

Veszélyhelyzetek kezelése

Somogyi, Viola

Veszélyhelyzetek kezelése

Somogyi, Viola

Tartalom

1. Bevezető	1
2. A katasztrófa fogalma, csoportosítása	3
3. Veszélyhelyzetek Magyarországon	6
1. Természeti eredetű veszélyek	6
1.1. Geológiai	6
1.1.1. Földrengés	6
1.1.2. Földcsuszamlás	10
1.2. Hidrológiai	11
1.2.1. Árvíz	12
1.2.2. Belvíz	23
1.3. Meteorológiai	24
1.3.1. Szélviharok	24
1.3.2. Nagy mennyiségű csapadék	28
1.3.3. Aszály	29
1.3.4. Hőség	30
1.3.5. Rendkívüli hideg	32
1.3.6. Villámlás	33
2. Civilizációs eredetű veszélyek	34
2.1. Nukleáris veszélyhelyzet	34
2.1.1. Sugárterhelés csökkentése	39
2.1.2. Paksi üzemzavar	40
2.2. Vegyi baleset	40
2.2.1. Jelentősebb, súlyos vegyi balesetek	41
2.2.2. A szabályozásokról	42
2.2.3. A vegyi balesetek okai	43
2.2.4. A vegyi veszélyhelyzet jellemzése	44
2.2.5. Súlyos vegyi balesetek hatásai	47
2.2.6. A védekezés elvei, módszerei, lehetőségei	48
2.3. Közlekedési balesetek	51
2.4. Tüzesetek	52
2.4.1. Tűz elleni védekezés módjai	53
2.4.2. Tűzmelegelőzés és -oltás	54
2.4.3. Épülettüzek	58
2.4.4. Erdőtüzek	58
2.5. Terrorizmus	60
2.6. Tömegrendezvények	61
2.6.1. Hogyan alakul ki a pánik?	62
2.6.2. A pánik elleni védekezés módjai	62
3. Biológiai veszélyek	63
3.1. Járványok	63
4. Veszélyhelyzet kezelés szervezeti háttere	64
1. A katasztrófavédelem szervezete Magyarországon	64
1.1. Szervezeti változások	66
1.1.1. Védelmi igazgatás	67
1.2. A védelmi igazgatás rendszere – HVB szerepe, felépítése, feladatai	68
1.2.1. Jogszabályi háttér	68
1.2.2. A védelmi igazgatás elvi felépítése	70
5. Katasztrófák és veszélyhelyzetek modellezése	76
1. Katasztrófák bekövetkezésének modellezése	76
2. Kockázatértékelés	77
2.1. Nem valószínűség alapú modellezési technikák	79
3. Idősorok jellemzése	82
4. Adatbányászati módszerek	85
4.1. „Érdekesség” mérés	88
5. Számítógépes modellezés	89
6. Térinformatikai eszközök alkalmazása a katasztrófavédelemben	90

1. Esettanulmány: A vörösiszap-katasztrófa	90
1.1. A katasztrófa által érintett terület légifelvétel-mozaikja	90
1.2. Műholdfelvételek	91
2. Kitelepítési tervek	92
3. Terjedési modellek	93
3.1. ALOHA	93
3.2. RODOS	94
3.3. Lefolyási viszonyok modellezése	94
7. Összefoglalás	97
8. Irodalomjegyzék	98

Az ábrák listája

3.1. 3.1. ábra. Magyarország földregészveszélyeztetettsége [20]	6
3.2. 3.2. ábra. A földregész góciának vázlatja [34]	8
3.3. 3.3. ábra. Földcsuszamlás Arendalban (Norvégia). Fotó: Gunnar Danielsen	11
3.4. 3.4. ábra. Áradás – Lánchíd (Csatári Gergely, 2006)	12
3.5. 3.5. ábra. Felsőzsolca: épülő beton-föld gát (Forrás: Borsod-online)	13
3.6. 3.6. ábra. A leggyakoribb tönkremeneteli mechanizmusok [37] – elhabolás és átbukó víz	14
3.7. 3.7. ábra. A leggyakoribb tönkremeneteli mechanizmusok [37] – töltésromlás és súvás	14
3.8. 3.8. ábra. A leggyakoribb tönkremeneteli mechanizmusok [37] – altalajtörés és külső behatás	15
3.9. 3.9. ábra. Suvadás. [36]	15
3.10. 3.10. ábra. Havi csapadékösszegek 2010-ben az 1971-2000-es normál százalékában (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján). Forrás: OMSZ	16
3.11. 3.11. ábra. Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2010 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján). Forrás: OMSZ.	17
3.12. 3.12. ábra. Megépült és épülő tározók a Tisza mentén [64]	21
3.13. 3.13. ábra. Árvédelmi töltésekkel védett folyóvölgy keresztmetszete. Forrás: Vízkárelhárítás	23
3.14. 3.14. ábra. Belvízi veszélyeztetettség	24
3.15. 3.15. ábra. Nagy mennyiségű csapadék által okozott kár	29
3.16. 3.16. ábra. Aszályindex területi megoszlása 2011-re [65]	29
3.17. 3.17. ábra. Évi középhőmérsékletek Magyarországon az 1901-2009 közötti időszakban (homogenizált, interpolált adatok) Forrás: OMSZ	30
3.18. 3.18. ábra. Villámzás. Placitas, NM. John Fowler	33
3.19. 3.19. ábra. Nukleáris veszélyhelyzet esetén egyezmény alapján együttműködő országok	36
3.20. 3.20. ábra. Fizikai védelmi zónák kialakítása	39
3.21. 3.21. ábra. Tüzeset a Királyszentistvánon a Fűzfői Hulladékégető Kft. telephelyén.	40
3.22. 3.22. ábra. Bhopali katasztrófa okai	41
3.23. 3.23. ábra. Veszélyes vegyi anyag átfejtése során keletkezett tűz utáni helyzet.	44
3.24. 3.24. ábra. Veszélyes hulladék égető nyílttéri tározójában keletkezett tűz.	46
3.25. 3.25. ábra. Mentési gyakorlat.	49
3.26. 3.26. ábra. Kárelhárítási gyakorlat.	49
3.27. 3.27. ábra. Egyszer használatos vegyvédelmi ruhák és egyéni védőfelszerelések.	50
3.28. 3.28. ábra. Közlekedési baleset illusztráció.	52
3.29. 3.29. ábra. Tűz-háromszög	53
3.30. 3.30. ábra. A hő- és füstelvezetés hatása tűz esetén.	56
3.31. 3.31. ábra. Panel tűz	58
3.32. 3.32. ábra. Terrorcselekmény után.	61
4.1. 4.1. ábra. Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság szervezeti felépítése – 2011-ig. (szaggatott – felügyeleti jog)	64
4.2. 4.2. ábra. A katasztrófák elleni védekezés irányítása	69
4.3. 4.3. ábra. Hivatásos katasztrófavédelmi szervek	69
4.4. 4.4. ábra. A védelmi igazgatás elvi felépítése	71
4.5. 4.5. ábra. A Megyei Védelmi Bizottság felépítése	73
4.6. 4.6. ábra. Helyi Védelmi Bizottság felépítése	75
5.1. 5.1. ábra. PAR model	76
5.2. 5.2. ábra. HAZOP menete	79
5.3. 5.3. ábra. HAZOP vezérszavak	80
5.4. 5.4. ábra. Hibafaelemzés	81
5.5. 5.5. ábra. Példa eseményfára - reaktorhűtés	81
5.6. 5.6. ábra. Egy mért idősor auto-kovariancia függvénye.	83
5.7. 5.7. ábra. Regressziós vizsgálat alkalmazása idősorok elemzésére.	84
5.8. 5.8. ábra. A KDD lépései	85
5.9. 5.9. ábra. Adatbányászati feladatok	87
6.1. 6.1. ábra. Az előntési terület térképfedvényének átnézeti képe [26]	90
6.2. 6.2. ábra. Veszélyeztetettségi térkép egy lehetséges felépítése. [16]	92
6.3. 6.3. ábra. Veszélyes anyagot szállító vasúti jármű balesetének terjedési modellje az ALOHA programban [6]	93
6.4. 6.4. ábra. 3D-s magassági modell lefolyási irányokkal [33]	95

