

# **Az atom-, biológiai- és vegyivédelem meteorológiai vonatkozásai**

**Szakdolgozat**

**Földtudományi alapszak**

**Meteorológiai szakirány**



**Készítette:**

**Viengdavanh Róbert Manivanh**

**Témavezetők:**

**Péliné Németh Csilla – Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat**

**Czender Csilla – Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat**

**Dr. Weidinger Tamás – ELTE Meteorológiai Tanszék**

**Eötvös Loránd Tudományegyetem**

**Földrajz- és Földtudományi Intézet**

**Meteorológiai Tanszék**

**Budapest, 2012**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. Az atom-, biológiai-, vegyivédelem (ABV) alapelvei .....	4
3. Az ABV védelem szempontjából fontos környezeti paraméterek .....	8
3.1. Szél .....	9
3.2. Hőmérséklet .....	9
3.3. Relatív nedvesség és csapadék .....	10
3.4. Légköri stabilitás .....	10
3.5. Felszíni hatások .....	11
4. CBRN jelentések és alkalmazásuk .....	12
4.1. CBRN meteorológiai jelentések .....	12
4.2. A térképi terület meghatározása .....	14
5. A meteorológiai paraméterek hatása a veszélyes ipari anyagok terjedésére .....	18
5.1. Ipari vegyi baleset értékelése pontforrás esetén .....	19
5.2. Ipari vegyi baleset értékelése mozgó forrás esetén.....	21
6. Döntéstámogató és helyzetértékelő szoftverek.....	23
6.1. A CBRN Analysis program bemutatása .....	23
6.2. Az HPAC program bemutatása .....	24
6.3. Esettanulmányok kiértékelése CBRN Analysis és HPAC szoftverrel .....	24
7. Összefoglalás .....	30
Köszönetnyilvánítás .....	33
Irodalomjegyzék .....	34

## 1. Bevezetés

A közelmúlt hazai és külföldi ipari, valamint természeti katasztrófái rávilágítottak a meteorológiai információk és környezeti hatások ismeretének fontosságára a veszélyes anyagok terjedésének vizsgálata során. Céлом – napjaink gyorsan változó világában – rámutatni arra, hogy az ABV (atom, biológiai, vegyi és radioaktív, angolul CBRN: Chemical – Biological – Radiological – Nuclear) veszélyek köre nem koncentráldik kizárólag katonai hatáskörbe, hiszen a természeti és az ipari katasztrófák is gerjeszhetnek olyan eseményeket, amelyek szükségessé teszik a védekezést és kárenyhítést.

Magyarországnak az EU (Európai Unió) és a NATO (North Atlantic Treaty Organization – Észak-atlanti Szerződés Szervezete) tagjaként rendelkeznie kell az ABV védelemhez szükséges szabályozással, a megfelelő természettudományi és katasztrófa-elhárítási ismeretekkel és eszközökkel. A különböző forrásokból származó veszélyes anyagok közvetlen hatással vannak a lakosságra és a környezetre. A légkörbe jutó és az onnan kiülepedő szennyezőanyagok általában nem koncentráltan, hanem hosszútávon, nagy területen fejtik ki hatásukat, így a döntési folyamatok során nélkülözhetetlen olyan módszerek alkalmazása, amelyek minél gyorsabban, a lehető legpontosabb képet szolgáltatják a katasztrófák várható következményeiről (*Zelenák, 2011*). A katonai és a polgári védelem szoros együttműködése mellett fontos az állampolgárok megfelelő szintű tájékoztatása és felkészítése is. (*Varga és Benesóczky, 2003; Pellérdi, 2007*).

Szakdolgozatomban a következő témákat mutatom be részletesen:

- az ABV védelem és annak alapelvei;
- a meteorológiai viszonyok hatása az ABV kibocsátás hatékonyságára;
- a nemzetközi adatcserében alkalmazott CBRN meteorológiai jelentések;
- a meteorológia szempontjából releváns, a Magyar Honvédségnél alkalmazott döntés-előkészítő és helyzetértékelő irányelvek;
- az ABV események kiértékelését végző szoftverek és ezekkel elvégzett esettanulmányok.

## 2. Az atom-, biológiai-, vegyivédelem (ABV) alapelvei

A Magyar Honvédség (MH) szabályzóinak alapjául is szolgáló, a vegyivédelemről szóló ATP-45 (Allied Tactical Publication – Szövetséges Hadműveleti Kiadvány; STANAG 2103) NATO szabvány összefoglalja az ABV fegyverek és más forrásokból származó események hatásai ellen alkalmazott védelmi rendszabályokat, az intézkedések létrehozásának és végrehajtásának módszereit, terveit, eljárásait és kiképzési követelményeit. A STANAG-ek a NATO Egységesítési Egyezményei (angolul **Standardization Agreement** for procedures and systems and equipment components), melyek folyamatokat, eljárásokat szabályoznak, terminológiai szakkifejezéseket és magyarázatokat tartalmaznak, a katonai szövetség egyes tagjai között fennálló kapcsolatok feltételeit, technikai eljárásait, felszereléseik egységes alkalmazásmódját foglalják magukba.<sup>1</sup> Miután egy NATO-tagállam ratifikál egy adott STANAG-et – vagyis elméleti síkon egyetért a tartalmával – eldöntheti, hogy a gyakorlatban bevezeti-e, annak alkalmazását, saját eljárásaihoz igazítva, vagy felülírva azokat. A szigorú szabályozások célja minden esetben az esetlegesen kialakult veszélyek elleni hatékony védekezés.

„A lakosság biztonságának és biztonságérzetének növelése céljából, a természeti és civilizációs katasztrófák elleni védekezés hatékonyságának fokozása, a katasztrófavédelmi szervezetrendszer erősítése, a katasztrófavédelmi intézkedések eredményességének növelése érdekében az Alaptörvény végrehajtására”<sup>2</sup> az Országgyűlés megalkotta a 2011. évi CXXVIII. törvényt.

A törvény értelmében a védekezés egységes irányítása állami feladat, célja az élet- és vagyonbiztonságot, a természetes és épített környezetet veszélyeztető természeti és civilizációs katasztrófák megelőzése, károsító hatásai elleni védekezés egységes irányítási rendszerének kialakítása.

A MH természetesen potenciális segítségnyújtóként, valamint támogatást biztosító beavatkozóként részt vesz a hazai katasztrófák károsító hatásai elleni védekezésben, valamint nemzetközi szerződéseiből, együttműködéseiből és kötelességeiből (EU, NATO, ENSZ – Egyesült Nemzetek Szervezete) adódóan katasztrófavédelemben szükségessé válhat erőinek külföldi bevetése is. Az országos katasztrófavédelmi rendszerhez illeszkedve a MH rendelkezik Honvédelmi Katasztrófavédelmi Rendszerrel, melynek elemei

<sup>1</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/STANAG>

<sup>2</sup> 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról

képességalapon szerveződtek jellemző katasztrófavédekezési feladatok ellátására. (Sinka, 2011)

A Magyar Honvédség, ATP-45-ös NATO szabvány szerint felépülő, hierarchikus ABV Riasztási és Értesítési Rendszere (MH ABV RIÉR) része az Országos ABV Riasztási és Értesítési Rendszernek, valamint az Országos Sugárfigyelő Jelző és Ellenőrző Rendszernek is.<sup>3</sup> A rendszer rendeltetése az ABV események gyors kiértékelése, a parancsnoki döntések előkészítése, szakmai megalapozása, a veszélyeztetett szervezetek azonnali riasztása, valamint a kockázati tényezők minimalizálása. Az MH ABV RIÉR nemzeti központja a Magyar Honvédség Görgei Artúr Vegyivédelmi Információs Központ (MH GAVIK), így fő feladatai közé tartozik egy esetleges ABV esemény szakértékelése, valamint az adatok megfelelő továbbítása.<sup>4</sup>

Dolgozatomban főleg ipari eredetű balesetek elemzésével foglalkozom, hiszen ipari katasztrófák, különböző okokból bekövetkező balesetek háborús konfliktusoktól függetlenül is előfordulhatnak, amikor is szükségessé válhat a szakértők igénybevétele.

Az ABV védelem komplex rendszerének alapelvei a következők:

- A veszély elkerülésére irányuló intézkedések célja a kezdeti és visszamaradó hatások detektálása, azonosítása, elkerülése vagy minimalizálása. A megelőzés célja a veszély kialakulásának elkerülése, ami csökkentheti, vagy akár szükségtelemmé is teheti a védelmet és a mentesítést.
- A veszélyhelyzet várható mértékétől függő akár az egyénekre, akár a teljes lakosságra vonatkozó védelemi intézkedések a veszteség csökkentésére irányulnak.
- A veszélyhelyzet kezelése magában foglalja a veszélyes anyag további szétterjedésének megakadályozását, valamint a személyek és tárgyak (például: közlekedési eszközök, laboratóriumi berendezések, védőruházat) mentesítési munkálatait is.

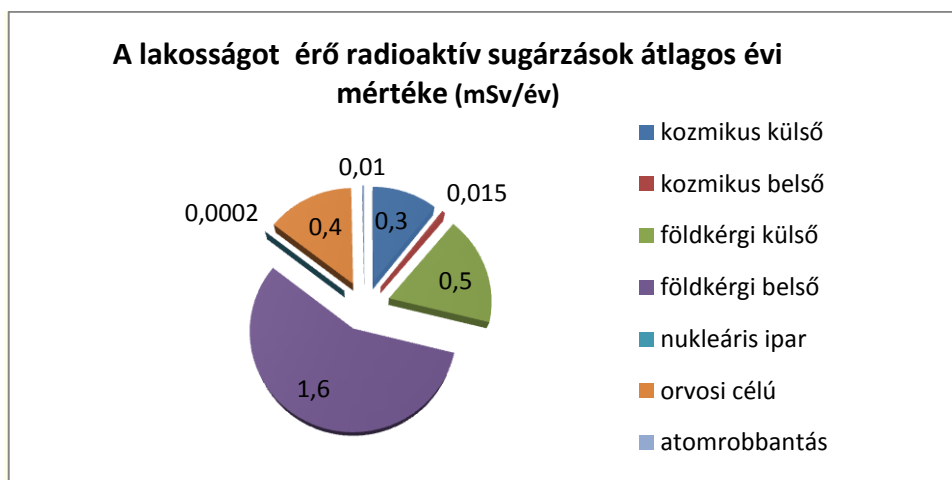
Az esetlegesen bekövetkezett ABV események hatására radiológiai, biológiai vagy vegyi veszélyek léphetnek fel.

