milyen - már létező vagy tervezett - gazdasági vagy egyéb tevékenység zajlik az adott területen vagy annak közelében, különösen, ha az a tevékenység veszélyes anyagok jelenlétében történik.

Szennyező fizet elve: Az ipari balesetek által a környezetben, illetve az emberi egészségben okozott károk megtérítésén túl a veszélyes anyagokat használó köteles minden olyan

költséget viselni, mely, a saját felelősségi körébe tartozó megelőzési feladatok kapcsán merülnek fel. Így ebbe a körbe tartoznak többek között a beruházási költségeken túl a kockázati elemzések elkészítésének költségei, vagy a személyi állomány képzési költségei is.

Együtműködés elve: Az ipari balesetek elhárítása elképzelhetetlen az érintettek együttműködése nélkül. Természetesen ez az együttműködés magába foglalja a létesítményen belül dolgozók közötti együttműködést is, ez azonban nem a környezetjog körébe tartozó együttműködés, sokkal inkább a munkajog, s azon belül is a munkavédelem szabályozási területe. A környezetjogi együttműködés szereplői között találjuk a potenciális balesetokozó létesítményt működtetőt, a hatóságokat valamint az érintetteket. Ezek közül is kiemelten kezelendő a lakosság. Az együttműködésbe azonban - főleg a környezeti hatások terjedésének sokszor nehéz korlátozhatóságára tekintettel - mindenképpen be kell vonni a szomszédos - hatásterület szempontjából szomszédos - országokat is.

Megosztott felelősség elve: A megosztott felelősség egyrészt azt jelenti, hogy az ipari balesettel kapcsolatos megelőzési feladatok kapcsán minden érintett fél megteszi a szükséges lépéseket, másrészt, hogy a baleset bekövetkezése esetén mindenki úgy vesz részt a baleset káros következményeinek felszámolásában, hogy az a károkat a lehető legkisebbre csökkentse.

A két dokumentum a fenti általános elvi azonosságon túl elsősorban abban különbözik egymástól, hogy a konkrét szabályok megfogalmazásakor hova helyezik a hangsúlyt.

## **1.2. A tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelem - NATO szempontból**

### 1.2.1. Tevékenységek általános jellemzői a NATO-ban

A tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelem kérdéseinek elemzése előtt célszerűnek tűnik röviden áttekinteni a NATO tevékenységének jellemzőit, amelyek között első helyen szükséges említeni a szabványosításra törekvést. Alapvető célja a szövetség katonai ereje hatékonyságának növelése. Ennek a mindent átfogó célkitűzésnek egymásra ható katonai és gazdasági (beleértve az ipart is) összetevői vannak:

- a NATO szabványosítás katonai célja: növelni a szövetség katonai erejének összetett hadműveleti hatékonyságát;
- a NATO szabványosítás gazdasági célja: növelni a szövetség rendelkezésére álló védelmi erőforrások felhasználásának átfogó hatékonyságát. Többek között ez magában foglalja az együttműködés erősítését, valamint a szövetséges nemzetek közötti szükségtelen kettősség megszüntetését a kutatásban, fejlesztésben, gyártásban, beszerzésben és a védelmi rendszerek támogatásában, továbbá az eszközökben.

A NATO megítélése szerint a szabványosítás bármely NATO tevékenységhez alkalmazható széles folyamat. Általában a NATO szabványokat az alábbi három fő csoport valamelyikébe sorolják (bár akad néhány, amely egynél több csoportba is sorolható):

- Hadműveleti szabványok azok, amelyek a jövő és/vagy a jelenlegi katonai gyakorlatra, eljárási módra vagy formátumra vonatkoznak. Egyebek mellett az olyan ügyekre is alkalmazhatók, mint a koncepciók, a doktrína, a taktika, a technika, a logisztika, a kiképzés, a szervezetek, jelentések, formanyomtatványok, vázlatok és térképek.
- Anyagi szabványok azok, amelyek a jövő és/vagy a jelenlegi jellemző anyagi paraméterekre vonatkoznak. Átfoghatják a gyakorlati termelési kódokat, valamint az anyagok részletes felsorolását. Az anyagok komplett rendszereket foglalnak magukban (ideértve a fegyverrendszereket és a biztosító parancsnoki, vezetési és hírközlési rendszereket is). Ide



sorolják még az alrendszereket: a készleteket, elemeket, alkatrészeket és anyagokat; továbbá a fogyóanyagokat (beleértve a lőszer, üzemanyagkészleteket, anyagi készleteket és a fogyó alkatrészeket).

- Adminisztratív szabványok elsődlegesen a „hadműveleti” és az „anyagi” területekre alkalmazható terminológiával foglalkoznak, de ebbe a kategóriába tartoznak a szövetségnek a közvetlenül nem katonai jellegű adminisztrációját megkönnyítő szabványok is (pl.: a gazdasági statisztikai jelentések).

A NATO szabványosítás – természeténél fogva – multinacionális tevékenység, amely a megállapodás létrehozása és a bevezetésre való nemzeti elkötelezettség érdekében megköveteli a nemzeti nézőpontok összehangolását. A felállított NATO-testületek kötelessége: javaslatot tenni, megfogalmazni, elősegíteni és naprakészen tartani a hatáskörükbe tartozó területeken alkalmazott szabványokat. Az egyes NATO-országok maguk felelősek saját fegyveres erők felszereléséért és ellátásáért, így azután ők hozzák meg a végső fejlesztési, gyártási és beszerzési döntéseket. Ezeket a döntéseket a komplex nemzeti és multinacionális katonai, gazdasági, technikai és politikai tényezők befolyásolják.

A főbb NATO-parancsnokok egyedülálló felelősséggel rendelkeznek a szövetségen belül a nemzeti erőket felhasználó, összetett katonai tevékenységek megtervezéséért és szükség esetén azok irányításáért. Ebből adódóan a főbb NATO-parancsnokok felelőssége az egységesítési követelmények felállítása, továbbá javaslatok kidolgozása a szövetség katonai erejének összetett, operatív hatékonyságát növelő prioritásokra vonatkozóan.

A szabványosításban a NATO az alábbi szinteket különbözteti meg:

- **Kompatibilitás:** két vagy több cikknek, egy eszköz összetevő elemeinek, vagy az anyagoknak az ugyanabban a rendszerben vagy környezetben, egymás kölcsönös zavarása nélküli létezési vagy működési képessége.
- **Interoperabilitás:** a rendszerek, egységek, haderők képessége a más rendszereknek, egységeknek, haderőknek való szolgáltatások nyújtására, vagy azoktól a szolgáltatások elfogadására és az ily módon kicserélt szolgáltatások képessé teszik őket a hatékony együttes működésre.

- **Csereszabatoság:** egy állapot, amely akkor jön létre, amikor két vagy több eszköz olyan funkcionális és fizikai jellemzőkkel rendelkezik, amelyek a teljesítményben vagy a tartósságban egyformák, és megvan az a képességük, hogy magán az eszközön vagy csatlakozó részein - a beállítást kivéve – végrehajtott változtatás és az illeszkedés, vagy a teljesítmény végett történő kiválogatás nélkül ki lehet cserélni az egyiket a másikkal.
- **Közös jelleg:** egy állapot, mely akkor következik be, amikor az egyének, szervezetek vagy a nemzetek csoportjai közös doktrínákat, eljárási módokat vagy eszközöket használnak.

Tehát a különböző haderőkhöz tartozó szabványosított eszközök lehetnek: kompatibilisek, interoperábilisek, csereszabatosak és közös jellegűek. Előfordulhat az is, hogy nem tartoznak egyikhez sem, mégis az összetevő elemeik szabványosítottak lehetnek (csereszabatosak vagy közös jellegűek), ami fontos előny a karbantartás és a javítás szempontjából.

A szabványosítási erőfeszítések eredményeit a következő dokumentumok tartalmazzák:

- a Szabványosítási Megállapodások (STANAG – Standardization Agreement),
- a Szövetséges Kiadványok (AP – Allied Publications), melyek lehetnek
- a Szövetséges Adminisztratív Kiadványok (AAP – Allied Administrative Publications),
- a Szövetséges Egészségügyi Kiadványok (AMedP – Allied Medical Publications),
- a Szövetséges Kodifikációs Kiadványok (ACodP – Allied Codification Publications),
- a Szövetséges Logisztikai Kiadványok (ALP – Allied Logistic Publications)
- a Szövetséges Műszaki Kiadványok (AEP – Allied Engineering Publications)

A NATO szabványosítás folyamatát elsődlegesen három tevékenység alkotja:

- a NATO szabványok kialakítása (vagy naprakésszé tétele),
- a NATO szabványok nemzetenkénti külön elfogadása,
- a jóváhagyott NATO szabványok nemzeti ügyként való bevezetése.

Régebben a szabványosítási folyamat főleg a szabványosításban meglévő hiányosságok meghatározásán alapult és általában a gyakorlatokból és a hadműveletekből nyert eredményeknek és tapasztalatoknak a szolgálati úton való felterjesztésével valósult meg. Ez az

alulról felfelé való megközelítés továbbra is folytatódik, de a szövetség átfogó tervezési folyamatának részeként kiegészül egy felülről lefelé működő struktúrával. A főbb NATO-parancsnokságok és az egyes nemzetek által kialakított szabványosítási követelmények ebben a struktúrában átalakulnak pontos szabványosítási célkitűzésekké. Ezeket a Tanács elé terjesztik jóváhagyás céljából, majd végrehajtásra átküldik a szabványosításban érintett NATO-testületeknek.

### 1.2.2. A tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelem

A tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelemre vonatkozó - a NATO tagországok által elfogadott – alapelvek az ABV vonatkozású Megállapodásokban és Kiadványokban található meg. Megítélésem szerint a Magyar Honvédség tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelmének javítása ezen dokumentumok szerint kell, hogy megvalósuljon.

Ezen dokumentumok mindegyike fontos, ám megkülönböztetett figyelmet érdemelnek közülük azok, amelyek többnemzetiségű erők közös tevékenysége során a sikeres együttműködés szempontjából alapvetőnek tekinthetők. Ezek egyikének rövid áttekintése egyúttal képet ad a STANAG-ek felépítésének jellemzőiről is:

STANAG 2352 - *Nuclear, biological and chemical (NBC) defence equipment – operational guidelines* = „Atom-, biológiai- és vegyivédelmi felszerelések (a minimális ellátás követelményei)”

Ez a szabványjellegű egyezmény – mint arra a címe is utal – megadja a listát azokról a minimálisan biztosítandó felszerelésekről, amelyek szükségesek az egyének, az alegységek, valamint a harcrendi elemek túléléséhez és tevékenységéhez a tömegpusztító fegyverek alkalmazásának körülményei között, illetve az ipari katasztrófák esetében.

Az eszközök és anyagok „hozzárendelése” tehát

- személyenként,
- alegységenként,
- szakalegységenként

történik, s az okmány külön melléklete tartalmazza a kapcsolódó magyarázatokat.

A minimálisan biztosítandó eszközök – rendeltetésüknek megfelelően – az alábbi célokat szolgálják:

- veszély megelőzés,
- védelem,
- szennyeződés kezelés.

Ebben a megközelítésben tehát mintegy az eszközök alkalmazásának időbeni sorrendje a csoportosítás alapja:

- az első csoportba tartoznak azok az eszközök és felszerelések, amelyek az ABV szennyeződés bekövetkezésének észlelésére és jelzésére szolgálnak;
- a második csoportba azok, amelyek a személyi állomány védelmét biztosítják az ABV szennyezettség körülményei közötti tevékenysége során;
- a harmadik csoportba azok, amelyek a bekövetkezett szennyeződés hatásának csökkentésére, illetve a szennyezettség felszámolására szolgálnak, azaz a mentesítő eszközök.

Az okmány általános részéből három kitétel megemlítése mindenképpen elengedhetetlen:

- az egyezményben meghatározott felszerelések a NATO-alárendeltségben alkalmazott erőknél alkalmazandók kötelezően,
- a NATO-csapatok felszerelése nemzeti feladat,
- az egyezmény akkor tekinthető megvalósítottnak, ha a szóban forgó erők rendelkeznek a benne meghatározott felszerelésekkel.

Összességében megállapítható, hogy a STANAG 2352 által rögzítettek nem tartalmaznak olyan szakmai információkat, amelyek a vegyivédelmi szolgálat szakterületén korábban ismeretlenek lettek volna. Azonban az egyes kérdések más szellemben megközelítettek, amint az okmány előbb említett felépítéséből is kitűnik.

### **1.3. A katasztrófa-védelem egészét érintő hazai szabályozás**

Ebben az alfejezetben a nemzetközi jogi kitekintés után és természetesen helyenként arra hivatkozva össze kívánom foglalni a katasztrófa-védelem tárgykörében hazánkban hatályos jogszabályokat, kiragadva és kifejtve az általam legfontosabbnak ítélteteket.

#### 1.3.1. Jogszabályok [6]

- (a) 1949. évi XX. törvény a Magyar Köztársaság Alkotmánya [7],
- (b) 1990. évi LXV. törvény a helyi önkormányzatokról [8],
- (c) 1993. évi CX. törvény a honvédelemről, egységes szerkezetben a végrehajtásáról szóló 178/1993.(XII. 27.) Korm. rendelettel [9],
- (d) 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról [10],
- (e) 1995. évi XCI. törvény az állategészségügyről [11],
- (f) 1996. évi XXXVII. törvény a polgári védelemről [12],
- (g) 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról (MK 1996/112. szám) [13,]
- (h) 1999. évi LXXIV. törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről (MK 1999/60. szám) [14],
- (i) 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról [15],
- (j) 178/1993. (XII. 27.) Korm. rendelet a honvédelemről szóló 1993. évi CX. törvény végrehajtására [16],
- (k) 114/1995. (IX. 27.) Korm. rendelet a települések polgári védelmi besorolásának szabályairól és a védelmi követelményekről [17],
- (l) 196/1996. (XII. 22.) Korm. rendelet a mentésben való részvétel szabályairól, a polgári védelmi szakhatósági jogköréről és a miniszterek polgári védelmi feladatairól [18],
- (m) 232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól [19],
- (n) 60/1997. (IV. 18.) Korm. rendelet az óvóhelyi védelem, az egyéni védőeszköz ellátás, a lakosság riasztása, valamint a kitelepítés és befogadás általános szabályairól [20],

- (o) 87/1997. (V. 28.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Bizottság feladatáról, hatásköréről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal feladat és hatásköréről, bírságolási jogköréről [21],
- (p) 108/1997.(VI. 25.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal eljárásáról a nukleáris biztonsággal összefüggő hatósági ügyekben [22],
- (q) 213/1997. (XII. 1.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék tároló biztonsági övezetéről [23],
- (r) 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről (MK 1997/116. szám), *(módosítva a 40/2000. (III. 24) Korm. rendelettel* [24])
- (s) 179/1999. (XII. 10.) Korm. rendelet az 1999. évi LXXIV. törvény végrehajtásáról [25],
- (t) 2266/2000. (IX. 7.) Korm. határozat a KKB szervezeti és működési rendjének, valamint eljárási szabályainak elfogadásáról [26].

### 1.3.2. A katasztrófa törvény és a végrehajtását szolgáló kormányrendelet

Az Országgyűlés 1999. június 22-én elfogadta a katasztrófák elleni védekezés irányításáról szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvényt (katasztrófa törvény).

E törvény megalkotásának alapvető célja az volt, hogy a hatályos törvények és más jogszabályok szükséges mértékű módosítása mellett, egységes keretbe foglalja az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető természeti és civilizációs katasztrófák elleni védekezés felkészítési, irányítási, és a védekezésben érintett szervezetek működtetési rendszerének kialakítását. Meghatározza továbbá a különböző kormányzati és igazgatási szervek ezzel kapcsolatos feladatait, és a katasztrófa sújtotta területen alkalmazható szabályokat. Szükség van olyan hatékony katasztrófaelhárító szervezet működtetésére, amely alkalmas nemzetközi segítség nyújtására, illetve ennek során a feladatok összehangolására.

A katasztrófák elleni védekezés irányítási rendszerében, a törvény a Kormányt, mind a védekezésre való felkészülés, és a megelőzés időszakában, mind a védekezés idején, a korábbiaktól eltérő módon, olyan hatáskörökkel ruházza fel, amely határozottan növeli az e területen folyó kormányzati munka hatékonyságát és operativitását. Erre azért volt szükség, mert

a különböző katasztrófák kezelésére jelenleg - más-más jogszabály alapján létrehozott - különböző kormánybizottságok működnek. Ezek tagjai jórészt ugyanazon személyek voltak. Így volt ez a nukleárisbaleset-elhárítási rendszerénél, a vizek kártételei elleni védekezésnél is. Ezeknek a kormánybizottságoknak a feladatai számos területen átfedték egymást: például a lakosság riasztása, kitelepítése stb. [27].

A törvény rögzíti azt, hogy veszélyhelyzetben a Kormány hogyan vezetheti be a már említett részterületi szabályozásra megalkotott törvényekben rögzített rendkívüli intézkedéseket. Meghatározza azt, hogy a rendkívüli intézkedések csak a veszélyhelyzet idejére, maximum 60 napig lehetnek hatályban. Meghosszabbításuk csak az Országgyűlés által történhet. A katasztrófasújtott területen a Kormánynak joga lenne elrendelni a katasztrófavédelmi rendeltetésű szervezetek aktivizálását, ezzel megteremtve a védekezés bázisát.

A törvény szabályozza a belügyminiszter, a feladatköre szerint illetékes miniszter felelősségét az ágazati feladatkörébe tartozó terület katasztrófavédelmével kapcsolatos tervező, szervező és irányító tevékenységért. A törvény meghatározza a polgármesterek felelősségét és feladatait a településen élők élet- és vagyónbiztonságának megóvása érdekében a megelőzés és a védekezés során.

A törvény és a végrehajtását szolgáló kormányrendelet – a SEVESO II. irányelvvel megegyezően – egyértelműen meghatározza a szabályozásba bevont tevékenységek körét, a tevékenységgel kapcsolatos szakhatósági feladatokat, a veszélyes létesítmények üzemeltetőinek, a kormánynak és az önkormányzatoknak a súlyos ipari balesetek megelőzésével, az azokra való felkészüléssel és azok elhárításával kapcsolatos feladatait, meghatározza a közvélemény tájékoztatásával kapcsolatos kötelezettségeket.

A szabályozás lényeges része a veszélyes tevékenységekkel kapcsolatos szakhatósági hozzájárulás. Az eljárás alapja a biztonsági jelentés, amelynek rendeltetése az, hogy az előírt tartalmi és formai követelmények alapján az üzemeltető bizonyíthassa, az általa folytatott veszélyes tevékenység nem jár a meghatározottnál nagyobb kockázattal, és minden elvárhatót megtett az esetleges súlyos baleset megelőzése, és a következmények elhárítása érdekében.

A törvény a IV. fejezetében rögzíti, hogy a súlyos ipari balesetekkel kapcsolatos hatósági tevékenység a már meglévő állami szervekre épül. Ezek feladata annak megítélése, hogy a

létesítmény kellően biztonságosan működik-e, és az üzemeltető minden tőle elvárhatót megtett-e annak érdekében, hogy a létesítmény csak a társadalom által elfogadott kockázatot jelentsen. A katasztrófavédelmi szerv a veszélyes létesítmények felügyeletére létrehozott szervezete útján folyamatosan ellenőrzi, hogy a létesítményben az üzemeltető megfelelő eszközökkel rendelkezik-e a súlyos balesetek következményeinek felszámolásához, következményeinek csökkentéséhez, a biztonsági jelentésben közölt információk megfelelően tükrözik-e a létesítményben felállított irányítási rendszer, havária szervezetek és általában a súlyos balesetek elleni védelemhez szükséges rendszerek állapotát, valamint azt, hogy a biztonsági jelentés nyilvánossága biztosított-e. [28]

A SEVESO II. EU irányelv alapján a törvény az üzemeltető kötelezettségévé teszi annak bizonyítását, hogy tevékenysége nem jelent elfogadhatatlan kockázatot a lakosságra, az anyagi javakra és a környezetre. A veszélyeztető hatás függvényében az üzemeltető kötelezhető adatszolgáltatásra, biztonsági jelentés készítésére, létesítményi belső védelmi terv készítésére, a belső védelmi tervben meghatározott feladatok végrehajtási feltételeinek biztosítására, a nyilvánosság tájékoztatására a veszélyes tevékenységről, a lakosságot esetlegesen érő veszélyekről, a tett védelmi intézkedésekről. Az üzemeltető kötelezhető továbbá a veszélyes tevékenységgel összefüggő események előírt tartalmi és formai követelmények szerint történő jelentésére.

Az önkormányzati vezetők, a polgári védelemről szóló törvény alapján betöltött beosztásukban felelősséget viselnek azért, hogy a lakosság védelme súlyos ipari balesetek esetén is biztosított legyen. Ennek érdekében – az illetékes katasztrófavédelmi szerv segítségével – külső védelmi tervet készítenek, amelyben meghatározzák a lakosság, az anyagi javak és a környezet védelmével kapcsolatos feladatokat.

Az önkormányzati feladatok két csoportra oszthatók: normálidőszaki és veszélyhelyzeti feladatokra. A normálidőszaki tevékenység egyik legfontosabb feladatként gondoskodniuk kell területi és települési tervek készítéséről, amelyben meghatározzák a lakosságnak és a létfenntartási javaknak a súlyos ipari balesetek miatti veszélyeztetettségét, a védekezés módszereit, erőit, eszközeit, és a védekezésben résztvevők konkrét feladatait. Nem kis anyagi terhet jelentő feladat a területi, illetőleg a települési védelmi tervek végrehajtási feltételeinek biztosítása. Mivel a lakosság tájékoztatásában az önkormányzatoknak más területen is vannak



kötelezettségei, magától értetődő, hogy a hatóság által a veszélyes létesítmény üzemeltetőjétől megkövetelt nyilvánosságnak az önkormányzatok adhatnak otthont. De hangsúlyozni kell: a lakosság számára jelentkező kockázatokról, a védekezés lehetőségeiről való tájékoztatás az üzemeltető törvényben rögzített feladata lesz.

Veszélyhelyzetben, a súlyos ipari baleset bekövetkezésekor az önkormányzatoknak gondoskodniuk kell a súlyos ipari balesetről történő riasztás fogadásáról. Amennyiben a területi és települési tervek reális feltételekre készültek el, úgy nem jelenthet gondot a második lépés, amely során a terveket aktivizálják, azaz a benne foglaltakat végrehajtják: gondoskodnak a lakosság veszélyhelyzeti riasztásáról, tájékoztatásáról, szükség esetén a veszélyeztetett zónákból való szervezett kitelepítésükről, kimenekítésükről, az egyéni és a kollektív védelmükről és általában a létesítményen kívüli kárcsökkentő tevékenység összehangolásáról.

Az üzemeltető viseli a létesítmény biztonságos üzemeltetésével kapcsolatos kiadásokat. Hasonlóképpen őt terhelik a belső védelmi tervben meghatározott feladatokhoz kapcsolódó költségek. Így a súlyos baleset elleni védekezéshez kapcsolódó irányítási rendszer és annak infrastruktúrája, a védelmi szervezetek megalakítása, felkészítése, felszerelése és esetleges alkalmazása. [29]

A külső védelmi tervben meghatározott feladatok végrehajtásáért az állam a felelős, a végrehajtás feltételeit is az állam biztosítja. A megjelölt feladatok végrehajtási feltételeit is a polgári védelmi költségekből biztosítják. Nem határozható meg ugyanis a védelmi szervezetek, eszközrendszerek többségénél, hogy ez mely veszélyforrások elleni védelmet szolgál kizárólag. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a fejlesztési és fenntartási költségeket részben vagy egészben ne fedezné a veszélyes létesítmény, mert ehhez a közvélemény formálása céljából érdeke fűződik.

#### **1.4. Következtetések**

Áttekintve a jogi környezetet megállapíthatjuk, hogy Magyarországon a katasztrófák, és ennek részeként a vegyi katasztrófák elleni védekezés szabályozása korszerű, európai színvonalú. Jól körülhatárolt a megelőzés, a kötelezettségek rendszere, a katasztrófa-események minősítése, az irányító és beavatkozó szervek kijelölése és feladatrendszere. A szabályozók hiányosságát abban látom, hogy jelenleg nincs, és nagyon nehéz is lesz kialakítani olyan végrehajtási utasításokat, amelyek a problémák sokszínűségéhez igazodva konkrét feladatokat szabnak meg, és a hangsúlyt a védekezés integrált jellege kapja. Értem ez alatt az egyes szervek részfeladatainak pontos körülhatárolását és az együttműködés, feladatmegosztás kialakítását. Ez számos alapvető kérdést vet fel:

- Szabad-e felszámolni, illetve felszámolhatók-e a párhuzamosan meglévő azonos képességek csomagjai a különböző szervezeteknél?
- Kialakítható-e egy rendszerszemléletű megközelítés egy annyira sokparaméteres problémára, mint a vegyi katasztrófák? Hogyan lehet tipizálni egy jelenséget, amely mindig más és más?
- Hol szabjuk meg a határokat az egyes beavatkozó szervezetek munkájában, hogy tudjanak hatékonyan együtt dolgozni, de külön-külön se rendelkezzenek „csonka” képességekkel?

A Magyar Honvédséget, a vegyi katasztrófák elhárítására meglévő vagy a jövőben kialakítandó képességeivel ebben az integrált rendszerben kell elhelyezni. A civil szervezetekhez képest ez a folyamat még bonyolultabb a honvédség sajátos helyzetéből következően, nemcsak eltérő struktúrája, hanem feladatrendszerének összetettsége miatt is. Hiszen a vegyivédelemnek, mint a leginkább érintett területnek vannak háborús és békeidőszaki feladatai is. Ehhez társulnak még a NATO tagság kapcsán nemzetközi szinten vállalt kötelezettségek, leginkább a békefenntartó missziók területén. Ugyanakkor a vegyivédelem a honvédségen belül nem rendelkezik önálló szakmai vezetéssel, önálló szolgálati ággént. Nincsen tehát önálló szervezeti struktúrája, mint az elmúlt évtizedekben. Tekintsük át és foglaljuk össze, mi minden változott még az elmúlt évek során:

A régebbi időkben, amikor még "csak" a vegyi fegyverek ellen kellett felkészülni, jóval egyszerűbbnek tűnt a vegyivédelem feladata. A vegyifegyverek a kémiai anyagoknak egy szűk körét jelentették, fel lehetett rájuk készülni speciális eszközökkel, könnyebb volt a kimutatás, az ellenük való védekezés. Ismertek voltak az alkalmazási elvek, a várható vegyületek és koncentrációk, az élettani hatások. Még ellenanyag(ka)t is ki lehetett fejleszteni. Az ipari veszélyes anyagok megjelenése azonban gyökerestül felforgatta a "jól bevált" rendszert. A fő feladatok (felderítés, védelem, mentesítés) nem változtak, csak a részletek váltak összetettebbekké.