A táblázatok listája

2.1. 2.1. táblázat. Katasztrófák csoportosítása eredet szerint	3
3.1. 3.1. táblázat. Érezhető földrengések Magyarország területén 2011-ben [53].	6
3.2. 3.2. táblázat. A Kormány által 2010-ben kihirdetett veszélyhelyzetek	18
3.3. 3.3. táblázat. Árapasztó tározók megvalósításának ütemterve [64]	22
3.4. 3.4. táblázat. Szélsébség kategóriák	25
3.5. 3.5. táblázat. Folyadékbevitel módja kánikula idejére	31
3.6. 3.6. táblázat. Atomerőművi események besorolása. Forrás: HAEA	36
3.7. 3.7. táblázat. A veszélyes anyagok szabadba kerülésének módjai és azok lehetséges következményei 46	
3.8. 3.8. táblázat. Veszélyek és következményeik	48
3.9. 3.9. táblázat. Tűzveszélyességi osztályok	54
5.1. 5.1. táblázat. Munkabalesetek súlyosságának osztályozása	78
5.2. 5.2. táblázat. munkabalesetek gyakoriságának osztályozása - példa	78
5.3. 5.3. táblázat. Kockázatértékelési mátrix	78
5.4. 5.4. táblázat. Intézkedés sürgősségi osztályok a kockázati mátrix alapján	79

1. fejezet - Bevezető

A fenntartható fejlődés kivitelezésének egyik alapvető feltétele a környezetünkben előforduló veszélyhelyzetek megelőzése, és az adott esetben a már bekövetkezett események, azok következményeinek megfelelő szinten történő koordinálása, kezelése. A katasztrófák elhárítása, megelőzése egyaránt érinti a gazdaság, a környezet és a társadalom területeit. A biztonság az alapvető emberi szükségletek közé sorolandó, így biztosítása most és a jövőben a fenntartható fejlődés útját követve is létfontosságú. Bukovics [14] értelmezését követve a katasztrófavédelem számára a fenntartható fejlődés a mesterséges környezet funkcionális fenntarthatóságát jelenti, a rendszer funkcióinak fenntartását a nemkívánatos események kezeléseként (megelőzés és elhárítás) értelmezi.

A jegyzet során a katasztrófa és a veszélyhelyzet kifejezés egymás szinonimáiként szerepelnek, azzal a kitételrel, hogy a katasztrófa alatt alapvetően a bekövetkezett eseteket értjük, míg a veszélyhelyzet hordozza magában a baleset, katasztrófa bekövetkeztének lehetőségét. A bekövetkezés valószínűségét nevezzük kockázatnak, ez utóbbi gyakran valószínűségszámítási értelemmel is bír.

A szélsőséges időjárási körülmények szaporodásával a természeti katasztrófák¹ (árvíz, belvíz, jégeső) is gyakoribbá váltak, így a katasztrófavédelem szervezetére is egyre nagyobb teher nehezedik. A károk kezelésében közvetlenül részt vesz a katasztrófavédelem, a vízügyi szervek, mind a helyi önkormányzatok és a lakosság. A helyreállítással járó költségek kapcsán új szereplőként belép a biztosítási szakma is, de az állami szerepvállalás is szükségessé válhat.

A földrajzi és éghajlati adottságaink miatt Magyarország bármely területén, az év bármely időszakában keletkezhetnek árvizek, illetve belvizek. Kisebb árvizekre és a belvizek elleni védekezésre országosan 2-3 évente kell számítani, jelentősebb árvizek 5-6 évente, míg rendkívüli árvizek 10-12 évenként fordulnak elő [54]. Az árvizek által veszélyeztetett területeken található a megművelhető területek 40%-a, és ott él a lakosság körülbelül egynegyede [5, 23, 51]. Ezek a számok egyértelműen mutatják a veszélyhelyzetek kezelésének fontosságát.

A 2006-os év a katasztrófák éveként vonulhat be Magyarország legújabb kori történelmébe. A tavaszi árvizek, az augusztus 20-i vihar és a decemberi földrengés hatalmas anyagi károkat és sajnos emberéleteket követelt [54]. Ugyanez mondható el a 2010-es évről, amikor hasonló tiszai áradás, illetőleg az október 4-i vörösiszap katasztrófa mint új veszélyhelyzet került be a katasztrófák kezelésének palettájára. A Veszprém megyében bekövetkezett vörösiszap katasztrófa által érintett településekre (Devecser, Kolontár, Somlóvásárhely, Tüskevár, Somlójenő, Apácatorna, Veszprémgalsa, Kisberzsény) zúdult az a vörösiszap, amely maró nátronlúgot tartalmazott.

Katasztrófákról és veszélyhelyzetekről beszélve felmerülnek kérdések: milyen események számítanak valóban „katasztrófának”, mit jelent a katasztrófa kockázat fogalma, hogyan jellemezhetők és mérhetők az ilyen típusú kockázatok, és mérhetők-e valójában. A kárrendezés anyagi oldalát vizsgálva: milyen mértékig képes a magánszektor helytállni pl. egy súlyos természeti katasztrófa kárainak rendezésében, és hol áll be az állami szerepvállalás szükségessége?

Olyan kérdések ezek, amelyek a témával foglalkozó nemzetközi kutatások középpontjában állnak. Sok a dilemma, ütköznek az álláspontok, az eltérő nemzeti geológiai, éghajlati, gazdasági és szabályozási sajátosságok pedig rendkívül széles skáláját teremtik meg az egyes kérdésekre adott válaszoknak. A természeti katasztrófák okozta egyre súlyosabb károk, valamint a helyreállítással járó horrorális költségek azonban a figyelmet ráirányítják a problémára.

Az OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) Biztosítási és Magánnyugdíj Bizottsága (Insurance and Private Pensions Committee) 2004. november 22-23-án Párizsban nemzetközi konferenciát rendezett „Katasztrófa kockázatok és biztosítás” címmel. A konferencia témájába tartozónak tekintette a terrorizmus kockázatát is.

A definíciók és katasztrófavédelem hazai szervezetének bemutatása után áttekintjük a Magyarországon szöbajöhető veszélyhelyzeteket, azok kialakulásának okait, amennyiben lehetséges, megelőzésük módját, illetve

¹ A természeti eredetű katasztrófák hidrometeorológiai eredetűek (árvíz, belvíz, hirtelen áradás, szélvihar, aszály, hőség, rendkívüli hideg, felhőszakadás, jégeső, tornádó) és geológiai jellegűek (földrengés, földcsuszamlás) lehetnek. A különböző jellegű katasztrófák (hatásai) gyakran együttesen jelentkeznek.

a felkészüléshez, kezeléshez teszünk javaslatokat egyéni szinten. A katasztrófák modellezéséhez, előrejelzéséhez, illetve azok kockázatának becsléséhez alkalmazható módszereket egy külön fejezetben gyűjtöttük össze, és a térinformatikai eszközökkel is kiemelten foglalkozunk, mely az előrejelzés, kezelés-kárelhárítás során egyaránt alkalmazható.