A radioaktív sugárzás származhat természetes és mesterséges forrásból is, közöttük lényegi különbség nincs, mindkét esetben a radioaktív izotópok atommagjai más magokká alakulnak át és eközben sugárzásokat bocsátanak ki. Az élő szervezetbe érkező sugárzás először gyorsan, másodpercek alatt lezajló fizikai és kémiai jelenségeket okoz. Ezek a

<sup>3</sup> [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=pvl\\_osjer](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=pvl_osjer)

<sup>4</sup> [http://www.honvedelem.hu/szervezet/mh\\_gavik](http://www.honvedelem.hu/szervezet/mh_gavik)

hatások órák, napok vagy akár évek múltán jelentkező biológiai elváltozásokat gerjeszhetnek. A szervezetet ért sugárzás dóziséját, vagyis leadott energiáját, nevezzük sugárterhelésnek. A természetes háttérsugárzásból (kozmosz és földkéregből származó sugárzás) adódó terhelésen túl az emberek további sugárterhelést szenvedhetnek el nap, mint nap (például: orvosi célú alkalmazás, atomerőmű dolgozói, repülőgépes utazás, mobiltelefon használat stb.). Azonban sem a munkahelyi – mely többszöröse a lakosságra megállapított határértéknek –, sem a lakosságot érő különböző eredetű sugárterhelések (2.1. ábra) nem közelítik meg a tudományos ajánlások alapján törvényileg meghatározott dóziskorlátokat. A dóziskorlát az egyenértékű dózis (különböző forrásokból származó testszövetre, illetve szervekre átlagolt elnyelt dózis) szabályozókban meghatározott értéke, melyet a sugárterhelésnek nem szabad meghaladnia. Egysége: J/kg, melyet sievertnek (jele: Sv) neveznek (Fehér, 2010). A megengedett magyarországi munkahelyi radioaktív terhelés például 20 (max 50) mSv/év (az 1996. évi CXVI. Atomenergiáról szóló törvény, 2000-ben megjelent 16/2000 (VI. 8.) és 2003. január 1-ével életbe léptetett Egészségügyi Miniszter végrehajtási rendelet 2. számú melléklete szerint, Kávási (2006) alapján).



2.1. ábra: A lakosságot érő radioaktív sugárzások átlagos évi mértéke<sup>5</sup>

A radioaktív sugárzás veszélye többek között abban rejlik, hogy a hulladékok, illetve a radioaktív szennyezés nem semmisíthető meg, hanem ahogy a természetes, úgy a mesterséges izotópok is természetes úton bomlanak le. Radioaktív veszély esetén az elkerülés, a védekezés és a mentesítés folyamatai az aktivitás mennyiségétől és minőségétől, valamint a kibocsátás időtartamától és körülményeitől függően változnak. Így

<sup>5</sup> <http://www.karotazs.hu/content/szolgalattasok/a-radioaktiv-sugarzas-hatasai-az-emberi-szervezetre-dozimetria.pdf>

az intézkedések formája a szennyezett felületek dekontaminálásától (mentesítésétől) a lakosság elzárkóztatásáig és kitelepítéséig széles skálán mozoghat.

A különböző biológiai veszélyek (például: az árvíz után visszamaradt hordalék, különféle baktériumok, vírusok, gombák stb.) súlyossága és fennállásának ideje nagyon sokrétű, például bizonyos veszélyforrások akár a napsugárzás, vagy hőmérsékleti szélsőségek hatására is megsemmisülhetnek. A biológiai veszély elkerülésére egyes esetekben elegendő a személyes higiénia fenntartása, a megfelelő védőoltások beadatása, az élelmiszerek és az ivóvíz fokozott ellenőrzése, vagy „bizonyos helyzetben” a gázálarc használata.

A vegyi veszélyforrások (például: vegyi üzemek, vegyi anyagokat szállító és tároló eszközök) légnemű, folyékony és szilárd halmazállapotban is megjelenhetnek. Azonban ha egyéb dekontamináló folyamat nem történik, végül a talajba, vagy az élővizekbe jutnak, illetve elpárolognak vagy a környezeti (pl. meteorológiai) paraméterek függvényében hosszabb-rövidebb időn belül kémiaiilag semlegesítődnek, ami az úgynevezett önmentesítődési folyamat. Ennek sebességét több tényező befolyásolja, a környezet állapota, illetve a légkörbe jutva például az anyag fizikai és kémiai tulajdonságai, koncentrációja, a hőmérséklet, a páratartalom, a napszak és a szélsébség.

A veszélyes anyagok légköri kiülepedése, abszorpciója és adszorpciója révén felületi vagy térfogati szennyeződés keletkezhet, az aktuális szélviszonyoknak vagy vízáramlásnak köszönhetően pedig akár másodlagos veszély is kialakulhat, a káros anyagok elszállítódása révén. Összefoglalásként elmondható, hogy az ABV események során az alábbi szennyeződések kialakulásával lehet számolni:

- felületi szennyeződés: folyadék vagy szilárd halmazállapotú anyagokkal;
- levegő szennyeződés: gáz halmazállapotú szennyező anyagokkal, folyadék vagy szilárd aeroszol részecskékkel;
- víz-szennyeződés: folyadék vagy szilárd halmazállapotú anyagokkal;
- másodlagos szennyeződés.

### 3. Az ABV védelem szempontjából fontos környezeti paraméterek

A levegőszennyezés a szennyezőanyag eredete szerint lehet természetes és antropogén.

A természetes levegőszennyezés során a bennünket körülvevő különböző természetes forrásokból származó anyagok kerülnek az atmoszférába. Ilyen természetes szennyező források lehetnek a vulkánok, az erdőtüzek, különböző szerves anyagok (például a pollen) vagy a kozmikus eredetű por.

Az antropogén eredetű levegőszennyezés mértéke az iparosodás kezdetével öltött olyan méreteket, amelyeket a természetes szennyezőanyag-nyelő folyamatok már nem tudtak ellensúlyozni. Az emberi tevékenységből származó szennyezésnek több forrása lehet, mint például az ipari tevékenység, a közlekedés, a bányászat vagy a mezőgazdaság. Felismerve e káros folyamatok kockázatait, napjainkban számos nemzetközi egyezmény szabályozza (*Faragó és Nagy, 2005*) az emberi tevékenységgel együtt járó kibocsátás módját és mennyiségét, melyet ellenőrzött kibocsátásnak hívunk. Az esetlegesen bekövetkező, nem harcászati eredetű ABV események olyan szabályozatlan folyamatok, melynek során a légkörbe jutott szennyezőanyagok véletlen kibocsátás révén kerülnek ki a környezetbe, ezért terjedésüket gyakorlatilag nem lehet megakadályozni, ugyanakkor a terjedés modellezésével előre lehet jelezni a szennyeződés várható eloszlását.

A légszennyeződés folyamata során a káros anyagok különböző típusú forrásokból kerülhetnek a levegőbe, ami lehet például *pont-* (például: kémény), *mozgó-* (például: vonat) vagy *területi-* (például: erdőtűz) forrás. Az ABV események értékelése során azt a területet, ahol a szennyezőanyagok kezdettől fogva kifejtik hatásukat *kibocsátási területnek* nevezzük. A transzmisszió (légköri elszállítódás), a turbulens diffúzió (elkeveredés) és a kémiai átalakulások révén a szennyezőanyag felhő kiterjedésével a káros anyagok a forrástól távolabb elhelyezkedő területekre is képesek eljutni, melyet *szennyezett vagy veszélyeztetett területnek* nevezünk. A szennyezőanyagok depozíciója az említett területeken másodlagos szennyeződést okozhat. Az ülepedés történhet a nyomanyagok közvetlen felszínen való megkötődése (száraz ülepedés), vagy csapadékkal történő kimosódása (nedves ülepedés) révén.

A légkör, mint az időjárási események színtere, hatással van a szennyezőanyagok terjedésére, hígulására, a szennyezőanyag-felhőben lejátszódó fizikai és kémiai folyamatokra. Ezért elengedhetetlen a kibocsátási és a veszélyeztetett területre vonatkozó



meteorológiai információinak minél pontosabb ismerete. Az aktuális méréseken túl a kiértékelés során ismerni kell az előrejelzett földfelszíni és magassági adatokat is.

Egy atom-, vegyi-, biológiai- vagy radiológiai esemény környezetre gyakorolt hatásának meghatározásához szükséges időjárási adatok:

- a szél iránya, sebessége, változékonysága, napi menete, vertikális profilja;
- a hőmérséklet rétegződése;
- a relatív nedvesség és csapadék;
- a légköri stabilitás.

### ***3.1 Szél***

A szél a levegő felszínrel párhuzamos, közel vízszintes irányú mozgása, amit a nagyskálájú légköri folyamatok és az erre rakódó helyi hatások (légnyomáskülönbségek) hoznak létre. A szél addig fúj, amíg a nyomáskülönbségek ki nem egyenlítődnek. A szél két fő jellemzője, a sebessége és az iránya alapvetően befolyásolja a légszennyező anyagok horizontális transzportját. A szélirány a szennyezőanyag felhő elmozdulásának irányát határozza meg, ami a várható veszélyeztetett zónában lévő lakott területek, objektumok stb. értesítése, riasztása szempontjából meghatározó. A vegyi anyagokat tartalmazó légréteg mozgását az ABV védelemben általánosan használatos talajmenti szélirány (downwind) felhasználásával határozhatjuk meg, melynek számértéke a meteorológiai szélirányhoz képest 180 fokkal eltér, vagyis a felhő haladási irányára utal. A szélesebesség befolyásolja a nyomanyagok koncentrációját és annak változásait. A felhő mozgása során a vertikális szélnyírásból adódóan oldalirányban és függőlegesen is szétterjed, ezért a szennyezőanyag koncentrációja a felhőn belül sem állandó. A talajmenti levegő mozgását a felszín érdességétől (felszínborítottság, domborzat) függő súrlódási erő módosítja (nagy mértékben fékezi), ezért a felszín közelében jóval kisebb a szélesebesség, mint nagyobb magasságokban. Ezek alapján megállapítható, hogy minél magasabbra kerül a szennyezőanyag-felhő, annál távolabbi területre tudja a szél elszállítani.

### ***3.2 Hőmérséklet***

A levegő hőmérséklete, leginkább a vegyi szennyezés kimenetelét és kezelését befolyásolhatja. A párolgás mértéke hőmérsékletfüggő, így a folyékony veszélyes ipari anyagok párolgásának sebessége is szoros összefüggést mutat a hőmérséklettel. A magasabb hőmérséklet nagyobb párolgást eredményez, így a vegyi szennyeződés általában

kevésbé tartós, míg alacsonyabb hőmérsékleten a párolgás akár meg is szűnhet, ami minimálisra csökkenti a gőzfázis okozta sérülés esélyét. A biológiai veszélyes anyagok esetében a szélsőséges hőmérsékleti értékeknek lehet fontos szerepe, mivel például egyes fertőzött rovarok fagypontra alatta elpusztulnak.

### ***3.3. Relatív nedvesség és csapadék***

A meteorológiában a levegő nedvességtartalmának jellemzésére számos mérőszám használható, melyek közül legelterjedtebb a relatív nedvesség, ami adott hőmérsékleten a levegőben levő vízgőztartalmat számszerűsíti. A levegő magas nedvességtartalma az aeroszol részecskék növekedésén és ülepedésén keresztül segíti a szennyezett légréteg terjedését, valamint ha magas hőmérséklettel együtt fordul elő, növeli a szennyezőanyagok közvetlen károsító hatását is (például az izzadt bőrfelület segíti a szennyezőanyag szétterjedését).