Kiderült, hogy az összefegyvernemi szinten használt védőeszközök egy része alkalmatlan az ellenük való védelemre. A gázálcok szűrőbetétje speciálisan impregnált aktív szenet tartalmaz, ami javítja a védőképességét a mérgező harcanyagok ellen. Ugyanakkor, mivel az impregnálás jelentősen csökkenti a szén fajlagos felületét, az általános adszorpciós képessége meglehetősen rossz, és számos ipari mérgező anyag ellen nem, vagy csak igen korlátozott mértékben véd. A probléma megoldását alternatív speciális szűrők, illetve zárt rendszerű légzésvédők használata jelenti, az ellátás azonban még nem megoldott.

A katonai gyakorlatban használt felderítő eszközöknél hasonló a probléma. Eddig elég volt, ha a kimutató csövekkel vagy újabban kézi műszerekkel a kb. 10 féle mérgező harcanyag közül ki tudtuk mutatni, melyikkel állunk szemben. Az ipari veszélyes anyagok esetén ez a szám kb. 50000, és a vegyipar fejlődésével folyamatosan növekszik. Elmondható persze, hogy a meglévő berendezések számos ipari anyag jelenlétében is "mutatnak valamit", ez azonban csak zavaró interferencia, és a felhasználót csak összezavarja, nem pedig segíti. Vegyipari katasztrófák elhárítása során a felderítés teljesen új eszközöket igényel.

Egy jól működő, hagyományos mentesítő berendezéssel meglehetősen sokféle feladat elvégezhető, itt is figyelni kell azonban az apró változásokra. A régi alapelvek (le mosás, lebontás, fertőtlenítés) mellett figyelni kell olyan részletekre is, hogy például az alapvetően lúgos kémhatású mentesítő oldatok nem használhatóak szintén lúgos szennyező közömbösítésére.

Az eszközök korszerűsítésének égető igénye mellett természetesen még számtalan probléma is felmerül szervezeti, kiképzési és egyéb területeken. Elvárható például, hogy a honvédség megfelelő állománya többek között részt vállaljon a vegyi katasztrófák elleni preventív védekezésben is. Életre kell hívni továbbá egy olyan HM tárca-szintű irányító-

koordináló központot, amely a katasztrófák bekövetkezése esetén megfelelő hatáskörrel át tudja venni a bevont honvédségi erők szakmai irányítását, képes intézkedni az esetlegesen veszélyeztetett honvédségi erők, alakulatok irányába, ugyanakkor képes a kárelhárításban résztvevő többi szervezettel a hatékony, kétirányú folyamatos kapcsolattartásra. Ez rögtön felveti a katasztrófa-elhárítási együttműködési gyakorlatokon történő rendszeres részvételt és a kölcsönös szakkiképzések fontosságát. További kérdéseket vet fel az új helyzet az állomány és a feladatok összetételének meghatározása, illetve újraértékelése terén is.

Számos külföldi hadsereg küzdött és küzd ma is hasonló problémákkal és kihívásokkal. Egyeseknek sikerült kivezető utat találni a vegyivédelem megőrzésére az új jellegű feladatokban történő szerepvállalással. Lengyelországban, de még inkább Csehországban az ABV védelmet sikerült modernizálni, és a NATO közép-európai tagállamaiként jelentős szerephez juttatni. A cseh vegyivédelmi alegységek számos külföldi misszióban teljesítettek sikeresen, kezdve az Öböl-háborúban történt részvételükkel. A mérgező harcanyagok azonosítására NATO előírásoknak megfelelő laboratóriumi háttérrel építettek ki, ahol többek között igen jelentős eredményeket értek el az új szerkezetű idegmérgek kutatásában, szintézisében és analitikai adatbázisának megteremtésében. Lengyelország ABV-védelmi szakembereket küldött a kilencvenes évek második felében Irakba, ahol az ENSZ UNSCOM missziójának résztvevőiként értékes tapasztalatokat szereztek a modern technikai eszközök megismerése terén. Később ezt a hazai gyakorlatban megfelelően kamatoztatták is, hiszen már NATO tagságukat megelőzően igen jó eredményeket tudtak felmutatni. 1998 őszén például sikeres házigazdaként rendezték meg a NATO SIBCA subgroup (Sampling and Identification of Chemical and Biological Agents = Mérgező és Biológiai Harcanyagok Mintavétele és Analízise alcsoport) nemzetközi éles harcanyag-mintavételi összehasonlító gyakorlatát. Kétségtől komoly elismerésnek számított, hogy a NATO részéről megjelent szervezők a helyi lengyel laboratóriumot kérték fel a résztvevő csapatok által gyűjtött minták kiértékelésére, és eredményeiket perdöntőnek fogadták el annak megítélésében, hogy melyik csapat végzett megfelelő munkát a terepen.

Az osztrák hadsereg és annak ABV-védelmi szolgálata némiképp más utat választott. Semleges ország lévén függetlenek bármely katonai tömbtől, bár ez egyben azt is jelenti, hogy magukra vannak utalva. Sokéves tapasztalatukat egybegyűjtve a vegyivédelem központjaként a Bécsben működő "ABC Abwehr Schule"-t (ABV-védelmi iskola) működtetik, az iskola

parancsnoka egyben az osztrák hadsereg vegyivédelmi főnöke is. Az ABV védelem számos részterületén élen járok Európában, egy tavalyi előadásban elhangzott jelmondatuk: "CALL FOR THE AUSTRIANS!", vagyis "Hívd az osztrákokat!". Nagy hangsúlyt fektetnek a határokon túli aktivitásra, így például az iraki vegyi sérültek kezelése náluk zajlott, vagy felderítő és mentesítő alegységet küldtek az ENSZ UNSCOM misszióba.

Igen érdekes, hogy a katasztrófa-elhárítást sikerült ötvözniük az ABV védelemmel. Ez nem csak a vegyi katasztrófákra igaz, alegységeik hívhatóak világszerte természeti katasztrófák esetén is. Speciális mentő csapataik részt vettek többek között a törökországi földrengések és a balkáni árvizek következményeinek felszámolásában is. Szakterületük a víztisztítás, ivóvízellátás és az emberi élet mentése romok alól. Természetesen hívhatók nagy kiterjedésű vegyi katasztrófák esetén is. Ezen kívül nemzetközi gyakorlatokat szerveznek és irányítanak, továbbá iskolájukban számos speciális ABV védelmi kurzust tartanak NATO tagállamok és ENSZ bizottságok felkérésére nemzetközi missziókba történő felkészítés keretében.

Ezek a példák is azt mutatják, hogy kis országok kis vegyi szolgálatai is fennmaradhatnak, ha megfelelő mennyiségű speciális tudást sikerül felmutatniuk, amellyel nélkülözhetetlenné tudják tenni magukat bizonyos területeken.

## **2. A Magyar Honvédségnél illetve a NATO-ban alkalmazott egyes ABV védelmi eszközök és eljárások a vegyikatasztrófa-elhárítással összefüggésben**

### **2.1. Az ABV (atom -, biológiai- és vegyi) felderítés feladatrendszere háborúban és békeműveletek során**

A Magyar Honvédségnél az ABV felderítés feladatrendszerét általánosságban a Vv/1 szakutasítás 33-46. pontjai [30] határozták meg. A Szárazföldi Vezérkar vegyivédelmi főnöke 1999-ben kiadta a VEGYIVÉDELMI FELADATOK (ideiglenes segédlet a parancsnokok és törzsek, valamint a NATO-ba felajánlott alegységek felkészítéséhez) - at, melynek 1.3. pontja foglalkozik a "Vegyivédelem, sugárfelderítés és ellenőrzés" végrehajtásával.

Ebben a fejezetben a fenti okmányoktól függetlenül az 1998. március 6-án elfogadott STANAG 2112. 4. kiadás (Nuclear, Biological and Chemical Reconnaissance) [31], valamint a mintavételezési kézikönyvek (SIRA, SIBCA) [32] [33] alapján foglalom össze az ABV (atom -, biológiai- és vegyi) felderítés feladatrendszerét. Ezen szabvány és a kézikönyvek újdonsága, hogy a NATO-ban először foglalkoznak a csapatok feladataival a békeműveletek során, amikor a veszély nem elsősorban a tömegpusztító fegyverek alkalmazásából ered. A fejezet megírásánál nem törekedtem pontos fordításra, sem az angol nyelvű szakkifejezések megfeleltetésére a régi szabályzatok fogalomrendszerével. Fő célom alapvető elvek megfogalmazása, amelyek a témában későbbi szakmai vita után alapjai lehetnek az új "vegyivédelmi" doktrínák és szabályzatok megalkotásának, a fejlesztési irányok meghatározásának [34].

A fejezet bevezetéseként mégis szükségesnek tartom három fogalom tartalmi tisztázását. Ezek az NBC Reconnaissance, NBC Surveillance és az NBC Survey. Az első kettőnek az ABV felderítés a harmadiknak az ABV felmérés, vagy ellenőrzés kifejezéseket fogom megfeleltetni, szövegkörnyezettől függően.

Az ABV felderítés (NBC Reconnaissance) olyan feladat végrehajtása, melynek során vizuális megfigyeléssel vagy más módszerrel információt szereznek ABV támadás, vagy veszély létéről vagy nem létéről. Magába foglalhatja információ gyűjtését az ellenség ABV fegyver használatáról, a kísérő jelenségekről, vagy a meteorológiai adatokról, amelyek az ABV veszélyek

terjedését meghatározzák. Ennek része az NBC Surveillance, amely talán megfigyelésként fordítható a legpontosabban. Ezt minden egység elvégzi, a saját tevékenységi területét monitorozva a rendelkezésre álló automatikus jelzőeszközökkel, az ABV veszélyekről történő korai riasztás érdekében.

Az ABV felmérés (NBC Survey) arra irányuló tevékenység, hogy meghatározzák az ABV veszély természetét, fokát, valamint a veszélyeztetett területek határait. Természetesen általánosságban ez is az ABV felderítés egyik részeleme.

Az ABV felderítésnek öt alapvető szempontot kell kielégítenie:

- hírszerzési adatokon kell alapulnia, mivel lehetetlen minden területet felderíteni
- minden információt gyorsan és pontosan jelenteni kell
- gyorsnak kell lennie (intenzitás, azonosítás, áthaladási utak meghatározása, stb.)
- az ABV felderítő egységeknek kerülnie kell a harcérinkezést, mivel elvesztésük következménye veszélyezteti az egész rendszer működését
- a tevékenységet úgy kell a parancsnoknak terveznie, hogy maximális legyen a teljesítmény, a mobilitás, a detektáló kapacitás, a fenntarthatóság és a túlélőképesség szempontjából.

Az ABV felderítés lehet útvonal, zóna és terület felderítés.

Útvonal felderítés esetén egy speciális szennyezetlen utat keresnek szennyezett területen keresztül, vagy egy a hírszerzési adatok alapján "tisztának" vélt utat ellenőriznek. A részletes feladatok útvonal felderítéskor, meghatározni bármely szennyezettséget, megjelölni a szabad áthaladási útvonalakat, valamint megjelölni és jelenteni minden ABV veszélyt. Szükség esetén ABV felmérést is kell végezni a szennyezettség határának megállapítására. A feladat végrehajtása után a kijelölt mentesítési helyre kell vonulni.

Az ABV zónafelderítést akkor hajtják végre, ha egy bizonyos területről kevés az előzetes információ, de a hírszerzés szerint lehetséges ABV fegyverek használata. Nagy erővel hajtják végre az ABV zónafelderítést nagyobb egységek gyülekező helyei, valamint logisztikai ellátó bázisok helye meghatározásához. A zónafelderítés során meghatározzák a lehetséges szennyezett helyeket, azt, hogy egy előző szennyezettség fennáll-e még, megjelölik a szennyezett helyeket,

valamint az áthaladási utakat, ellenőrzik a vízforrásokat. Minden információt azonnal jelentenek a feladatot elrendelő parancsnoknak.

Az ABV terület-felderítés a zónafelderítés speciális formája amely egy zóna speciális kisebb területére irányul, ha előzetes információ van ABV fegyverek alkalmazásáról. Ekkor általában felmérést hajtanak végre a szennyezettség határának pontos meghatározására. A fő feladatok itt is a meghatározás, jelölés, áthaladási út keresés és a jelentés.

Az ABV felderítés tervezésének fő szempontjai:

az érdeklődésre számot tartó területek meghatározása

folyamatos koordinálás az alárendelt felderítő egységekkel

előzetes értékelés

az idő és távolsági tényezők folyamatos értékelése

folyamatos visszajelzés az alárendelt felderítő egységnek

fenntarthatóság (utánpótlás logisztikai tervezése)

a mentesítési helyek előzetes tervezése

a felderítő alegységek védelmének megszervezése

Az ABV felmérés részletes információk megszerzésére irányul a szennyezett területekről. A szabvány a felmérésnél külön tárgyalja a nukleáris (atom), illetve a vegyi helyzet felmérését. A biológiai felmérésről nincs külön fejezet. Kiemeljük, hogy az ABV felmérés nagy emberi erőforrásokat igénylő, időigényes folyamat. A nukleáris felmérésnél kiterjedt radioaktív szennyezett területekről kell információt szerezni.

Légi felmérésnél nagy területek gyors felmérésére van lehetőség. Olyan területek is felderíthetők így amelyeken a földi felderítő egység elfogadhatatlanul nagy dózisokat szenvedne el. Hátránya a légi felderítésnek a kisebb mérési pontosság és az időjárástól való függés. A légi felderítésnél három féle repülési technika alkalmazható, a két pont közti egyenes repülés, a két pont között meghatározott útvonalon történő repülés, valamint egyes mérési pontok egyedi felmérése, pontos információszerzési céllal.



Vegyifelmérést akkor kell végezni, ha a parancsnok részletes információt kér a szennyezett területről. Felmérhetnek egy útvonalat, vagy egy előzetesen szennyezettnek vélt zónát. A felmérés előtt jó, ha információ áll rendelkezésre az alkalmazott vegyi anyagról és a célba juttató eszközről. Vegyifelmérésnél a legkritikusabb tényező az idő, hiszen egy kimutatás néhány másodperctől húsz percig is tarthat. A felderítési technikák lehetnek útvonal, pont és terület felmérés.

Az ABV mintavételt részletesen egy alfejezetben fogom tárgyalni, itt csak annyit szükséges megjegyezni, hogy végrehajtása parancsnoki döntésen alapul. Célja általánosságban hírszerzési adat megerősítése, ellenőrzés, azonosítás és szintmeghatározás lehet. Az összegyűjtött mintákat valamilyen szintű laboratóriumba kell szállítani és ott ellenőrizni. A biológiai mintavételt az NBC csapatok környezeti mintákból hajtják végre. A humán mintavételt az egészségügyi szakcsapatok végzik.

Az ABV felderítés szabvány a NATO-ban először foglalkozik a csapatok feladataival a békeműveletek során, amikor a veszély nem csak a tömegpusztító fegyverek alkalmazásából ered. Ekkor járulékos veszélyforrásként jelentkeznek a mérgező ipari vegyi anyagok (toxic industrial compounds, TIC's) és az alacsony szintű radioaktivitás. Bármilyen ilyen jellegű veszélyforrás a csapatok által kerülendő.

A mérgező ipari vegyi anyagok és az alacsony szintű radioaktivitás felderítésének legfontosabb tényezője a lehetséges veszélyforrások előzetes felmérése (ún. háttérfelmérés) a műveletek megkezdése előtt. A gyártó, kutató és tároló kapacitások korai azonosítása lehetővé teszi a felderítés tervezését. A vegyi üzemek, tárolók és szállító eszközök elvileg a nemzetközi "HAZCHEM" jelzésekkel vannak ellátva. Ez megkönnyíti a felderítést. A jelzések hiánya esetén végre kell hajtani valamilyen módszerrel az azonosítást. A katonai vegyi felderítő eszközök csak a mérgező ipari anyagok bizonyos fajtáinak felderítésére alkalmasak. Az ipari mérgek azonosítására számos a kereskedelemben kapható speciális eszköz van forgalomban, így ezeket be kell szerezni a békeműveletek előtti előzetes (hírszerzői) értékelések alapján. Az alacsony szintű radioaktivitás mérésére a katonai sugázmérők általában alkalmasak. Lehetőség szerint igénybe kell venni a fogadó ország polgári védelmi eszközeit is.

Fontos, hogy a mérgező ipari anyagokat felderítő csapatok védelmére nem elegendő a szabványos katonai gázálc és védőruha viselése. Léteznek a katonai szűrőbetéttől eltérő

paraméterekkel bíró ipari szűrőbetétek, általában egy-egy veszélyesanyag csoportra specifikusan, szigetelő típusú (nehéz) védőruhák, illetve a felderítőket a tűzoltó egységeknél rendelkezésre álló légzőkészülékkel is el kell látni.

### 2.1.1. A vegyi mintavétel és azonosítás rendszere a NATO-ban

A mintavételnek és azonosításnak két típusát különböztethetjük meg. Egyik a "műveleti (hadműveleti)", a másik a "törvényességi (forensic)". Tartalmilag a műveleti típusú mintavétel és azonosítás fedi le azt a feladatot, amelyet az MH vegyivédelmi csapatai eddig is elláttak, vagyis információk szolgáltatását a megfelelő szintű parancsnok döntéséhez a saját csapatok megóvása érdekében. Ezen döntések vonatkoznak a csapatok manővereire, a védőeszközök használatára, a kivonásra, a mentesítésre, az élelmiszerek, víz és a takarmány fogyaszthatóságára, illetve a sérültek egészségügyi kezelése módozatainak megválasztására. Meghatározzák az elszenvedett külső vegyi dózisterhelésen kívül a becsült belső dózisterhelést is. Ezen mintavétel és azonosítás jellemzője, hogy az esetleges pozitív hamis jelzések után hozott parancsnoki döntések nem okoznak számottevő kárt a saját csapatokban, mivel védelmi jellegűek. A "törvényességi (forensic)" mintavétel és azonosítás a felső szintű NATO parancsnokságok számára nyújt információt például egy esetleges válaszcsapás elrendeléséhez. Ezenkívül segítségével utólagosan nemzetközi testületek (bíróság) előtt is igazolhatónak kell lennie a válaszcsapásról hozott döntésnek. Így ennél a típusú mintavételnél és azonosításnál minimálisra csökkentendő a pozitív hamis döntések valószínűsége.

A mintavételezést előzetes felderítés és felmérés után a kézikönyvben meghatározott eszközökkel és módszerekkel kell végrehajtani, mind a szilárd, a folyékony és a gáz halmazállapotú anyagokból. Részletesen meghatározott a minták esetleges duplikálásának szükségessége, csomagolásuk, szállításuk módja és normaideje. A parancsnoknak kell meghatározni a mintavételek közötti prioritást és a háttérminták vételének szükségességét, valamint a mintavételt végrehajtó állomány egészségét óvó rendszabályokat. A kézikönyv által meghatározott a minta előkészítés és az analízis folyamata is.

A NATO-ban a kémiai mintavétel és azonosítás rendszerét meghatározó SICA (Sampling and Identification of Chemical Agents) AEP-10-es kézikönyv napjainkig használt 4. kiadása szolgáltatta az alapot a SIRA(Sampling and Identification of Radiological Agents) kézikönyv

jelenleg is folyamatban lévő kidolgozásához. Párhuzamosan a SICA kibővülésre került a biológiai harcanyagok mintavételezésével és azonosításával, így ma már SIBCA elvekről beszélünk. Várhatóan mindhárom anyagcsoport (ABV) egyesítésre kerül (SIBCRA), így a mintavétel és analízis rendszere illetve a vonatkozó előírások egységesebbé válnak.

### 2.1.2. Mintavevő alegységek

A NATO előírások szerint a mintavételnek és a mintavevő alegységeknek két különböző szintje van:

#### **Rendszerint két fő katonából álló mintavevő alegység**

##### Feladata:

Vegyifelmérés harctéri körülmények között olyan eszközök használatával, mint ABV kimutató készlet, CAM (Chemical Agent Monitor) és ABV felderítő járművek. Ezek segítségével képesek mintákat venni analitikai laboratóriumok számára.

#### **Speciális katonai mintavevő alegység**

##### Feladata:

Különleges körülmények között (ismeretlen vegyi vagy biológiai harcanyaggal bekövetkezett csapás), magasabb szakértelmet kívánó esetekben a helyszíni mintavétel és lehetséges azonosítás elvégzése

##### Összetétele:

Két fő vegyész, megfelelő ismeretekkel a mérgező harcanyagokról, detektorok válaszkarakterisztikájáról és a mintavételi/analitikai eljárásokról

Egy fő harcászati jártas tiszt, megfelelő ismeretekkel a hadműveleti támadási módszerekről, az alkalmazott fegyverek típusairól, a bevetések taktikájáról, stb.

Egy fő orvos, megfelelő ismeretekkel a mérgező és biológiai harcanyagok élettani hatásairól és az alkalmazható gyógyszerekről, antidótumokról

Egy fő tüzserész, aki specialista a vegyi/biológiai töltetű lőszerre.

Alkalomszerűen kiegészítésre kerülhetnek speciális szaktudású civil szakemberekkel.

### 2.1.3. Mintavételi követelmények

A kézikönyv a nukleáris mintavétel szabályaihoz hasonlóan itt is hangsúlyozza a megfelelő védőfelszerelést és elsősegélycsomagot, alapvető kimutató eszközöket a szennyezési gócok megtalálására, valamint a mintavevő eszközök részletes felsorolása mellett kiemelik a dokumentálás eszközeinek fontosságát (minták jelölése, hely- és időmeghatározás, szemtanúk, foto, videó, stb.).

A konkrét mintavételt a kézikönyv részletes utasításainak megfelelő módszerekkel, eszközökkel és felszereléssel, az ott előírt mennyiségben és minőségben kell elvégezni.

### Mintavételi prioritások

Mintát mindig arról a helyről kell venni, ahol a detektor a legerősebb jelet adta. Ha nincs is ilyen pont, a mintavételi helyek prioritását az alábbiak döntenek el:

*Szokatlan küllemű folyadékok, porok. Befulladt lövedékek, lövedék maradványok. ABV védőfelszerelések, feltételezetten szennyezett felületek. Környezeti minták, úgymint növényzet, talaj, kövek, víz és levegő az érintett területen és szomszédságában. Biológiai eredetű minták, például vér, vizelet és szervek az emberi áldozatokból és az elhullott állatokból.*

### 2.1.4. Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumba szállított, konzervált minták először minta-előkészítési eljárásokon esnek át. A kézikönyv számos módszert említ, amelyek közül vegyi minták esetében az alábbiakat emelnénk ki:

- Folyadék/folyadék extrakció (LLE)
- Folyadék/szilárd extrakció (LSE)
- Szilárd fázisú extrakció (SPE)
- Szuperkritikus fluid extrakció (SFE)
- Purge&Trap
- Headspace
- Termodeszorpció
- Származékképzés

Az ezt követő analitikai vizsgálatokhoz is ajánlásokat tesz a berendezések fajtáira, hangsúlyozva, hogy csak azonosító eljárások megfelelőek. Ilyen kémiai analitikai módszerek például:

- Gázkromatográfia (GC)
- Tömegspektrometria (MS)
- Nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (HPLC)
- Infravörös spektroszkópia (IR)
- Mágneses magrezonancia spektroszkópia (NMR)

Mindezek között is előnyben részesíti a kombinált módszerek használatát (GC-MS, GC-FTIR-MS, LC-MS, stb). Előírásokat ad a mérési adatok feldolgozására, különös tekintettel az adatformátumokra a különböző laboratóriumok eredményeinek összehasonlíthatósága érdekében. A teljes laboratóriumi munka során nagy hangsúlyt kap a minőségbiztosítás.

A kézikönyv a világon megjelent és egyre népszerűbbé váló mobil laboratóriumokról is szót ejt. A FOX/FUCHS járművet tekinti irányadónak mint olyat, amelyik egyesíti magában a mobilitás és menet közbeni működés képességét, a megfelelő analitikai műszerezettséget és a védelmet is.

A Magyar Honvédségnél a NATO szabványok által előírt feladatok megvalósítására alkalmas eszközrendszer jelenleg nincs. Az alkalmazott, illetve a fejlesztés alatt álló eszközeink nagy része azonban megfelel arra, hogy a rendszer bizonyos részecskéit alkossa. A sugárzásmérő eszközök területén például a csernobili katasztrófa után elkezdett intenzív hazai fejlesztések olyan eredményeket hoztak az alacsony szintű radioaktivitás méréstechnikájában, hogy jelentős előnnyel rendelkezünk több NATO országgal szemben. Ebben a fejezetben részletesen szólok a kézi mérőeszköz rendszerről, a tervezett ABV légi felderítő rendszerről, a Havária laboratóriumról, a későbbiekben pedig indokolom egy bázislabor létrehozásának szükségességét az MH-ban.

## **2.2. A vegyi felderítés eszközei a Magyar Honvédségben**

A Magyar Honvédség járműfedélzeti vegyifelderítő rendszerét több évtizeddel ezelőtt a Varsói Szerződésben elfogadott elvek és normák szerint alakították ki. A feladatokat kétfajta harcjármű (VS FUG és VS BRDM) valamint VS UAZ terepjáró fedélzetén kialakított berendezések segítségével oldották meg. Jelenleg az említett három fajta eszköz közül kettő már kivonásra került, csak a VS BRDM van rendszerben. A feladatok univerzális, egységes elveken történő megoldására azonban utóbbi sem alkalmas.

A vegyifelderítés célja a toxikus anyagok jelenlétének, típusának, a szennyezett terület elhelyezkedésének megállapítása. A felderítés eredményeinek pontosítását, a szennyezettség mértékének meghatározását a különböző felületeken, vízben és élelmiszerekben vegyi ellenőrzéssel hajtják végre. A vegyifelderítő eszközök fajtájuk szerint lehetnek beépített illetve hordozható műszerek

Beépített (harcjárműfedélzeti) eszközök:

- Automata vegyi jelző (AVJ) idegmérgek detektálására biokémiai reakció segítségével
- Folyamatos vegyi jelző (FVJ) egyéb (nem idegméreg) mérgező harcanyagok kimutatására
- Gyors vegyi jelző (GVJ-1 vagy GVJ-2) idegmérgek detektálására IMS (Ionmozgékonyági Spektrometria) módszerrel és kimutatócsövek az egyéb MHA-okra

Ezen műszerek folyamatos üzeme mellett a felderítő harcjármű menet közben képes a szennyezett terepszakasz felderítésére. Figyelő ponton a berendezések szakaszos módban üzemelnek.

Hordozható (kézi) eszközök:

- 66M Vegyifelderítő Készülék (VFK). A szakalegységek számára rendszeresített változata el van látva az MH-ban rendszeresített összes kimutatócső-fajtával, ellentétben a nem szervezetszerű alegységek készletével, amely csak a legalapvetőbb MHA-ok kimutatására alkalmas:

szomán-cső (idegmérgek kimutatása biokémiai reakció segítségével)

szarin-cső

kénmustár-cső

foszgén-cső

cián-cső

A felderítő eszközök mellett a későbbi laboratóriumi ellenőrző vizsgálatok számára mintavevő felszereléssel is rendelkeznek (VSMF), amely alkalmas szilárd és folyadék halmazállapotú minták vételére. Az alegységek felszerelését a HM Haditechnikai Intézete (mai nevén HM Technológiai Hivatal) által néhány éve kifejlesztett új típusú, VSMF-2-sel tervezik. Ez a korszerű eszköz alkalmas gáz/gőz mintavételre is, valamint a minták konzerválása is megoldott. A Magyar Honvédségnél végbemenő változások (doktrína, szervezet, technika), valamint NATO szabványok alkalmazása szükségesé teszi a perspektív felderítő járművekhez illeszkedő műszer (esetleg műszercsalád) kifejlesztését, vagy beszerzését.