2. fejezet - A katasztrófa fogalma, csoportosítása

Katasztrófa definíciója:

- Magyar Értelmező kéziszótár szerint: nagyarányú szerencsétlenség, (sors-)csapás.
- Wikipédia szerint: görög eredetű szó, jelentése: fordulat, megsemmisülés, csapás, megrázó hirtelen esemény, az emberi élet, az anyagi javak, természeti értékek pusztulása [24].
- A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvény [2]¹ szerint a katasztrófa olyan állapot vagy helyzet, amely az emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli (3. § e) pont).
- A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (Kat.) [3] szerint a katasztrófa: a veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas, illetve e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevételét igényli.

A hatályban lévő Kat. annyiban pontosítja az előző meghatározást, hogy a helyzetet, állapotot minősíti, „veszélyhelyzet kihirdetésére alkalmas”, illetve „e helyzet kihirdetését el nem érő mértékű” kategóriára bontja.

Amikor katasztrófa kockázati kitettségről beszélünk, alapvetően két fő csoportot különböztetünk meg [43, 45] (2.1. táblázat):

1. a természet erőivel összefüggő katasztrófa kockázatok (natural hazards) és
2. olyan egyéb, ezen a körön kívül eső nem természeti katasztrófák, amelyek meghatározóan emberi tényezővel hozhatók kapcsolatba (man-made disaster). Ezt tovább tagolva:
 - a. ún. nem szándékos események (unintended events), amelyek pl. valamely baleset, robbanás, tűz következményeként történtek meg;
 - b. olyan ún. szándékos események (willful events), amelyek pl. zavargások vagy terrorista cselekmények hatására következtek be.

2.1. táblázat - 2.1. táblázat. Katasztrófák csoportosítása eredet szerint

Természeti eredetű katasztrófák	geológiai eredetű katasztrófák	földrendés, földcsuszamlás
		vulkánkitörések
		földkéreg kiemelkedés, süllyedés

¹ hatályon kívül, 2012. január 1-től felváltotta a 2011. évi CXXVIII. törvény

A katasztrófa fogalma,
csoportosítása

		kőomlások
	hidrológiai eredetű katasztrófák	árvizek, belvizek felhőszakadás szökőár víztározó meghibásodás
	időjárás eredetű katasztrófák	viharok, orkánok aszályok rendkívüli hideg villámcsapások hó és jégkarak
	biológiai eredetű katasztrófák	rovar és növényvilág káros túlszaporodása
civilizációs eredetű katasztrófák	technikai (ipari) katasztrófák	mérgező vegyi anyag okozta katasztrófa energetikai rendszerek okozta ipari, mezőgazdasági technológiák működési zavarai tűzvészek, tüzek, robbanások
	nukleáris erőművek és fegyverek működési zavarai	
	biológiai eredetű fertőzések és járványok	
	szállítási és légi közlekedési katasztrófák	szárazföldi

A katasztrófa fogalma,
csoportosítása

	vízi
	társadalmi rendszerek működésében bekövetkezett katasztrófális változások
	sztrájkok
	lokális fegyveres megmozdulások
	terrorcselekmények és háborúk
	kritikus infrastruktúrák működési zavara

Ezen felül a katasztrófák feloszthatók időtartamuk, kialakulásuk sebessége, térbeli kiterjedésük, az általuk érintett személyek száma, az okozott kár nagysága alapján [63].

3. fejezet - Veszélyhelyzetek Magyarországon

1. Természeti eredetű veszélyek

Az ember a civilizációs folyamatok során egyre inkább eltávolodott természeti közegétől. A technológiai vívmányok lehetővé tették, hogy ideig-óráig figyelmen kívül hagyhassa a környezeti elemek hatásait, azonban hosszútávon épp a fókusz áthelyezésével megnőtt a sérülékenység a környezeti tényezőkkel szemben. Ezek közül is elsősorban az időjárási és éghajlati folyamatok szerepét kell kiemelni. Az éghajlati katasztrófák okozta károk a világ bruttó nemzeti termékéhez viszonyítva a XX. második felében jelentősen növekedtek. A legmagasabb összegű károk 2005-ben, a Katrina-hurrikán miatt keletkeztek (rekordot megdöntötte a 2011-es fukusimai katasztrófa, de ez részben civilizációs eredetű katasztrófa).

1.1. Geológiai

1.1.1. Földrengés

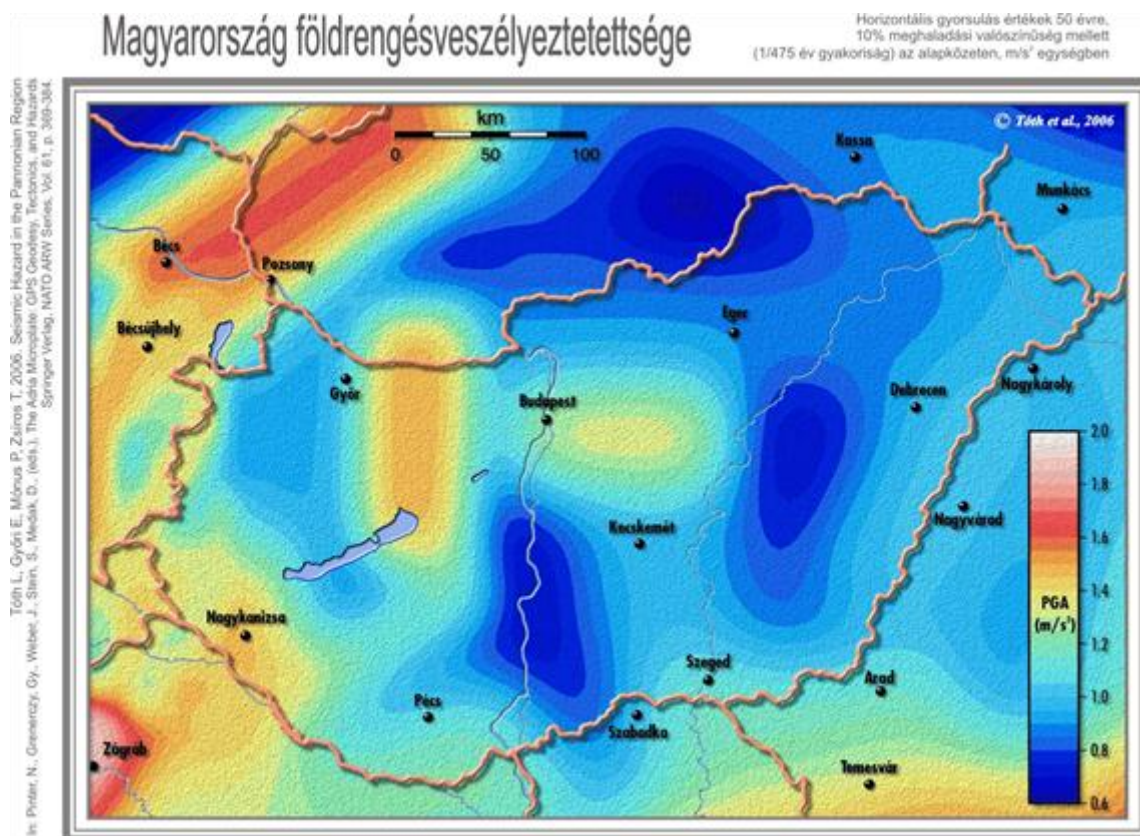
A földrengés a Föld felszínének hirtelen rázkódása. A földrengések általában tektonikus eredetűek, de vulkánkitörések, föld alatti üregek beomlása stb. is okozhatnak földrengést. A földrengéskor felszabaduló energia rengéshullámokat kelt, amely hullámok elérik a Föld felszínét. Magyarország nem tartozik a kiemelkedően földrengésveszélyes területek közé, ennek ellenére erős rengések időnként előfordulnak, és a távoli országok is mindinkább elérhetővé válnak a magyar turisták számára is. Érdeemes tehát a földrengéssel kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat megismerni.