A csapadék, nedves ülepedés révén kimossa a levegő szennyezőanyag tartalmát, így alapvetően csökkenti azok káros hatásait, azonban a szennyezett nedves felszínnel való érintkezés, vagy például az összegyűlt esővíz további környezeti kockázatokat rejt magában.

### ***3.4. Légköri stabilitás***

A légkör vertikális stabilitása alapvetően meghatározza a szennyezőanyagok keveredését az alacsonyabb légrétegekben, a talajmenti szél hatására befolyásolja a vízgőz és az aeroszol részecskék által megtett távolságot. A légkör stabilitásának jellemzésére a besugárzás, valamint a szélesebbésség által meghatározott, a szennyezőanyagok diffúziójára jellemző ún. Pasquill-kategóriák állapíthatók meg, melyeket a *3.1. táblázat* foglal össze. A CBRN meteorológiai jelentésekben e kategóriák alapján kerül meghatározásra a levegő stabilitását jellemző paraméter.

Egy stabil légtömegben, a függőleges keverőmozgások hiányában, a káros anyagok koncentrációja magas marad. Inverziós légrétegződés esetén a szennyezőanyagok vertikális mozgása megreked a keveredési rétegen belül, így koncentrációjuk az inverzió fennállása során tartósan magas marad, míg a réteg felett koncentrációjuk kicsi. Mivel a szennyezőanyagok koncentrációja a magassággal csökken, kb. 800 méternél éri el az ún. érzékenységi küszöb koncentrációt, amennyiben az inverzió teteje 800 m alatti, úgy azt a CBRN meteorológiai jelentésben szignifikáns időjárási jelenséggként kódolni kell.

A semleges (neutrális) légrétegződés hatására a szennyezőanyag felhő hosszabb ideig magas koncentrációban maradhat a veszélyeztetett terület felett, a koncentráció csökkenése, a felhő mozgása szélességgfüggő.

Instabil légrétegződés esetén jelentős függőleges irányú mozgások lépnek fel, nagyban segítve a szennyezőanyag felhő szétterjedését, koncentrációjának felhígulását, környezetével való keveredését, így a szennyezett terület várhatóan kisebb lesz.

Az előzőek értelmében megállapítható, hogy a stabil, és különösen az inverziós légrétegződés kedvez leginkább a káros anyagok felhalmozódásának és terjedésének, az ABV kibocsátás „hatékonyságának”.

3.1. táblázat: Pasquill-kategóriák a besugárzás és a szélesség alapján<sup>6</sup>

A	erősen instabil
B	mérsékelten instabil
C	gyengén instabil
D	neutrális
E	gyengén stabil
F	mérsékelten stabil

Szélesség 10 m magasan [m/s]	Nappal a napsugárzás			Éjjel a felhőtakaró	
	erős	közepes	gyenge	felhős	derült
< 2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

### 3.5 Felszíni hatások

A meteorológiai paraméterek mellett a levegő áramlását a domborzat és a felszínborítottság is befolyásolja. A szennyezőanyag felhő terjedését, diffúzióját és sebességét jelentősen meghatározza a terep jellege. A felhő a felszínt követve halad, a völgyekben megrekedve akár veszélyes koncentrációban is feldúsulhat. A nagyobb akadályokat, például dombok, épületek, megkerüli, de különösen a magas fűvel, bokrokkal fedett felszín lelassíthatja a szennyezőanyag felhő haladását. Városokban a szennyezett légréteg épületek és egyéb építmények körüli mozgása rendkívül bonyolult, a mozgások az épület alakjától, relatív magasságától és egyéb tényezőktől függően nagyon eltérő mintázatokat alkothatnak.

<sup>6</sup> Fehér I., Deme S.: Sugárvédelem, ELTE Eötvös Kiadó Kft., 2010.

## 4. A CBRN jelentések és alkalmazásuk

Az ABV események körülményeinek és részleteinek továbbítására, a szakemberek tájékoztatására, valamint a kiértékelés meteorológiai támogatására alfanumerikus kódokat használnak. Ezek az úgynevezett CBRN jelentések a bekövetkezett események függvényében igen sokfélék lehetnek, szigorú tartalmi és formai követelményeiket a már korábban említett ATP-45 (STANAG 2103) NATO szabvány tartalmazza az összes tagország számára kötelező érvényű. A CBRN üzenetek alaptípusait az ABV esemény fajtája határozza meg (vegyi, biológiai, radiológiai, nukleáris), de egy adott esemény lefolyása során az alapadatokról, a kiértékelt adatokról és a felderítés eredményeiről is különböző típusú jelentések kerülnek továbbításra.

Egy ABV esemény bekövetkezése után a következő sorrendben kerülnek kiadásra a jelentések:

*CBRN-1:* A felderítő erők első jelentése az alapadatokról.

*CBRN-2:* A *CBRN-1* jelentések alapján készül, az értékelt adatok továbbítására szolgál.

*CBRN-3:* Az előrejelzett szennyezett, vagy veszélyes területekről szóló azonnali riasztás továbbítására szolgál.

*CBRN-4:* A felderítés (monitorozás) adatainak továbbítására szolgál. Két esetben használatos, egyrészt, mikor nincs információ a csapásról, és a szennyezettség detektálása az első jel. A másik eset, amikor a felderítő, monitorozó csoport jelent a szennyeződésről.

*CBRN-5:* A felderítés adatai alapján készített, a szennyezett terület határának megadására szolgál.

### 4.1 CBRN meteorológiai jelentések

A CBRN jelentéseknek hasonló szerepük van, mint a meteorológiában a szinoptikus (SYNOP), METAR vagy TAF táviratoknak, alfanumerikus formában, adatok továbbítására szolgálnak. A CBRN üzeneteket egy bekövetkezett ABV (CBRN) esemény során adják ki, legyen ez egy ipari baleset vagy akár egy atomtámadás. A jelentések tartalmazzák az összes fontos információt az eseményről és megfelelő tájékoztatást adnak a döntéshozóknak a további lépéseik meghozatalához (*Juhász, 2002*). A CBRN jelentéseket, beleértve a meteorológiai információkat is tartalmazó üzeneteket, minden felhasználó számára elérhetővé kell tenni, figyelembe véve azt a NATO alapelvet, amely szerint egy hadszíntérre egy előrejelzés kell, hogy vonatkozzon.

A különböző ABV eseményeket leíró CBRN jelentések mellett esszenciális a meteorológiai információk közzététele is, mely a következő üzenetek segítségével történik:

- CBRN CDR (Chemical Downwind Report): Talaj menti széljelentés: 10 m magasságig mért meteorológiai adatok továbbítására szolgál. CHEM (vegyi), BIO (biológiai), kibocsátáshoz kapcsolódó események értékelésekor használjuk.
- CBRN BWR (Basic Wind Report): Alap széljelentés: 2 km-es rétegekre felosztott magas légköri meteorológiai adatok továbbítására szolgál. NUC (nukleáris), RAD (radiológiai) és felemelkedéssel járó BIO kibocsátások értékelésekor használjuk.
- CDRN EDR (Effective Downwind Report): Közepes széljelentés: Hatóenergiákhoz kötött meteorológiai adatok továbbítására szolgál, a BWR-ből ismert egyes magassági rétegekre vonatkozó szélirányok által meghatározott eredő szélvektor irányát adja meg, mely irányba várható a felhő mozgása. Csak NUC események értékelésekor használjuk.

A légkör aktuális állapotát adott helyen különböző a meteorológiai állapothatározók (például: tényleges szélirány, szélesség, hőmérséklet stb.) mérésével határozhatjuk meg. A mért értékek, valamint az előrejelzési modellek adatai alapján a szinoptikus szakemberek állítják elő a talajmenti meteorológiai információkat tartalmazó kódolt üzenetet (CDM), de az előrejelzett mezők alapján emberi beavatkozás nélkül, algoritmusok segítségével is készülhetnek az üzenetek. A CDM-ek a meghatározott érvényességi területre, hat órára érvényes előrejelzést tartalmaznak. A pontosabb értékelés érdekében a hatórás érvényességi időtartamot három kétórás periódusra bontják fel, és az adatokat ezekre az idő intervallumokra határozzák meg. A CBRN üzenetek minden sora, így a CDM-é is egy-egy sorazonosítóval kezdődik, mely egyértelműen meghatározza, hogy milyen jellegű információt kódol, például a „ZULUM” sor mindig az üzenet érvényességére utal. A CDM üzenetek részletes magyarázata a következő:

**CBRNTYPE/CDM//** → meteorológiai jelentés fajtája (talajmenti széljelentés)

**AREAM/NDEG2121//** → érvényességi terület koordinátája (MGRS)

**ZULUM/051700ZJAN2005/051800ZJAN2005/060000ZJAN2005//**

→ üzenet kiadása/érvényesség kezdete/érvényesség vége  
(2005.01.05 17Z/2005.01.05 18UTC/2005.01.06. 00Z)

**UNITM/-/DGT/KPH/C//** → mérés mértékegységei (fok (irány)/kmh<sup>-1</sup>/Celsius fok)

<b>WHISKEYM/060/005/4/10/8/-/2//</b>	}	2 órás intervallumokra előrejelzett adatok
<b>XRAYM/065/007/4/10/8/-/2//</b>		
<b>YANKEEM/068/008/4/10/8/-/2//</b>		

A WHISKEYM, XRAYM, YANKEEM sorok értelmezése egymással analóg módon, a következőképpen történik:

**WHISKEYM/060/005/4/10/8/-/2//**

Szélirány: 60°

Szélesség: 5 km/h

Függőleges stabilitási kategória: 4 (táblázat alapján a 4-es a neutrális kategória)

Talaj menti levegő hőmérséklet: 10°C

Relatív páratartalom: 8 (ATP-45 táblázat alapján: 80-90% között)

Szignifikáns időjárási jelenség: nincs

Borultság: 2 (ATP-45 táblázat alapján a 2-es erősen felhős égboltot jelent)

A jelentések készítésénél elengedhetetlenül szükséges a meteorológiai tényezők ismerete mellett a helymeghatározás. Ezért mindegyik jelentésnek tartalmaznia kell az érintett terület térképi azonosítóját, ehhez szükségesek az érvényben lévő katonai célú térképrendszerek és koordináta-rendszerek ismerete.

#### ***4.2 A térképi terület meghatározása***

Egy ABV eseményt követő értékelési eljárás fizikai alapja a térkép, melyen a szabályzó szerinti eljárásokat követve gyors képet kaphatunk a kibocsátási terület elhelyezkedéséről és a valószínűsíthetően szennyezett területekről, ami a későbbi döntési folyamatok során kulcsfontosságú lehet (például: lakosság kitelepítése).

A térkép a Föld felszínén található természetes képződmények és mesterséges (épített) környezetünk arányosan kicsinyített, síkbeli egyezményes jelekkel történő ábrázolását jelenti. A felszín térképi leképezése során a geoid alakú Föld felszíni pontjainak földrajzi koordinátái, valamint a pontok síkra vetített síkkoordinátái közötti kapcsolatot a térkép torzítási tulajdonságait is meghatározó matematikai, ún. vetületi egyenletek írják le. A térkép széleskörű felhasználási lehetőségei miatt számos fajtája ismeretes (geodéziai, topográfiai, földrajzi, tematikus stb.). A nagyméretarányú, részletes geodéziai térképeket az alak- és mérethelyesség jellemzi, míg a földtudományokban leginkább elterjedt topográfiai térképek – amelyek általában a domborzatot is ábrázolják – kisebb

pontosságúak. A földrajzi térképek kevésbé részletesek, kisméretarányúak, természeti és társadalmi jelenségek, összefüggések ábrázolására alkalmasak.