A vegyi felderítés területén jelenleg az USA gyártmányú passzív FTIR (Fourier Transzformációs Infravörös Spektrométer) elven működő 10 kg tömegű JLSCAD (Joint Lightweight Standoff Chemical Agent Detector) beszerzése jön szóba, amely a földi telepítésű M 21 berendezés pilóta nélküli repülőre továbbfejlesztett változata. Jelenleg az USA-ban sikeresen folyik a csapatpróbája. Beszerzése a sorozatgyártásának megkezdése után néhány éven belül lehetséges.

#### A Magyar Honvédség HAVÁRIA laboratóriuma

A NATO-hoz történt csatlakozás következtében a Magyar Honvédség feladatai jelentősen megváltoztak. A leghelyesebb talán, ha súlypont-eltolódásról beszélünk, hiszen a szövetségi rendszeren belül a védelmi képesség fogalma átértékelődött. Az „egyedül vagyunk” filozófiájához képest kisebb jelentőségűvé vált az ország szuverenitását védő erő fenntartása, hiszen egy esetleges fegyveres konfliktus során ma már joggal számítunk szövetségeseink segítségére.

Pontosan a szövetségi rendszerből eredően azonban meglehetősen sok új, számunkra talán még szokatlan és kissé idegen feladat jelent meg. Gondolunk itt a nemzetközi békekikényszerítő, békefenntartó vagy béketeremtő misszióktól a humanitárius segítségnyújtáson át az egyszerű kutató-mentő feladatokig az összes, többségében nem fegyveres küldetésekre.

Ezzel egy időben a nemzetközileg is elismert szakértők nem győzik hangsúlyozni a tömegpusztító fegyverek terén szintén bekövetkezett súlyponteltolódást. Az atomfegyverek, mint

a hidegháborús korszak fő ütőkártyái, sokat veszítettek jelentőségükből. Ma az elsőrendű fenyegetést a terrorizmus eszközeiként is könnyen alkalmazható biológiai illetve vegyi fegyverek jelentik. Megnőtt a potenciális vegyi fegyvereként számon tartott veszélyes ipari mérgező anyagok jelentősége.

Mindezek hatására a legtöbb fejlett ország fegyveres erejénél megjelentek azok a viszonylag kis méretű szakértői alegységek, akik ezen új kihívásokkal képesek szembe nézni. Megfelelően felszerelt, országos vagy nemzetközi hatáskörrel bíró háttér-laboratóriumok támogatásával mozgékony, gyorsan bevethető erőt jelentenek a veszélyes vegyi- vagy radioaktív anyagokkal bekövetkező események kapcsán. Ezek a szakértői alegységek képesek a radioaktív, biológiai vagy vegyi fegyverek alkalmazási helyeiről minták vételére, esetleg ismeretlen veszélyforrás azonosítására, az elhárítás megszervezésére.

A Havária laboratórium [35] a szakfeladatait 1 vagy 2 lépcsőben oldja meg, a végrehajtandó munka mértékének függvényében. Első lépcsőben egy VW alvázon futó laboratóriumi gépkocsi vonul 2 szakértővel és egy gépjármű vezetővel.

Második lépcsőben egy URAL alvázra szerelt hasonló felszereltségű laboratóriumi gépkocsi vonul a kár helyszínére egy szakértővel, egy laboránszal és egy gépjárművezetővel. A laboratórium állománya a nap 24 órájában riasztható rádiótelefonon.

Az 1. lépcsős laboratóriumi gépkocsi felszerelése 4 fő részre osztható:

- Vegyi felderítő eszközök
- Sugár felderítő eszközök
- Személyi védőeszközök
- Vezetésbiztosító eszközök
- A laboratórium a személyi védőeszközök közül rendelkezik a MH-nél rendszeresített 93M szűrő típusú védőruhával és 93M gázálarccal.

Rendelkezésre áll sűrített levegővel működtetett nehéz gázvédő ruha is, melynek a külső és belső palackos és a hővédő formája is megtalálható. Az állomány vegyi- és sugármentesítése egy nagynyomású szivattyú segítségével történik.

A vegyifelderítő eszközök gerincét a GCMS rendszer alkotja, mely az illékony illetve a gázkromatografálható folyadék, gáz és gőz minták kimutatását végzi. Ezen eszköz 130.000 fajta



anyag azonosítását képes tömegspektrumuk alapján elvégezni. A kimutatási készsége átfogja a veszélyes ipari mérgező anyagok és a mérgező harcanyagok majdnem teljes spektrumát. A mérés vezérlése, az eredmények gyűjtése, tárolása és kiértékelése számítógéppel történik a mérés helyszínén.

Gőz- illetve gázminták gyors tesztelésére vagy ismert anyagok közelítő mennyiségi meghatározására kimutató csöveket használnak. Ezekből a laboratórium mintegy 100 fajttal rendelkezik, melyeket automata szivattyúval működtetnek. A levegő oxigén, szénmonoxid és robbanásveszélyes gáz tartalmát folyamatos működésű gázjelzővel regisztrálják. Ez az eszköz képes a mérési adatok tárolására a későbbi kiértékelést elősegítve.

Mérgező harcanyagok kimutatására a MH-ben illetve a NATO hadseregekben rendszeresített kimutató és vegyifelderítő eszközöket használják, mint például a CAM (Chemical Agent Monitor).

Folyadék minták - melyek nem gázkromatografálhatók - vegyi elemzésére anyag specifikus gyors tesztek használnak a feladat végrehajtás helyszínén. Kationok és anionok kimutatásával segítik a szakértők munkáját.

Mintavételt a MH-nél rendszeresített mintavevő felszereléssel oldják meg, mely a folyadék és szilárd minták vételét tárolását teszi lehetővé. Ez kiegészítésre került egy adszorpciós mintavevő készülékkel gáz/gőz minták vételére.

A felderítő, mintavevő és védő eszközök újabb típusainak felmérése, próbája és beszerzése folyamatosan zajlik.

A laboratóriumi gépkocsik teljesen autonóm üzemmódban tudnak működni 48 órán keresztül.

## **2.3. Az egyéni és kollektív vegyivédelmi védőeszközök helyzete**

### 2.3.1. A Magyar Honvédség ellátottságának helyzete

Amennyiben képet szeretnénk kapni a Magyar Honvédség szervezeteinek helyzetéről a tömegpusztító fegyverek és az ipari katasztrófák elleni védelem viszonylatában, akkor célszerű áttekinteni a vegyivédelmi eszközökkel és felszerelésekkel való ellátottság helyzetét és annak alakulását, valamint az utóbbi egy évtizedben megfigyelhető tendenciákat. Ilyen vonatkozásban az alábbi markáns kérdéseket kell érinteni:

- a tömegpusztító fegyverekkel való fenyegetettség megítélését,
- a Magyar Honvédség szükségleteinek változását a szervezési feladatok ütemeiben,
- a Magyar Honvédség vegyivédelmi eszközökkel és anyagokkal való ellátottságát,
- a Magyar Honvédség költségvetési előirányzatainak alakulása a vizsgált időszakban (azon belül is a vegyivédelmi technikai szolgálat szakterületén).

A 80-as évek végének, illetve a 90-es évek elejének időszakát áttekintve megállapítható, hogy a Magyar Honvédség vezetése a nemzetközi helyzet alakulása alapján – a tömegpusztító fegyverek alkalmazásának korlátozására vonatkozó megállapodások aláírása, illetve azok megfelelő ellenőrzésére való törekvések – úgy értékelte, hogy a tömegpusztító fegyverek szerepe csökken, s ebből eredően csökken az ellenük való védelem jelentősége is. Mindez egyértelműen lemérhető azon, hogy az említett időszakban a vegyivédelmi szakterület modernizálási és fejlesztési törekvéseihez kapott támogatások visszaesése - a Magyar Honvédség szűkebb lehetőségeihez viszonyítva - az átlagot jóval meghaladó mértékű volt.

A Magyar Honvédség szervezeti átalakításában ebben az időszakban kezdődött meg az erőteljes létszámcsökkentés, illetve a „B” és „M” katonai szervezetek megszüntetése. Ezen csökkentésnek megfelelő arányban javult a katonai szervezetek ellátottsága, hiszen a meglévő készletekkel a korábbinál kisebb szükségleteket kellett kielégíteni. A számszerű javulással együtt átmenetileg, egy rövid időszakra javult a meglévő eszközök technikai állapota is, mivel a

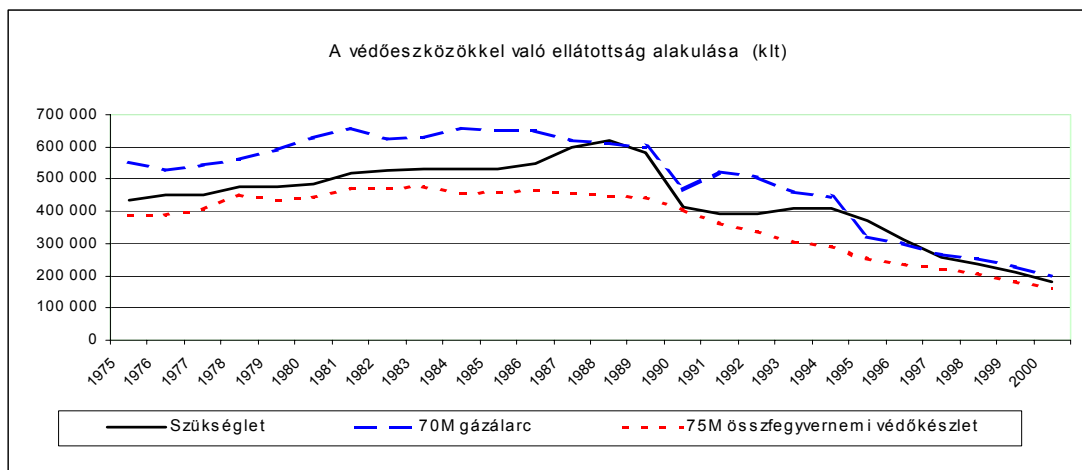
keletkező feleslegek lehetővé tették a legrosszabb állapotban lévő eszközök kiselejtezését. A technikai állapot szintjét hosszabb távon azonban nem lehetett fenntartani.

Az említett két markáns, negatív hatás következtében a 90-es évek elején megtört a vegyvédelmi eszközrendszer fokozatos korszerűsítése azon téves értékelésből eredően, hogy nem szükségszerű a tömegpusztító fegyverek elleni védelem képességének magas szinten tartása, illetve az így kialakult helyzetben való - szükségszerűen megfelelő - szintentartás a meglévő eszközökkel is biztosítható. Általánosságban ez talán el is fogadható, amennyiben a részletekből nem ennek ellenkezője derül ki.

### 2.3.2. Egyéni védőeszközök (gázálarc, összefegyvernemi védőkészlet)

A Magyar Honvédség egyéni védőeszközökkel való tömeges ellátása a 70M gázálarccal és a 75M összefegyvernemi védőkészlettel valósult meg, azonban a védőeszközök alapanyagának gyártása a 80-as évek legvégén megszűnt, illetve a Magyar Honvédség utoljára 1990-ben és 1991-ben szerzett be ilyen eszközöket jelentősebb mennyiségben. Ezekből következően a Magyar Honvédség egyéni védőeszközökkel való ellátottságáról abban az értelemben lehet csak beszélni, ahogy a 90-es évek elején meglévő készletek azt lehetővé tették.

A Magyar Honvédség ellátottságára hosszabb távra visszatekintve az alábbiakat figyelhetjük meg:



A szükségleteknek megfelelő mértékben való ellátottság a 90-es éveket megelőző időszakban is csak gázálarccal valósult meg teljes mértékben, sőt, az akkori készletszintek biztosították, hogy a kiképzés és felkészítés során hadrafoghatatlanná vált eszközöket pótolva is

rendelkezésre álltak a tartalékkészletek. Az összefegyvernemi védőkészletből a csapatok ellátása teljes mértékben megvalósult, ám a központi tartalékok bizonyos hányada mindig is a minősített időszaki igényekre volt tervezve.

A meglévő védőeszközök több komoly hiányossággal bírtak:

- a 60-as évek technikai színvonalát képviselték,
- viselhetőségük a hazai klímaviszonyok között 2-3 órára korlátozódott,
- védőképességük az életkorukkal rohamosan romlott (emiatt kellett törekedni a korábbi időszakokban is a készletek 3-5 éven belüli frissítésére).

A felsoroltakból következően az egyéni vegyivédelmi felszerelések terén generációváltás igénye merült fel. Ennek érdekében több ütemű vizsgálat került lefolytatásra olyan eszközök kiválasztása érdekében, amelyekkel a Magyar Honvédségnek a NATO követelményeket is kielégítő eszközökkel való ellátása biztosítható. Végeredményképpen a 90-es évek közepén alkalmazásba vételre került a 93M gázálc és a 93M védőruha, mint a Magyar Honvédség ellátásának alapvető eszközei. Ezek a termékek azóta is bizonyítják, hogy a világ élvonalába tartoznak a katonai vegyivédő eszközök területén.

Felmerül azonban néhány fontos probléma. Először is, elsősorban anyagi okok miatt, az új eszközökből nem rendelkezünk megfelelő számú készlettel ahhoz, hogy valóban összefegyvernemi szinten elláthassunk minden katonát. Az ellátás beindításának alapvető akadályát a megváltozott körülmények képezték, különösen a finanszírozási lehetőségek. A kezdeti fázisban számos érintett számára nehezen elfogadhatónak bizonyult a megváltozott gazdasági környezet elfogadása, azon belül is annak tudomásul vétele, hogy a szóban forgó cikkek, mint biztonsági felszerelések, nem a filléres áruk közé tartoznak. Különösen érvényes volt ez azokra akik a régi eszközökből is csak azok árával és mennyiségével foglalkoztak, de nem kellett a szakmai tartalommal foglalkozniuk, mint például az olyan kérdésekkel, hogy az új eszközök - azokat előírások szerinti tárolva - a korábbiak élettartamának a többszörösét tudják. A legutóbbi években a vegyivédelmi technikai szolgálat rendelkezésére álló előirányzatokból csupán elenyésző mennyiségben sikerült új eszközöket beszerezni, amelyek alapvetően a nemzetközi kontingensek és missziók ellátására, illetve a személyi állományak az azokban való részvételre történő felkészítése folyamán kerültek felhasználásra. A tömeges ellátás mielőbbi beindításának szükségessége nem igényel különösebb magyarázatot. Ennek megfelelően a

haderőfejlesztési feladatok tervezésének folyamatában a szakmai igények megjelenítésre kerültek, hogy az évenkénti beszerzések mennyiségének az első 2-3 évben való fokozatos növelésével beindulhasson a folyamat, s azt követő folyamatos beszerzésekkel mielőbb biztosítható legyen első ütemben a békeállomány ellátása. A jelenleg rendelkezésre álló információk alapján, finanszírozási okokból 2004-et megelőzően nem számolhatunk jelentősebb mennyiségű beszerzésekkel.

Másodsor, a régi szigetelő típusú védőruhákat szűrő típusúval váltottuk ki. Ez természetesen összefegyvernemi szinten megfelel a világ korszerű hadseregeinek fejlesztési irányával. A szűrő típusú védőruha komfortosabb, huzamosabb ideig hordható, minősített időszakban hadiruházatként viselhető, veszély esetén pedig csak a légzésvédő kiegészítőről kell gondoskodni. Nem elégíti ki azonban a vegyivédelmi szakcsapatok igényeit, ahol a mérgező harcanyagokkal nagyobb valószínűséggel és nagyobb dózisban érintkező vegyifelderítő és mentesítő alakulatok, illetve a vegyi katasztrófák elhárításában résztvevő állomány mindenképpen szigetelő típusú védőfelszerelést (is) igényel.

Hasonlóképpen a 93M gázálarcról is elmondható, hogy széles körben nagyszerűen használható, ipari szűrőbetétekkel kiegészítve alkalmazható TIC-k (Toxic Industrial Compounds = Ipari Mérgező Anyagok) ellen is. Sajnálatos módon eluralkodott azonban az a fajta szemlélet, hogy ha gázálarcot adtam a katonának, akkor már meg is mentettem minden veszélytől. Igen veszélyes lehet egy olyan szituáció, ahol a megfelelő oktatás és kiképzés hiányából adódóan az egyszerű alkalmazó hamis biztonságérzetet kap. A respirátor típusú légzésvédelmet természeténél fogva nem szabad használni olyan környezetben, ahol a levegő oxigéntartalma nem éri el a 17 térfogat%-ot, vagy ahol a mérgező anyag koncentrációja meghaladja a 0,5 térfogat%-ot. Szintén megkérdőjelezhető a gázálarc használata, ha olyan veszélyhelyzet áll fenn, amikor nem tudjuk pontosan, hogy milyen veszélyes anyag van a levegőben, így nem tudunk megfelelő szűrőbetétet kiválasztani ellene. Ilyen esetek lehetnek például tüzek oltásánál, zárt helyekről történő menekülési, mentési feladatoknál vagy katasztrófa elhárítás extrém helyzeteiben.

### 2.3.3. Légzőkészülékek

A Magyar Honvédségben zárt rendszerű légzőkészülékként az IP-4 és IP-5 oxigénlégzők voltak alkalmazásban. Ezek az egyes légzési ciklusokon belül a regeneráló szelencében vegyileg

megkötött oxigén szabadabbá tételével feldúsították a kilélegzett levegőt, egyúttal megkötve a kilélegzett széndioxidot.

Nem igényel különösebb magyarázatot, hogy a kémiai reakciókon alapuló eszköztől csak a gyártó által megadott szavatossági időn belül várható el a megbízható működőképesség. Azt követően számolni kell vele, hogy az eszközök csak a vélt biztonságot testesítik meg, következésképpen ki kell selejtezni őket.

Külön problémát jelentett, hogy az elhasznált regeneráló szelencék megsemmisítésére az eszközök technikai utasításaiban megadott módszerek nem voltak összeegyeztethetők az időközben hatályba lépett környezetvédelmi szabályozásokkal.

Az alkalmazási igények pontosítását követően, a 90-es évek közepén a szóban forgó két típus kivonásra került.

Felváltásukra – a NATO tagországok által preferált – sűrített levegős légzőkészülékek alkalmazása lett tervezve. Ebből napjainkig korlátozott mennyiségben sikerült beszerezni SPIROMATIC-90 légzőkészülékeket a katonai tűzoltó alegységek részére. A föld alatti objektumok, vezetési pontok személyi állományának kimenekítésére néhány éve SPIROSCAPE légzőkészülékek kerültek beszerzésre, amelyeket 97M menekülő légzőkészülék néven rendszeresítettek és amely egy kisméretű sűrített levegős palackból és egy könnyen felhúzható kámzsából álló egyszerű légzőkészülék. Az eszköz úgy biztosítja a légzőszervek védelmét, hogy a belézésre alkalmatlan környezeti levegőt kizárva friss, légzésre alkalmas levegővel látja el a felhasználót mindaddig, amíg az egészségre káros légtérből kimenekül. Mivel a felhasználó légutait izolálja a külső levegőtől, ezért a szűrő típusú védelemmel ellentétben használható oxigénhiányos légtérben és erős füstben egyaránt.

#### 2.3.4. Kollektív védőeszközök

A Magyar Honvédségben alkalmazott kollektív védőeszközöknek a vegyivédelmi szolgálat anyagkörébe tartozó egyik csoportját az óvóhelyek biztosítására szolgáló szűrőszellőztető berendezések képezték. Ezek alapvetően szovjet importból kerültek beszerzésre a 60-as és 70-es években. A meglévő eszközök előregedtek, a típusmeghibásodások kezelése érdekében szükségessé vált alkatrészellátás akadályokba ütközött. Mindezek miatt a 90-es évek közepén kényszerű selejtezésük okán kivonásra kerültek.

A kollektív védőeszközök másik csoportját a harcjárművek, illetve a gépjárművek szakfelépítményeinek szűrő-szellőztető berendezései képezték. Ezek az eszközök általában jóval fiatalabbak voltak, mint a másik csoportnál, ám életkoruk előrehaladtával szükségessé vált a szűrőbetétjeikben lévő aktívszén regenerálása. Kevésbé időhöz kötöten felmerült az egész berendezés, azon belül a ventilátor rész, valamint a hermetizáltságot biztosító szigetelések felújításának igénye is, ám az egyre szűkebb finanszírozási lehetőségek között általában nem kerültek végrehajtásra.

Fenti okokból ma a vegyivédelmi szolgálat területéről a Magyar Honvédség kollektív védőeszközökkel való biztosítottságának helyzete nem megfelelőnek, illetve egyértelműen kritikusnak értékelhető. Ebben a helyzetben a kiutat egyedül az új eszközök alkalmazásba vétele és beszerzése jelentheti. Mindenképpen figyelembe kell venni, hogy megkérdőjelezhetetlen a szűrő-szellőztető berendezés, illetve a beépítésük helyéül tervezett fülke, felépítmény, konténer, helyiség, stb közötti kompatibilitás követelménye. Ezekből következően a kollektív védőeszközök beszerzését a gépjármű program kapcsolódó szakági feladatai között, illetve az új típusú óvóhelyek beszerzéséhez kapcsolódva lehet végrehajtani.

Ezeknél a feladatoknál figyelembe kell venni továbbá azt is, hogy a kollektív védőeszközökkel szemben követelményként merül fel, hogy ne csak a mérgező harcanyagok, hanem a veszélyes ipari vegyületek és a radioaktív aeroszolok, továbbá a biológiai harcanyagok elleni védelmet is biztosítsák.

## **2.4. A vegyi mentesítés eszközszerrendszere**

### 2.4.1. Mentesítő gépkocsik

Ma a Magyar Honvédség vegyivédelmi alegységeinek mentesítő gépkocsijait a 60-as évek végén rendszeresített, Csepel alvázra épített folyadékos mentesítő gépkocsik jelentik. Életkorukból következően működési megbízhatóságukat akkor is csak korlátozottan tekinthetnénk, ha egyre gyakrabban és évről-évre növekvő terjedelmű technikai kiszolgálást és szükségszerű javítást tudnánk végrehajtani rajtuk.

Mentesítő gépkocsikra szükség van. Ezért az új eszközök beszerzéséig a jelenleg meglévők üzemképességét – akár csak korlátozott darabszámban is - mindenképpen biztosítani kell. Az ehhez szükséges kapacitás ma a Magyar Honvédségben nem áll rendelkezésre, s szolgáltatásként való megvételét a költségvetési előirányzatok csak évenkénti néhány darabos mennyiségben teszik lehetővé. Az új eszközök beszerzése mindeddig nem sikerült, mivel az éves költségvetés tervezhető szintje annyira alacsony értékeken volt, hogy annak egyharmadát (egynegyedét) igényelte volna egyetlen eszköz beszerzése is.

A vegyivédelmi alegységek számára a jövőben olyan nagyteljesítményű és többrendeltetésű eszközöket kell biztosítani, amelyek a végrehajtandó feladattól függően (technikai eszközök, személyi állomány, objektumok, felszerelések, stb. mentesítése) kombinálhatók. Külön megfontolás alatt van az a megoldási változat, hogy a vegyivédelmi alegységek mentesítő gépkocsival kerüljenek ellátásra, az összefegyvernemi alegységek pedig kapjanak támogatást utánfutóra épített mentesítő berendezésekkel való ellátással. Utóbbi esetben a mentesítő részleg egy járműszerelvénnyel rendelkezne, amelynek gépjárműve szállítaná a kezelőállományt és annak minden szükséges felszerelését, és vontatná a mentesítő berendezést.

Bármilyen mentesítő gépkocsi kerül is rendszeresítésre, a megváltozott elvárásoknak megfelelően, túl kell lépni azon a szemléleten, amely az eszközök mielőbbi újbóli harcbavethetőségének megfelelő mértékű mentesítését tűzte ki céljaként. Át kell térni a teljes mértékű mentesítés megvalósítására, ahol a cél a mérgező és sugárzó anyagok maradéktalan eltávolítása. Ennek érdekében új, megfelelő hatékonyságú mentesítő anyagokat és mentesítési technológiákat kell alkalmazni.



#### 2.4.2. Mentésítő készletek

A norma szerint a gépjárművekhez biztosítandó csapatmentésítő készletekből az ellátottság – annak ellenére, hogy a 90-es években már nem történt beszerzés - a korábban beszerzett készletekből megfelelően biztosítható. Mindössze a páncélozott járművekhez kialakított változatnál merül fel mennyiségi probléma. A külső felületen való rögzítésük miatt könnyebben és gyakrabban következhet be maradandó károsodás. A kényszerből selejtezésre kerülő eszközöket pedig már nem lehet pótolni.

A többi változattól a mennyiségi igények megfelelően kielégíthetők. Gondot a működőképesség biztosítása jelent. A hosszú idejű tárolás alatt a gumi alkatrészek és tartozékok (tömlők, szivattyú membránszelepe) előregednek, így cserére szorulnak. Megoldást erre az időszakonkénti átvizsgálás és szükség szerinti csere vagy javítás jelentene, ám az ehhez szükséges költségvetési előirányzatok a ma rendelkezésre álló keretektől nem biztosíthatók.

#### 2.4.3. Mentésítő anyagok

Ma a Magyar Honvédségben a vegyi-, illetve sugármentesítés végrehajtására kalcium-hipoklorit, illetve szóda alapú mentésítő oldat van alkalmazásban. Ezek közül a sugármentesítő anyag megfelelő mennyiségben rendelkezésre áll, a vegyimentesítő anyagból azonban jelentős hiányok vannak. Ennek oka egyrészt a kalcium-hipoklorit szavatossági idejéből ered (aktív klórtartalmának adott érték alá csökkenése hadrafoghatatlanná teszi), másrészt a környezetvédelmi előírások következményeként jelentősen szűkült ezen anyag beszerzési forrásainak köre, s ennek megfelelően, ha lehet is, akkor is a korábnál jelentősen magasabb áron.

Mivel a jelenlegi eszközökhöz szükségszerűen biztosíthatók a mentésítő anyagok, azokból jelentősebb készletek beszerzése nem indokolt. A figyelmet ma az új mentésítési technológia kiválasztására szükséges helyezni, s az ahhoz szükséges mentésítő anyag beszerzésére.