3.1. táblázat - 3.1. táblázat. Érezhető földrengések Magyarország területén 2011-ben [53].

Dátum és időpont	Helység	Magnitúdó (ML)	Intenzitás (EMS)
2011-01-26 20:23:22	Bana	2,1	4-5
2011-01-29 17:41:38	Oroszlány*	4,5	6
2011-01-30 20:58:45	Oroszlány	2,7	4-5
2011-07-11 06:05:59	Környe	3,5	5
2011-09-03 07:30:31	Pusztahencse	2,7	4-5
2011-09-07 22:38:20	Kisbágyon	2,3	4
2011-11-01 22:56:34	Rábapatoná*	3,5	5-6

Példaként a 3.1. táblázatban a 2011-ben Magyarországon kipattant érezhető földrengések listáját tüntettük fel. A csillaggal jelölt események épületkárokat is okoztak. A megadott időpontok világidőben (UTC) értendők, melyhez képest Magyarországon a helyi idő a téli időszámítás idején +1, nyári időszámítás esetén +2 óra. A maximális epicentrális intenzitást az Európai Makroszeizmikus Skála (EMS) szerint adtuk meg. A Magyarországi Földrengési Információs Rendszer (MFIR) (www.foldrenges.hu) oldalán 1995-ig visszamenőleg az összes rögzített magyarországi földrengés adata hozzáférhető. A 2006. december 31-i, gyömrői földrengés 4,1 ML magnitúdójú volt. Elsősorban az öreg, rossz minőségű épületek sérültek, de az érintett lakosok száma az átlagosnál nagyobb volt, tekintettel arra, hogy a földrengés a fővárosban is észlelhető volt [52].

3.1. ábra - 3.1. ábra. Magyarország földrengésveszélyeztettsége [20]



A földrengéseket keletkezési módjuk szerint 3 fő csoportba oszthatjuk:

1. Tektonikus rengések (tektonikusan aktív területeken rugalmas feszültség felhalmozódás következtében jönnek létre). A tektonikus rengések csoportjába tartozik minden nagyobb méretű, de az összes kipattant földrengés 90%-a,
2. vulkánok működésével kapcsolatos rengések (pl. kitörés, gázrobbanás). Ezek a rengések ritkán fordulnak elő, gyengék és helyi jellegűek.
3. Beszakadásos rengések (a karsztjelenség néha kiterjedt beszakadást okozhat, amely ilyenkor rugalmas hullám energiaforrásként működik).

A tektonikus földrengések keletkezését a földkéreg valamely részén bizonyos erők hatására a kőzetszerkezetben fellépő lassú deformáció növekedés előzi meg. A deformáció növekedést rugalmas potenciális energia felhalmozódás kíséri. Ha a fokozatosan növekvő rugalmas feszültségek túllépik a kőzetszilárdságot meghatározó erők nagyságát, akkor tektonikus földrengés következik be.

Kőzeteltolódások miatt is keletkezhetnek kisebb földrengések – ezzel kapcsolatban megemlíthetők az ún. külső erőhatások. Ezek:

1. kőzetek mállásánál (letorotás és erózió) fellépő táj terhelés eloszlás lefolyása;
2. légnyomásváltozás;
3. égitestek hatása (hold- és napvonzás)

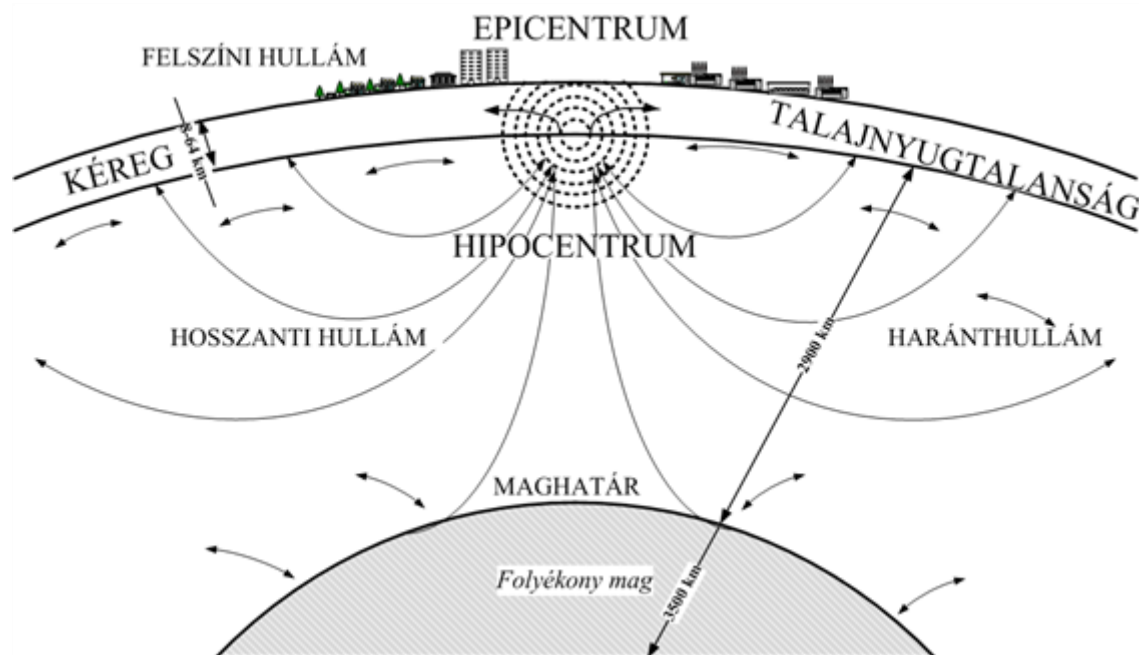
Ezek azonban csak másodlagos jelentőségűek.

A földrengés kipattanásakor (3.2. ábra) a kőzetben roncsolási zóna és maradandó deformáció jön létre. A föld belső részét, ahol rengés esetén maradandó deformáció keletkezik, földrengés-fészeknek nevezzük. A fészekben a folyamat egy közelítőleg pontszerű területen kezdődik, és ezután terjed ki az egész fészekre. Az a pont, amellyel a földrengés fészke helyettesíthető a hipocentrum.

A hipocentrum merőleges vetülete a Föld felszínén a rengés epicentruma.

Előrengések: valamely fészekben keletkezett nagyobb rengést néha kisebb rengések vezetik be. Ezeket a kis feszültség feloldódásokat nevezzük előrengéseknek.

3.2. ábra - 3.2. ábra. A földrengés gócéjának vázlata [34]



Utórengések: nagyobb földrengéseket rendszerint utórengések kísérhetnek, amelyek gyakoriságban és erősségben fokozatosan csökkennek. Ez a folyamat addig ismétlődhet, amíg a kőzet egyensúlyba nem kerül.

Földrengéskor kezdetben gyenge rezgést érzünk, amelyet intenzív, többirányú, akár körkörös mozgású rázkódás követ, és morajló vagy bőgő hang kíséri. Mindez nem tart tovább néhány, vagy néhány tíz másodpercnél. Az eseményt megelőzni, elkerülni nem lehet, de felkészülni rá lehetséges és szükséges is, főként a földrengésveszélyes területeken. Ezáltal a sérülések és az anyagi kár minimalizálható. A felkészülés része, hogy 3 napig képesek legyünk magunk önellátására (ez a többi veszélyhelyzet esetén is előnyös, főleg az infrastruktúrák zavara esetén).