A térképek katonai célú felhasználását tekintve, például: ABV védelem, a topográfiai térképek a leginkább fontosak, hiszen sokrétű információt szolgáltatnak a terepről, alkalmasak különböző mérési feladatok végrehajtására, koordináták, irányok, távolságok, méretek meghatározására. Hazánk NATO-hoz történő csatlakozását követően kezdődött meg az UTM (Universal Transverse Mercator – Univerzális Transzverzális Merkátor) szög tartó egyenlítői helyzetű metsző hengervetület alkalmazása a Magyar Honvédségben (Zubán, 2010).

### ***UTM vetület***

Az UTM hengervetület a Földet a  $84^{\circ}\text{E}$  és  $80^{\circ}\text{D}$  földrajzi szélességek között ábrázolja. A henger kiterített palástja 60 darab, egyenként hatfokos, a meridiánok által határolt sávokra, továbbá a szélességi körökkel nyolcfokosként övekre van felosztva. A zónákat nyugatról kelet felé növekedve számozzák 1–60-ig, illetve délről észak felé az angol abc betűivel jelölik. A poláris területeken, a déli félgömbön az A és B, míg az északi félgömbön az Y és Z betűket alkalmazzák. Így végül is egy UTM zónát egy szám és egy betű azonosít, a szám a függőleges (hosszúsági), a betű pedig a vízszintes (szélességi) zóna jelölésére szolgáló koordináta. Hazánk területét például a 33U, 34U és 33T, 34T mezők fedik le (4.2.1. ábra).



4.2.1 ábra: Az UTM hálózat európai kivágata<sup>7</sup>

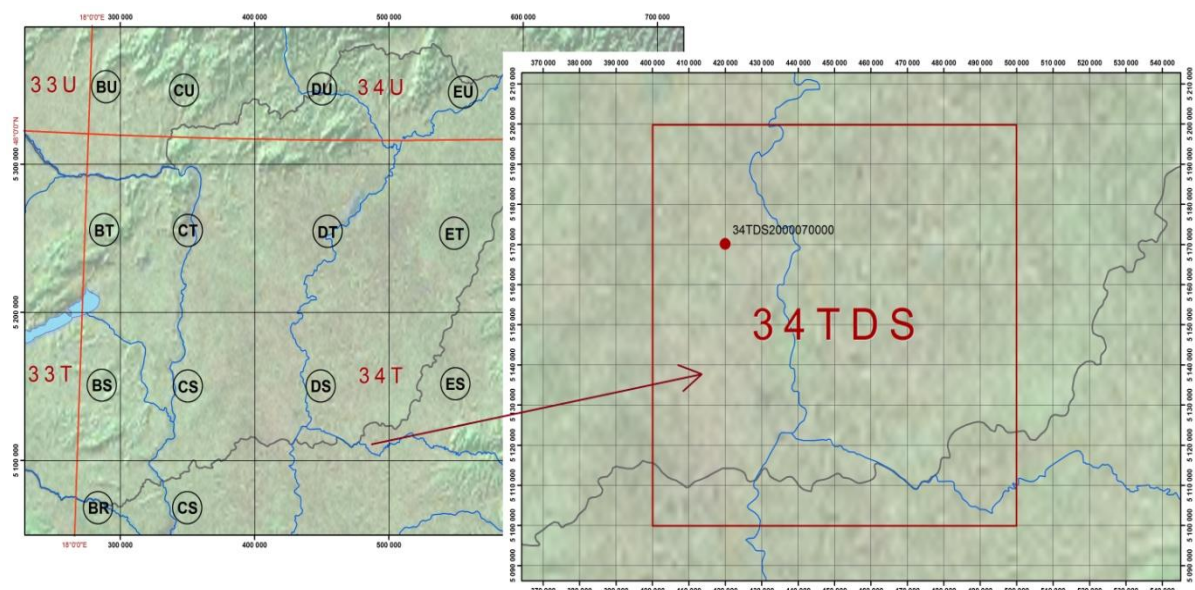
<sup>7</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Transverse\\_Mercator\\_coordinate\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Transverse_Mercator_coordinate_system)

Egy zónán belül egy adott pont UTM koordinátájának meghatározása a zóna középmeridiánjától, valamint az Egyenlítőtől mért távolságának méterben való megadásával történik.

### ***MGRS koordináta-rendszer***

A gyors és egyértelmű helymeghatározás érdekében a NATO tagországaiban egységesen, így a Magyar Honvédségnél is az úgynevezett Katonai Keresőhálózati Rendszert (MGRS – Military Grid Reference System) alkalmazzák, melynek előnye, hogy egy pont helyzete egy azonosítóval adható meg. Az MGRS koordináta egy téglalap alakú területet határoz meg, amin belül a pont megtalálható, a téglalap nagyságának csökkentésével növelhető a helymeghatározás pontossága (Zubán, 2010).

Az MGRS koordináta-rendszerben egy pont helyzetét az UTM vetületi koordinátarendszerben lehet meghatározni a következőképpen: az UTM rendszer 6 x 8 fokos rácshálózatát további 100 x 100 km-es négyzetekre osztva kapjuk meg az MGRS típusú koordináta vonatkozó területének betűazonosítóit (4.2.2. ábra). A további, számjegyekkel jelölt részkoordináták az egyes tereppontok helyének pontos meghatározására szolgálnak, melyet az adott 100 x 100 km-es mező bal alsó sarkától balra (keleti irányba), majd felfelé (északi irányba) kell mérni. Például a 4019 értékű részkoordináta esetében ez a mező bal alsó sarkától 40 km-re jobbra, és 19 km-re felfelé található, ez esetben a koordináta értéke kilométer pontosságú.



4.2.2 ábra: Koordináta meghatározás MGRS-ben

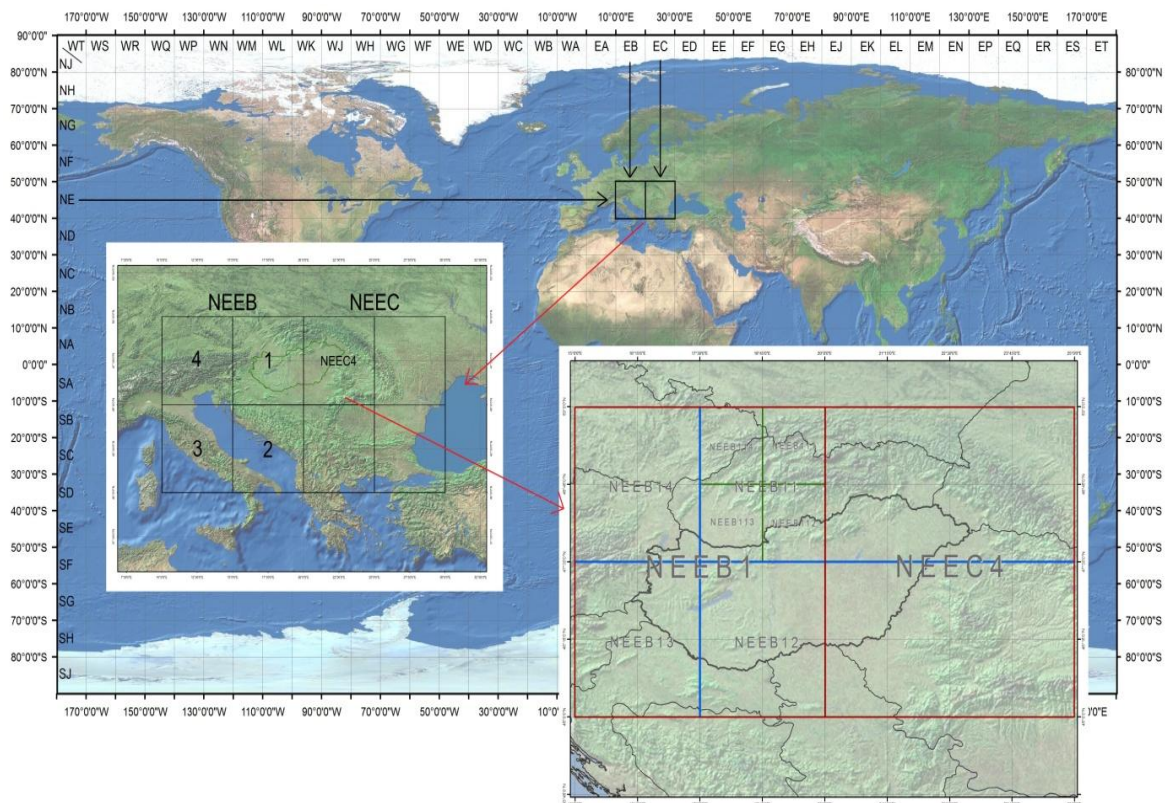


A pontosabb helymeghatározás érdekében a részkoordináta számjegyei növekedhetnek, így például:

- a 34TDT4019 MGRS koordináta 1 kilométer pontosságú;
- a 34TDT410197 koordináta 100 méter pontosságú;
- a 34TDT41051974 koordináta 10 méter pontosságú;
- a 34TDT4105419743 koordináta pedig 1 m pontossággal határozza meg az adott tereppont helyét.

Az MGRS rendszerben lehetőség van ennél nagyobb pontosság elérésére is, mivel a részkoordináta számjegyeinek száma elvileg nincs korlátozva, de a katonai gyakorlatban ennél pontosabb helymeghatározásra ritkán van szükség.

A szabványos NATO térképek egyik jellemzője, hogy mind az UTM koordinátákat, mind a földrajzi koordinátákat tartalmazzák, illetve leolvasható róluk az MGRS koordináta is. A CBRN meteorológiai jelentések egy adott területre vonatkoznak, melynek alapja egy 10 x 10 fokos rácshálózat, mely az ábrán látható módon tovább finomítható (4.2.3. ábra).



4.2.3. ábra: CBRN meteorológiai jelentések térképi területei

## 5. A meteorológiai paraméterek hatása a veszélyes ipari anyagok terjedésére

A következőkben két példán keresztül egy lehetséges szennyezőanyag-terjedés előrejelzését mutatom be, illetve az ún. egyszerűsített eljárás alkalmazásával elvégzem az esemény értékelését.