## **2.5. Az egyéni védőeszközök fejlesztésének új lehetőségei a vegyivédelmi szakcsapatok érdekében**

Mint már az 2.3 alfejezetben említésre került, a vegyivédelmi felderítő és mentesítő szakalegységek számára a jelenleg rendszeresített vegyivédelmi védőruházat nem kielégítő. Ennek főbb okai:

- a vegyifelderítők pontosan azokon az erősen szennyezett terepszakaszokon (is) tevékenykednek, ahová a szűrő típusú védelemmel ellátott összefegyvernemi csapatokat nem szabad beengedni. Az ő feladatuk a szennyezés azonosítása, a szennyezett terepszakasz határainak megállapítása, megjelölése. Ezen tevékenységük közben lényegesen nagyobb dózisonak lehetnek kitéve, mint amire a szűrő típusú védelmet megalkották. (Annak filozófiája ugyanis inkább az, hogy állandó viselet esetén az alkalmazót felkészülten éri egy esetleges vegyi csapás, utána pedig gyorsan kivonásra és mielőbbi mentesítésre kerül, miközben harcképessége folyamatos. A ruha védőképessége megfelelő egy az alkalmazási elvekből következő átlagos erővel végrehajtott vegyi csapás elviselésére.)
- a vegyimentesítő alegységek szintén a szűrő típusú védőruházat alkalmazási elvein túlmutató tevékenységet végeznek. Huzamos ideig dolgoznak mérgező harcanyagok jelenlétében, és a mentesítés során a szűrő típusú védőruha át is ázhat (sajnos ez tény, a vízlepergető impregnálás nem áll ellen nagyobb vízmennyiségnek, csak cseppek ellen véd). Jelenlegi védőeszköz-ellátottságuk a nehéz védőruhák használatával nagyrészt megoldott.
- a vegyikatasztrófa elhárításban résztvevő alakulatok esetén előfordulnak az első két pontban felsorolt problémák, és még egyébek is. Így például előfordulhat olyan baleset, ahol az elhárítás kezdeti szakaszában nem lehet tudni, hogy pontosan milyen veszélyes anyag(ok) szabadult(ak) ki. Ilyen esetekben pedig a maximális biztonság elve alapján a legveszélyesebbet kell feltételezni [36], és úgynevezett "A szintű" védelmet kell alkalmazni. (Ez teljes testet érintő szigetelő védelmet és zártrendszerű sűrített levegős légzőkészüléket jelent.) A védelem szintjét csak a veszélyes anyagok biztonságos azonosítása után szabad a lehetőségeknek megfelelően csökkenteni.

Mindezekből az következik, hogy a vegyvédelmi szakalegységek számára többszintű védelmi lehetőségeket biztosító védőfelszerelést kell összeállítani. Általános szabályként elfogadható, hogy minél hatékonyabb védelmet nyújt egy védőeszköz, sajnálatos módon annál körülményesebb a használata: nehezebb, jobban akadályozza a munkavégzést és erősebben terheli viselője szervezetét. Éppen ezért minden esetben egyedi megfontolás tárgyát kell képeznie annak, hogy hol van az egészséges egyensúly a védelem kielégítő szintje és az optimális munkavégző-képesség között. Ez egy nagyfokú hozzáértést követelő, igen nagy horderejű döntés.

Ahhoz, hogy a döntéshozó megfelelő lehetőségekkel rendelkezzen, előzetesen meg kell határozni a védelem egyes szintjeit és az azokhoz tartozó megfelelő védőfelszereléseket. Általában négy kategóriát jelölhetünk ki, ahol az első adja a legnagyobb biztonságot, az utolsó pedig a legjobb komfortérzetet:

1. "A szintű" védelem:

- teljesen zárt nehéz szigetelő védőöltözet
- zártrendszerű sűrített levegős légzőkészülék teljes álarccal
- védőcsizma (vegyi és mechanikai)
- védőkesztyű, két rétegű
- védősisak (opcionális)
- kommunikációs eszköz (rádió, ajánlott)

2. "B szintű" védelem:

- szigetelő vagy szűrő típusú védőöltözet
- zártrendszerű sűrített levegős légzőkészülék teljes álarccal
- védőcsizma (vegyi és mechanikai)
- védőkesztyű, két rétegű
- védősisak (opcionális)
- kommunikációs eszköz (rádió, ajánlott)

3. "C szintű" védelem:

- szigetelő vagy szűrő típusú védőöltözet

- gázálarc megfelelő szűrőbetéttel (teljes álarcos)
- védőcsizma (vegyi és mechanikai)
- védőkesztyű, két rétegű
- védősisak (opcionális)
- kommunikációs eszköz (rádió, ajánlott)

#### 4. "D szintű" védelem:

- könnyű szigetelő vagy szűrő típusú védőöltözet
- gázálarc megfelelő szűrőbetéttel (teljes álarcos), vagy félálarc védőszemüveggel
- védőcsizma, védőkesztyű (butilkaucsuk)
- védősisak (opcionális)
- kommunikációs eszköz (rádió, ajánlott)

Mint azt az összeállítások mutatják, nem szabad a feladatok elvégzése során egy kiemelten kezelt védőfelszerelés-típusra koncentrálni. Akkor vagyunk jól felkészültek, ha a védelem egyes szintjeihez tartozó védőfelszerelések bármelyikét össze tudjuk állítani a feladat függvényében. Természetesen anyagi vonzatát tekintve is a legsúlyosabb a nehéz szigetelő védőruházat és a sűrített levegős légzőkészülékek beszerzése. Ennek megtörténte után azonban még ne dőlünk hátra jóleső érzéssel. Mondhatnánk, hogy embereink biztonságáról maximálisan gondoskodtunk, és minden. az eddigieknél csekélyebb védőképességű felszerelés beszerzése csak felesleges pénzpocsékolás. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy a fentebb vázolt filozófia alapján a drágább felszerelés használatát sok esetben olcsóbbakkal, akár egyszer használatos eszközökkel válthatjuk ki, akkor be kell látnunk, hogy ez hosszú távon még költségkímélő is, hiszen a nagy értékű felszerelésünk élettartamát növeli.

## **2.6. Következtetések**

A jelenlegi helyzet áttekintésével és a szükségletek megfogalmazásával csak a fejlesztések lehetséges irányát kívántam felvázolni. Nem foglalkoztam például a kémiai úton oxigént fejlesztő légzőkészülékek problémakörével. Pedig a régi IP-4 és IP-5 kiváltása még mindig nem megoldott, és esetleges mentési feladatoknál is szükséges lehet ilyen eszközök használata. Azonban úgy ítélem meg, hogy a vegyivédelmi szakalegységek, ezen belül a vegyikatasztrófa-elhárításban részt vevő erők munkáját ez alapvetően nem érinti, illetve ilyen eszközök használata nélkül is megoldható. Szeretném felhívni a figyelmet az **új típusú eszközök rendszerbe állítása esetén a rendszeres orvosi ellenőrzés**, valamint a **kiképzés és a rendszeres gyakorlás** fontosságára. Számos külföldi felmérés mutatja, hogy a rendszeres tréning hatására az alkalmazó szervezete hozzászokik az eleinte szokatlan terheléshez, és a későbbiekben jelentősen megnő a munkabírása, állóképessége.

### **3. Új típusú, vegyi katasztrófák helyszínén alkalmazható mobil vegyi laboratórium megtervezése**

Sokéves elhúzódó problémaként tartható számon az az országos igény, hogy a Magyar Honvédség rendelkezzen olyan mozgó vegyi laboratóriumi kapacitással, amely egyaránt alkalmazható mérgező harcanyagok és ipari veszélyes anyagok helyszíni vizsgálatára. A kezdetekben a polgári szférából felmerülő felkérések (mintegy húsz éve) közötti és vegyipari balesetek kapcsán jelentkeztek, mivel a polgári védelmi erők még semmiféle analitikai eszközzel (vagy szakemberrel) nem rendelkeztek, a civil szakértők pedig állandó felszerelés nélkül nem tehettek semmit, illetve elérésük is igen korlátozott volt (pl. hétvégeken, ünnepeken, éjszaka). Mindenki arra számított, hogy a honvédségnél értelemszerűen van vegyivédelmi felszerelés, szakember, illetve adott a lehetőség, hogy ezek bármikor riaszthatók. Ez természetesen nem volt ennyire egyszerű. Mivel kifejezetten erre a célra nem volt megfelelő alegység, létre hozták 1989-ben a Magyar Honvédség Havária Laboratóriumát.

Az eddigiekhez adódott a kilencvenes évek elején a hazánkban állomásozott szovjet haderő által kiürített objektumok problémája. A területeket átadták, eladták, megkezdték az újrahasznosításukat, mindeközben lépten-nyomon ismeretlen anyagokat tartalmazó ládákra, hordókra, csomagokra, stb. bukkantak az épületek zugaiban vagy a földbe ásva. A honvédség előzetesen természetesen átvizsgálta ezeket a területeket, de az objektumok száma, nagysága és a kapacitás korlátai miatt ezek az utólagos bejelentések sűrűn előfordultak. Meg kell jegyezni, hogy az esetek többségében csekély mértékű veszély állt fenn, mégis szükség volt gyors, hatékony helyszíni vizsgálatokra. A közvélemény a megoldást a honvédségtől várta.

Az ezután eltelt 5-7 évben az igények némiképpen csökkentek. A polgári védelem megkezdte saját analitikai kapacitásának kiépítését, az időközben megjelent jogi szabályozások pedig szintén őket jelölte meg a katasztrófák elleni fő felelős védekező-elhárító szervezetként. A honvédség szerepe csökkent.

Mindazonáltal az igény továbbra is fennállt. A NATO csatlakozásunk kapcsán már előzetesen is felmerült, nemzetközi missziókban való részvételre egy (vagy több) jól felszerelt vegyi laboratóriumi alegységre volna szükség. Felkérések érkeztek az Öböl-háború idején és utána is a közel-keleti térségbe, illetve később a balkáni körzetbe.

A közelmúlt eseményei végül megmutatták, hogy a tömegpusztító fegyverek, illetve harcanyagok megjelenésének veszélye igen nagy. A terrorizmus elleni védekezés egyik elengedhetetlen eszköze a megbízható, gyors analitikai háttér. Ennek fő pillérei a helyszíni (mobilizálható) és a laboratóriumi analitikai rendszerek. Úgy tűnik, hogy a Magyar Honvédségben elkerülhetetlenül szükségessé vált mindkettő.

Ezek közül először a mobil laboratóriumot tárgyalom, melynek alapvető feladata egy katasztrófa (baleset, terrortámadás) helyszínére érkezve a gyors, hozzávetőleges helyzet felmérése (screening), felderítés és mintavétel. A mintákat lehetőleg a helyszínen kell vizsgálni, de mivel egy mobil rendszer képességei korlátozottak, fel kell készülni a minták háttér laboratóriumba történő eljuttatására.

### **3.1. Felderítés és mintavétel**

Általános szabályként alkalmazható, hogy a mintavételt előzetes felderítésnek kell megelőznie, és a mintákat a szabályzatokban meghatározott prioritások alapján az előzetesen szennyezés gyanús pontokon kell végrehajtani. A felderítéshez meghatározott felszerelés három leglényegesebb csoportja az egyéni védőfelszerelés, a felderítő kéziberendezések és a mintavevő készlet. Ezen három csoport elemeit mindig a feladat függvényében, célirányosan kell összeállítani.

#### Egyéni ABV védőfelszerelés

A felderítést végzők számára a Magyar Honvédségben jelenleg rendszeresített egyéni vegyivédelmi védőruházat (93M) nem kielégítő, számukra a korábbiakban már tárgyalt többszintű védelmi lehetőségeket biztosító védőfelszerelést kell összeállítani. Törekedni kell az egészséges egyensúly elérésére a védelem kielégítő szintje és az optimális munkavégző-képesség között.

### **3.2. Felderítő kéziberendezések**

Az elsődleges felderítésnél a szennyezettség hozzávetőleges meghatározásához, a szennyezési gócok megkereséséhez és a mintavételi helyek megállapításához műszeres mérésekre van szükség. Ezért a felszereléshez az alábbi elsődleges felderítéshez használandó kézi eszközöket kell készletezni:

- Levegő oxigéntartalmát és robbanásveszélyt jelző készülék (EX-OX méter)
- Mérgező harcanyag detektor (NATO ajánlás: CAM)
- Kimutatócsöves kéziszivattyú mérgező harcanyagok, illetve ipari mérgező anyagok (TIC's=Toxic Industrial Compounds) detektálására. (A kimutatócsövek ajánlott összeállítását az 1. melléklet tartalmazza.)
- PH-mérő eszköz
- Hordozható sugárszint- és sugárszennyezettség-mérő műszer
- Biológiai harcanyagok gyors kimutatására használható hordozható berendezés (pl. UV fényforrással)
- Szervetlen ionokat kimutató gyorstesztek. (A gyorstesztek ajánlott típusait a 2. melléklet tartalmazza.)



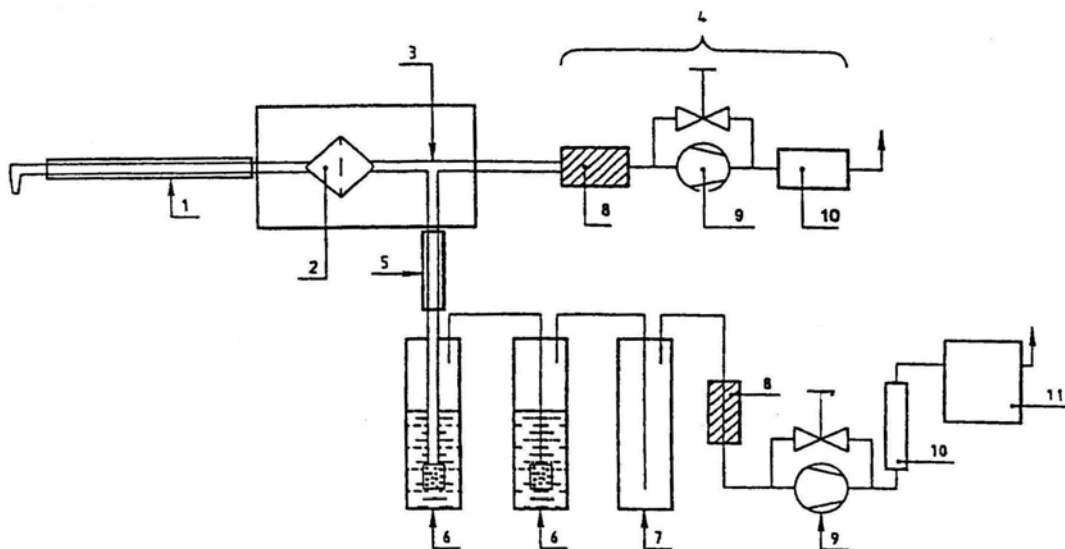
### 3.3. Mintavevő felszerelés

A különféle harcanyag-csoportok mintavételezését a felszerelés hasonlósága miatt együtt tárgyaljuk. Általános szabályként hangsúlyozandó, hogy biológiai minták esetén alapvetően ugyanolyan jellegű, de csakis steril eszközökkel szabad dolgozni!

#### 3.3.1. levegőminták

##### térfogatos, abszorpciós és adszorpciós mintavevő eszközök

Szabványos levegőminta-vevő rendszer felépítése:



3.1. ábra. Szabványos levegő mintavételi rendszer

elemei:

- *Szivattyúk (8):* állítható teljesítményű 0,1-10 dm<sup>3</sup>/perc tartományban
- *Gázóra (11):* áramlásmérővel és integrátorral
- *Mintavevő csonek (1):* inert anyagú
- *Mintaelvezető csövek, elosztók (2-5):* inert anyagból (pl. belső teflonbevonat), temperálási lehetőség a kondenzáció megakadályozására
- *Abszorpciós mintavevő edények (6):* Megfelelően kiválasztott oldószerrel töltve alkalmasak a kívánt mintakomponensek elnyelésére, legfőképpen

gázhalmazállapotú mintakomponensekre. Edények térfogata 100-500 cm<sup>3</sup> között, anyaguk általában üveg.

- *Készletezendő oldószerek:* nagy tisztaságúak (minimum alt, de a feldolgozástól és a későbbi műszeres analitikai vizsgálatától függően kromatográfiás vagy fotometriás tisztaságúak. A megfelelő minőség kiválasztásakor ügyeljünk rá, hogy inkább nagyobb tisztaságú oldószerral dolgozzunk, mert a szennyező anyagok a mintafeldolgozás fázisában (extrakció, bepárlás!) két nagyságrenddel is feldúsulhatnak:
  - víz
  - etilén-glikol
  - szén-diszulfid
  - diklór-metán
  - benzol
  - n-hexán
- *Adszorpciós mintavevő csövek(7):* Megfelelően kiválasztott töltőanyaggal alkalmasak a kívánt mintakomponensek megkötésére. Legfőképpen gőzállapotú mintakomponensekre használhatók. Ajánlott különböző anyagi minőségű töltőanyagokkal készletezni szélesebb körű alkalmazhatóságuk érdekében. Általában 3 különböző sajátosságú töltőanyag javasolt: aktív szén, szilikagél és mesterséges polimer (pl. Tenax TA vagy GC, Chromosorb)
- *Térfogatos mintavevő edények:* (opcionális,) dupla szeleppel ellátott szilanizált üveg vagy teflon „malacok”, esetleg gáztömör teflonzsákok

### **Aeroszol mintavevő**

**elemei:** felépíthető a szabványos levegőminta-vevő rendszer megfelelő elemeiből, úgymint

- Szivattyú
- Gázóra
- Mintavevő csonk
- Mintaelvezető csövek, elosztók

Kiegészítve *aeroszol szűrőegységgel*: lehetőleg kémiaileg inert fémből készült, cserélhető aeroszol-szűrő betéttel. A szűrők különböző szemcseméretű aeroszokok felfogására alkalmas speciális papír, üveg, stb. lehet, ajánlott átmérő 25 mm

### 3.3.2. talaj és szilárd anyag minták:

Hagyományos elemekből felépülő mintavevő készlet:

- Talajfúró
- Csipesz
- Fogó
- Olló, metszőolló
- Kés, szike
- Fűrész
- Lapát, kanál: anyaguk inert fém vagy műanyag
- Mintatartó edények: 100-500 cm<sup>3</sup> térfogatúak, inert anyagból, légtömör zárhatósággal.

### 3.3.3. felszíni víz és folyadékminták:

Hagyományos elemekből felépülő mintavevő készlet:

- *Víz minta-vevő*, mely alkalmas legalább 3 méter mélységig rétegzett minták vételére, legalább 500 cm<sup>3</sup>
- *Fecskendők*: 10-100 ml térfogattal
- *Cartridge-ok*: XAD vagy Bond-Elute C18, 6 mm-es fecskendő csatlakozással
- *Teflon tartók kupakkal*: a cartridge-ok tárolására
- *Pipetták, mérőfeltéttel*: szilanizált üvegből, 10-100 cm<sup>3</sup> térfogattal.
- *Finnpipetta* különféle méretű pipettahegyekkel
- *Csővek, tölcserék*: anyaguk inert üveg vagy műanyag
- *Mérőhengerek, mérőlombikok*: anyaguk inert üveg vagy műanyag
- *Mintatartó edények*: 10-500 cm<sup>3</sup> térfogatúak, inert anyagból, légtömör zárhatósággal.

#### 3.3.4. növényzeti minták:

Hagyományos elemekből felépülő mintavevő készlet:

- Csipesz
- Fogó
- Olló
- Metszőolló
- Fűrész
- Kés, szike
- Mintatartó edények: teflon zsákok, légtömör zárhatósággal.

#### 3.3.5. élelmiszer, tej és ivóvíz minták:

- *Fecskendők:* 10-100 ml térfogattal
- *Pipetták, mérgefeltétel:* szilanzált üvegből, 10-100 cm<sup>3</sup> térfogattal.
- *Finnpipetta* különféle méretű pipettahegyekkel
- *Csővek, tölcsérek:* anyaguk inert üveg vagy műanyag
- *Mérőhengerek, mérőlombikok:* anyaguk inert üveg vagy műanyag
- Csipesz
- Fogó
- Olló
- Kés, szike
- *Mintatartó edények folyadék és szilárd minták tárolására:* üveg vagy műanyag, légtömör zárhatósággal, 100-500 cm<sup>3</sup> térfogattal

#### 3.3.6. állati (és emberi) eredetű minták:

- Steril spatulák
- Eldobható steril szikék
- Steril olló
- Alumínium fólia
- Steril csipeszek
- Eldobható érfogók

- Steril műselyem törülőkendők
- Steril törülőkendők mikrobiológiai-minta tartó edényekben
- 100 ml foszfátpuffer-oldat
- 20 ml steril orvosi fecskendők
- Steril, tompa hegyű mintavevő tűk
- 50-100 ml-es pipetták mérégfeltéttel
- Lehegeszthető fóliazsákok
- Steril, széles szájú mintatartó üvegek: 50-250 ml, légtömör
- Nátrium-hipoklorit oldat
- Fertőtlenítőszerral átitatott abszorbens a csomagoláshoz

**kiegészítés a hatósági mintavételezéshez:**

- Steril vízmintavevő készlet
- Orvosi felszerelés patológiai mintavételhez
- Entomológiai (rovarfajta) mintavevő
- Vérmintavevő

3.3.7. általános eszközök:

A mintavevő felszerelést mindenképpen ki kell egészíteni az alábbi általánosan használt laboratóriumi eszközökkel:

- *Törülőkendők:* papír, szövet
- *Eldobható spatulák, csipeszek*
- *Vegyszerkanál*
- *pH univerzális indikátorpapír*
- *Hőmérő:* digitális
- *Ultrahangos vastagságmérő*
- *Kézfűró*
- *5 m-es fém mérőszalag*
- *Teflonszalag (lezáró)*
- *250 ml-es műanyag edény:* acetonnal vagy más megfelelő oldószerrel töltve
- *Eldobható zsákok:* polietilén vagy nylon

- *Fóliahegesztő*
- *Gumidugók: a mintatartók lezárására, lehetőleg szilikongumi*
- *Ragasztószalag*
- *Alubetétes fóliazsákok: a mintatartók kettős csomagolásához*
- *Hűtőláda*
- *Helyszínmegjelölő eszközök: zászlók, műanyag szalagok, feliratozás*
- *Helyszíndokumentáló eszközök: diktafon, fényképezőgép, videokamera*
- *Vízálló öntapadós matricák*
- *Alkoholos filctollak (legalább 4 féle színben)*
- *Jegyzőkönyv*
- *Mentesítő porral töltött fémkanna*
- *Tartalék gumikesztyű*

### **3.4. Mintaelőkészítés és analízis**

Vitathatatlan tény, hogy egy mobil laboratóriumi rendszer méretezési korlátai miatt soha nem lehet olyan hatékony, mint egy háttérlaboratórium. Sem elegendő felszerelés, sem elegendő idő nem áll rendelkezésre katasztrófhelyzetben egy alapos, validált mintaelőkészítési és vizsgálati procedúra végrehajtására. Helyhiány miatt nem lehet számtalan eszközt bezsúfolni, mégis törekedni kell arra, hogy összeállításunk hatékony legyen és eredményeink lehetőleg több lábbon álljanak, csökkentve a tévedés lehetőségét. Már a mintavételi fázistól komplex rendszerben kell gondolkodnunk, hogy az elemek egymással könnyen illeszkedjenek.

#### 3.4.1. Célirányos mintavétel

Egy katasztrófa helyszínén elsősorban a közvetlen veszélyhelyzet megszüntetésére, hatásai csökkentésére illetve az ellene való védelemre kell felkészülni. Ezt pedig egyértelműen a veszélyes anyag levegőben történő megjelenése okozhatja. Ezért elsősorban gázok, illetve illékony folyadékok gőzeinek gyors mintavételére és analízisére kell törekednünk.

A korábban tárgyalt levegőminta-vevő eszközök és módszerek közül az adszorpciós csövek alkalmazása a legcélszerűbb. Automata szivattyúhoz illeszthető, alkalmazható emissziós és immissziós vizsgálatokhoz is és a beszerezhető rendszerek ma már magas fokon automatizáltak. A mintavétel ideje állítható néhány perctől akár egy hónapig is(!), több csőből álló berendezések képesek automata sorozatmintázásra is. Az áramlási sebesség is igény szerint állítható.

A módszer előnyei, hogy az adszorpciós csöveken megvalósul a minta előkoncentrációja, illetve igen jól illeszthető az analízis további lépéseihez. A csövek mintavétel után egyszerűen zárhatóak, és könnyű a szállításuk is. Külső felszínükön vonalkód segítségével egyedi azonosító hozható létre.

### 3.4.2. Automata mintaelőkészítés és mérés egy lépésben

Az adszorpciós csövek szabványos méretűek, és léteznek automata termodeszorber berendezések, amelyekhez illeszthetők. A módszer leírása a 4. fejezetben megtalálható

A technika fejlődésével ma már eljutottunk odáig, hogy számos laboratóriumi műveletet, amelyet régen kézzel, üvegeszközökben és vegyszerekkel kellett végezni, automata eszközökben végeztethetünk el. A fejlődés legújabb lépésében ezek az egységek már összekapcsolhatók, és számítógép segítségével együtt vezérelhetők.

Létrehozható olyan automata vizsgáló berendezés, amelybe egy vagy több csövet behelyezve a teljes analízis számítógépen kontrollálva elvégezhető (pl. AGILENT-DYNATHERM). A termodeszorberből a mintaanyag egy kriofókuszáló egységen át pillanatszerűen injektálódik gázkromatográfba fűtött transzferen keresztül. A gázkromatográfiás mérési elvről is a 4. fejezetben esik szó.

Mobil laboratóriumi körülmények között legcélszerűbb egy kettős rendszer telepítése. Két gázkromatográf, különböző elven működő tömb- illetve szelektív detektorokkal az általunk vizsgált vegyületcsoport analízisére kiválóan alkalmas. Mivel egy GC-be két detektor helyezhető szimultán (és egyszerre vezérelhető is), javaslom az alábbi négy típus beépítését:



- *lángionizációs detektor (FID)*, általános (tömb) detektor, a legtöbb illékony vegyületre érzékeny, de speciális információt nem szolgáltat;
- *tömegszelektív detektor (MS)*, minden áthaladó részecskét detektál egy beállított tömeg/töltés intervallumban. Érzékenysége nem túl jó, de tömegspektrumok segítségével anyagspecifikus információkat ad, melyek nélkülözhetetlenek az azonosításhoz.
- *atomemissziós detektor (AED)*, gyors, precíz, szelektív multieleemes detektor. Nagy dinamikus koncentrációtartománnyal rendelkezik
- *lángfotometriás detektor (FPD)*, szelektíven érzékeny a kén- és foszfortartalomra. Igen érzékeny, nagy dinamikus koncentrációtartománnyal rendelkezik. Kiválóan alkalmas mérgező harcanyagok és számos ipari veszélyes anyag detektálására már nyomnyi szennyezés szintjétől.

### **3.5. Az állomány kiképzése**

Az olyan jellegű tevékenységek esetén, amikor technikai eszközök használatára támaszkodva kell létfontosságú információkat produkálni, csak úgy garantálható a siker, ha a folyamat minden lépését gondosan megtervezett kiképzésre építjük. Ez fokozottan vonatkozik ABV védelmi analitika eddigiekben felsorolt összes lépésére.