Felkészülés

A felkészülés lépései [25]:

- Tegyük biztonságossá lakásunkat; jelöljük ki menekülési útvonalakat, és ügyeljünk arra, hogy ezen a szakaszon rögzítetlen, önállóan mozdulni képes tárgyak ne legyenek.
- Készítsünk elő 3 napra elegendő létfontosságú eszközöket, élelmiszereket, sőt autónkban is tartsunk veszélyhelyzeti felszereléseket.
- Próbáljuk ki a védekezési, menekülési lehetőségeket.

Mi rejthet veszélyt az épületben?

- Megrepedezett falak, gyenge kémény, laza vagy hiányos tetőcserepek.
- Falra rögzített, ill. nehezebb tárgyak (pl. tükör, festmény, polc) – ezeket erősítsük meg; az ágyakat ezektől távol helyezzük el.
- A törött ablaküvegszilánkoktól függönnyel védekezhetünk.
- A fontos iratokat tűzbiztos dobozban tároljuk.
- A menekülési útvonalakat: minden személy ismerje, mindig hagyjuk szabadon; próbáljuk is ki, hogy felidézhető legyen vészhelyzetben!

Legyen készenlétben:

- Vastag ruha, cipő, kesztyű (ezek megvédhetnek meneküléskor az éles törmelékektől, szilánkoktól, hideg időjárástól)
- Elsősegély doboz
- Tűzoltó készülék
- A családtagok és a segítő szervek telefonszámai (pl. a telefonkönyv borítóján)
- Generátor a létfontosságú elektromos eszközök (pl. kerekesszék) működtetéséhez

Veszélyhelyzeti csomagok:

- A 3 napos önellátást biztosító családi csomag előre elkészítve, biztonságos helyen tárolva (élelmiszer, 12 liter víz/fő, váltóruha, fényképek a családtagokról, barátokról)
- Kitelepítési csomag, amit induláskor állítunk össze (gyógyszerek, iratok, pénz, a gyerekek kedvenc játécai)
- Az autóban túlélőcsomag az utazás biztosításához a család és a jármű részére (rendkívüli időjárás – hideg, hőség, vihar –, illetve rossz útviszonyok esetére)
- Munkahelyünkön is állítsunk össze túlélőcsomagot: vastag ruhanemű, takaró, elemlámpa, rádió, elemek, síp, nem romlandó, magas energia tartalmú élelmiszerek (szárított gyümölcs,ogyoró, csokoládé), személyes irataink.
- Legyen megfelelő biztosításunk! A szomszédokkal is egyeztessünk (pl. egymás segítése, háziállatok elhelyezése)

Ismerjük meg, mit kell tennünk földrengés bekövetkeztekor, és készítsük fel gyermekeinket is. Ha az iskolában éri őket földrengés, kövessék a pedagógusok útmutatásait, semmiképp se maradjanak egyedül!

Magatartási szabályok földrengés esetén

1. A rengés ideje alatt:

- a. Ne hagyjuk el az épületet, illetve ne próbáljunk meg bejutni, ugyanis a legtöbb sérülés ilyenkor történik (Pl. ledőlő kémény, lehulló vakolat, üvegcserep miatt)
- b. Az épületen belül igyekezzünk minél távolabb kerülni ablakoktól, üvegektől, könyvespolcoktól és olyan tárgyaktól, amelyek leesve sérülést okozhatnak. A konyhából biztonságosabb helyre (pl. nappaliba) meneküljünk.
- c. Keressünk menedéket az asztalok alatt, ajtókeretben, a szoba sarkában.
- d. Ne használjuk a telefont feleslegesen csak életveszély esetén, mert a hatóságoknak szükségük van minden szabad vonalra.

2. A földrengést követően:

- a. Figyeljen az esetleges utórengésekre. A főrengést követő utórengés általában kevésbé veszélyes, de az erőssége hasonló lehet a főrengéshez. Az utórengés a meggyengült épületekben további károkat okozhat, és a mentési munkálatokat is veszélyeztetheti. Az utórengés a főrengést követően azonnal, de akár órákkal, napokkal, hetekkel vagy akár egy hónappal később is lehetséges. Az erősen megsérült épületeket minél hamarabb el kell hagyni. Liftet használni tilos!
- b. Kiseb kezdeti tüzet elolthatunk kézi tűzoltó készülékkel vagy letakarással. Gázok és füst ellen védjük arcunkat, szemünket, a szabad bőrfelületet nedves ruhával.
- c. Vegyünk fel vastag ruhát, cipőt, kesztyűt, hogy védjük magunkat. Vigyünk magunkkal a kitelepítési és veszélyhelyzeti csomagunkat.

- d. Hallgassa a rádiót, vagy az akkumulátorral működő televíziót. Hallgassa meg a veszélyhelyzeti híradásokat.
 - e. Telefonját - vezetékessé vagy mobilt - CSAK veszélyhívásra használja.
 - f. Óvatosan mozogjon a lakásban. A meglazult és elmozdult bútorok balesetet okozhatnak.
 - g. Maradjon távol a romos területektől. Csak akkor közelítse meg az összedőlt vagy károsodott területet, ha erre a rendőrség, a tűzoltóság vagy a katasztrófavédelem munkatársai kérik. Visszatérni a lakásba csak a hatóságok engedélyével lehet.
 - h. Segítsen a bajba jutott embereken. Amennyiben kiképezték, segítsen az elsősegélynyújtásban. NE mozdítsa a súlyosan sérülteket, kivéve, ha közvetlen életveszélynek vannak kitéve. Ha ilyet észlel, kiáltson segítségért!
 - i. Takarítsa fel a kiömlött üzemanyagot, vegyszert vagy az egyéb gyúlékony anyagokat. Elemlámpával ellenőrizzük, majd zárjuk el a gáz- és elektromos készülékeket, az elektromos főkapcsolót. A gázvezeték főkapcsolóját csak szivárgás gyanújakor szabad elzárni, visszakapcsolni pedig csak szakembernek lehet!
 - j. Nyugtassuk meg a riadt állatokat. Ha lehet, őket is menekítsük ki.
3. Tömegtartózkodásra alkalmas helyeken (pl. bevásárló központban, színházban):
- Vigyázzunk, nehogy a pánikba került tömeg összetaposson. Maradunk védett helyen, amíg tart a rengés.
4. Autóban:

Álljunk meg az út szélén, távol hidaktól, felüljáróktól. Maradjunk az autóban.

Fő szabálynak a különböző helyzetekben a következőt vehetjük: Órizzuk meg nyugalunkat, és segítsünk másokon!

1.1.2. Földcsuszamlás

Hazánkban 909 település belterületén lehet számolni pincerendszerek beszakadásával vagy természetes partfalak leomlásával, Somogy megyében például 57 település érintett [11].

Földcsuszamlást több tényező is okozhat:

- földrengés
- robbantási műveletek,
- a talaj eróziója (a túlzott fakitermelés, intenzív legeltetés, szántás, felégetés következtében),
- heves esőzés.

A talaj rendkívül sérülékennyé válik, ha a felette lévő elpusztult a növénytakaró, a víz és a szél szabad prédájává válik. Emellett a magaslat tetején összegyűlő vízfelesleg megnöveli az alatta lévő laza föld- és kőrétegre nehezedő nyomást. A talaj szerkezete meglazul, így földcsuszamlás következhet be.

Ha a talaj összeomlik, mindent elpusztít, ami útjába kerül. A törmelék akár 77 km/h-s sebességgel is zúdulhat lefelé. A földcsuszamlás áldozatait sok tonnányi iszap és törmelék temetheti maga alá. A mozgó föld magával sodorja a nehéz sziklákat és a növényzetet, lerombolja az épületeket, az utakat, elszaggatja a villanyvezetéseket, otthon, villanyáram és víz nélkül hagyva a túlélőket. A mentési munkálatokat gyakran nehezíti, hogy elpusztulnak az útvonalak és a vasúti sínek, és sokan hálnak meg a földcsuszamlásokat követő járványok és éhínség következtében.