Egy ABV esemény értékelésekor első lépésben meghatározzuk a kibocsátás típusát, illetve megállapítjuk a rendelkezésre álló információk alapján, hogy melyik kategóriába sorolható az esemény az ATP-45 szabvány szerint. A kiértékelés második szakaszában alkalmazhatunk egyszerűsített vagy részletes eljárást, de amennyiben a veszélyes anyag ismeretlen, csak az egyszerűsített eljárás használható. A következő fázisban meghatározzuk és megszerkesztjük a kibocsátási területet, majd kiszámítjuk a talajmenti széliránytól és szélességtől függő, a veszélyeztetett terület nagyságát jellemző mérőszámot, az ún. *behatolási mélységet*. A veszélyes terület térképi ábrázolása már megfelelő alapot biztosít a döntéshozók számára a kialakult veszélyhelyzet következményeinek, a személyi és anyagi veszteségek hatékony mérséklésére. Az esemény felderítése során kapott további információk a kezdeti gyors értékelést követően hozzájárulnak a veszélyeztetett terület pontosabb meghatározásához.

### 5.1. Ipari vegyi baleset értékelése pontforrás esetén

A példában, egy vegyi üzemben (PLT – plant) bekövetkezett (OBS – observed) üzemi balesetet vizsgálunk, ahol a kibocsátás összmenyisége 55000 kg arzén-triklorid (azonosító száma: 1560), melyet a szabvány az extrém nagy (XLGCHEM) kategóriába sorol. A balesetben megsérült tartályokból nagy mennyiségű folyékony anyag szabadult ki és a következményeket súlyosbítja, hogy a veszélyes anyag meggyulladt, így a gőz fázisú szennyezőanyag jóval nagyobb távolságokra juthat el. Az előzőekben vázolt információkat kódolva az alábbi CBRN CHEM jelentés tartalmazza, melynek utolsó sora (GENTEXT) lehetőséget ad nem kódolt szöveg továbbítására is. A küldő szervezet azonosítására szolgáló sorok nem szerepelnek a példában.

**DELTA/080810ZFEB2011//**

a baleset bekövetkezésének időpontja

**FOXTROT/ 34TDS0531487700/AA//**

a baleset helye MGRS koordinátarendszerben

(földrajzi koordinátája: 46°50'10''É; 19°45'30''K)

**GOLF/OBS/PLT/1/-/XLGCHEM//** megfigyelt/vegyi üzem/előfordulás száma/tároló tartály típusa/vegyi anyag mennyisége

**INDIA/SURF/1560/-//** talajmenti kibocsátás/arzen-triklorid/illanó vagy maradó anyag

**MIKER/FIRE/POOL//** tűz keletkezett/nagymennyiségű folyékony anyag//

**GENTEXT/VEGYI UZEMBEN BALESET MIATT TUZ KELETKEZETT ES A SERULT TARTALYOKBOL 55 TONNA ARZEN TRIKLORID OMLOTT KI//**

Az aktuális talajmenti szélelőrejelzés (CDM) a következő:

**CBRNTYPE/CDM//**

**AREAM/NEEB121/**

**ZULUM/080500ZFEB2011/080600ZFEB2011/081200ZFEB2011//**

**UNITM/-/DGG/KPH/C//**

**WHISKEYM/213/07/S/12/3/-/2//**

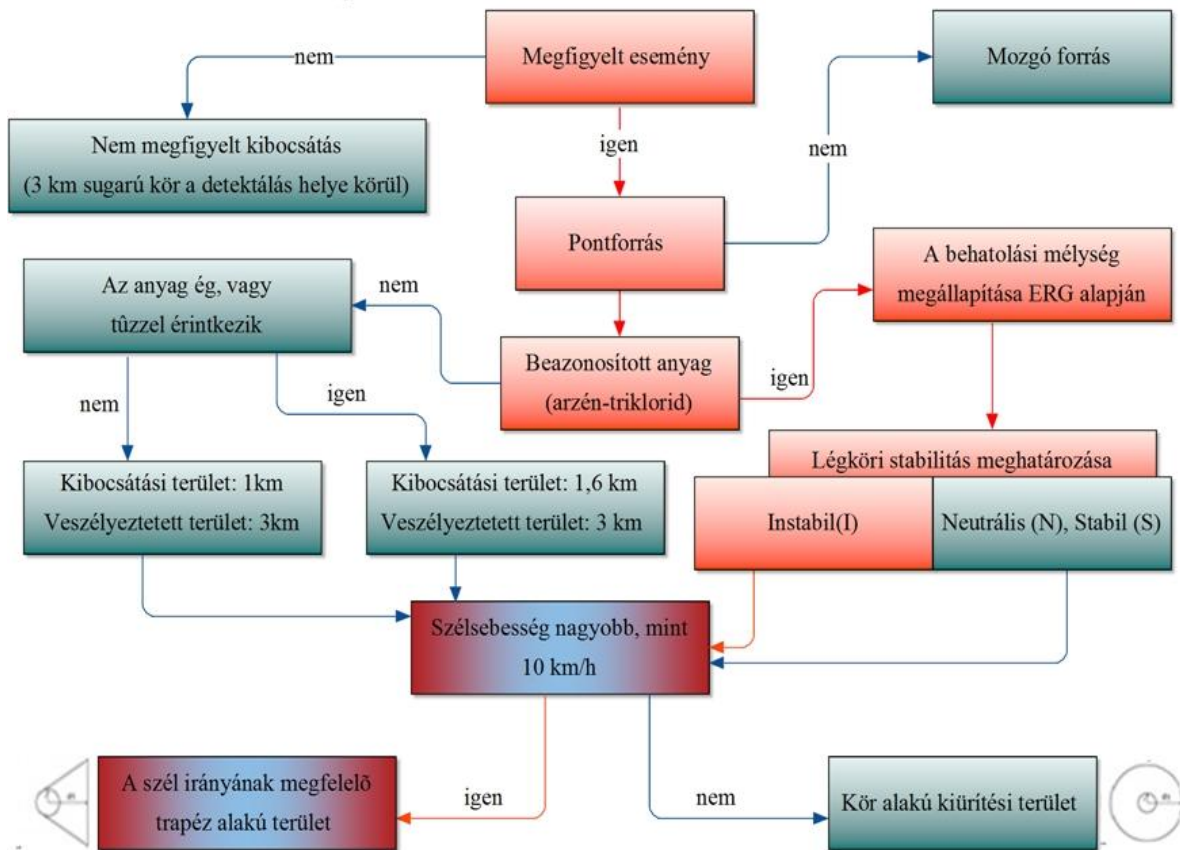
**XRAYM/084/011/N/10/3/-/2//**

**YANKEEM/135/017/N/09/3/-/1//**

A következő ábra (5.1.1. ábra) általánosságban mutatja be a vélt vagy bekövetkezett esemény utáni döntési sor egyes lépéseit. A folyamatábrán nyomon követhető (a piros vonal mentén) a fenti példában bemutatott esemény részletes kiértékelése. Az ABV baleset körülményeire vonatkozó információkat, valamint a meteorológiai adatokat felhasználva látható, hogy az értékelési eljárás eredménye egy a szél irányába kiterjedő trapéz alakú veszélyeztetett terület lesz.

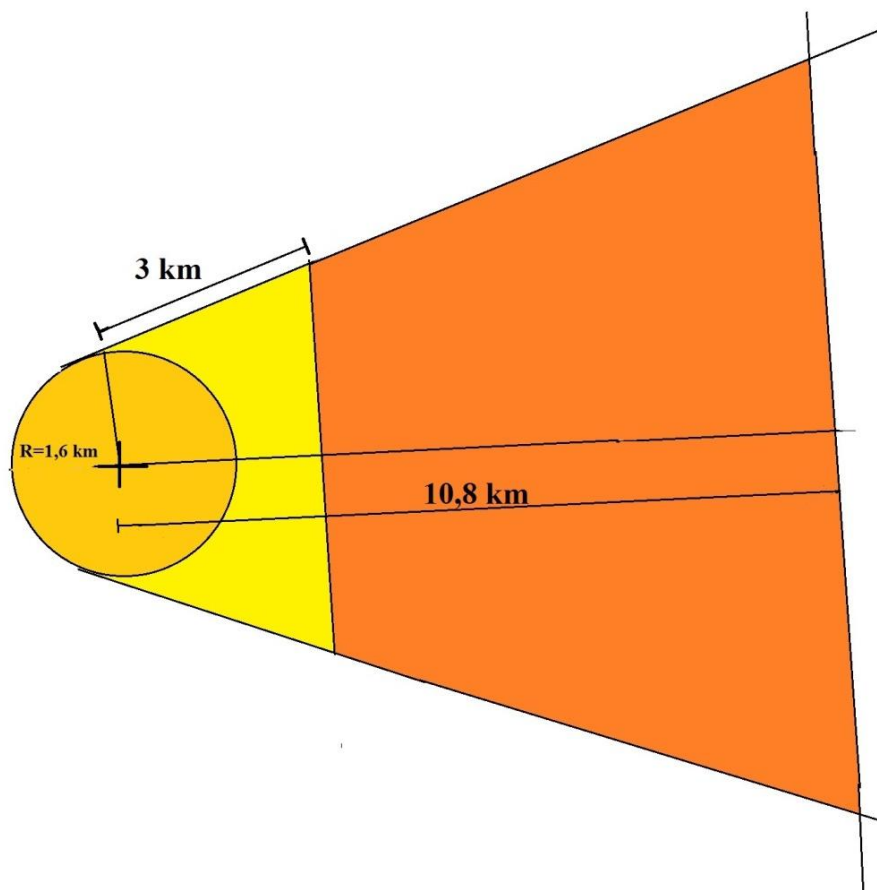
Az elsődleges, egyszerű értékelés során a szennyezőanyagra való tekintet nélkül, a kibocsátási terület minden esetben egy, a FOXTROT sorban meghatározott pont köré rajzolt 1 km, tűz esetén 1,6 km sugarú kör. A veszélyeztetett területre vonatkozó behatolási mélység nagysága 3 km, amennyiben a szélesebbégek kisebb, mint 10 km/h akkor a terület egy ilyen sugarú kör. Nagyobb szélesebbégek esetén a szél irányába húzott egyenesre felmérjük a 3 km-t, és merőlegest állítunk rá. A kör középpontjából a meghosszabbított egyenesre, a meteorológiai szél irányába felmérjük a kör átmérőjét, és ebből a pontból érintőt húzunk a körhöz. Az érintők, a merőleges egyenes és a kör által meghatározott terület (5.1.2. ábra) az egyszerű értékelési eljárás során kapott veszélyeztetett terület.

## ABV kiértékelés folyamata



5.1.1. ábra: ABV kiértékelés folyamata (forrás: ATP-45)

A részletes eljárás során a kör alakú kibocsátási terület sugara a veszélyes anyag ismeretében (a mi esetünkben arzén-triklorid), az ERG szabályzat (Emergency Response Guidebook – Veszély Elhárítási Útmutató) alapján határozható meg. Tűz esetén ez az érték minden esetben 1600 m. A behatolási mélység meghatározásához figyelembe kell venni az anyag mennyiségét, valamint a légköri stabilitást (Pasquill-index). Esetünkben az extrém nagy mennyiségű anyag és a semleges légrétegződés miatt a Veszély Elhárítási Útmutató szerint az érték 10,8 km. A veszélyeztetett terület szerkesztése az előzőekben vázoltakhoz hasonlóan történik.