A kiképzés célja, hogy az állomány tevékenységének végrehajtása során minden részfeladatot begyakorlottan, hiba nélkül tudjon végrehajtani, illetve véletlen hiba fellépése esetén is tisztában legyen a teendőivel. Éles harcanyagokkal történő munkavégzés esetén ez különösen fontos, hiszen például anyagkiszabadulás esetén a helytelen reakciók könnyen sérüléshez, súlyosabb esetben halálhoz vezethetnek.

Olyan nagyméretű gyakorlatok lebonyolítását, amely során végigfuttatják a mintavétel, minta-előkészítés, analitika és jelentés összes lépését, nem könnyű rendszeresen végrehajtani. Ezért a kiképzést inkább kisebb egységekben érdemes tervezni, lépésről-lépésre végigvezetve a feladat egészén, szakaszonként végrehajtani, majd összeillesztve az egy nagyméretű gyakorlat keretében megmutatni, hogyan állnak össze a részek egészszé.

### 3.5.1. Mintavételi kiképzés

#### Kiképzendő állomány:

A kiképzést azokkal a személyekkel kell végrehajtani, akik a tagjai lesznek a felderítést és mintavételt végrehajtó részlegnek.

#### A kiképzés célja:

A fő célkitűzés, hogy az érintettek elsajátítsák felszerelésük helyes használatát, továbbá megtanuljanak szennyezett környezetben dolgozni.

#### A kiképzés lefolytatása

Általában a következő pontokat kell a gyakorlat programjába beépíteni:

- A kiképzés során lehetőleg az összes mintavételi eljárást gyakoroltatni kell, amelyet az előzőekben összefoglaltunk.
- A kiképzés hagyományosan tartalmaz korlátozott méretű mintavételi gyakorlatokat. A gyakorlat célszerűen akkor érjen véget, amikor a minták becsomagolva, dokumentálva készen állnak a szállításra.
- A kiképzéshez kapcsolt gyakorlatoknak lehetőleg harctéri körülményeket kell imitálniuk. Ahol lehet, nagyobb méretű hadgyakorlatokhoz kell hozzákapcsolni.
- Kívánatos, hogy a mintavevő csapat tagjai legalább néhány alkalommal „éles”, valódi harcanyagokkal is dolgozzanak. Amennyiben ez nem lehetséges, olyan anyagokat kell kiválasztani, amelyek a hatósági (pl. környezetvédelmi) előírásoknak megfelelnek, és egy kisebb területen kibocsátva alkalmasak harcanyaggal történt támadás imitációjára.

#### Az imitációs anyagokra vonatkozó követelmények:

Az imitációs anyagnak a lehető legélethűbben kell „utánoznia” a harcanyagot:

- megjelenésében (szín, szag, halmazállapot),
- fizikai és kémiai tulajdonságaiban (molekula-szerkezet, sűrűség, gőztenzió).

Nem szabad azonban, hogy valódi veszélyt jelentsen a környezetre vagy a mintavételben résztvevőkre. Detektálható legyen a jelenlegi technikai eszközökkel.

Mérgező harcanyagok imitálására alkalmas vegyületek:

- Dimetil-metilfoszfonát (DMMP)
- Polietilén-glikol (PEG)
- Dimetil-szulfoxid (DMSO)
- Dimetil-szalicilát

### 3.5.2. Minta-transzporthoz szükséges kiképzés

#### Kiképzendő állomány:

A kiképzést azokkal a személyekkel kell végrehajtani, akik érintettek a minták szállításában. Így a mintavevő csoport azon tagjai, akik a csomagolást és a szállítás előkészítését végzik, akik tagjai lesznek a szállítást végrehajtó részlegnek, valamint azok a laboratóriumi dolgozók, akik a leszállított mintákat átveszik és regisztrálják.

#### A kiképzés célja:

A kiképzés akkor eredményes, ha az érintettek elsajátítják a minták kezelésének, szállításának és laboratóriumi beérkeztetésének mind technikai, mind műveleti lépéseit.

#### A kiképzés lefolytatása

A kiképzést le lehet folytatni úgynevezett vakminták használatával is, azonban a csomagoló és szállító eszközöknek valóságosnak kell lenniük. A gyakorlat célszerűen akkor érjen véget, amikor a minták megérkeztek az azonosítás helyszínére.

### 3.5.3. Laboratóriumi kiképzés

#### Kiképzendő állomány:

A kiképzést az analízist végző laboratóriumi dolgozókkal célszerű végrehajtani.

#### A kiképzés célja:

A kiképzés akkor eredményes, ha az érintettek elsajátítják a minták mobil laboratóriumi vizsgálatának összes, az előző fejezetekben felsorolt módszerét. Ezen kívül meg kell tanulniuk gyakorlatban alkalmazni a veszélyes anyagokkal történő laboratóriumi munka szabályait (rendszabályok, védőeszközök, mentesítés, stb.). Ismerniük kell a jelentések elkészítésének, a szabványos dokumentumok kitöltésének szabályait is.

### A kiképzés lefolytatása

- A kiképzést egyszerű feladatokkal kell kezdeni. Minden laboratóriumi dolgozó, aki egy harcanyag-azonosító analitikai módszerben jártas, kapjon imitációs anyagot tartalmazó mintát, amit adott időre a lehető legpontosabban meg kell tudjon határozni.
- A feladatok bonyolultságát folyamatosan kell növelni. A kevésbé veszélyes anyagoktól indulva el kell jutni a valódi harcanyagot tartalmazó minták vizsgálatáig
- A laborszemélyzetnek lehetőséget kell adni arra, hogy ha a minta elegendő mennyiségben áll rendelkezésre, akkor a különböző analitikai módszerek egyidejű használatával gyakorolják a minta szimultán mérését. Ez lehetőséget ad nemcsak a különböző analitikai berendezések teljesítőképességének összehasonlítására, de arra is, hogy a személyzet tudjon együtt dolgozni a minta-előkészítésben és hogy hozzászokjanak a kampányszerűen végzett feladatok különleges kihívásaihoz.
- Következő lépésként a minták bonyolultságát kell növelni. Egyre komplexebb mátrixokat kell alkalmazni, amíg a személyzet képessé válik rutinszerűen előkészíteni és mérni valós összetételű levegő-, víz-, talaj-, mesterséges-, stb. vagy akár emberi eredetű mintákat is. A végső stádiumban alkalmazhatóak megfelelő módon előkészített kísérleti állatok is.

Nagyon fontos, hogy a személyzet minden gyakorlat után közvetlenül elkészítsen egy azonnali önértékelést, megvizsgálva, hogy mit végeztek helyesen, hol hibáztak, és ezt egy egymás közti megbeszélés keretében utólag hasznosítsák.

### **3.6. Következtetések**

A fejezet végére érve be kell vallanom, hogy a mobil ABV laboratórium problémaköre mindig is közel állt hozzám. Kilenc hosszú éven át dolgoztam a Magyar Honvédség Havária Laboratóriumával, amiről bátran kijelenthetem, hogy létrehozása idején (1989) egyedülálló volt a világon, és még mindig nincs miatta szégyenkezni valónk, hiszen gyakorlatilag az egyetlen ABV-védelmi alegység, amelyet NATO feladatokra fel tudunk ajánlani. Nem szabad ugyanakkor elfelejtenünk, hogy habár felszerelésének összeállítása a beszerzés idején világszínvonalú volt, az azóta eltelt több, mint tíz év során azonban elsősorban a további fejlesztések elmaradása miatt felette is eljárt az idő. Gondolok itt többek között arra, hogy eredetileg nem csak egy vagy két darab mobil laboratóriumi gépkocsi rendszerbe állítása volt tervben, de elsősorban a külső körülmények hatására (jogsabályi háttér változása, honvédségi részvétel csökkenése a katasztrófa-elhárításban) a nagyszabású fejlesztések elmaradtak. Ez igen sajnálatos, mert egy komoly lehetőséget veszítettünk el ezáltal, hiszen még a kilencvenes években hazánkba látogató NATO-delegációk szerint is egy igen ütőképes, mindenképpen figyelemre méltó technikáról volt szó. Későbbi NATO csatlakozásunk is megmutatta, hogy partnereink a nemzetközi feladatokban ilyen jellegű, speciális tudású alegységekre tartanak inkább igényt, kis ország lévén nem a nagytömegű hagyományos fegyverzet felajánlásával érhetünk el katonadiplomáciai sikereket.

Mindezek a gondolatok indítottak arra, hogy a mobil ABV laboratórium kérdéskörét újragondoljam, elsősorban oly módon, hogy most már a hazai (békeidőben elsősorban katasztrófavédelmi) feladatok mellett a létrehozandó új labor megfeleljen a NATO előírásoknak is. Értekezésem megírása közben olyan sajnálatos események történtek a világban (gondolok itt elsősorban a 2001. szeptember 11-i terrorcselekményekre és az azt követő terrorhullámra), amelyek csak megerősítettek abban a hitemben, hogy jó úton járok. Egy ilyen eszköz rendszerbe állítása ugyanis megfelelő válasz lehet az ABV terrorfenyegetettség jelentette kihívásokra is.

Természetesen az ebben a fejezetben vázolt laboratóriumi felszerelés összességében olyan, mint az a bizonyos állatorvosi ló, amelyen egyszerre mutatható be az összes ismert betegség. Úgy értem nem arról van szó, hogy egy mobil laborba a felsorolt berendezések mindegyikét be kéne építeni ahhoz, hogy megfelelően működjön. Sok paraméter szabja meg egy labor egyedi összeállítását, ezek egyrészt anyagiak (mire van pénz?), másrészt gyakorlatiak (mi

fér el, mi működtethető megbízhatóan?), végül, de nem utolsósorban pedig személyi feltételek (hány szakemberem van, és mikhez értenek?).

És még egy személyes zárógondolat, ha megengedi a kedves olvasó. Nem kell attól félni, hogy egy ilyen többcélra létrehozott alegység elaprózza magát a mindennapok sokféle teendőiben. Való igaz, hogy az ABV védelmi alapeladatok más jellegű felkészültséget és ismereteket igényelnek a mérgező harcanyagok mintavételezéséhez és kimutatásához, mint a katasztrófhelyzeti helyszíni analízis, amely elsősorban az ipari mérgezőanyagokra szakosodik. Továbbá hazai és nemzetközi igénybevétel egyszerre? A válaszom egyértelműen: IGEN! Egy laboratóriumi alegységnek folyamatos tréningre van szüksége a tudásanyag fejlesztéséhez és szinten tartásához, és mi lehetne jobb gyakorlás, mint a folyamatos feladat végrehajtás? Tapasztalatból tudom, hogy az olyan szakmai szervezet, amelyet „takarékosági megfontolásból” elkezdenek kivonni a mindennapi munkából, „halálra” van ítélve.

## **4. Egy jövőbeli, vegyi katasztrófák esetén (is) alkalmazható honvédségi (nemzeti) háttér-laboratórium felépítése**

A háttérlaboratórium felépítése, működése szoros összefüggésben kell, hogy legyen a mobil laboratóriuméval. Képességeivel meg kell felelnie annak, hogy a felderítők által vett minták bármely típusának analízisét képes legyen elvégezni, szabványos eredményeket szolgáltatva mind minőségi, mind mennyiségi szempontból a mérgező harcanyagok és/vagy az ipari veszélyes anyagok ismeretlen összetételű elegyeiből.

A háttérlaboratórium munkája akkor kezdődik, amikor a minták megfelelően kondicionálva beszállításra kerülnek. Innen vettem sorra a tevékenységeket az alkalmazható módszerekkel illetve a szükséges felszereléssel. A fejezetben olyan mintaelőkészítő és analitikai eljárásokat ismertettem, amelyek a vonatkozó hazai szabványok és a NATO Landgroup 7 SIBCA Subgroup (Sampling and Identification of Chemical and Biological Agents = Vegyi és Biológiai Ágensek Mintavételezése és Azonosítása) előírásai alapján alkalmasnak találtam a háttérlaboratórium számára.

### **4.1. Minta-előkészítési eljárások**

A laboratóriumi vizsgálatra kiválasztott valamennyi vegyi mintáról azt kell feltételezni, hogy erősen toxikus (természetesen az sem zárható ki, hogy fertőző vagy sugárzó), így a minta-előkészítés és a teljes analízis során a legszigorúbb biztonsági intézkedéseket kell fogantatosítani. Ilyen jellegű minták vizsgálatát kizárólag(!) mérgező harcanyagokra (is) felkészített laboratóriumi személyzettel és megfelelő felszereléssel szabad elvégeztetni! Nem várható el, hogy a beérkezett minták vizsgálatra kész állapotban legyenek, így az esetek döntő többségében a minta-előkészítés elkerülhetetlen. A minták vizsgálatát alapvetően háromféle céllal rendelhetik el:

- operatív (katonai, harctéri vagy katasztrófahelyzeti információk)
- politikai
- verifikációs (Nemzetközi egyezmények, pl CWC)

Mindhárom esetben szem előtt kell tartani, hogy bizonyos biztonsági előírások betartása elengedhetetlen. Így például nem saját eredetű minták beérkezésekor minden részletet (dátum,

idő, minták száma, tömege, csomagolása, állapota, mellékelt információk, stb.) dokumentálni kell lehetőleg fényképekkel alátámasztva. A minták felbontáskor egyedi azonosítót kell, hogy kapjanak, hozzárendelve a mintáért felelős laboratóriumi dolgozó nevét. A jegyzőkönyvnek ezt tartalmaznia kell mindazok nevével együtt, akik a minta vizsgálatában részt vettek. A csomagolást lehetőleg végig meg kell őrizni, és ha lehetséges, a minta egy részét félre kell tenni ellenőrző vizsgálatok céljára. A felbontott minta mellé lehetőség szerint telepítsünk egy real-time detektort.

A minták az analízis előtt számos különféle minta-előkészítési eljáráson eshetnek át. A minta és az alkalmazni kívánt azonosítási eljárás jellegétől függően a jól megválasztott minta-előkészítési eljárás az alábbi előnyöket nyújthatja:

- érzékenység növekedése a zavaró komponensek mintamátrixból történő eltávolításával
- érzékenység növekedése a vizsgálandó komponens koncentrációjával vagy származékképzéssel
- mintakomponensek eltávolítása, amelyek tönkreteszik az érzékeny berendezéseket, mint például a GC kolonnák, HPLC pumpák és kolonnák vagy az MS ionforrások.

#### 4.1.1. Folyadék/folyadék extrakció (LLE)

A folyadék/folyadék extrakció széleskörűen alkalmazott laboratóriumi módszer a mintakomponensek elválasztására, tisztítására különböző polaritású oldószerek segítségével. Általában vizes mátrixból készítik el a mérendő komponens vízzel nem elegyedő szerves oldószeres oldatát. A hatékonyságot megszabja a vizsgált komponens megoszlási egyensúlya a két fázis között, valamint a két oldószer térfogat-aránya.

A folyadék/folyadék extrakcióval általában a mérendő komponens tízszeres kvalitatív koncentrációja érhető el. Számos használható vízzel nem elegyedő szerves oldószer ismeretes, mindazonáltal a gyakorlatban a mérgező harcanyagok elválasztásához rutinszerűen csak néhányat használnak, leginkább az **n-hexánt** és a **diklórometánt**. Emulzió képződés különösen klórtartalmú oldószerek alkalmazásakor gyakori probléma.



A gyakorlatban ismert térfogatú vizes oldatot általában egytized térfogatú szerves oldószerrel kell elegyíteni, a két fázist erőteljesen összekeverni, megvárni a szeparálódást, majd kinyerni a szerves frakciót. A hatékonyság növelése érdekében ajánlatos az eljárást friss szerves oldószer-adagokkal 2-3 alkalommal megismételni. Végezetül a szerves frakciókat egyesíteni kell. Ez általában azt eredményezi, hogy a kelleténél nagyobb térfogatú a mintánk, így analízis előtt koncentrálni kell (bepárlás, vákuumdesztilláció). Analízis előtt csatolt módszerként kromatográfiás elválasztást szoktak alkalmazni.

Ideális esetben a mérendő komponenst nagy hatékonysággal sikerül szelektíven elválasztani a szennyezőktől. Általában azonban az elválasztás után kapott szerves oldat még egy sor egyéb komponenst is szokott tartalmazni.

A módszer előnye, hogy egyszerű laboratóriumi eszközökkel (rázótölcsér) elvégezhető, nem igényel költséges berendezést. Általában ismeretes, hogy a mérendő komponens mely szerves oldószerben oldódik könnyen. Így a szerves frakció kiválasztása is könnyű.

A hátránya, hogy viszonylag nagy oldószerszükséglete van, és ráadásul igen nagy tisztaságot is megkövetel. Az elválasztás után elvégzett bepárlással ugyanis feldúsulnak az oldószer eredeti szennyezői is, amivel zavaró komponenseket vihetünk a mérésbe. A bepárlás során a felesleges oldószermennyiség általában visszanyerhető, ám újra gyakorlatilag nem használható. Ez pedig, különösen sorozatmérések esetén, jelentős mennyiségű (veszélyes!) hulladékot eredményez. Azt sem árt tisztázni, hogy a vizsgálandó komponensünk nem érzékeny-e a bepárlásra vagy a vákuumdesztillációra (esetleg elbomlik), vagy illékonyága folytán esetleg előbb távozik, mint az oldószer.

#### 4.1.2. Folyadék/szilárd extrakció (LSE)

A folyadék/szilárd extrakció olyan fizikai elválasztási technika, amelyet szilárd mátrixok esetén alkalmaznak a vizsgálandó komponensek kinyerésére, mint például talajminták, adszorbensek vagy mesterséges szilárd anyagok. Extraháló szerként általában szerves oldószerek használatosak, bár számos esetben sikeresen használták a vizet is. A szükséges oldószer nagy mennyisége miatt általában csak tisztítási eljárásnak tekinthető, mintakonzentrálásra nem alkalmas.

Az extrakciót úgy kell végrehajtani, hogy a szilárd mintát belehelyezzük egy megfelelő oldószert tartalmazó edénybe. Rövid (fél órán belüli) extrakciós idő esetén az ultrahangos keverés jelentősen növeli a szerves anyagok extrakcióját a szilárd fázisból. Hosszabb idők esetén leggyakrabban Soxhlet-extraktort használnak. Elméletileg olyan oldószert kell választani, amely a vizsgálandó anyagot extrahálja a mátrixból, de a zavaró anyagokat nem. Lehetséges extrakció-sorozatot végrehajtani eltérő oldószerekkel vagy egyazon oldószerral különböző pH-értékek mellett, hogy a mérendő anyagot szelektíven kinyerjük. Ha a minta mesterséges szilárd anyagon adszorbeálódott, mint például festék, ruházat vagy aeroszol szűrő, különös óvatossággal járjunk el az oldószer kiválasztásánál, nehogy reagáljon a hordozóval vagy netán oldja azt is.

#### 4.1.3. Szilárd fázisú extrakció (SPE)

A szilárd fázisú extrakció olyan fizikai elválasztási módszer, amelyben a minta, általában vizes oldatként egy szilárd fázisú adszorbens rétegen kerül átvezetésre. Megfelelő körülmények között a vizsgálandó komponens reagál az adszorbenssel, és szelektíven elválasztható a vizes oldatból. Az SPE-t igen gyakran használják alternatív módszerként az LLE helyett.

A szilárd fázisú adszorbens általában cartridge-okba előrecsomagolt módosított szilikagél. Az adszorbenst szolvatálni kell megfelelő szerves oldószerral, majd átmosni (általában vízzel vagy vizes oldattal) a minta átvezetése előtt. A vizes mintát vákuum vagy túlnyomás segítségével át kell vezetni a cartridge-on. Az adszorbensen megkötődött komponenst ezután megfelelő szerves oldószerral lemossuk, amely elég erősen oldja az anyagot ahhoz, hogy a komponens-adszorbens kötést megtörje.

Ez az extrakciós eljárás felhasználható a minta 10-100-szoros dúsítására illetve a tisztítására a vizsgálandó komponens kinyerése és a zavaró mátrix egyidejű eltávolítása útján. Az SPE során felhasználható szerves oldószerek:

- n-hexán
- diklórometán
- izopropil-alkohol
- acetón

Az LLE módszerrel szemben itt nincs emulzióképződési probléma. Vannak azonban feljegyzett esetek egyes mérgező harcanyagok irreverzibilis megkötődésére bizonyos

adszorbenseken, így egy módszer kidolgozása előtt ennek utána kell irodalmazni. Az LLE-hez hasonlóan, az extrakció nem teljesen specifikus. Így számítani kell rá, hogy a mérendő komponens mellett számos egyéb is bennmarad zavaró anyagként a mintában.

Van az SPE-nek egy viszonylag új változata, a **szilárd fázisú mikroextrakció (SPME)**. Ez a minta-előkészítést egy lépésbe sűríti a gázkromatográfiás injektálással. A vizsgálandó komponensek adszorbeálódnak egy polimer szálra felvitt álló fázisra oly módon, hogy a polimer szálát belemerítik a vizes minta-oldatba. Az SPME-ben használt álló fázisok apolárisak vagy gyengén polárisak. Tipikus anyagok:

- poliakrilát
- poli-dimetilsziloxán
- poli-dimetilsziloxán/divinil-benzol
- Carbovax/ divinil-benzol

Az adszorbeált anyagot a polimer szálról 250 °C-on termodeszorbeálják gázkromatográf injektorába. Ez a technika meglévő módszerek kiváltására alkalmas és újabban előszeretettel használják idegmérgek kimutatására vizes oldatból.

#### 4.1.4. Szuperkritikus fluid extrakció (SFE):

A szuperkritikus fluid extrakció olyan fizikai elválasztási módszer, ahol a mérendő komponenst a szilárd vagy folyadék mátrixból szuperkritikus állapotban tartott folyadékkal extraháljuk. A mátrix leggyakrabban szilárd, pl. talajminta, és a technikát a minta tisztítására vagy a mérendő komponens előkoncentráálására használják. Az SFE igen nagy koncentrációs arányokat ajánl, mivel a mérendő komponensek kinyerése után az addig szuperkritikus állapotban tartott oldószer egyszerűen elpárolog.

A laboratóriumban a mintát beletöltjük egy extrakciós hüvelybe, majd behelyezzük az extraktorba. A szuperkritikus folyadék vagy átáramlik a hüvelyen (dinamikus extrakció), vagy feltöltjük vele azt meghatározott időre (statikus extrakció). A szuperkritikus folyadék sűrűsége és a hőmérséklet, amelyen az extrakciót elvégezzük, hatással vannak annak hatékonyságára. Ezután az elválasztott komponenseket szállító szuperkritikus folyadékot nyomásmentesítjük, az elpárolog, a komponenseket pedig visszanyerjük.

Habár viszonylag új technika, már most világos, hogy nincs egyetlen olyan trapping eljárás sem, amely egyedülként alkalmasnak bizonyulna mindenfajta vizsgálandó komponensre.

A trapping eljárások tartalmazzák:

- oldószeren történő átbuborékolatást
- a szuperkritikus folyadék nyomásmentesítését, miközben a mintát egy üres vagy üveggyöngyökkel megtöltött fiolába vezetjük
- a szuperkritikus folyadék nyomásmentesítését, miközben a mintát egy szilárd fázisú extrakciós cartridge-ba vezetjük.

Habár a jelenleg leggyakrabban használt szuperkritikus folyadék alapanyaga a széndioxid, nem viselkedik elég erős szolvatáló szerként, így különféle adalékanyagokkal módosítják, amelyek közül legismertebb a metanol.

#### 4.1.5. Headspace

A headspace vagy gőztér-mintavétel a folyadék vagy szilárd halmazállapotú minták feletti gőztér mátrixának tisztítására és mintakonzentrálására szolgál. Habár a gőztér-mintavételt számos eltérő módszerrel lehet végrehajtani, leginkább a minta feletti gőzt gyűjtik össze és vizsgálják benne az illékony komponensek jelenlétét.

Konzentrálási arányokat igen nehéz számítani, de nyilvánvaló, hogy amikor a mintát szilárd adszorbensen csapdázzuk, előkonzentrálást hajtunk végre. A gyakorlatban hasznos szem előtt tartani, hogy a minta összetételét a felette lévő gőzfázis csak hozzávetőlegesen reprezentálja, mert az eltérő illékonyosságú komponensek aránya a gőzfázisban eltér a szilárd vagy folyadék tömbfázisának összetétel-arányaitól.

#### 4.1.6. Termodeszorpció

A termodeszorpciót általában nem nevezzük minta-előkészítési eljárásnak. Általában egyszerűen egy minta-bejuttatási módszernek tekintik egy analitikai berendezésbe. Mindazonáltal áttekintve a mintamátrixok azon széles skáláját (szilárd-gáz), amelyekre a termodeszorpció alkalmazható, a technika egyedi pozíciót foglal el a minta-előkészítési eljárások között.

Ha a termodeszorpciót kromatográfias technikával kombináljuk, akkor alkalmassá válik az előzőekben már tárgyalt gőztér-mintavétellel vett illékony komponensek vizsgálatára. Néhány esetben a szilárd minta egy kis része behelyezhető közvetlenül a termodeszorberbe direkt deszorpcióra.

Ezzel a technikával mindig óvatosan kell eljárunk, mert a termodeszorpció olykor a minta bomlását, új komponensek képződését eredményezi

Folyadékok vagy extraktumok illékony szerves oldószeres oldata esetén relatíve nagy térfogatok (100 mikroliter felett) injektálhatóak adszorbens csövekre, majd ezután az oldószert onnan eltávolítjuk inert gáz finom átáramoltatásával. Az előkoncentráls határfoka az oldószert és a vizsgálandó komponens áttörési térfogatai (adszorpció affinitásai) arányának növekedésével növekszik.

A minták analízise úgy történik, hogy az adszorpció csöveket kifűtjük, és a termikusan deszorbeálódó szerves komponenseket gázkromatográfba vezetjük. A helyesen megválasztott hőmérséklettel a termikus deszorpció lépésben elérhetjük, hogy a kívánt komponenseink gyakorlatilag szelektíven deszorbeálódjanak részben a relatív illékonyáguk, részben az adszorpció affinitásuk alapján.

#### 4.1.7. Származékképzés:

Származékképzésre olyankor van szükség, ha az adott komponensre növelni akarjuk a kapcsolt analitikai módszer érzékenységét és/vagy a komponens gázkromatográfias illékonyágát. Leggyakrabban akkor használjuk, ha olyan mintákat analizálunk, amelyek mérgező harcanyagok hidrolízis-termékeit tartalmazzák. Az alábbiakban felsoroljuk a mérgező harcanyagok és hidrolízis-termékeik esetén leginkább használható származékképzési eljárásokat:

- Diazotálás. A mérgező harcanyagok hidrolízis-termékei illékonyágának növelésére diazometánt használunk. A módszer hátránya, hogy a diazometán erősen toxikus és robbanásveszélyes anyag.
- Szililálás. A mérgező harcanyagok hidrolízis-termékei illékonyágának növelésére szililálást használunk. Általában trimetilszilil-trifluoro-acetamid és N-metil-N-(t-butil-dimetilszilil)-trifluoro-acetamid használatos a mérgező harcanyagok hidrolízis-termékei trimetilszilil

illetve t-butil-dimetilszilil származékainak előállítására. A t-butil-dimetilszilil származék előnye hogy jobban megőrzi stabilitását kis mennyiségű víz jelenlétében.