A természet által évezredek alatt kialakított földfelszín akkor válik veszélyessé, amikor a folyamatos eróziós folyamatba az ember a maga tevékenységével beavatkozik, illetve az extrém időjárási hatások az eróziót felgyorsítják. Mindezek együttes hatásaként a meglévő löszfalak meglehetősen nagy számban egyre erőteljesebb kockázatot jelentenek.

Általában a helyszíneken valamilyen ember által végzett építési tevékenység zajlott. Az alap építési tevékenységek általában rendelkeztek engedéllyel, viszont minden egyes helyszínen folytattak engedély nélküli tevékenységet is, legtöbbször a terület méreteinek növelését célzó munkák, amelyek engedély, szakértelem és hozzáértés nélkül történtek.

3.3. ábra - 3.3. ábra. Földcsuszamlás Arendalban (Norvégia). Fotó: Gunnar Danielsen



Fontos feladat az érintett lakosság tájékoztatása a követendő magatartásról, a tilos tevékenységekről az őket fenyegető kockázatok megismertetésén keresztül. A kirándulóknak érdemes az meglátogatandó területről e szempont szerint is tájékozódni, hogy a fokozottan veszélyes területeket pl. az esős időszakban elkerüljék. A csuszamlások elleni védekezés megvalósulhat mérnöki tervezés során létrejött műszaki létesítmények segítségével, mint például az utat védő fal, de vannak helyek, melyeket az építkezések során jobb elkerülni.

A földcsuszamlás megelőzésére a következő módszerek alkalmazhatók:

- a potenciálisan csúszás veszélyes területek feltárása, nyilvántartása,
- vízlevezető árkok, csatornák építése (olvadék-, eső- és öntözővíz keltette csúszások megelőzésére),
- hó letakarítása a tavaszi gyors olvadás előtt a földcsúszás veszélyes és csatlakozó területekről,
- Földalatti vizek okozta földcsúszások megelőzésére a vízzáró réteget átmetsző vagy támpilléres drenázsok (vízlevezető) alkalmazása,
- a potenciálisan veszélyes lejtős területek fásítása a fedőtalajok vízmérlegének javítása érdekében,
- vasbeton vagy fém ékek telepítése a csúszás veszélyeztetett területen,
- tereprendezés, lejtéscsökkentés.

1.2. Hidrológiai

Magyarországon a legjelentősebb természeti eredetű kockázatot az ár- és belvív-veszélyeztetettség jelenti. Az ország lakosságának 55%-a van eltérő mértékben árvíz- és belvívveszélynek kitéve, ez 1259 települést érint. Ezek közül 700 település, több mint 2 milliós népességgel a mértékadó árvízszint alatt fekszik, amiből egyenesen következik a nagyfokú kockázat minden egyes áradási időszakban. A megművelt földek 30%-a, a vasutak 32%-a, a közutak 15%-a is ártéren helyezkedik el [23, 51].

1.2.1. Árvíz

Árvíz: a folyó vízszintje hóolvadás, jégtorlódás vagy heves esőzés miatt megemelkedik, majd kilép a medréből és elárasztja a környező területet. Víz alá kerülhetnek lakott települések, ipari és más objektumok, termőföldek; sérülhetnek a víz-, gáz- villamos és hírközlő berendezések; fertőzés és járványveszély alakulhat ki.

Gátszakadás: A gát a víz útjába állított mesterséges létesítmény, amely nagy mennyiségű víz nyomásának van kitéve. Heves esőzés, hóolvadás vagy földrengés, esetleg állatok rongálása a gát összeomlását okozhatja, amely következtében hirtelen nagy mennyiségű víz zúdul a környezetre. [25]

3.4. ábra - 3.4. ábra. Áradás – Lánchíd (Csatári Gergely, 2006)



A vízügyi szervek elemzése szerint a földrajzi és éghajlati adottságaink miatt az ország bármely területén, az év bármely időszakában keletkezhetnek árvizek, illetve belvizek. Kisebb árvizekre és a belvizek elleni védekezésre országosan 2-3 évente, jelentősebb árvizekre 5-6 évente, míg rendkívüli (olykor pusztító) árvizekre 10-12 évenként kell számítani. Az árvizek által veszélyeztetett területeken található a megművelhető területek 40%-a, ott él a lakosság 23%-a [34]. Mind a védművek hossza, mind az általuk mentesített árterek kiterjedése tekintetében Magyarország, sőt önmagában a Tisza védelmi rendszere a legkiterjedtebb Európában. A 2005-ben indult Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése projekt keretében a Tisza-menti térség terület- és vidékfejlesztési, tájgazdálkodási és természetvédelmi feladatain belül kiemelt cél a Tisza-völgy árvízvédelmi biztonságának megeremntése. A vizek kártételeinek megelőzésére 2007-2009 között évente 38,1-53,4 Mrd Ft támogatást használtak fel. [5]

Hazánkban 2010 május-június hónapban özönvízszerű esőzések árasztották el a folyók, patakok vízgyűjtőit, hatásukra 11 megyében mintegy 320 lakóingatlan összedőlt vagy lakhatatlanná vált. Ezzel összefüggésben a Kormány a polgári védelemről szóló 1996. évi XXXVII. törvény 2. § (2) bekezdés g) és j) pontja szerinti árvízi veszélyhelyzetet hirdetett ki (3/a. sz. melléklet). A védekezés során honvédségi erők igénybevételére is sor került. Az állami kárenyhítés összege több mint 3 Mrd Ft volt. A védekezés során, illetve a helyreállítás költségeihez való hozzájárulásnál támaszkodunk a nemzetközi együttműködésre, továbbá az EU segítségére. [5]

Az EU Szolidaritási Alapja (EUSZA) a tagállamoknak és a csatlakozási tárgyalásokat folytató országoknak nyújthat anyagi támogatást súlyos természeti katasztrófa esetén, ha a katasztrófa okozta közvetlen kár összértéke meghaladja a (2002-es árakon számított) 3 Mrd eurós összeget. Az EUSZA éves költségvetése 1 Mrd eurót tesz ki, melynek 7,5%-a (75 M euró) áll rendelkezésre rendkívüli regionális katasztrófák esetére. Az Alap azokat a tagállami ráfordításokat egészíti ki, amelyek révén az érintett tagországok létfontosságú sürgősségi intézkedéseit finanszírozzák, így pl. az infrastruktúra, valamint az energiaellátás, ivó-vízellátás és szennyvízgazdálkodás, távközlés, közlekedés, egészségügy és oktatás szervezeteinek, intézményeinek működését, azok helyreállítását, átmeneti szállás és a segélyhívó szolgálatok működtetését a lakosság azonnali szükségleteinek kielégítése érdekében.

1.2.1.1. Árvízi jelenségek

3.5. ábra - 3.5. ábra. Felsőzsolca: épülő beton-föld gát (Forrás: Borsod-online)



A magyarországi árvízvédelmi létesítmények túlnyomó része földgát. Az épített támfalaktól eltérően, melyeken az árvízvédekezés viszonylag biztonságosabb, a földgátaknál számos problémával találkozunk. Ezek a változatos építőanyagra, hibás építési technológiára továbbá az ún. öregedésre, vezethetők vissza. A beépített föld ásványos és szerves anyag tartalma az idő folyamán megváltozik, átázások, átfagyások, kiszáradások okozta duzzadásos, zsugorodásos mozgás keletkezik. A káros elváltozások a gátak tömörségcsökkenéséhez is vezethetnek. Mindemellett komoly gondokat okozhatnak az állatjáratok, állatfészkek üregei is. A földgátakat gyakran szilárd burkolattal látják el, de többségükben a gyeperburkolatot alkalmazzák a rézsúk védelmére.