5.1.2. ábra: Veszélyeztetett terület kiterjedése pontforrás esetén

## 5.2. Ipari vegyi baleset értékelése mozgó forrás esetén

A második esettanulmányban egy megsérült vasúti szállító tartálykocsiból kifolyt 52000 kg arzén-triklorid okoz szennyeződést. A kiömlés közben a tartálykocsi 3,5 km-es utat tett meg, a kibocsátás kezdő- és végpontjának koordinátáit a FOXTROT sor tartalmazza. Az egyszerűsített eljárás során a veszélyeztetett terület kijelölése az előző példában vázolt szerkesztési lépések alapján történik. A kibocsátási terület 1 km sugarú körét, illetve a 3 km-es behatolási mélység által meghatározott veszélyeztetett területet a kezdő – és végpont köré is megrajzoljuk. A mozgó forrás veszélyeztetett területét az 5.2.1. ábrán látható módon határozzuk meg.

A részletes kiértékeléshez szükséges adatokat az ERG útmutató tartalmazza. Az arzén-triklorid kibocsátási területe egy 0,09 km-es sugarú kör, míg a behatolási mélység 3,5 km, figyelembe véve az anyag mennyiségét, a légkör stabilitását és a szennyezőanyag-forrás mozgását. Az ABV esemény leírását tartalmazó CBRN jelentés:

**DELTA/080810ZFEB2011//**

**FOXTROT/ 34TDS0531487700/AA/34TDS0250189845/AA//**

**GOLF/OBS/PLT/1/-/XLGCHEM//**

**INDIA/SURF/1560//-/**

**MIKER/-/-//**

**GENTEXT/VASÚTI TARTALYKOCSI MEGSERULT 52 TONNA ARZEN  
TRIKLORID KIOMLOTT 3500 M UTVONALON.//**

Meteorológiai jelentés:

**CBRNTYPE/CDM//**

**AREAM/NEEB121/**

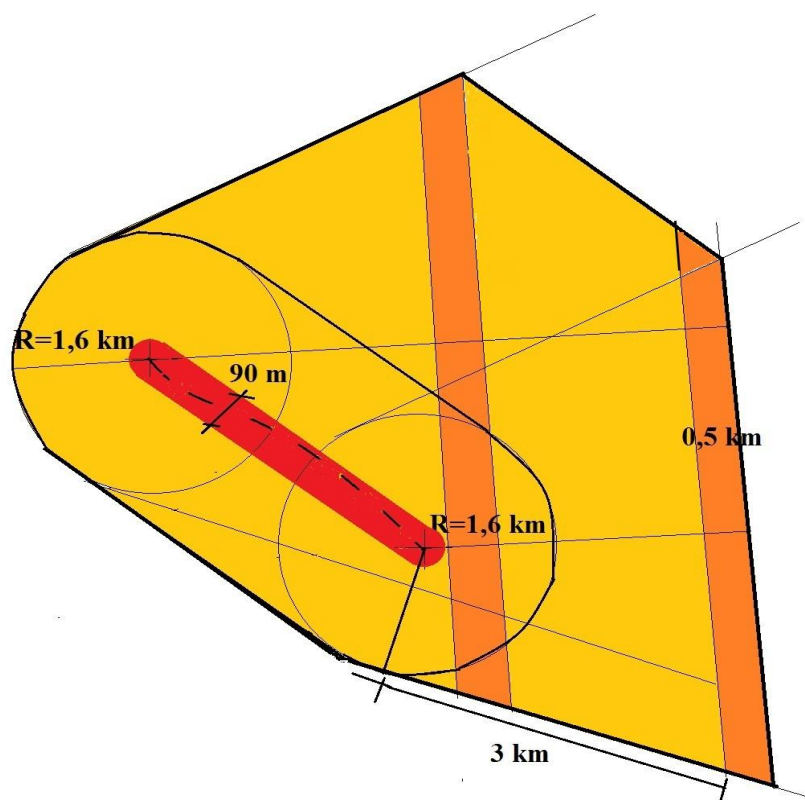
**ZULUM/080500ZFEB2011/080600ZFEB2011/081200ZFEB2011//**

**UNITM/-/DGG/KPH/C//**

**WHISKEYM/243/012/S/12/3/-/2//**

**XRAYM/079/012/N/10/3/-/1//**

**YANKEEM/115/015/N/09/3/-/1//**



5.2.1. ábra: Veszélyeztetett terület kiterjedése mozgó forrás esetén

## 6. Döntéstámogató és helyzetértékelő szoftverek

Az előző fejezetben bemutattam a különböző ABV események manuális (kézi) értékelési eljárásának menetét. Látható, hogy ilyen szituációkban a gyorsaság és precizitás a két legfontosabb tényező a magas fokú hatékonyság eléréséhez. Természetesen napjainkban az értékelés már nem manuális módon történik. A jelenleg érvényes NATO irányelvek megkövetelik a korszerű, fejlett számítógépes programok használatát, amelyek segítik a szakemberek munkáját különböző ABV események bekövetkeztekor, legyen az veszélyes ipari anyag kiszabadulása, vagy akár mérgező harcanyag alkalmazás. Ezek a döntéstámogató és helyzetértékelő szoftverek eredményesen segítik a gyors, és pontos munkavégzést a Magyar Honvédségnél is.

A következőkben két, a Magyar Honvédségnél is alkalmazott, értékelő szoftver kerül bemutatásra: a CBRN Analysis és az HPAC.

### 6.1 A CBRN Analysis program bemutatása

A CBRN Analysis szoftver egy komplex döntéstámogató rendszer. Kifejezetten katonai alakulatok, valamint civil katasztrófavédelmi szervek számára fejlesztették atom-, biológiai és vegyi fegyverek alkalmazása, valamint egyéb ABV események következtében kialakuló veszélyek gyors előrejelzésére. Egyesíti azt a folyamatot, mely a veszélyforrás felderítési adataitól a kommunikáción, szakértékelésen keresztül az értékelt információk megjelenítéséig és az érintett, illetve a veszélyeztetett szervezetek riasztásáig, tájékoztatásáig terjed (Őze, 2010). A program minden tekintetben eleget tesz az irányadó NATO szabványoknak, így az összes tagállamban és békepartner országban alkalmazható.

A szoftver rendszerkövetelményei nem magasak, futtatásához nincs szükség nagy teljesítményű számítógépekre, így széles körben alkalmazható.

A CBRN Analysis programcsomag főbb szolgáltatásai:

- CBRN üzenetek készítése, küldése, fogadása, feldolgozása,
- adatátvitel (LAN, modem, kábel, outlook),
- ABV csapások és nem csapásból származó kibocsátások értékelése,
- sugárdózis és a sugárszint kiszámítása,
- térinformatikai megjelenítés,
- gyakorlatok tervezése,
- beépített veszélyhelyzet elhárítási kézikönyv (ERG2008),

- internetes támogatás és frissítés.

A program kiemelt előnyei közé tartozik az egyszerű kezelhetőség, a gyors adatbeviteli és –átviteli lehetőség, a folyamatos technikai támogatás, valamint az elengedhetetlen ATP-45 kompatibilitás. Hátránya, hogy drága, csak angol nyelven érhető el, és a domborzati viszonyokat nem veszi figyelembe az ábrázolásnál.

### **6.2 Az HPAC program bemutatása**

Az HPAC (Hazard Prediction and Assessment Capability – Kockázatbecslési és Felmérési Képesség) egy olyan program, amely modellezi és előrejelzi az ABV események során a légkörbe került veszélyes anyagok környezetre, illetve lakosságra gyakorolt hatásait. Ehhez nagyszámú adatot használ fel a veszélyes anyag forrásáról, az időjárási paraméterekről, a terepviszonyokról, a lakosságról stb. és ezek segítségével készíti el a veszélyeztetett terület nagyságára és elhelyezkedésére vonatkozó ábrát, mely a CBRN Analysis-hoz képest egy kevésbé konzervatív becslést eredményez.

A szoftver legfőbb előnye, hogy az ATP-45-ös szabályzatot kiegészítve, képes finomítani a veszélyeztetett terület nagyságán, továbbá képes megbecsülni a fizikai környezetet (például a felszíni ülepedést, illetve lerakódást és a levegőben lévő veszélyes anyag koncentrációt), valamint a lakosságot ért hatásokat. A program korlátai közé tartozik, hogy csak angol nyelven érhető el, kezelése nagyfokú szaktudást igényel, egy-egy értékelés elkészítése hosszadalmas folyamat a szükséges adatok begyűjtése miatt, térbeli felbontása korlátozott, valamint nem képes elkülöníteni az egymástól eltérő városi környezeteket.

Az HPAC modell alapvető komponensei:

- ABV anyagokra vonatkozó karakterisztikák
- adatbázisok (időjárás, felszínborítottság, populáció),
- légköri (Gauss-típusú) terjedési modell,
- az emberi szervezetre gyakorolt hatások modelljei.

### **6.3 Esettanulmányok kiértékelése CBRN Analysis és HPAC szoftverrel**

Az 5. fejezetben, két példán keresztül mutattam be egy lehetséges szennyezőanyag-terjedés előrejelzésének folyamatát az egyszerűsített és részletes manuális eljárás alkalmazásával. A fentebb bemutatott szoftverek segítségével az ABV kiértékelés sebessége lényegesen



nagyobb lesz, mint a manuális eljárás során, hisz a kézzel elkészített ábrák megszerkesztése időigényes feladat. A következőkben bemutatott esettanulmányok szoftveres kiértékelését volt szerencsém személyesen elvégezni az MH GAVIK-ban, ahol részletes útmutatást kaptam a programok használatáról.

A CBRN Analysis program segítségével készült számítások elvégzéséhez, egy felhasználóbarát beviteli panelen keresztül, meg kellett adnom az adott CBRN esemény adatait (koordináták, kibocsátott anyag mennyisége, típusa, kibocsátás módja és körülményei). Az időjárási paramétereket a CBRN CDM alapján a program meteorológia üzenetszerkesztő paneljén keresztül tápláltam be (6.3.1. ábra).

The screenshot shows the 'CDR' window with the 'Message' tab selected. The form contains the following fields:

- CBRNTYPE:** CDM (dropdown)
- AREAM:** NDED4232 (text)
- ZULUM:** 030500ZAPR2010, 030600ZAPR2010, 031200ZAPR2010 (text)
- UNITM:** . (text), DGG (dropdown), KPH (dropdown), C (dropdown)
- WHISKEYM:** 270, 012, 4 (dropdown), [sun icon], 10, 4 (dropdown), 6 (dropdown), 1 (dropdown)
- XRAYM:** 180, 011, 4 (dropdown), [sun icon], 10, 8 (dropdown), - (dropdown), 2 (dropdown)
- YANKEEM:** 010, 011, 4 (dropdown), [sun icon], 10, 8 (dropdown), - (dropdown), 2 (dropdown)

Buttons: OK, Cancel

Status bar: Surface Air Temperature

6.3.1 ábra: CBRN Analysis meteorológiai üzenetszerkesztő panelje

A modellfuttatás eredményeként természetesen ugyanolyan alakzatokat kapunk, mint manuális kiértékeléskor, és ugyanakkorák az ATP-45 szabályzat szerint meghatározott távolságok is. A program térképes megjelenítésének köszönhetően pontosan és gyorsan meghatározhatjuk, beazonosíthatjuk a veszélyeztetett területeken elhelyezkedő létesítményeket, településeket, ugyanakkor az eredmények elemzése során fontos szem előtt tartani, hogy az eredményül kapott terület a domborzat módosító hatásának figyelembe vétele nélkül kerül ábrázolásra.