- Pentafluoro-benzilálás. A mérgező harcanyagok hidrolízis-termékei illékonyságának növelésére pentafluoro-benzil-bromidot használunk, melynek további előnye, hogy növeli a gázkromatográfiás érzékenységet, ha elektronbefogásos detektort vagy negatív kémiai ionizációs ionforrású tömegspektrométert használunk. Ez a származékképző reakció több órát vesz igénybe, valamint szükséges hozzá még nátrium-hidrid és 18-korona-6-éter is.
- Metilálás. A mérgező harcanyagok hidrolízis-termékei metilálására trimetilfenil-ammónium-hidroxidot használunk. A módszer előnye, hogy metilálására trimetilfenil-ammónium-hidroxid egy lépésben használható származékképzőként és eluensként, a képződött termékek felfoghatók ioncserélő kolonnán.
- Tioészter-képzés. A luizit gázkromatográfiás mérését akadályozza egyrészt a luizit hőbomlása, másrészt az adszorpciója. Az érzékenység szignifikánsan növekszik, ha a luizitot reagáltatjuk 3,4-dimerkapto-toluollal vagy tioglikollal. A módszer hátránya, hogy mind a luizit, mind legfőbb bomlásterméke, a luizit-oxid, ugyanazt a terméket eredményezi, így lehetetlen utólag eldönteni, hogy az eredeti minta luizitot, luizit-oxidot, esetleg a kettő keverékét tartalmazta.

A származékképzés általában kerülendő, hacsak nincs más lehetőség, mivel megváltoztatja a mintát, növeli a bevitt szennyezés és új komponensek megjelenésének veszélyét.

#### 4.1.8. Oldószer desztilláció/koncentráció

Az eddigiekben tárgyalt minta-előkészítési eljárások többsége olyan szerves oldószerben oldott extraktumot eredményez, amelynél a műszeres analízis előtt egy további koncentrációs lépés szükséges. Az oldószer ledesztillálásával történő koncentráció elvégezhető Kuderna-Danish bepárlóval vagy az oldószer lefúvatásával enyhe nitrogénáram használatával. Az oldószer redukálásán alapuló koncentrációs eljárás használata során az alábbi néhány szabályt célszerű szem előtt tartani:

- Fokozottan illékony mérgező harcanyagok (pl. szarin) elillanhatnak, ha az oldatot közel szárazra pároljuk.

- Az oldószer eredetileg meglévő nyomszennyezői feldúsulnak és interferálhatnak a mérés során. A probléma kiküszöbölhető nagy tisztaságú oldószerek használatával.
- Néhány oldószer vagy annak stabilizátor anyaga reakcióba léphet bizonyos mérgező harcanyagokkal, ami nem kívánatos termékek képződéséhez vezethet. Például, az alkoholok azonnal reakcióba lépnek mérgező harcanyagokkal, így ezek használata a minta-előkészítés során kerülendő.

#### 4.1.9. Gélelválasztás

A gélelválasztás (gélkromatográfia) olyan fizikai minta-előkészítési módszer, amely az analitikai célanyag szelektív kinyerésére szolgál alkalmas gél anyagokon történő átvezetéssel. Mint a kromatográfias módszerek általában, a komponensek eltérő adszorpciós affinitásait használja fel.

Hátránya, hogy ismeretlen összetételű, vagy komplikált mátrixszal rendelkező minták esetén nem használható, mert általában nem lehet megmondani, hogy ilyen körülmények között mikor eluálódnak a mérendő komponensek.

Feljavítható a technika oly módon, hogy valamilyen indikátor-anyagot adunk a mintaoldathoz elválasztás előtt, amelyről tudjuk, hogy kisebb (vagy nagyobb) az adszorpciós affinitása, mint a mérendő anyagunké. Ily módon egy színes gyűrűként megjelenő oldószerfront indikálja, hogy mikor várható a komponensünk elúciója.

A módszer előnye, hogy viszonylag nagy mennyiségű mintákat (10-50 ml) lehet vele kezelni, így használható preparatív munka esetén is.

#### 4.1.10. Feltárás (pl. mikrohullámú):

A feltárás olyan kémiai minta-előkészítési módszer, amely a mintát erőteljes roncsoló hatással alkotó elemeire bontja, ezzel alkalmassá téve elemanalitikai feldolgozásra (pl. ICP-MS).

A feldolgozandó minta általában valamilyen bonyolult mátrixban van jelen, pl. környezeti talaj, növényzet, stb. A cél elérése érdekében ezt extrém fizikai-kémiai hatásoknak tesszük ki. Erős savakkal vagy lúgokkal elegyítjük, úgynevezett „bombába” helyezük és növeljük a nyomást és a hőmérsékletet. Erre egyébként legújabbban nem hagyományos fűtőberendezést,

hanem mikrohullámú készüléket használnak. Ennek előnye, hogy a teljesítmény könnyebben szabályozható és időprogrammal is összekapcsolható.

A módszer előnye, hogy egy lépésben mérhetővé tudja tenni a komplex mátrixú környezeti mintákat.

Hátránya, hogy az ezt követő elemanalízisben minden olyan komponens zavarja a mérést, ami eredetileg a mátrixban volt, mert ezt követően egy adott elemről már nem dönthető el, hogy valóban a vizsgálandó anyag alkotórésze volt-e. Ezért ajánlatos hasonló mátrixokkal vakpróbákat végezni, illetve magát a módszert is igen körültekintően használni

#### 4.1.11. Purge&Trap:

A purge&trap olyan fizikai minta-előkészítési módszer, amely az illékony analitikai célanyag szelektív kinyerésére szolgál. Általában kis anyagmennyiségek szelektív koncentrálására használják kromatográfias mérési eljárások minta-előkészítő módszereként.

A módszer lényege, hogy a mintát oldatba kell vinni, és egy inert gázt kell azon átbuborékoltatni. A mintában lévő illékony komponenseket a vivógáz (pl. nitrogén) magával ragadja (purge). Ezt követően a gázáramba egy a már korábbiakban tárgyalt adszorpciós felületet (csövet) kell helyezni, amelyen az analitikai célanyag (elméletileg) szelektíven megkötődik. Ezután a vizsgálandó anyagot manuális vagy automatikus módszerrel deszorbeáltatjuk, majd mérjük.

A módszer előnye, hogy létezik automatizált változata, amelyben a deszorpciót fűtőprogrammal lehet szabályozni, majd van a készülékben egy úgynevezett kriofókuszáló, amely mélyhűtéssel gondoskodik a minta lecsapatásáról, összegyűjtéséről. Ezt követi egy nagy energiájú kifűtés, amely azt eredményezi, hogy a minta dugószerűen egy adagban marad, így automatikusan on-line injektálható gázkromatográfba. Ez igen lényeges, hogy a kromatogram csúcsai élesek legyenek, meg kell valósulnia a pillanatszerű injektálásnak.

A módszer hátránya, hogy egyrészt a szelektivitás csupán elméleti jellegű. A valóságban nyilván több zavaró komponens is bennmarad a mintában. Másrészt, és ez igen sajnálatos, az instabil és hőre bomló vegyületekre ez a minta-előkészítési módszer nem használható, hiszen két lépésben is fűtést tartalmaz.



## **4.2. Kémiai analitikai eljárások**

Olyan minták vizsgálata, amelyeknél felmerül a gyanú, hogy mérgező harcanyagot tartalmaznak, különösen, ha a harcanyag bonyolult mátrixban található, vagy ha az új vagy szokatlan szerkezetű, csak jól felkészült és ilyen téren komoly gyakorlattal rendelkező laboratóriumban végezhető el. Hasonló veszélyességű iparban felhasznált vegyületek is léteznek.

Jelenleg három olyan analitikai eljárást ismerünk és alkalmazunk a laboratóriumi gyakorlatban, amelyek kielégítik a mérgező harcanyagok és ipari veszélyes anyagok egyértelmű azonosításának kritériumát. Ezek a következők:

- Tömegspektrometria (MS)
- Infravörös (IR) spektrometria
- Mágneses magrezonancia (NMR) spektrometria

A mérgező harcanyagok elválasztására, kimutatására és azonosítására jelenleg használt legalkalmasabb kapcsolt technika a gázkromatográfia-tömegspektrometria (GC-MS).

Az azonosításnak három szintjét definiálták a növekvő bizonyosság sorrendjében:

**ELŐZETES AZONOSÍTÁS:** Az anyag előzetesen azonosítottként tekintendő az alábbi kritériumok valamelyikének teljesülése esetén:

- Az anyagról két különböző kísérleti körülmények között felvett kromatográfias retenciós adatok megegyeznek egy ismert anyagéval.
- Az anyagról specifikus detektorral (FPD, TID vagy AED) felvett retenciós adatok megegyeznek egy ismert anyagéval.

**BIZONYÍTOTT AZONOSÍTÁS:** Az anyag bizonyítottan azonosítottként tekintendő az alábbi kritériumok valamelyikének teljesülése esetén:

- Az anyagról egyedi spektroszkópiás módszerrel (MS, NMR vagy IR) felvett teljes spektrum megegyezik egy ismert anyag adatbázisban található referencia spektrumával. Ha a molekula-ion nincs jelen a tömegspektrumban, akkor újabb mérést kell végrehajtani például kémiai ionizációs technikával, hogy a vegyület molekulatömegét meghatározzuk.

- Az anyagról tömegspektrométerrel SIM üzemmódban (legalább három ionnal) felvett kromatográfiás retenciós adatok megegyeznek egy ismert anyagéval. A három ion arányának a referencia spektrumban található ionarányokkal 10%-on belül meg kell egyeznie. Az ionoknak a referenciával egybeeső maximumuk legyen, ugyanolyan félérték-szélességük, valamint a jel-zaj arányuknak háromnál nagyobbak kell lenni.

EGYÉRTELMŰ AZONOSÍTÁS: Az egyértelmű azonosítás szolgáltatója a legnagyobb szintű bizonyosságot. Az anyag egyértelműen azonosítottak tekintendő az alábbi kritérium teljesülése esetén:

- Az anyagról felvett kromatográfiás retenciós adatok és legalább két független spektroszkópiás módszerrel (MS, NMR vagy IR) felvett teljes spektrum megegyezik egy ismert anyag ugyanolyan körülmények között felvett, adatbázisban található referencia standardjával. Ha a molekula-ion nincs jelen a tömegspektrumban, akkor újabb mérést kell végrehajtani például kémiai ionizációs technikával, hogy a vegyület molekulatömegét meghatározzuk.

#### 4.2.1. Gázkromatográfia (GC)

A gázkromatográfia gázok és illékony anyagok szeparációjára szolgáló technika. A gázkromatográfiában a többkomponensű minta gázfázisban szétválik az egyes komponenseire.

A technika első lépése a minta feljuttatása a kromatográfiás kolonnára, ahol majd a szeparáció megtörténik. Folyadék mintákat vagy ún. „on-column”, vagy „split-splitless” injektor segítségével injektálhatunk. Gázhalmazállapotú mintákat gázbemérő szeleppel, headspace injektorral vagy termodeszorberrel juttathatunk a készülékbe.

Az analízisek döntő többségében a hőmérsékletet fűtőprogrammal szabályozzuk, vagyis a kolonnatér hőmérséklete a mérés során növekszik. A minta folyamatos adszorpciós-deszorpciós megoszlással halad végig a kolonnán a vivőgáz és az álló folyadékfázis együttes hatásának eredményeképpen. A minta minden komponense különböző időt tölt el a folyadékfázisban. Az az idő, amely alatt egy bizonyos komponens végighalad a kolonnán, attól függ, hogy mennyi időt tölt el a folyadékfázisban. Ezt retenciós időnek nevezzük. Meghatározott kolonnán, azonos

mérési körülmények esetén a retenciós idő reprodukálható érték és jellemző az adott komponensre.

A gyakorlatban, különböző laboratóriumok között a retenciós adatokat igen nehéz reprodukálni, hiszen eltérőek lehetnek a mérési körülmények és a mérőeszközök paraméterei. Ezeket a problémákat ki lehet küszöbölni az úgynevezett retenciós indexek rendszerének használatával. Többféle ilyen rendszer ismeretes, melyek mindegyike azon alapul, hogy az egyes vegyületek retenciós idejét egy standardokból álló soréhoz viszonyítjuk. Ezek közül talán a legismertebb a Kovács-index gyűjtemény, ahol az egyes vegyületek retenciós ideje az n-alkánok sorának retenciójához vannak viszonyítva. Más rendszerek foszfor vagy kéntartalmú standardokat használnak. Mivel könnyen előfordul, hogy egynél több komponens is ugyanazzal a retenciós idővel eluálódik, a vegyülethez tartozó retenciós indexet többfajta, eltérő polaritású állófázissal rendelkező kolonnán is (pl. DB-1, DB-5, DB1701) meg kell határozni, hogy a komponens azonosításának bizonyosságát megnöveljük.

A kromatográfias kolonnáról eluálódott komponensek detektálását egy sor általános vagy szelektív detektorral lehet megoldani. Ezek közül a legelterjedtebb a lángionizációs detektor, amely a szerves vegyületek döntő többségére jelet ad. Ha összetett mátrixú mintával dolgozunk, használhatunk specifikus detektorokat, amelyek elemspecifikus információkat adnak:

- *Lángfotometriás detektor* (FPD, jelzi a kén és foszforatomokat)
- *Termoionos vagy nitrogén-foszfor detektor* (TID vagy NPD, jelzi a nitrogén és foszforatomokat)
- *Atomemissziós detektor* (AED, jelzi a szén, nitrogén, foszfor, fluor, kén, arzén klór és brómatomokat)
- *Elektronbefogásos detektor* (ECD, jelzi a nagy elektronegativitású atomokat, mint a halogének)

Habár a szelektív detektorok jelzik bizonyos elemek jelenlétét vagy hiányát, nem adnak a vegyületek szerkezetét illetően információt. Ilyen jellegű információt a tömegspektrométer és az infravörös spektrométer képes szolgáltatni, ezért terjedt el használatuk gázkromatográfias berendezések detektoraként.

#### 4.2.2. Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC)

A nagy hatékonyságú folyadékkromatográfia folyadékok szeparációjára szolgáló technika. A folyadékkromatográfiában a többkomponensű minta folyadékfázisban szétválik az egyes komponenseire. A HPLC kiválóan alkalmas az olyan hőre bomlékony vagy kis illékonyságú vegyületek analizésére, amelyek nem mérhetők gázkromatográffal. A technika első lépése a minta feljuttatása a kromatográfiás kolonnára, ahol majd a szeparáció megtörténik. A folyadék mintákat a HPLC-ben egy a minta adott térfogatú bemérésére alkalmas looppal ellátott többállású kapcsolószelep segítségével adagolják be. A minta folyadékugó formájában jut be a folyadékáramba és szeparálódik a HPLC kolonnán.

A leggyakrabban használt elválasztási módszerek állandó ionerősségű vagy gradiens elúcióval dolgoznak fordított fázison (pl.  $C_8$  vagy  $C_{18}$  oszlopokon). Az elválasztás a minta komponenseinek fizikai interakcióján alapszik a mozgó folyadékfázis és az állófázis között. Fordított fázisú gradiens elúciót alkalmazva a mozgó folyadékfázis összetételében a szervesanyag-tartalom időben növekszik. Azt az időt, amely alatt egy bizonyos komponens végighalad a kolonnán, retenciós időnek nevezzük. Meghatározott kolonnán, azonos mérési körülmények esetén a retenciós idő reprodukálható érték és jellemző az adott komponensre.

A detektálás HPLC-s módszerek esetében általában ultraibolya/látható (UV-VIS) detektorral történik. Az idegmérgek és a hólyaghúzó harcanyagok általában nemigen tartalmazznak erősen kromofór csoportokat, így a detektor érzékenysége és szelektivitása ezekre az anyagokra gyenge. Az utóbbi években lángfotometriás és termoionos detektorokat kezdtek használni szelektív azonosításra a mikrokolonnás folyadékkromatográfiában. Habár a szelektív detektorok jelzik bizonyos elemek jelenlétét vagy hiányát, nem adnak a vegyületek szerkezetét illetően információt. Ilyen jellegű információt a tömegspektrométer képes szolgáltatni, ezért terjedt el használata folyadékkromatográfiás berendezések detektoraként.

#### 4.2.3. Kapillár elektroforézis (CE)

A kapillár elektroforézis úgynevezett „narrow bore” kapillárisokat használ (10-200 mm belső és 370 mm külső átmérő poliimid bevonattal) kis és nagy molekulatömegű vegyületekre egyaránt használható nagy hatékonyságú elválasztásra, amely az egyes anyagok elektromos térbeni eltérő mozgékonyaságán alapszik. A berendezés három fő részből áll:

- Két puffertartály, melyet a kapilláris köt össze
- Magas feszültségű áramforrás
- Detektor

A mintákat a CE kolonnára vagy elektrokinetikus módszerrel (elektromos potenciál rávezetése), vagy hidrodinamikusan módszerrel (a mintatartályra kötött túlnyomás bepréseli az anyagot a kapillárisba) viszik fel. Ezután a kapilláris két végére elektromos potenciált kötnek, így a komponensek ebben a potenciáltérben kezdenek el migrálni. Mivel elektromos térben a különböző vegyületek effektív mobilitása eltérő (ez eltérő migrációs sebességeket jelent), a keverék az egyes vegyületek alkotta diszkrét zónákra kezd szeparálódni. A komponensek detektálhatók „on-column” módszerekkel a kapilláris falán elhelyezett kicsiny ablakon keresztül, így például ultraibolya (UV) vagy lézer indukciós fluoreszcens (LIF) detektorokkal. A gáz- és folyadékkromatográfiához hasonlóan a CE is összekapcsolható tömegspektrométerrel, hogy információt nyerjünk a molekulatömegekről és a vegyület szerkezetéről.

Egy standard CE berendezéssel különféle kapillár-elektroforézises módszerekkel lehet mérni:

- Kapilláris zóna elektroforézis
- Kapilláris gél elektroforézis
- Micelláris elektrokinetikus kapillár-kromatográfia
- Kapilláris izoelektromos fókuszálás
- Kapilláris izotachoforézis

A *kapilláris zóna elektroforézis (CZE)* a legegyszerűbb és leginkább elterjedt CE technika. A CZE által használt kapilláris anyaga felületi szabad szilanol-csoportokat tartalmazó szilikagél. Az elválasztás mechanizmusa az egyes vegyületek szolvatált alakjának méret és töltés különbségén alapszik adott pH mellett.

A CZE-vel ellentétben a *kapilláris gél elektroforézis (CGE)* a szolvatált alakjaik méretkülönbsége alapján választja el a komponenseket, ahogy azok migrálnak a „molekula szita”-nak nevezett, géllal töltött kapilláris pórusain keresztül. A módszer előnye, hogy minimalizálja a diffúziót és megakadályozza az adszorpciót a kapilláris falára.

*A micelláris elektrokinetikus kapillár-kromatográfia (MEKC)* ionos felületaktív anyag felhasználásával készített micellákat tartalmazó oldattal dolgozik, ami kromatográfias elválasztásra alkalmas fázist hoz létre lehetővé téve semleges vegyületek elválasztását.

*Az izoelektromos fókuszálás* olyan elválasztási módszer, amelyben a vegyületek izoelektromos pontjuk vagy pI-jük alapján szeparálódnak.

*A kapilláris izotachoforézis (CITP)* módszere egy nem folytonos puffer-rendszert használ, amelyben minta-zónák keletkeznek, ahogyan a komponensek koncentráálódnak a nyitó és a záró elem között. Amíg a CZE-nél az elektroferogram diszkrét csúcsokat ad, csakúgy, mint a HPLC-nél, a kapilláris izotachoforézis az izotachoferogramban lépcsők sorozatát adja, ahol minden egyes lépcsőfok egy minta-zónát reprezentál.

#### 4.2.4. Tömegspektrometria (MS)

A tömegspektrometria olyan azonosítási technika, ahol a minta molekulái ionizálódnak, majd ezután az ionizált molekulák és az azokból láncszakadással keletkezett kisebb tömegű fragmens-ionok szeparálódnak a tömeg/töltés különbségeik alapján. A mintavegyület molekuláris szerkezete meghatározható az adatok kiértékelésével vagy referencia-adatokkal történő összehasonlítással. A tömegspektrometriás detektálást általában valamiféle kromatográfias elválasztási lépés előzi meg, mert ez lehetővé teszi, hogy egy sokkomponensű minta elemei szeparáltak, gyakorlatilag tiszta anyagként egyesével jussanak be a tömegspektrométerbe. A tömegelválasztás végrehajtható:

- kvadrupol,
- szektor (elektrosztatikus vagy mágneses),
- repülési idő,
- ion csapda és
- Fourier-transzformációs tömegspektrométerekben.

Nagy felbontású méréseket szektor vagy Fourier-transzformációs berendezésekkel lehet elvégezni. Ezek az adatok használhatók az elemösszetétel meghatározására.

A legszélesebb körben használt ionizálási eljárás a mérgező harcanyagok GC-MS analízisében az úgynevezett elektronütköztetéses ionizáció (EI). A tömegspektrométer

ionforrásában nagy energiájú elektronokat állítunk elő, amelyek a minta molekuláival összeütközve azokban elektronvesztést okoznak. A keletkezett molekulaion láncszakadást szenvedve további fragmentáción eshet át, kisebb tömegű fragmens ionok keletkezését eredményezve. Sok esetben maga a molekulaion, amely alapján a molekulatömeg meghatározható, nem is figyelhető meg. Ennek kiküszöbölésére használják a kémiai ionizációt (CI), amely egy kevésbé erőteljes ionizálási eljárás, és így a molekulaion detektálható mennyiségben megmarad. Kémiai ionizációs ionforrásokban mérgező harcanyagok analízisére reagens gázként általában metánt, izobutánt és ammóniát használnak.

Az úgynevezett tandem tömegspektrometriában egy berendezésen belül többszörösen kombinálva helyezik el az analizátorokat (pl. szektor vagy kvadrupol).

A négy általános működési mód:

- termék-ion scan
- prekursor scan
- konstans neutrális veszteség
- reakció-ion monitoring

Két vagy több analizátor kombinációjával több molekulaszervezeti információt és/vagy nagyobb szelektivitást kaphatunk, mint egy szimpla analizátorral.

A termospray tömegspektrometria és legújabban az atmoszférikus nyomású ionizációs (pl. elektropray, ionspray és atmoszférikus nyomású kémiai ionizáció) technikák lehetővé tették a mérgező harcanyagok hidrolízis termékeinek vizes fázisú mintái esetén a közvetlen tömegspektrometriás analízist. Mindkét technikát lehet HPLC-hez vagy CE-hez kapcsolni a komponensek elválasztása érdekében, bár a termosprayt lényegesen felülmúlja az atmoszférikus nyomású ionizáció (API) a legtöbb alkalmazásban. Az API-MS, mivel meglehetősen enyhe ionizációs módszer, általában igen jó információt ad a molekulaionról mind pozitív, mind negatív ionizációs üzemmódban. Pozitív ion módban gyakran megfigyelhetők molekula-adduktumok, dimer vagy trimer termékek keletkezése.

#### 4.2.5. Infravörös (IR) spektrometria

Az infravörös spektrometria olyan azonosítási technika, amelyben a minta molekulák fénysugárzást abszorbeálnak (tipikusan a  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  tartományban). a tiszta mintákat kétféleképpen juttathatjuk be az infravörös spektrométerbe:

- pasztillaként, általában kálium-bromidos mátrixban
- vékony filmrétegben nátrium-klorid vagy kálium-bromid lapok között

A detektálást általában valamiféle kromatográfias elválasztási lépés előzi meg, mert ez lehetővé teszi, hogy egy sokkomponensű minta elemei szeparáltan, gyakorlatilag tiszta anyagként egyesével jussanak be az infravörös spektrométerbe. Jelenleg kétféle technikát használnak a kromatográfias oszlopról eluálódott komponensek infravörös spektrumának meghatározására. Az első módszer direkt leválasztási eljárást alkalmaz, ahol az eluens lecsapódik egy mozgó, mélyhűtött cink-szelén lapra. a kondenzált fázis infravörös spektrumát vagy a mozgó lap szkennelésével, vagy poszt-kromatográfias lépésben veszik fel. A második módszer aranybevonatú fénycsövet használ, amin keresztül a kolonnáról érkező eluens átáramlik. Gázfázisban veszik fel a real-time infravörös spektrumot, amelynek a kimutatási határa lényegesen rosszabb, mint a módszer direkt leválasztási eljárásé. A tömegspektrumokkal ellentétben az infravörös spektrumokat sokkal nehezebb közvetlenül kiértékelni, így a mérgező harcanyagok azonosítását általában a felvett IR-spektrum és referencia-spektrumok összehasonlítása útján végzik el.

#### 4.2.6. Mágneses magrezonancia (NMR) spektrometria

A mágneses magrezonancia spektrometria olyan azonosítási eljárás, amelyben a mintamolekulák rádiófrekvenciás sugárzást abszorbeálnak (tipikusan 100-400 MHz között protonok esetén), és a keletkezett abszorbanca spektrum alkalmas a molekula egyedi azonosítására. A mérgező harcanyagok azonosítását vagy közvetlenül kiértékeléssel, vagy a felvett NMR-spektrum és referencia-spektrumok összehasonlítása útján végzik el.

Az NMR spektrometriában a minta oldat formában kerül analizálásra. Ezeknek az oldatoknak az elkészítésére deuterált oldószereket használnak, úgymint:

- $\text{D}_2\text{O}$  (nehézvíz)
- $\text{d}_6\text{-DMSO}$  (hexadeutero-dimetil-szulfoxid)
- $\text{CDCl}_3$  (deutero-kloroform)



Az oldatokhoz leggyakrabban tetrametil-szilánt (TMS) adnak belső standardként. Mivel az NMR előtt nem szoktak kapcsoltan kromatográfias vagy egyéb elválasztási eljárást alkalmazni (mint pl. a GC-t az MS vagy az IR előtt), igen fontos, hogy a minták relatíve tiszták legyenek az interferenciák elkerülése érdekében.

Az olyan berendezések, amelyek multi-nukleonos kapacitással rendelkeznek (különösen a  $^{13}\text{C}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{19}\text{F}$  és  $^1\text{H}$ ) igen hasznosak lehetnek mérgező harcanyagok azonosítására, habár a kimutatási határok jelentősen függenek a kiválasztott nukleontól. Szelektív detektorok használata, mint például a  $^{31}\text{P}$  és a  $^{19}\text{F}$  előnyös lehet mérgező harcanyagok szelektív kimutatására komplex mátrix jelenlétében is.