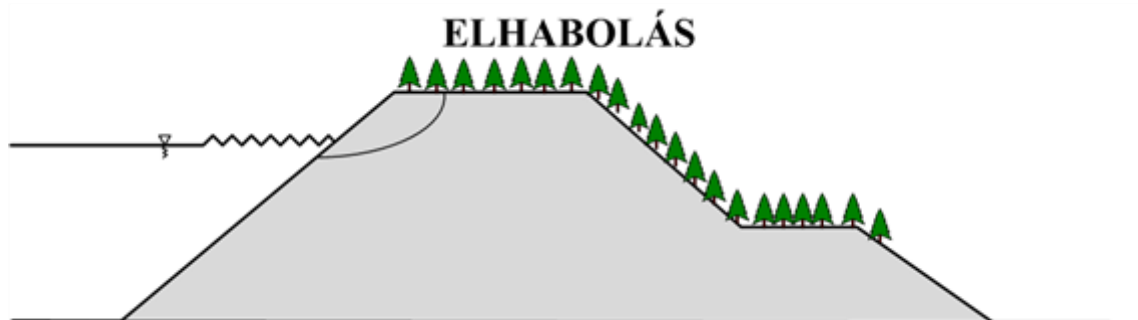
A gátszakadások oka a védmű (töltés és az alatta lévő talajtömb) rossz állapota. A degradációt egyrészt a védőtöltés magasságát tartósan vagy időszakosan (hullámmás) meghaladó vízszintek váltják ki, másrészt a tartósan magas vizek nagy nyomása okozza, amely a töltéstestben, illetve az alatta lévő talajtömbben, más szóval az altalajban idéz elő mozgást.

A földgátaknál fellépő jelenségek tehát a vízmagasságtól és annak tartósságától függenek. Ezek a jelenségek három csoportba foglalható össze [35]:

1. A víz és a jég elragadó erejének hatására a védőtöltés felszínének megbontása:

- vízdali elhabolós erózió¹
- átbukó víz – a töltéskoronát és a mentett oldali rézsűt megbontva hátrarágódásos eróziót okoz

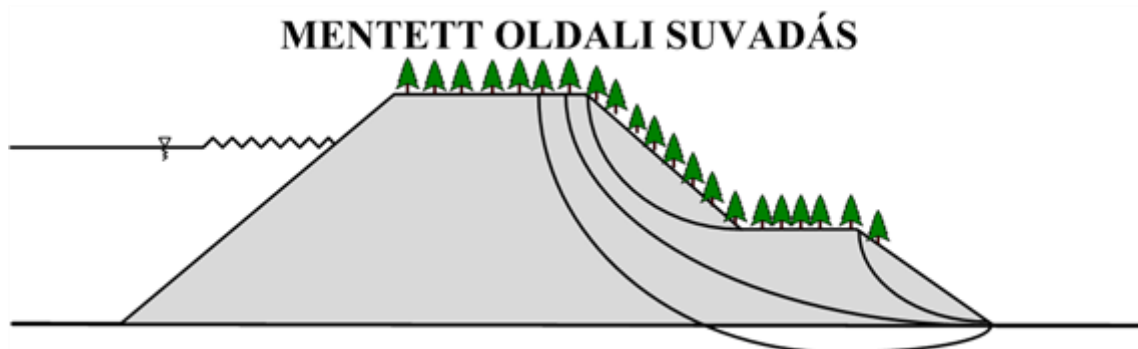
3.6. ábra - 3.6. ábra. A leggyakoribb tönkremeneteli mechanizmusok [37] – elhabolás és átbukó víz



2. A töltéstartestbe kerülő víz mozgásának hatására kialakult jelenségek:

- szivárgás, átázás²
- csurgás³
- járatos (belső) erózió
- rézsűcsúszás

3.7. ábra - 3.7. ábra. A leggyakoribb tönkremeneteli mechanizmusok [37] – töltésromlás és súvadás



3. Altalajon keresztül történő vízmozgás hatására kialakult jelenségek:

- mentett oldali felpuhulás, felpúposodás
- mentett oldalon fedőréteg felszakadás
- buzgár⁴

¹ Elhabolás: Part vagy földtöltés elsodródásos megrongálódása a víz (Folyó, patak, csatorna, tározó, tó) hullámzó mozgásának hatására. Az elhabolást előidéző hullámverés mértéke a szél erősségével, a víz mélységével és a hullámmeghajtási hosszával arányos. [12]

² Szivárgás: A töltés folyó felőli oldalát borító árvíz a nyomás hatására igyekszik a töltéstartestbe, illetve az altalajba behatolni. Mivel abszolút vízzáró talaj nincs, a víz a gát anyagának pórusait bizonyos idő alatt kisebb-nagyobb magasságig kitölti, azokban a mentett oldal felé mozog, végső soron a töltés átázik.

³ Csurgás: A gátba bejutott víznek a mentett oldali rézsűben, altalajban vagy töltésköröm közelében való koncentrált kilépése. A csurgások a töltések inhomogenitására vezethetők vissza. Veszélyes járatos erózióvá fejlődhetnek, mely hatására rézsűcsúszások keletkezhetnek.

- altalaj folyósodás.

3.8. ábra - 3.8. ábra. A leggyakoribb tönkremeneteli mechanizmusok [37] – altalajtörés és külső behatás



Rézsűcsúszás

Attól függően, hogy a csúszás hol jelentkezik, két típust különböztetünk meg:

- A mentett oldali rézsűcsúszás leggyakrabban hosszantartó, rendszerint a korábbi maximumot meghaladó vízállás esetén jön létre.
- A vízoldali rézsűcsúszás az árvízszint gyors apadása miatt veszélyezteti a töltést és nagyon sok helyen a folyó partját is, szakadó partot hozva létre.

3.9. ábra - 3.9. ábra. Suvadás. [36]



A rézsűcsúszás ellen védekezés [35]:

⁴Buzgár: A töltésre ható egyoldali víznyomás hatására a töltés (gát) mögött, a mentett oldalon alulról fölfelé irányuló szivárgásokból, (áramlásból) kialakult, koncentrált, finom szemcséjű talajjal kevert vízfeltörés. A buzgár közvetve töltésszakadást is előidézhet. Hagyományos védekezés ellene a homokzsákból épített ellennyomó medence.