### 1. Példa

Az 5.1 fejezetben említett példa számítógépes kiértékelésekor a CBRN CHEM üzenet adatainak bevitelét követően megadtam a CDM jelentés meteorológiai paramétereit. Az előrejelzés szerint a szél a baleset időpontjában (080810ZFEB2011) várhatóan  $84^\circ$  felé fúj, 11 km/h erősségű, a légrétegződés neutrális, a hőmérséklet  $10^\circ\text{C}$ , a páratartalom mértéke 3-as kategóriájú (30 - 39%), az égbolt borult, szignifikáns időjárási jelenségre nem lehet számítani. Mivel a szél erőssége nagyobb, mint 10 km/h, a veszélyeztetett terület alakja „szoknya” formájú lesz, melynek méretei megegyeztek a manuális kiértékeléskor számított értékekkel, így a 6.3.2. ábrát kaptuk:



6.3.2. ábra: Veszélyeztetett terület kiterjedése pontforrás esetén, szoftveres kiértékeléssel

### 2. Példa

Ebben a példában, a baleset időpontjában (080810ZFEB2011) a következő időjárási helyzet várható a CDM alapján: a szél  $79^\circ$  felé fúj, 12 km/h sebességű, a légrétegződés neutrális, a hőmérséklet  $12^\circ\text{C}$ , a relatív nedvesség 30 és 39% közötti, az égbolt erősen felhős. Mozgó forrás esetén (vasúti tartálykocsi) a kapott eredmény a 6.3.3. ábrán látható, ami szintén megegyezik a manuális értékelés során kapottakkal.



6.3.3. ábra: Veszélyeztetett terület kiterjedése mozgó forrás esetén, számítógépes kiértékeléssel

### 3. Példa

A következő példában azt vizsgáltam, hogy ugyanolyan mennyiségű és fajtájú szennyezőanyag kibocsátás által okozott veszélyeztetett terület hogyan módosul két különböző meteorológiai helyzetben; ha eltérő széladatokat adok meg, ha változtatok a levegő stabilitásán, nedvességtartalmán és más szignifikáns időjárási jelenségeket tüntetek fel.

Az esettanulmány szerint Aszód vasútállomáson egy álló helyzetű vasúti tartálykocsiból nagy mennyiségű ammónia szivárog és párolog. A meteorológiai jelentésekben a két helyzetnek megfelelően eltérő szél, hőmérséklet, relatív nedvesség, borultság és stabilitási adatokat adtam meg. A baleset időpontjában, az első esetben 10 km/h óra alatti szélesség várható, erősen stabil légrétegződéssel, melyben az inverziós réteg legfeljebb 800 m-ig terjedhet. A második esetben módosítottam a szél irányán és sebességén (10 km/h feletti értékeket adtam meg), valamint a légkör stabilitásán.

**AREAM:** NEEB112//  
**ZULUM:** 250600ZOCT2012/  
 250600ZOCT2012/251200ZOCT2012//  
**UNITM:** -/DGG/KPH/C//  
**WHISKEYM:** 073/006/7/8/8/A/2//  
**XRAYM:**069/009/7/9/7/A/2//  
**YANKEEM:** 073/010/7/10/7/C/2//

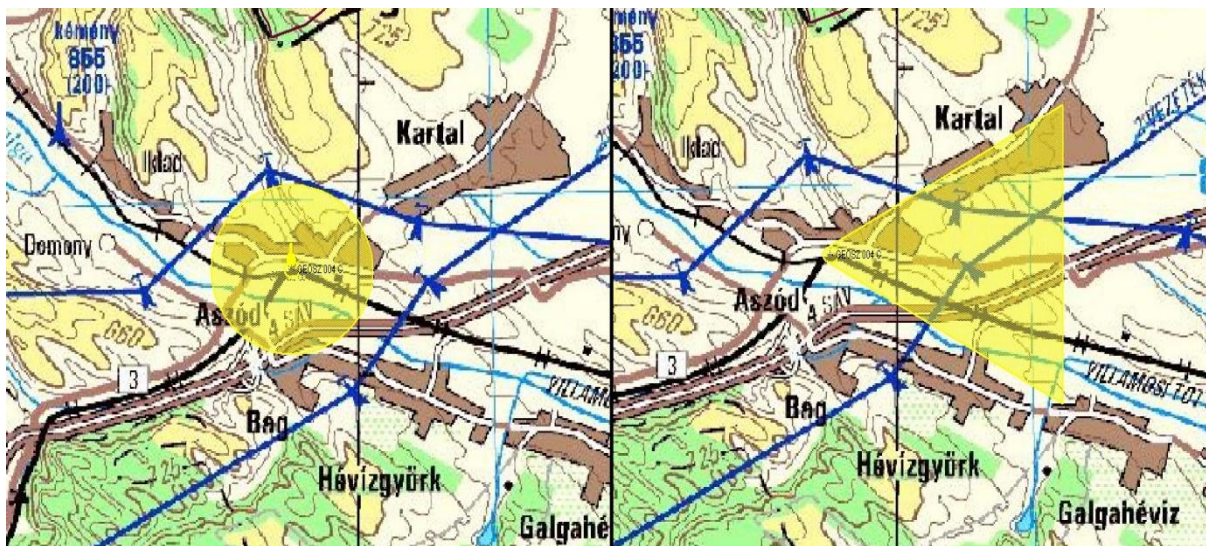
**AREAM:** NEEB112//  
**ZULUM:** 250600ZOCT2012/  
 250600ZOCT2012/251200ZOCT2012//  
**UNITM:** -/DGG/KPH/C//  
**WHISKEYM:** 091/013/4/8/8/-/0//  
**XRAYM:** 091/011/5/7/9/-/0//  
**YANKEEM:**090/009/5/6/9/6/0//

A szoftver által generált úgynevezett CBRN 3-as jelentés tartalmazza az esemény leírását, valamint az előrejelzett veszélyeztetett terület tulajdonságait is.

**DELTA:** 250820ZOCT2012//  
**FOXTROT:** 34TCT8603778313/AA//  
**GOLF:** OBS/RLD/1/TNK/LRGCHEM//  
**INDIA:** SURF/1005//  
**MIKER:** POOL/CONT//  
**PAPAA:** 150M/-/2KM/-//

**DELTA:** 250820ZOCT2012//  
**FOXTROT:** 34TCT8603778313/AA//  
**GOLF:** OBS/RLD/1/TNK/LRGCHEM//  
**INDIA:** SURF/1005//  
**MIKER:** POOL/CONT//  
**PAPAA:** 150M/-/5KM/-//

A számítások elvégzése után megállapítottam, hogy a szélesebbesség megváltozásakor jelentősen megváltozik a veszélyeztetett terület alakja és mérete, mindkét esetben a kibocsátási terület 0,15 km sugarú kör, eltérést a behatolási mélység nagyságában tapasztaltam, ami az első esetben mindössze 2 km volt, a 10 km/h alatti szélesebbesség miatt a veszélyeztetett terület kör alakú lesz. A behatolási mélység a második esetben már 5 km, itt a szélesebbesség növekedése miatt trapéz alakú a veszélyeztetett terület alakja. Az eredményeket a CBRN jelentésben zöld színnel emeltem ki. A program által kirajzolt területek a következők:



6.3.4. ábra: Az időjárási paraméterek megváltozása nyomán bekövetkezett módosulások a veszélyeztetett terület alakjában az 1. (kis szélességű) és a 2. (nagy szélességű) esetben

#### 4. Példa

A következő esettanulmányban egy esetleges vegyifegyver-támadás hatásait vizsgáltam, valamint összehasonlító elemzést végeztem a CBRN Analysis és az HPAC szoftverek által nyújtott eredmények között. A helyszín ismét Aszód volt, és egy szarin gázzal végrehajtott légicsapás következményeit modelleztem. A szarin gáz színtelen, szagtalan, nagy illékonyaságú idegméreg, amely belélegezve és bőrre kerülve is képes maradandó idegi károsodást, illetve halált okozni. Az eseményt leíró CBRN jelentés, valamint az aktuális időjárási paraméterek a következők:

**DELTA:** 250820ZOCT2012//

**AREAM:** NEEB112//

**FOXTROT:** 34TCT8603778313/AA//

**ZULUM:** 250600ZOCT2012/

**GOLF:** OBS/AIR/1/BOM/1//

250600ZOCT2012/251200ZOCT2012//

**INDIA:** SURF/BL//

**UNITM:** -/DGG/KPH/C//

**MIKER:** -/-//

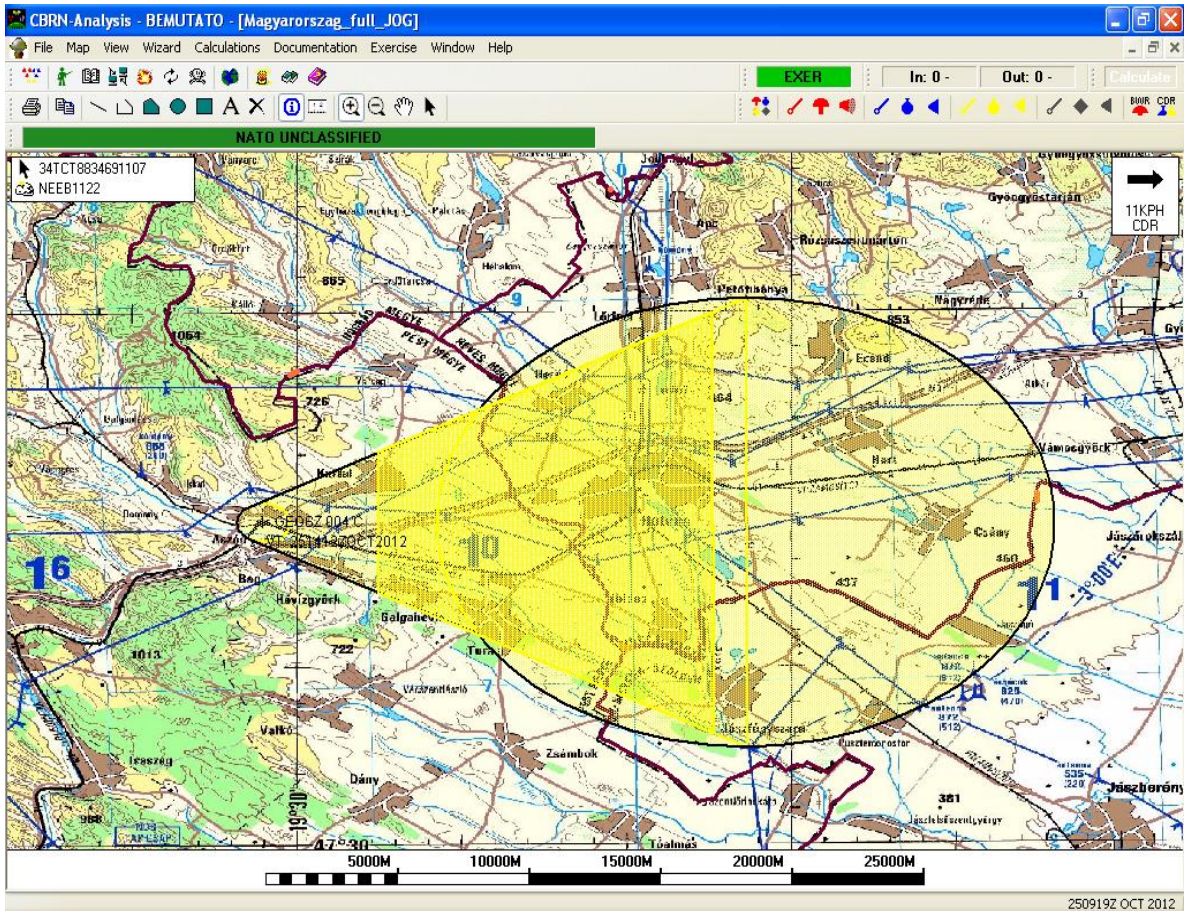
**WHISKEYM:** 091/013/4/8/8/-/0//

**PAPAA:** 1KM/-/30KM/-//

**XRAYM:** 091/011/5/7/9/-/0//

**YANKEEM:**090/009/5/6/9/6/0/

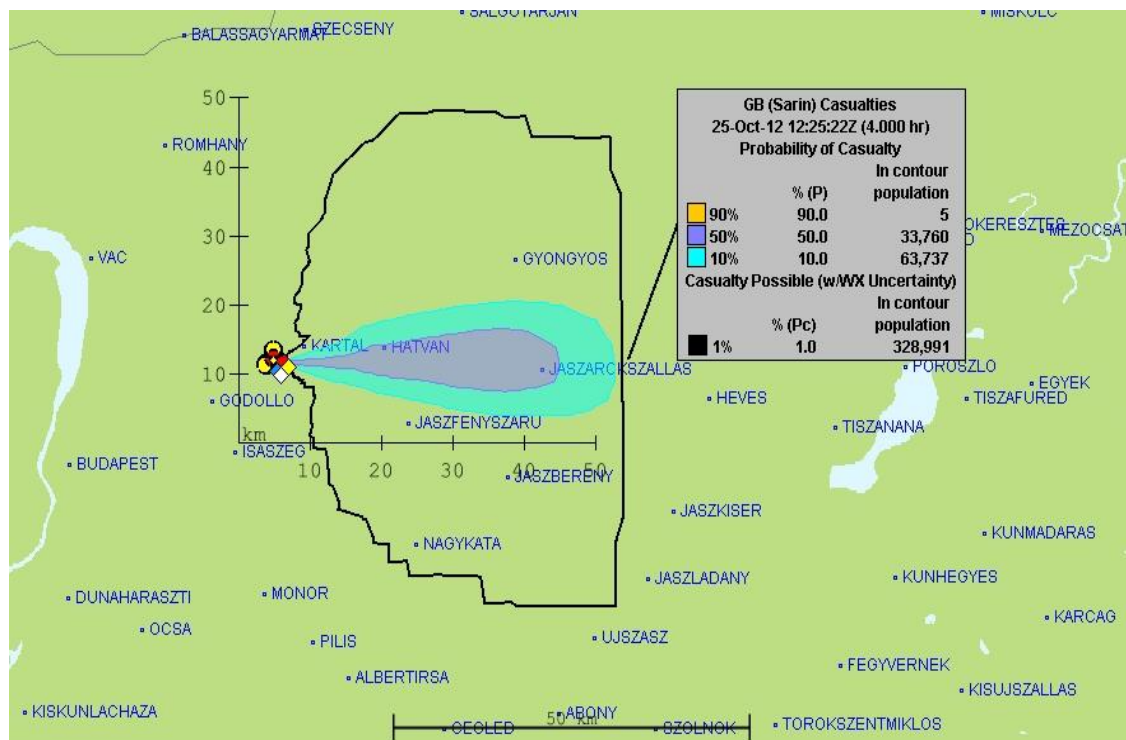
A CBRN Analysis által kiszámolt terület a 6.3.5. ábrán látható.



6.3.5. ábra: Veszélyeztetett terület kiterjedése vegyi-fegyver támadás nyomán (CBRN Analysis)

Szembevetendő a szélsébség hatására történő változás a veszélyeztetett terület alakjában. Az esemény 08.20Z-kor történt, vagyis az értékelés során először az XRAYM sor meteorológiai adatait kell használni, mivel ez a sor tartalmazza a 08Z és 10Z közötti időszakra az előrejelzést. Ebből adódik a „szoknya” forma, mivel az ATP-45 szabvány alapján, ha a szélsébség meghaladja a 10 km/h-t, nem alkalmazható a kör alakú veszélyeztetett terület. Továbbá a program újraértékelte a veszélyeztetett területet (ez a szoftver számításai szerint 30 km,) ugyanis az időjárási adatok változása és az ideggáz tulajdonságai miatt megváltozott a mérgező harcanyagfelhő terjedésének karakterisztikája.

Amennyiben ugyanezt az eseményt HPAC szoftver segítségével ábrázoljuk, a következő képet kapjuk:



6.3.6. ábra: Veszélyeztetett terület kiterjedése és várható emberi veszteségek vegyi-fegyver támadás nyomán (HPAC)

Az HPAC szoftverrel történő számítás pontosabban ábrázolta a veszélyeztetett területeket, valamint megbecsülte a várható emberi hatásokat is, eszerint a várható veszteségek száma az 5 főtől akár 330 000 főig terjedhet, különböző valószínűségek szerint (10-90%). Hangsúlyozom, hogy ezek a számok olyan becslések, melyek a szoftver korlátaiból fakadóan (lakossági adatokra vonatkozó adatbázis nem kellő gyakorisággal kerül frissítésre) csak hozzávetőlegesen adják meg az érintett, veszélyeztetett lakók számát, ugyanakkor jól érzékelhető az ATP-45 által megfogalmazott szabályokhoz képest „finomabb” értékelés.

## 7. Összefoglalás

Szakedolgozatom célja betekintést nyújtani az ABV védelem elméletébe és gyakorlati alkalmazásának alapjaiba. Bemutattam a Magyar Honvédségnél alkalmazott NATO-kompatibilis szabályzatokat és irányelveket, amelyek elősegítik az esetlegesen kialakult veszélyhelyzetek elleni védekezést. Ezen túlmenően rávilágítottam a meteorológiai tényezők szerepére és fontosságára az ABV védekezésben. Következtetéseimet esettanulmányok bemutatásával támasztottam alá. Foglalkoztam a hagyományos kézi és az újabb számítógépes döntési rendszerekkel. Hangsúlyozom, hogy mindkét eljárási módszernek megvan a helye és szerepe a védekezésben, hiszen az itt alkalmazott eljárások hosszú évek tapasztalataiból, és tudományos kutatási eredmények felhasználásával kialakított egyszerűen elvégezhető döntés-előkészítő értékelések. A szakedolgozat esettanulmányait szoftveres döntés-előkészítő programok alkalmazásával készítettem el. Ezek a programok megfelelnek a modern haditechnika követelményeinek, így mind pontosabban lehet detektálni a szennyezés terjedését és hatásait, minimalizálva a veszteségeket.

További céljaim között szerepel az időjárási körülmények hatásának még részletesebb vizsgálata a különböző ABV események kimenetelére és következményére. Továbbá érdemes bővebb elemzést végezni külön az atom, biológiai és vegyi témakörben is, felhasználva az eddigi ismereteket és programokat.



## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm konzulenseimnek, az MH Geoinformációs Szolgálat munkatársainak, Péliné Németh Csillának és Czender Csillának a szakdolgozat elkészítésében nyújtott segítséget, tanácsait, a dolgozat tökéletesítésére befektetett sok energiát és időt.

Köszönettel tartozom az MH Görgei Artúr Vegyivédelmi Információs Központ által rendelkezésemre bocsátott szakmai segédanyagokért és Öze Zoltánnak a szoftverek bemutatásáért.

Továbbá köszönet Dr. Weidinger Tamásnak, hogy felhívta figyelmemet a téma fontosságára és segítette a dolgozat elkészítését.

## Irodalomjegyzék

- ATP-45 (STANAG 2103), NATO szabvány – Warning and Reporting and Hazard Prediction of Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear incidents
- Büki R., 2006: NRF meteorológiai támogatása, *ZMNE Szakdolgozat*
- Faragó T. és Nagy B. (szerk.), 2005: Nemzetközi környezetvédelmi és természetvédelmi egyezmények jóváhagyása és végrehajtása Magyarországon. *KvVM. Budapest.*
- Fehér I. és Deme S., 2010: Sugárvédelem, *ELTE Eötvös Kiadó Kft.*
- Haszpra L., 2010: Levegőkémia<sup>8</sup>, *ELTE TTK előadás*
- Juhász L., 2002: Az Atom, Biológiai és Vegyi (ABV) felderítés. *A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Tudományos Lapja*
- Kávási N., 2006: Az évi átlagos radon-koncentráció és a sugárterhelés meghatározása különböző munkaterületeken. *PhD értekezés. Pannon Egyetem, Veszprém, 113 oldal.*
- Kovács R., 2005: A térinformatika alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelemben - Az HPAC és az NBC-ANALYSIS szoftverek bevezetése Magyarországon, *SZIE Szakdolgozat*
- Óze Z., 2010: Az ABV események helyzetértékelését és döntéselőkészítést támogató számítógépes programok<sup>9</sup>, *Hadmérnök V(2) 41-50.*
- Pellérdi R., 2007: Az ABV védelem kihívásai háborús és békeműveletekben, *ZMNE PhD értekezés*
- Sinka I., 2011: Polgári-katonai együttműködés a katasztrófavédelemben, *Műszaki Katonai Közöny, XXI. évfolyam, különszám, 1404-1426.*
- Varga P. és Benesóczky I., 2003: Magyar polgári-katonai együttműködés a NATO katasztrófavédelmi rendszerében, *Egyetemi tansegédlet, ZMNE, Vezetés- és Szervezéstudományi Kar, Vegyi- és Környezetbiztonsági Tanszék, Budapest, 1-147.*
- Vegyvédelmi meteorológiai ismeretek. *Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1975*
- Zelenák J., 2010: A vegyi- és sugárhelyzet értékelés eljárásainak továbbfejlesztése, *ZMNE PhD értekezés*
- Zubán D., 2010: A mai magyar analóg katonai térképek megfelelése a NATO elvárásainak, *ELTE TTK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, BSc Szakdolgozat*

<sup>8</sup> [http://nimbus.elte.hu/oktatasi\\_anyagok/levegokemia/levegokemia.html](http://nimbus.elte.hu/oktatasi_anyagok/levegokemia/levegokemia.html)

<sup>9</sup> [http://hadmernok.hu/2010\\_2\\_oze.pdf](http://hadmernok.hu/2010_2_oze.pdf)