Speciális NMR-technikák és kísérletek, mint:

- multi-dimenziós NMR
- indirekt detekció
- speciális detektor design

szintén javíthatják a specifikusságot komplex mátrix jelenlétében is. Ha elegendő minta áll rendelkezésre, pusztán az NMR technika segítségével megbízhatóan meghatározható bármilyen új vagy eddig nem vizsgált mérgező harcanyag teljes molekulaszervezete. A kétdimenziós NMR vizsgálatok, mint a homo- és heteronukleáris korrelációs spektroszkópia (COSY, HETCOR, NOESY, ROESY) ma már a szerkezetkutatás általános eszközeiként használatosak.

### **4.3. Következtetések**

Csakúgy, mint a mobil labor esetén, itt is igaz, hogy a bemutatott módszerek nem mindegyike szükséges egy jól működő laboratórium felépítéséhez, a rendszernek azonban ezek kell, hogy az építőelemei legyenek, mégpedig olyan konfigurációban, hogy a labor az azonosítási kritériumokat a kívánt minőségű anyagokra biztosítani tudja. Ez pedig nemcsak a megfelelő kimutatási és azonosítási képességeket jelenti, de figyelembe kell többek között venni a mintaigényt, a mintaelőkészítés egyszerűségét vagy bonyolultságát, annak időigényét, a módszerek megfelelő érzékenységét és a kimutatási határokat, valamint a kereszt-effektusokat (interferenciát) is.

Amennyiben a Magyar Honvédség keretein belül vagy esetleg ahhoz közel más, állami alárendeltségben egy ilyen laboratórium felépül, az számtalan előnnyel járna. Egyrészt köztudott, hogy gyakorlatilag az összes NATO tagország rendelkezik valamiféle nemzeti azonosító laboratóriummal, amelyek között úgynevezett összemérési gyakorlatokkal folyamatosan tesztelik, hogy melyek alkalmasak a szövetségi igényekből adódó feladatok (mérések) megbízható végrehajtására. Ez megint egy olyan szűk szakterület, ahol a kis országok is lehetnek sikeres résztvevők, említhetném példának a szövetségesek közül Hollandiát vagy a velünk együtt csatlakozott Lengyelországot vagy Csehországot.

A nemzetközi kötelezettség-vállaláson túl természetesen hiányt pótolna hazai területen is. Példaként említhetném a közelmúlt eseményeit, amikor a világ sok országában, így hazánkban is komoly gondot okozott az ABV terrorizmus jelentette fenyegetés. A biológiai ágensekkel (pl. anthraxos levélküldemények) végrehajtott terrorakciók mellett a közvélemény leginkább a vegyi anyagokkal bekövetkező hasonló események miatt aggódott. Ilyen esetekben sokszor már az elhárítás meglévő képessége is megnyugtatólag hat, emellett egy folyamatos üzemre képes, bármikor bevethető, megfelelő kimutatóképességű labornak valóban jelentős feladat jutna. Ezzel párhuzamosan gyakran előfordul, hogy valamilyen okból a vizsgálandó minta úgymond „bizalmas”, és nem vihető magánkézben lévő laboratóriumba. Végül, de természetesen nem utolsó sorban említem, hogy a vegyi katasztrófák során vett minták vizsgálati lehetőségei is sokat javulnának. Jelenleg is működnek olyan laboratóriumok az országban (felsőoktatási intézményekben, ipari üzemekben, kutatóintézetekben), amelyek elvben alkalmasak ilyen jellegű anyagok részleges vagy akár teljes analizisére is, ám a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a katasztrófák esetén váratlanul, sokszor extrém időpontokban (éjszaka, hétvégén, ünnepnapokon) jelentkező nagytömegű, ismeretlen összetételű minták vizsgálata igen körülményes. Beállított, validált módszerek, rendelkezésre álló standard- és kalibráló anyagok nélkül a legjobban felszerelt labor is csődöt mondhat, ha nem ilyen jellegű feladatokkal foglalkozik nap mint nap.

## **5. A vegyi katasztrófa helyszínére kirendelt honvédségi erők tevékenységének rendszerbe foglalása. A tevékenységek csoportosítása, beavatkozási sorrend.**

Mindig borzasztóan nehéz feladatot jelent felkészülni egy olyan feladatra, amelynek a pontos körülményeit előre lehetetlen rögzíteni. Nyilvánvaló, hogy nincs két egyforma esemény, baleset, katasztrófa. Ipari baleseteknél a speciális technológiák, szállítási eseménykor a szállítási módszerek, formák, csomagolások sokfélesége, de elsősorban a közúton rendszeresen szállított veszélyes anyag és hulladék fajták igen nagy száma (Magyarországon ma mintegy negyvenezer féle veszélyes anyagot tartanak nyilván) szinte elképzelhetlenné teszi, hogy elmondhassuk: "Mi mindenre fel vagyunk készülve!". De azért törekednünk kell rá [37].

A felkészülés alapvető elemei a felszerelés és a megfelelő kezelőszemélyzet. Napjainkban a piacon rengeteg jó színvonalú eszköz található, de beszerzésük legtöbb esetben anyagi fedezet hiányában nem kerül megvalósításra. A legcélszerűbb eszközbeszerzés a kettős, vagy többrendeltetésű eszközök vásárlására való törekvés. A kezelőszemélyzet kérdése már komplexebb, speciális végzettségű szakemberekre van szükség, és alapvető az eszközök megfelelő használatához a különleges felkészítés és a rendszeres szintentartás kiképzések, gyakorlatok formájában.

### **5.1. Kárelhárító erők**

Az esetlegesen bekövetkező balesetek elhárítása csak akkor folyhat szervezeten, hatékonyan és szakszerűen, ha azt egy erre a célra felállított, kiképzett és megfelelően felszerelt, összeszokott állandó állomány hajtja végre. Ennek elfogadása igen lényeges szempont, hiszen sokak szemében kidobott pénznek és energiának tűnhet egy folytonosan "csak" készenlétet adó szervezetet fenntartani eseti célokra. Igen egyszerű lenne, gondolhatják sokan, például az önkéntes tűzoltóság mintájára egy alkalmászerűen összehívható és bevethető csoportot létrehozni. Ebben az esetben ez nem fog működni. Ugyanis, pontosan a feladat lehetséges sokféleségéből, komplexitásából és nem utolsósorban veszélyességéből adódóan csak az a személy képes effektív kárelhárító munkára, aki ismeri az eszközeit és készség szinten képes alkalmazni, felhasználni azokat. Nem adhatunk például nehéz védőruhát olyan emberre, aki azt

még nem próbálta, nem szokott hozzá és nem végzett benne munkát. Előzetes orvosi vizsgálatokkal és gyakorlatokkal lehet csak kiszűrni pl. a klausztrofóbiát, amiről igen kellemetlen, ha csak egy baleseti munka során derül ki. Még az olyan egyszerű munkafolyamatok is, mint "fogd meg!", "emeld fel!" vagy "nézz körül!", átértékelődnek ilyen körülmények között. Köztudott például, hogy nehéz, izoláló védőöltözetben az egyszerű séta is közepes/nehéz munkavégzésnek minősül.

Ezek után nézzük a baleset-elhárításban résztvevő erők összetételét! Alapvetően két csoportba sorolhatók:

- Központi ügyelet
- Helyszíni erők

#### 5.1.1. Központi ügyelet

Ők adják a kárelhárításhoz szükséges információkat, riasztják és bizonyos szintig irányítják a helyszíni erőket, felveszik és tartják a kapcsolatot a társszervekkel, szervezik a munkafolyamatot, a helyi erők ellátását, pihentetését, váltását, utánpótlását azok igénye szerint. Munkahelyük állandó, nevezzük azt központi ügyeletnek, ahol feladatukat jellemzően 24 órás szolgálat formájában látják el. A honvédség jelenlegi állapotában is létezik ilyen szervezet (MH VSF HÉÜ, Vegyi- Sugárfigyelő és Helyzetértékelő Ügyeleti szolgálat).

#### 5.1.2. Helyszíni erők

Ők az úgynevezett beavatkozók, akik a baleset helyszínén végzik a munkát. Jellemzően szintén 24 órás szolgálatot adnak, ami azonban készségi szolgálat, és szolgálati helyükről riaszthatóak baleset esetén. Állandó felszerelésüket szintén a készség helyén, készenléti gépjármű(vek) fedélzetén tárolják. Több, feladatuk alapján jól elkülöníthető csoportba oszthatók:

1. kárhelyi vezető szervek: A katasztrófa helyszínére kirendelt honvédségi erők parancsnoka és "törzse", feladatuk a helyszíni kárelhárítási tevékenység irányítása, kétoldalú kapcsolat a központi ügyelettel, munkamegosztás szervezése a helyszíni társszervekkel, információ-áramoltatás (pl. a média felé).

2. helyszíni szakértők: Feladatuk a kárhelyszínre érkezve a lehető legtöbb információ összegyűjtése, vegyifelderítés, szükség esetén mintavétel, azonosítás, parancsnoki döntéshozatal

segítése. Javaslat a kárelhárítás legcélszerűbb módjára, eszközeire. A baleset elhárításának időtartama alatt az érintett veszélyes anyag nyomon követése. Az esetlegesen szabadba jutott szennyezés koncentrációjának és területi eloszlásának mérése. Az elsődleges kárelhárítás befejezése után a résztvevő állomány ellenőrzése, mentesítési eljárás előírása. Javaslat az utólagos, részletes környezetellenőrzésre, minták és ellen-minták vétele és konzerválása.

3. kármentesítők: Feladatuk a parancsnok utasításai alapján a mentési, műszaki mentési és mentesítési feladatok végrehajtása. Ezt a feladatot végezheti civil szervezet is, aki rendelkezik megfelelő felszereléssel, technikával és kiképzett emberekkel.

## **5.2. Tevékenység baleset során**

Minden készültségi és ügyeleti szolgálat célja, hogy megfelelő készenléti állapotban lévő személyzetet lehessen munkára fogni, ha egy váratlan esemény bekövetkezik. Nincsen ez másképpen a vegyi katasztrófák esetében sem, amikor is egy nyugodtnak ígérkező szolgálat közben egyszer csak bekövetkezik ...

### 5.2.1. A riasztás

A közúton bekövetkezett baleset általában igen hamar bejelentésre kerül, "látványossága" folytán, és sokkal ritkábban marad rejtve, mint egy háztartási vagy esetleg ipari baleset. Ily módon az esemény jelentése leggyakrabban telefonon történik, általában valamelyik országos szerv (mentők, rendőrség, tűzoltóság) segélyhívó számán. A fő problémát a telefonos bejelentés esetén (pl. segélyhívó szám: 112) az jelenti, hogy nagymértékben függ az aktuális szolgálat felkészültségi szintjétől az, hogy a felkérés mennyi idő alatt ér át a honvédségi ügyelethez. Azért is fontos a társszervekkel való "élő", megfelelő szintű kapcsolat, hogy ilyen esetekben a bejelentések minél gyorsabban, rutinszerűen átkerüljenek az illetékes ügyeleti szolgálatához.

A bejelentés természetesen érkezhets hivatalos úton vagy automatikusan is, ha vegyi érzékelő és riasztó berendezés van telepítve a helyszínen.

### 5.2.2. Kérkezés a helyszínre

Ideális esetben a kárelhárításban résztvevő helyszíni erők egy időben érkeznek a baleset helyszínére. A modern hírközlés segítségével nem gond az információk gyűjtését már menet közben megkezdeni. Ily módon a parancsnok már út közben tájékozódhat:

- a baleset pontos(!) helyszínéről,
- a megközelítés lehetséges iránya(i)ról, út- és forgalmi viszonyokról,
- a baleset körülményeiről, a rendelkezésre álló első információkról
- meteorológiai helyzetről [39].

A helyszínt megközelítve az első beavatkozók vannak a legnehezebb helyzetben. Nyilvánvaló, hogy őket még senki sem irányítja, nem figyelmezteti a biztonsági előírások betartására. Alapszabály, hogy a területet lehetőség szerint szél alól kell megközelíteni, a megállás helyét pedig úgy kell megválasztani, hogy a biztonságos távolság 2-3-szorosát kell alkalmazni. A letelepülés helye legyen könnyen megközelíthető mind a baleset, mind a kikerkezés irányából. Szélviszonyok megváltozása vagy a veszélyes anyag kijutásának hevesebbé válása esetére előre ki kell jelölni egy tartaléktelepülési pontot [39].

### 5.2.3. Tevékenység sorrendje

A vegyi anyagokkal bekövetkezett balesetek, katasztrófák sokfélesége folytán lehetetlen olyan algoritmust megalkotni, amely minden körülmények között hibátlan listáját adja a teendőknél. Nem mindegy, hogy történt-e személyi sérülés, veszélyeztetve van-e további ember(ek) élete vagy egészsége, kijutott-e a veszélyes anyag a környezetbe, milyenek az anyag(ok) fizikai/kémiai tulajdonságai, milyenek a meteorológiai viszonyok, stb. Tétélezzünk fel azonban egy olyan súlyos esetet, ahol mindenből a legrosszabb helyzet állt elő, így egy valóságos helyzetben ennél csak kedvezőbb körülményekkel találkozunk.

A területre megérkezve a legfontosabb feladat az elsődleges felderítés elvégzése. Ez hivatott megállapítani, hogy:

- Vannak-e áldozatok és/vagy sérültek?
- Veszélyben vannak-e további személyek?
- Veszélyben vannak-e nagy értékű anyagi javak?
- Kijutott-e a veszélyes anyag a környezetbe?
- Van-e reális veszélye a szennyezés gyors terjedésének?

- Lehet-e gyorsan tenni valamit a szennyező anyag kijutásának, terjedésének megfékezésére?
- Milyen információk állnak rendelkezésre, illetve mikre van még szükség az intézkedések meghozatalához?

Ezen elsődleges információk birtokában a parancsnok utasítást ad a beavatkozó állománynak a maximális biztonság elvének betartásával elsődlegesen az emberi élet, majd az anyagi javak mentésére. Megfelelő védőöltözet hiányában még a sérültek mentése is tilos! (Nincsen szükség újabb áldozatokra.) Ezzel párhuzamosan megkezdődik a baleset teljes körű felszámolását célzó terv összeállítása.

#### 5.2.4. A parancsnok feladatai

- a katasztrófa előzetes prognózisának elkészítése, melynek tartalma a követelmények méreteinek, veszélyességének, a várható szükségletek/veszteségek meghatározása,
- a baleseti helyzet tisztázása és értékelése, melynek tartalma a szakértő alegység felderítési feladatainak meghatározása, majd a kiértékelt adatok és a hozzájuk csatolt szakértői vélemény alapján a várható helyzet előrejelzésének elkészítése; a helyzetben bekövetkező változások ellenőrzésének megszervezése; a közvetve veszélyeztetett útvonalak, körzetek folyamatos felderítésének megszervezése a beavatkozó állomány, a lakosság, a technikai eszközök és anyagok szükséges mentésének, illetve annak hatékonyságának megállapítása érdekében,
- a szakfeladatok (és esetleges tüzek) lokalizálásához (oltásához) szükséges erők meghatározása,
- az értékelt adatok alapján a helyzetről szóló információk továbbítása a meghatározott vezetési szintekre,
- a bevonásra kerülő kárelhárító erők feladatainak kidolgozása és elosztása rövid (napi) és hosszabb távra,
- a felderítésben, a mentésben és mentésítésben résztvevő, a közvetlenül és közvetve veszélyeztetett személyi állomány védelmével kapcsolatos feladatok (védőeszközök és tartalékok) meghatározása,

- a kárelhárító alegységek váltásának megszervezése,
- szükség esetén további alegységek kijelölése és felkészítése a várható feladatokra,
- a végrehajtott feladatok tapasztalatainak gyűjtése, általánosítása és ez alapján új eljárási módszerek kidolgozása és meghatározása,
- a helyszínen a szakfeladatok irányítása,
- a végrehajtás ellenőrzése.

A fenti felsorolás mellett meg kell még jegyezni, hogy a jelzést követően a vonulás során intézkedni kell arra, hogy

- a helyszín megközelítése ( az útvonal megválasztása) a torlódások kikerülésével történjen,
- a vonuló személyi állományt fel kell készíteni a várható feladatokra, veszélyekre.

A helyszínre érkezéskor szükséges biztonsági intézkedéseket meg kell tenni az alábbiak szerint:

- ismeretlen veszély esetén gépjárművek, illetve védőfelszerelés nélkül személyek a helyszínt 50 m-en belül nem közelíthetik meg,
- teljes testvédelmet biztosító védőeszközök és felszerelések használatának elrendelése,
- a műszeres mérések alkalmazásának elrendelése,
- a rendőrség bevonásával terület lezárása, forgalom elterelési feladatok végrehajtása,

továbbá a felderítés során a veszély mértékének megállapítása érdekében információt kell szerezni

- veszélyes anyag kiáramlás történt-e,
- a baleset következményeként kialakult-e életveszély,
- a tűzoltók kiérkezése előtt sor került-e sérült személyek elszállítására, bármilyen szintű kárfelszámoló tevékenység végzésére,
- a veszélyes anyagra vonatkozó, már meglévő információk ellenőrzését végre kell hajtani,
- a veszély jellegét, mértékét és terjedési irányát meg kell határozni,



- a veszélyzóna határvonalait meg kell állapítani,
- a kiürítés szükségességéről dönteni kell,
- fel kell mérni az egyéb, járulékos veszélyeket,
- a kárfelszámoló tevékenységbe – ha lehetséges – szakember bevonására törekedni kell.

A felderítés során szerzett információkat, adatokat értékelve kell a beavatkozást végrehajtani, melynek során a felderítést folyamatosan végezni kell. A feladatok ismeretében a rendelkezésre álló erők, eszközök birtokában a sürgősség figyelembe vételével kell meghatározni a végrehajtandó feladatokat. Tűz és robbanás, valamint mérgezés esetén az életmentést és a veszély csökkentését, megszüntetését lehetőség szerint párhuzamosan kell végezni. Veszélyhelyzet megszüntetése érdekében intézkedni kell(!):

- az anyagáramlás megakadályozására,
- a szabadba került veszélyes anyag lokalizálására,
- az elhárító szakszemélyzet biztosítására,
- közművek lezárására, gyújtóforrások megszüntetésére,
- a kiömlött veszélyes folyadék letakarására, felitatására, közömbösítésére, a szétfolyás, csatornába jutás megakadályozására,
- szükség esetén a szállítmány hűtésére,
- a légtérbe jutott gázfelhők lecsapatására,
- a tartályos járművek sérülésekor a veszélyes anyag átmentésére,
- a szilárd halmazállapotú veszélyes anyag biztonságba helyezésére,
- a veszélyes hulladék biztonságba helyezésére,
- forgalmi akadályok megszüntetésére,
- veszélyes anyag tulajdonságaitól függően, mentesítés végrehajtására, a lakosság értesítésére [40] [41].

Ez a terv egy olyan keret, melynek kitöltésével lépésről-lépésre haladva a parancsnok képes végigvezetni a kárelhárítás teljes folyamatát. Ehhez azonban folyamatosan szüksége van a szakértői, illetve az effektív kárelhárító alegységek részeredményeinek ismeretére, azok függvényében az újabb intézkedések kiadására. Nem szabad elfelejteni, hogy a szakértői és a kárelhárító alegységek egyidőben, mégsem egymással párhuzamosan dolgoznak. Bizonyos

esetekben egymás eredményeire támaszkodnak, így gyakran előfordul, hogy például a beavatkozóknak várniuk kell a részletes szakértői felderítő jelentésre, mert a konkrét veszély ismerete nélkül nem határozható meg számukra az optimális személyi védelem szintje és eszközei, illetve esetenként a szakértőknek kell megvárniuk, hogy a beavatkozók a műszaki mentés eszközeivel hozzáférhetővé tegyék számukra a terepet.

#### 5.2.5. A helyszíni szakértők tevékenysége

A helyszínre kirendelt vegyész szakértők alapvető feladata, hogy speciális felkészültségükkel, ismeretanyagukkal és felszerelésükkel segítsék a kárelhárítási munkát oly módon, hogy a kárhelyparancsnok döntéseire információkat és szaktanácsokat adnak a balesetben érintett veszélyes anyagok természetéről, viselkedéséről, veszélyeiről illetve az ellene való védekezés és a mentés optimális módjáról. Ennek érdekében a szakértői alegység már az elsődleges felderítésben is részt kell, hogy vegyen. Ennek során, ha lehetséges, meghatározza:

- a veszélyes anyago(ka)t típus (név) szerint. Ez egyszerűen hangzik, felhasználhatók hozzá szállítójármű balesete esetén pl. a balesetet szenvedett járművön található jelzések és feliratok (veszélyességi bárca, veszélyjel, UN-szám, stb.), valamint az előírással kitöltött fuvarokmányok (Ha a baleseti körülmények hozzáférhetővé teszik. Köztudott, hogy nemcsak a vezetőfülkében kerülnek elhelyezésre, hanem pl. a narancssárga veszélyességi tábla alatt is található egy példány.) Mindezek hiányában későbbi műszeres felderítés szükséges.
- a veszély mértékét. Ennek hozzávetőleges veszélyes anyag(ok) név szerinti ismerete esetén a szakértői adatbázisokból kinyerhető fizikai/kémiai tulajdonságaik és az anyag(ok) mennyiségi becsülésének összegzésével meghatározható. Számítógépes terjedési modellek segítségével gyorsan kijelölhető az a veszélyzóna, ahonnan a lakosságot evakuálni kell [42].

Kevésbé ideális esetben fenti eredmények egy része nem érhető el ilyen egyszerűen. Ekkor kezdődik az "igazi" szakértelmet igénylő munka. A hiányos elsődleges információk miatt a parancsnok szakértői vegyifelderítést rendel el. Ennek lépései:

- A helyszíni meteorológiai adatok folyamatos mérésének megkezdése;

- A felderítő felszerelés célirányos összeállítása (hordozható analitikai eszközök, mintavevők a helyzettől függően);
- Az egyéni védőruházat felvétele a maximális biztonság elve alapján (ismeretlen anyag!);
- Vegyifelderítés végrehajtása legalább 2+2 fő részvételével;
- A kiindulási pontban maradt állomány berendez egy mentesítő állomást a visszatérők részleges mentesítésére;
- A felderítők megközelítik a balesetet szenvedett gépjárművet, lehetőleg szél alól, és elvégzik a vizuális felderítést;
- Hordozható analitikai eszközökkel végrehajtják a méréseket, valamint mintákat vesznek a veszélyes anyagból.
- Egyéni védőfelszerelésük lévén hozzájuthatnak olyan okmányokhoz, információkhoz, amelyeket az elsődleges felderítés nem tudott összegyűjteni;
- A helyszíntől spirálisan távolodva igyekeznek megállapítani és megjelölni a szennyezett terület pontos határait;
- A visszaérkezést és mentesítést követően jelentést és javaslatot tesznek a parancsnoknak;
- A kihozott minták egy részét kiértékelik a helyszíni mobil laboratóriumi analitikai eszközeikkel, a többit konzerválják későbbi háttér-laboratóriumi vizsgálatok illetve ellenőrző minták (ún. ellenminta) céljaira;
- Az elért eredmények alapján az adatbázisok segítségével tervet készítenek a felszámolás/mentesítés optimális végrehajtására, melyet javaslat formájában a parancsnoknak átadnak;
- Meghatározzák az ún. "tiszta" és szennyezett terület közti határsávot, ebben a be- és kilépési pontokat, a visszatérő állomány számára az ellenőrző-áteresztő pontot és a mentesítő állomást;
- A kárelhárítás időtartama alatt körben a szennyezett terület határán rendszeresen mérik a veszélyes anyag koncentrációját,
- Folyamatosan ellenőrzik a visszatérő állomány védőfelszerelésének szennyezettségét és a mentesítés hatásfokát.

A részletes vegyifelderítés eredményeképpen nemcsak szorosan a felszámoláshoz szükséges információkat szolgáltatják, hanem a szakértők a felelősek az egyéni és kollektív védelem megfelelő szintjének meghatározásáért is! Ez igen lényeges kérdés, mert a túlméretezett védelem, az indokolatlanul nehéz öltözet jelentősen lassítja a kárelhárítók munkáját és feleslegesen fárasztja őket, azonban az elégtelen felszerelés használatának illetve a megfelelő védőfelszerelés hiányának következményei ennél jóval súlyosabbak lehetnek.

#### 5.2.6. A kárelhárító alegységek feladatai

A beavatkozó alegységek feladatainak sorrendjét alapvetően a parancsnok intézkedései szabják meg, mégis rögzíthető egy általános tevékenységi rend, mely három fő tevékenység-csoportból áll. Természetesen az egyes tevékenység-csoportok között időbeli átfedések vannak [43].

##### 1. Személymentés

- A baleset során megsérült áldozatok mentése;
- A sérülést nem szenvedett, de közvetlen veszélynek kitett emberek kimentése a veszélyzónából;
- A veszélyes anyag szabadba jutása és terjedése miatt közvetett veszélynek kitett emberek kitelepítése;

##### 2. Oltás és műszaki mentés

- A baleset során meggyulladt szilárd anyagok, technikai eszközök, szétfolyt éghető anyagok, éghető gázok tüzeinek oltása;
- Szórt sugár alkalmazásával a kiszabaduló anyagok gőzeinek, aeroszoljainak lecsapatása;
- A mentést végző személyek biztosítása;
- A közvetlen veszélyben lévő nagy értékű anyagi javak mentése;
- A veszélyeztetett területről minden olyan vegyi anyag eltávolítása, amellyel a kiszabadult veszélyes anyag (a szakértők véleménye alapján) nemkívánatos reakcióba léphet;
- Különböző építmények, berendezések, tartályok hűtése;

- Vízzállítás;
- A szennyezett illetve veszélyeztetett területen található lefolyók, csatornanyílások lezárása;
- A szabadba jutott, szétterülő veszélyes anyag szétfolyásának megállítása (gátolás, árkolás, stb.)
- Tartályból kifolyó veszélyes anyag gyűjtése kármentőkben, a sérült tartály tartalmának átfajtása;
- A veszélyes anyag és a mentesítő anyag kifolyt maradékainak felitatása, semlegesítése, összegyűjtése hulladéktároló eszközökbe;
- A helyszínen lévő roncsok eltávolítása a műszaki mentés eszközeivel;
- Normál forgalmi rend helyreállítása [44].

### 3. Mentésítés

- A balesetben érintett építmények, technikai eszközök felületeinek keféss lemosása mentesítő anyagok felhasználásával;
- Utak, építmények, technikai eszközök, közúti szállító eszközök lemosása, illetve megtisztítása nagynyomású technikával;
- A személyi állomány védőeszközeinek lemosása;
- A személyi állomány fürdetése.

### **5.3. Utómunkálatok**

Egy nagyméretű vegyi katasztrófa felszámolása után röviddel helyreáll a forgalmi rend, de a baleset nyomai általában még hosszú ideig látványosan megmaradnak. Az utak felülete elszíneződik, az út menti növényzet kifakul, esetleg kipusztul. Ezek a jelek arra utalnak, hogy a veszélyes anyagokat nem sikerült maradéktalanul eltávolítani, illetve nem gondolhatunk a balesetre annak felszámolása után úgy, mintha meg sem történt volna. A környezetet ért káros hatásokat utólag kell felmérnünk, ami sokszor igen nehéz feladat.

Az első probléma az úgynevezett nulla szint ismeretének hiánya. Általában nem rendelkezünk az adott terület környezetvédelmi méréseinek alapadataival, hiszen előre nem lehet tudni, hol következik be egy katasztrófa. Így aztán az, akinek a helyreállítás anyagi költségeit kell fedeznie, bátran állíthatja, hogy "az a szennyezés nagyrészt már ott volt", így Ő nem hajlandó fizetni. Ilyen esetekben a környező, de a balesetben nem érintett területek, vagy távolabbi, hasonló környezetű helyszínek szennyezettségi adatai lehetnek irányadók.

Az alapadatok felvétele azért fontos, mert az ebben a mátrixban bekövetkezett változás mutatja a baleset okozta szennyezést (ezeket kell úgymond "kivonni"). A baleset környezetre gyakorolt hatását jól felkészült háttérlaboratóriumok akkreditált eljárásokon alapuló utólagos méréseivel kell meghatározni, mert csak így lehet vitás jogi esetekben felhasználni őket.

A szennyezés megállapított mértékét ezek után összehasonlítva a hazai és nemzetközi környezetvédelmi szabványok, normák értékeivel (immissziós határértékek), megállapítható a részleges vagy teljes környezet-helyreállítás szükségessége. Ez jelentkezhethet olyan formában is, hogy például "csak" a sérült, szennyezett növényzetet kell eltávolítani, de bekövetkezhethet a teljes talajcsere vagy a talajvíz réteg átmosásának szükségessége is.

Itt kívánom hangsúlyozni, hogy ezek az utómunkálatok már nem tartoznak a baleseti kárelhárító egységek feladatai körébe (Hacsak nem követtek el bizonyítottan valamilyen súlyos hibát vagy vétséget a felszámolás során). Ezt a feladatot az országos környezetvédelmi hatóság(ok)nak kell elvégez(tet)niük, a költségeket pedig a katasztróféért felelős személynek, szervezetnek, cégnek kell állnia.

#### **5.4. Következtetések**

Sokan sokféle módszerrel próbálták már modellezni balesetek, katasztrófák bekövetkeztekor szabadba kikerülő veszélyes anyagok terjedését. Aki már foglalkozott a témával, az tudhatja, hogy az események bekövetkezésére igen sokféle paraméter van hatással, amihez még az illető anyag(ok) speciális tulajdonságai is hozzáadódnak [reakcióba léphet(nek) a levegő valamely komponensével, egymással, elbomolhat(nak), stb.], így szinte lehetetlen feladat tökéletes modellt alkotni. Erre a következtetésre jutottam akkor is, amikor a vegyi katasztrófák esetén megpróbáltam rendszerbe foglalni az effektív kárelhárítási tevékenység lépéseit. Itt is az a probléma, hogy az események sokfélesége miatt az egyes történések bekövetkezésében igen nagy a bizonytalanság, így gyakorlatilag minden esetre egyedi tervet kell készíteni.

Mégis, véleményem szerint vannak kiragadható kulcspontok, ami köré a rendszer egésze felépíthető. Ezeket igyekeztem a fejezetben kiemelni, hogy segítségükkel meghatározom a kárelhárítási tevékenység helyes sorrendjét.

A szervezeti oldal problémakörét illetőleg áttekintettem, hogy jelenleg a Magyar Honvédségnél mely erők állnak rendelkezésre egy vegyi katasztrófában történő részvételre, és erre támaszkodva bővítettem az elképzelésemet. Véleményem szerint a jelenleg rendelkezésre álló erőkből a központi és a helyszínrre kirendelhető alegységek egyaránt megalakíthatók illetve könnyen átszervezhetőek. A személyi oldalt érintő legfontosabb feladat az állomány kiképzése vegyi katasztrófák elhárítására, az ismeretanyag összeállításától a kiképzés megszervezéséig és végrehajtásáig, valamint a gondoskodás az ismeretek és a kiképzettség folyamatos szinten tartásáról.

## Összefoglalás

Doktori értekezésem megírása során végig ösztönzően hatott rám, hogy az általam választott téma igen aktuális és kiemelt fontossággal bír. A Magyar Honvédség szerepe a vegyi katasztrófák elleni védelemben történő részvételre nem egyértelműen tisztázott. Ugyanakkor újra kell gondolni a Vegyivédelmi Szolgálat erőinek, alegységeinek helyét, szerepét, feladatait olyan szinten, ami megfelel a jelen kor és a társadalom kihívásainak. Dolgozatom megírásakor arra a következtetésre jutottam, hogy lehetséges érdemi választ adni ezekre a kérdésekre.

A Magyar Honvédség vegyivédelme ma már több mint 50 éves múlttal büszkélkedhet, és fennállása során többször bizonyította tudását, fontosságát. Sajnálatos, hogy jelenleg a Magyar Honvédségben *nincs* Vegyivédelmi Szolgálat (Szolgálatfőnökség), a központi vezetés hiánya megmutatkozik minden olyan döntéshelyzetben, ahol összefegyvernemi szinten kell vegyivédelmi (ABV védelmi) problémákat kezelni. A mai kor kihívásai, fenyegetései mind azt indokolják, hogy egy ilyen nagy múltú szolgálatnak még nagy jövője is lehet, ha képes váltani a régi korból fennmaradt beállítottságon. Értem ezalatt azt, hogy a vegyivédelem szerepe ma már nem merülhet ki egy ABV támogató (biztosító) harctevékenységekben, tömegpusztító fegyverekkel vívott háború során. Jelenleg a legnagyobb fenyegetést a tömegpusztító eszközökkel végrehajtható terrorista cselekmények és a vegyi, vegyipari katasztrófák jelentik (természetesen az atomerőművek is, de ez kívül esik értekezésem tárgykörén). Ezekre a feladatokra pedig jelenleg a hazai ABV védelmi alegységek nincsenek kellőképpen felkészítve.

Mivel a potenciális ABV terrorista akciók jelentette scenáriók nem különböznek lényegesen a tömegpusztító fegyverek "hagyományos" alkalmazásától, az újszerűséget egyértelműen a vegyikatasztrófák okozta problémák, az ellenük történő felkészülés és érdemi munka jelenti. Ezért választottam értekezésem témájaként ezt a területet, hiszen egy erre a feladatra jól felkészített állomány és technika már sikeresen alkalmazható a fent említett egyéb problémák esetén is mind hazai, mind nemzetközi (szövetségi) feladatok, felkérések esetén.

Mindezek alapján doktori értekezésemben áttekintettem a vegyi katasztrófákkal kapcsolatos nemzetközi és hazai törvényi szabályozást, hogy a tevékenység jogi keretei, a jelentkező feladatok, kötelezettségek és egyéb együttműködő társszervek felelősségi körei



mintegy alapként ismertetésre kerüljenek. Külön kitértem a katasztrófa védelem NATO-n belül alkalmazott elveire.

Megvizsgáltam az ABV védelem hazai eszközeinek jelenlegi állapotát, az ellátottság és az alkalmazhatóság szintjét, külön figyelemmel a meglévő eszközök alkalmazhatóságára vegyi katasztrófák esetén. Kidolgoztam vegyi katasztrófák esetére az egyéni védőeszközök használatának újszerű megközelítését a többszintű védelem elvének bevezetésével.

A Magyar Honvédség meglévő eszközeire és lehetőségeire építve megterveztem egy mobil vegyi laboratórium és ezzel összefüggően egy stabil központi vegyi háttér laboratórium felépítését olyan elvek alapján, amely alkalmassá teszi ezeket mind a mérgező harcanyagok, mind az ipari mérgező anyagok azonosítására és mennyiségi analizisére.

Végezetül pedig újragondoltam a honvédségi ABV védelmi erők alkalmazását vegyi katasztrófák esetén, és megalkottam a baleset/katasztrófa felszámolásához szükséges tevékenységek rendszerét egyrészt időbeli bontásban, másrészt a beavatkozók különböző célfeladatokat végző alegységei, részlegei részére.

## Új tudományos eredmények

1. **Kidolgoztam** a honvédségi **egyéni vegyvédelmi eszközök** fejlesztésének egy olyan **új irányzatát**, amely alkalmas az egyéni védelem megfelelő szintjeinek kialakításához, egyben a különböző védelmi szintek meghatározásával kielégíti az összefegyvernemi alakulatok és a vegyvédelmi szakcsapatok speciális és esetenként változó igényeit is, figyelembe véve a fenyegetettség szintjét, kialakítva a védelem és a munkavégző képesség optimális egyensúlyát.
2. Részletes funkcionális analízis alapján **kifejlesztettem** egy új típusú, a vegyi katasztrófák helyszínén is alkalmazható **mobil** honvédségi **ABV laboratóriumi gépkocsi** rendszerteknikai-műszaki felépítését, melynek jellemzője, hogy elsőként **teljesíti** a NATO SIBCA munkacsoport által mérgező harcanyagokra előírt elsődleges mintavételi és azonosítási követelményeket, egyúttal **megfelel** a hazai környezetanalitika követelményeinek is.

3. **Kidolgoztam** egy jövőbeli, vegyi katasztrófák esetén (is) alkalmazható honvédségi (nemzeti) **központi háttér-laboratórium** szerkezeti felépítését, amelynek a fő jellegzetessége, hogy elsőként teljesíti a NATO SIBCA munkacsoport által mérgező harcanyagokra előírt mintaelőkészítési és azonosítási követelményeket, egyben megfelel a hazai előírásoknak is a vegyi katasztrófa helyzet kialakulására potenciálisan alkalmas ipari veszélyes anyagok analíziséhez.
4. **Egységes rendszerbe foglaltam** a vegyi katasztrófa helyszínére kirendelhető honvédségi erők tevékenységét, **elvégeztem** a tevékenységek csoportosítását, **meghatároztam** a beavatkozási sorrendet. Mindezek alapján átszervezve a bevethető honvédségi erők **jelenleg nem megfelelő** struktúráját, egy jól szervezett, feladatorientált és többcélúan is felhasználható alegységet kaphatunk, amely egyaránt alkalmas akciócsoportként békeállapotban a hazai katasztrófa elhárító erők támogatására, a nemzetközi missziókban történő részvételre és a minősített időszakos feladatok ellátására.

## Ajánlások

A Ph.D. értekezésemben megfogalmazott tények alapján javaslom:

1. A Magyar Honvédség számára a jövőben elkészülő mobil vegyi laboratóriumi gépkocsik felépítésénél tudományos eredményeimet figyelembe venni.
2. A Magyar Honvédségnél jelenleg alkalmazásban lévő mobil vegyi laboratóriumi gépkocsi (Havária Laboratórium) fejlesztésénél, a laborkocsi átalakításánál, modernizálásánál az értekezésemben található eszközök és módszerek beépítését.
3. A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságánál, a Környezetvédelmi Főfelügyeletnél illetve az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatnál jövőben tervezett mobil vegyi laboratóriumok megtervezésénél beépíteni az általam javasolt technikákat.
4. A Magyar Honvédség keretein belül az értekezésemben vázolt nemzeti (háttér) vegyi laboratórium megvalósítását, amely hiánypótló szerepet tölthet be, mivel alkalmas a

mérgező harcanyagok és veszélyes ipari mérgező anyagok megbízható azonosítására és mennyiségi analízisére.

5. A Belügyminisztérium, a Környezetvédelmi Minisztérium és az Egészségügyi Minisztérium megfelelő szervei számára az együttműködést a HM-mal egy nemzeti szintű vegyi laboratórium létrehozása érdekében.
6. A Magyar Honvédség vegyikatasztrófa-elhárításra kijelölt erőinek átalakítását az értekezésemben összefoglaltak alapján.
7. A Magyar Honvédség, a katasztrófavédelmi és rendvédelmi szervezetek vegyikatasztrófa-elhárításban érintett állományának kiképzését és a kiképzettség szinten tartását az értekezésemben részletezett helyszíni feladatok végrehajtási szabályai alapján.
8. A Magyar Honvédség, a katasztrófavédelmi és rendvédelmi szervezetek vegyikatasztrófa-elhárításban érintett állománya számára az egyéni védőeszközök átalakítását az értekezésemben tárgyalt többlépcsős védelmi rendszer struktúrájára, amely lehetővé teszi az elégséges védelmi szint és az optimális munkavégző-képesség összehangolását, és emellett költségkímélő kihatása is van.

## Felhasznált irodalom

- [1] ENSZ/EGB „Egyezmény az ipari balesetek országhatáron túl terjedő hatásairól” Helsinki, 1992.
- [2] 96/82/EEC (Európai Gazdasági Közösségek Tanácsa, SEVESO II Irányelv) 1996. december 9.
- [3] 82/501/EEC (Európai Gazdasági Közösségek Tanácsa, SEVESO I Irányelv) 1982. június 24.
- [4] Halász L. Szakál B., Bognár B.: Tanulmány a súlyos ipari balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos EU szabályozásról és nemzetközi gyakorlatról, valamint a katasztrófa törvény szakmai elgondolásáról, Budapest, 1997. szeptember
- [5] Dr. Halász László, Földi László: Környezetvédelem – Környezetbiztonság, Egyetemi Jegyzet, ZMNE, Budapest, 1990.
- [6] Hatályos Jogszabályok Hivatalos Gyűjteménye, CD-JOGÁSZ, Magyar Hivatalos Közlönykiadó, 2001.
- [7] 1949. évi XX. törvény a Magyar Köztársaság Alkotmánya,
- [8] 1990. évi LXXV. törvény a helyi önkormányzatokról,
- [9] 1993. évi CX. törvény a honvédelemről, egységes szerkezetben a végrehajtásáról szóló 178/1993.(XII. 27.) Korm. rendelettel,
- [10] 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról,
- [11] 1995. évi XCI. törvény az állategészségügyről,
- [12] 1996. évi XXXVII. törvény a polgári védelemről,
- [13] 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról (MK 1996/112. szám);
- [14] 1999. évi LXXIV. törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről (MK 1999/60. szám),
- [15] 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról,
- [16] 178/1993. (XII. 27.) Korm. rendelet a honvédelemről szóló 1993. évi CX. törvény végrehajtására,

- [17] 114/1995. (IX. 27.) Korm. rendelet a települések polgári védelmi besorolásának szabályairól és a védelmi követelményekről,
- [18] 196/1996. (XII. 22.) Korm. rendelet a mentésben való részvétel szabályairól, a polgári védelmi szakhatósági jogköréről és a miniszterek polgári védelmi feladatairól,
- [19] 232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól,
- [20] 60/1997. (IV. 18.) Korm. rendelet az óvóhelyi védelem, az egyéni védőeszköz ellátás, a lakosság riasztása, valamint a kitelepítés és befogadás általános szabályairól,
- [21] 87/1997. (V. 28.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Bizottság feladatáról, hatásköréről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal feladat és hatásköréről, bírságotlasi jogköréről,
- [22] 108/1997.(VI. 25.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal eljárásáról a nukleáris biztonsággal összefüggő hatósági ügyekben,
- [23] 213/1997. (XII. 1.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék tároló biztonsági övezetéről,
- [24] 248/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről (MK 1997/116. szám), (módosítva a 40/2000. (III. 24) Korm. rendelettel),
- [25] 179/1999. (XII. 10.) Korm. rendelet az 1999. évi LXXIV. törvény végrehajtásáról,
- [26] 2266/2000. (IX. 7.) Korm. határozat a KKB szervezeti és működési rendjének, valamint eljárási szabályainak elfogadásáról.
- [27] Dr. Nagy Károly, Dr. Halász László: Katasztrófavédelem, Tanszéki Jegyzet, ZMNE VKBT, Budapest, 2003.
- [28] Halász L. Szakál B., Bognár B.: Szabályozási elvek és szakmai tervezet a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló törvény IV. fejezetéhez, Budapest, 1998. december
- [29] Csurgai József, Földi László: Kémiai biztonság (Előadás és CD-kiadvány a ZMNE katasztrófa-menedzser tanfolyamon, 2000. november)

- [30] Szakutasítás a vegyivédelmi csapatok tevékenységére, I. rész. Magyar Honvédség, Budapest, 1993.
- [31] STANAG 2112. 4. kiadás (Nuclear, Biological and Chemical Reconnaissance)
- [32] NATO LG7 AEP-49 Handbook for Sampling and Identification of Radiological Agents (SIRA)
- [33] NATO LG7 AEP-10 Handbook for Sampling and Identification of Biological and Chemical Agents (SIBCA)
- [34] Pintér István, Földi László: ABV felderítés és ellenőrzés feladatrendszere háborúban és békeműveletek során, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, 2000, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/indexlogo.htm>)
- [35] Földi László, Kalló Kálmán: A Magyar Honvédség HAVÁRIA laboratóriuma, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, 2000, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/indexlogo.htm>)
- [36] V. C. Marchall: Major chemical hazards, Ellis Orwood Ltd., 1987.
- [37] Nagy Lajos, Földi László, Nagy Károly: Kárelhárítás veszélyes áruk közúti baleseteinél II. (VÉDELEM katasztrófa- és tűzvédelmi szemle 2000/5. 30. o.)
- [38] Nabilek Pál: Segédlet a veszélyes anyagok szállítása során bekövetkezett káresetek felszámolásához. (BM TOP, 1994.)
- [39] Bartha Vámos László: A katasztrófák elleni védelem általános elvei. Hadtudományi tájékoztató, 1994./1., Budapest, 1994.
- [40] Balogh Imre: Külföldi és hazai tüzek, tűzkatasztrófák, robbanások és mérgezések, STUDIUM, Budapest, 1987.
- [41] Balczó Béla: A szárazföldi csapatok várható feladatai ipari balesetek következményei felszámolásában; a tűz és polgári védelem különböző szintű szervezeteivel való együttműködés lehetséges területei. Tanulmány SZCSP Tudományos Tanács, Székesfehérvár, 1994.
- [42] Varga Zoltán: Veszélyforrás-elemzés a vegyiparban (Veszprémi Egyetemi Kiadó, 1998.)
- [43] Nagy Lajos, Nagy Károly, Földi László: Veszélyes anyagok szállítása (Hírlevél, VIII. évf. 9. sz. 2000. szeptember 13. o)

[44] Védekezés ipari katasztrófák ellen. Gyakorlati Kézikönyv. Nemzetközi Munkaügyi szervezet (ILO) 1988.

## Saját publikációk listája

1. Láng Gy., Kiss L., Janov L. A., Sokolov S. A., Novochatski I. A., Földi L.: Gyorsműtéssel előállított nikkel-foszfor amorf ötvözetek elektrokémiai és korróziós vizsgálata, I. A hűtési sebesség hatása (Korróziós Figyelő, 30, 79 (1990))
2. Győző Láng, László Kiss, Leontii A. Ianov, Sergei A. Sokolov, Igor A. Novochatskii and László Földi: Electrochemical and corrosion study of rapidly quenched amorphous nickel-phosphorus alloys, I. Effect of the cooling rate (Acta Chimica Hungarica, 128, 807-818. (1991))
3. NATO-CCMS Final report on cross-border environmental problems emanating from defence-related installations and activities (Phase I: 1993-1995, Report No. 204, p. 295) Report of the Hungarian delegation compiled by Lt. Col. Eng. J. Gáspár and 1st Lt. Eng. L. Földi
4. NATO-PFP AC/225(LG.07/SIBCA) Sub-group on sampling and identification of biological/chemical agents (Final report, 1997. p. 189) Mobile Laboratories in the HHDF by Capt. Eng. L. Földi
5. Nagy Lajos, Földi László, Nagy Károly: Kárelhárítás veszélyes áruk közúti baleseteinél I. (VÉDELEM katasztrófa- és tűzvédelmi szemle 2000/4. 48. o.)
6. Nagy Lajos, Földi László, Nagy Károly: Kárelhárítás veszélyes áruk közúti baleseteinél II. (VÉDELEM katasztrófa- és tűzvédelmi szemle 2000/5. 30. o.)
7. Nagy Lajos, Nagy Károly, Földi László: Veszélyes anyagok szállítása (Hírlevél, VIII. évf. 9. sz. 2000. szeptember 13. o)
8. Lévai Zoltán, Földi László: A 2000. évi tiszai árvízhelyzet főbb tapasztalatai (Katasztrófavédelmi szemle, V. évf. 2000. 4. sz. 13. o.)
9. Pintér István, Földi László: ABV felderítés és ellenőrzés feladatrendszere háborúban és békeműveletek során (Pályázati anyag a VV 50. évfordulójára)
10. Nagy Lajos, Földi László: Kárelhárítás komplex feladatai veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett balesetknél (Pályázati anyag a VV 50. évfordulójára)



11. Dr. Halász László, Földi László: Környezetvédelem-Környezetbiztonság, (egyetemi jegyzet, 50%-os társszerző)
12. Földi László, Nagy Lajos: Kárelhárítás komplex feladatai veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett baleseteknél, Katonai logisztika 2000. 3. szám 125. old.
13. Földi László, Nagy Károly: A vállalati szintű védekezés technikai eszközrendszere (Előadás és CD-kiadvány a ZMNE katasztrófa-menedzser tanfolyamon, 2000. november)
14. Csurgai József, Földi László: Kémiai biztonság (Előadás és CD-kiadvány a ZMNE katasztrófa-menedzser tanfolyamon, 2000. november)
15. Földi László, Kalló Kálmán: A Magyar Honvédség HAVÁRIA laboratóriuma, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/indexlogo.htm>)
16. Nagy Lajos, Nagy Károly, Földi László: Veszélyes anyagok szállítása, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/indexlogo.htm>)
17. Nagy Lajos, Földi László: Kárelhárítás komplex feladatai, veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett baleseteknél, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/indexlogo.htm>)
18. Pintér István, Földi László: ABV felderítés és ellenőrzés feladatrendszere háborúban és békeműveletek során, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/indexlogo.htm>)
19. Földi László: Vegyvédelmi alegységek feladatai vegyi katasztrófák esetén, (ZMNE VKBT tanszéki honlap, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/indexlogo.htm>)
20. Földi László: Az egyéni vegyvédelmi védőeszközök fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédségben, különös tekintettel alkalmazhatóságukra vegyi katasztrófák elhárítása esetén", (ZMNE VKBT tanszéki honlap, <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/indexlogo.htm>)

## Mellékletek:

1. sz. melléklet: Az ipari mérgező anyagok kimutatására használható típusok

Sorszám	Kimutatósó típusa	Dräger katalógus sorszáma
1	Akrilnitril	6728591
2	Akrilnitril	CH 26901
3	Aminteszt	8101061
4	Ammónia	6733231
5	Ammónia	CH 20501
6	Anilin	CH 20401
7	Arzén-trioxid	6728951
8	Arzin	CH 25001
9	Benzol	6728071
10	Benzol	6728561
11	Benzol	8101231
12	Ciánhidrogén	CH 25701
13	Cianid	6728791
14	Ciklohexán	6725201
15	CO - CO <sub>2</sub>	6718301
16	Dietiléter	6730501
17	Dimetil-szulfát	6718701
18	Dimetil-szulfid	6728451
19	Ecetsav	6722101
20	Epiklórhidrin	6728111
21	Etil-acetát	CH 20201
22	Etil-benzol	6728381
23	Etil-glikol-acetát	6726801
24	Etilén	6728051
25	Etilén	8101331
26	Etilén-oxid	6728241

Sorszám	Kimutatóső típusa	Dräger katalógus sorszáma
27	Etilén-oxid	6728961
28	Etilénglikol	8101351
29	Fenol	8101641
30	Formaldehid	CH 26401
31	Formaldehid	6733081
32	Foszfén	CH 31101
33	Foszforsavészter	6728461
34	Foszgén	CH 19401
35	Foszgén	CH 28301
36	Hidrazin	6733121
37	Hidrogén-fluorid	CH 30301
38	Hidrogén-peroxid	8101041
39	Higany	CH 23101
40	Kéndioxid	CH 24201
41	Kéndioxid	CH 31701
42	Kénhidrogén	6728041
43	Kénhidrogén	CH 29101
44	Kénhidrogén	CH 29801
45	Klór	CH 20701
46	Klór	CH 24301
47	Klór-benzol	6728761
48	Klórcián	CH 19801
49	Kloroform	6728861
50	Kloroprén	6718901
51	Krómsav	6728681
52	Merkaptán	6728981
53	Merkaptán	CH 20801
54	Metanol	6728941

Sorszám	Kimutatósó típusa	Dräger katalógus sorszáma
55	Metil-bromid	6728211
56	Metilén-klorid	6724601
57	Monosztírol	6723301
58	Nikkel-tetrakarbonil	CH 19501
59	Nitrózus gáz	CH 27701
60	Nitrózus gáz	CH 29401
61	Nitrózus gáz	CH 31001
62	Nitrogén-dioxid	6719101
63	Nitrogén-dioxid	CH 30001
64	Nitroglikol	6718201
65	o-Toluidin	6728991
66	Olajköd	6733031
67	Olefin	CH 31201
68	Oxigén	6728081
69	Ózon	6733181
70	Ózon	CH 21001
71	Politeszt	CH 28401
72	Sósav	CH 29501
73	Salétromsav	6728311
74	Savteszt	8101121
75	Szénhidrogének	CH 26101
76	Szénkéreg	6728351
77	Szénmonoxid	CH 20601
78	Szénmonoxid	CH 25101
79	Szénmonoxid	CH 25601
80	Széntetraklorid	8101021
81	Széntetraklorid	CH 27401
82	Szerv. bázikus nitrogénvegyületek	CH 25903
83	Szerves arzén, Arzin	CH 26303

Sorszám	Kimutatócső típusa	Dräger katalógus sorszáma
84	Sztirol	CH 27601
85	Tioéter	CH 25803
86	Toluol	8101411
87	Trietil-amin	6718401
88	Triklóretilén	6728541
89	Vinil-klorid	6728061
90	Vinil-klorid	CH 19601
91	Xylol	6733161
92	Xylol	6733161
	Diffúziós csövek	
1	Ammónia	8101301
2	Ciánhidrogén	6733221
3	Kéndioxid	8101091
4	Kénhidrogén	6733091
5	Nitrogén-dioxid	8101111
6	Sósav	6733111
7	Széndioxid	8101051
8	Széndioxid	8101381
9	Szénmonoxid	6733191

2. sz. melléklet: Szervetlen ionokat kimutató gyorsteszték ajánlott típusai

<b>Arzén</b> teszt	<b>Ólom</b> teszt	<b>Kobald</b> teszt	<b>Nitrát</b> teszt
<b>Króm</b> teszt	<b>Cink</b> teszt	<b>Mangán</b> teszt	<b>Klorid</b> teszt
<b>Kalcium</b> teszt	<b>Ón</b> teszt	<b>Peroxid</b> teszt	<b>Ammónium t.</b>
<b>Kálium</b> teszt	<b>Nikkel</b> teszt	<b>Szulfát</b> teszt	<b>Kromát</b> teszt
<b>Klór</b> teszt	<b>Ezüst</b> teszt	<b>Szulfít</b> teszt	<b>Formaldehid t.</b>
<b>Alumínium t.</b>	<b>Réz</b> teszt	<b>Nitrit</b> teszt	
<b>Molibdén</b> teszt	<b>Vas</b> teszt	<b>Cianid</b> teszt	