- meg kell akadályozni, vagy legalább csökkenteni és/vagy késleltetni kell víz átjutását a mentett oldalra;
- a védekezés során gondoskodni kell a töltésen átszivárgó víz mentett oldali kivezetéséről;
- a csúszásra hajlamos töltérszűt meg kell támasztani úgy, hogy az ne terhelést jelentsen;
- az elfolyásra hajlamos szikes anyagból készült töltésszakaszokat ki kell váltani erős támasztó vagy körtöltéssel;
- a megcsúszott rézsú tetejére rakott homokzsák jelentősen rontja az állékonyságot, értelmetlen, hibás beavatkozás.
- Vízoldali szádfal⁵ építése: A leverendő szádfalak hosszát úgy kell meghatározni, hogy azok legalább 1-1,5 m mélyen kerüljenek tömör, kemény talajba, s hogy szilárdan álljanak. A szádfalat minél messzebb kell építeni a víz szélétől, hogy a mögé dőngölt föld minél nagyobb tömeggel vehesse át a megrongálódott töltés szerepét.
- Bordás megtámasztás: A csúszásra erősen hajlamos, erősen átázott töltésen, vagy a már megcsúszott töltésnél bordás megtámasztás alkalmazásával lehet jó eredményt elérni. A megcsúszott/átázott töltés mentett oldalán ellensúlyként a töltésláb menti 2 méter széles sávba, a rézsút megtámasztva földes zsákokat, homokzsákokat helyezünk (esetleg több rétegben is) egymásra és egymás mellé úgy, hogy azok között megfelelő hézag maradjon. A résekre szükség van, hogy a töltésen átáramló víz szabadon távozhasson.
- Terméskő: Alkalmazásával a töltés rézsűjét meghosszabbítjuk. A terméskő komoly ellensúlyt jelent, ugyanakkor a kőakat hézagai biztosítják azt is, hogy a töltésen átáramló víz szabad utat találjon a mentett oldal felé, tehát a szivárgó szerepét is betölti.
- Szivárgók: A töltésmegcsúszás jelenségét általában a töltés átázása előzi meg. Gondoskodni kell arról, hogy a csúszás helyén felszínre törő vizet a töltés testéből elvezessük. Szivárgót úgy építhetünk, hogy az átázott és megcsúszott töltés mentett oldali rézsűjében - a töltés lábától megfelelő magasságban - majdnem terepszintig érő 40-50 cm széles árkot ásunk. Az így kiképzett árkot szűrőszövetbe helyezett zúzott kővel, durva szemű kavicssal, esetleg homokos kavicssal töltjük ki, 3-4 méterenként a felgyülemlett víznek utat kell vágni hasonló mederkialakítással, mint a drén maga.

1.2.1.2. A 2010. évi árvizek jellemzői

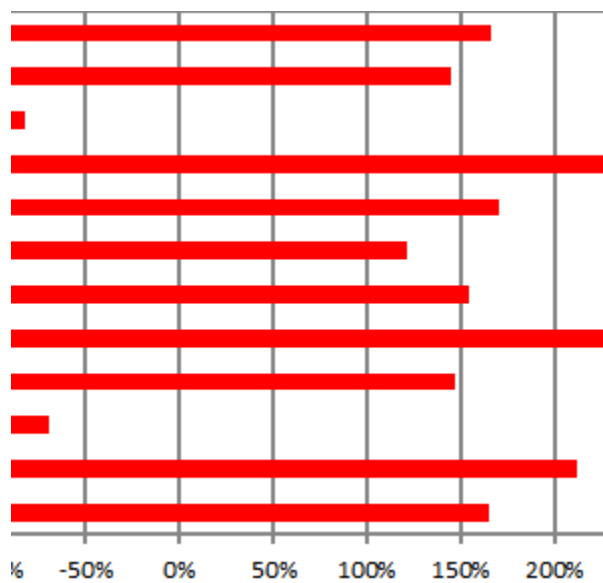
A vizek kártételei elleni 2010. május-júniusi védekezés különleges volt, mert Magyarországon ilyen összetett, az egész ország területére kiterjedő hosszú idejű vízkár-elhárítási tevékenységre addig még nem került sor.

Országos átlagban 2010-ben 959 mm csapadék hullott, mely több mint 130 mm-rel haladja meg az eddigi rekordot (1940: 824 mm). Az illesztett exponenciális trend alapján (3.11. ábra) gyenge csökkenés rajzolódott ki az elmúlt 110 évben, míg az 1981-2010-es időszakban szignifikáns, mintegy 25%-os növekedés volt jellemző. Május- június a korábbi évekhez viszonyítva jelentős mértékben csapadékosabb volt (3.10. ábra). Ennek hatására a Tisza mellékvizei szinte egyszerre kezdtek intenzíven áradni, míg a Duna hazai mellékvizei közül a Bakony északi patakjai áradtak meg hirtelen (a Cuhai-Bakonyéren egy nap alatt mintegy 2,5 m-t emelkedett Bakonybákon a vízszint). Hasonlóan a Kaposon és több, Mecsek-környéki kisvízfolyáson egy nap alatt mintegy 3 m-t áradt a víz. Később a Sajó megduzzadása⁶ miatt a Tisza eddigi második legmagasabb árhulláma alakult ki (előző 1974-ben). A tiszai árhullám hasonló kialakulását utoljára 1974-ben figyelték meg. A folyókon tapasztalható árhullámok mellett – esetenként nagyobb veszélyt és szélesebb körű intézkedéseket szükségessé téve – a helyi patakok áradása Zemplénben és a Dél-Borsodban is több településen öntötte el az utcákat, lakóépületeket.

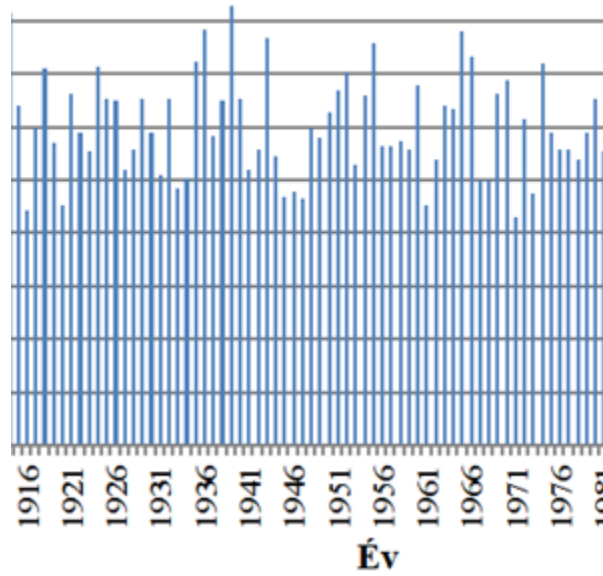
3.10. ábra - 3.10. ábra. Havi csapadékösszegek 2010-ben az 1971-2000-es normál százalékában (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján). Forrás: OMSZ

⁵ Szádfal: vízben, (talajvízben) alapozandó építmények munkagödrének körülzárására szolgáló, szorosan egymás mellett függőlegesen levert pallókból álló vízzáró gát

⁶ Akkora vízhozamot a Sajó torkolatánál még nem regisztráltak, mint 2010. májusában.



3.11. ábra - 3.11. ábra. Az országos évi csapadékösszegek 1901 és 2010 között (58 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján). Forrás: OMSZ.



2010. május 17-én a mintegy hatezer lakosú Szikszón a Vadász patak áradása miatt a polgármester elrendelte közel ezer fő kitelepítését. Ugyanekkor Sátoraljaújhelyen (közel 16 ezer lakos) a Ronyva patak áradása miatt a több száz veszélybe került lakóházból kellett megkezdeni a lakosok befogadó helyre történő irányítását, akik száma csúcsidőben meghaladta az ezer főt.

Az ország másik részén pedig május 19-én a Cuhai-Bakony-ér alámosta az M1-es autópálya egyik hidját, aminek következtében a pályaszerkezet beszakadt. Júniusban a Tisza mellékfolyóin, majd magán a Tiszán is kialakult árvízveszéllyel párhuzamosan a Dunán is árhullám vonult le. Eközben az esőzések felgyorsították a belvízképződést. A korábbi csapadékhullámok miatt már nem csak a talaj felső rétege volt telített, hanem a talajvíz szintje is az átlagos fölé emelkedett. A Tisza vízrendszerében levonuló árvizek is nehezítették a védekezést, mert a visszavezetett belvizet befogadó folyók magas vízállása miatt a belvizek gravitációs levezetésének lehetősége megszűnt. Ezzel a belvíz az összes síkvidéki területet, mind a 12 vízügyi igazgatóságot érintette, nehezítve az árvízvédelemhez szükséges erők átcsoportosítását. A vizek kártételei elleni védekezés összességében 13 megyét és a fővárost érintette. Országosan összesen 842 településen (az ország településeinek

negyede), ebből BAZ megyében 208 település (a megye településeinek közel 60%-a), valamint 6 fővárosi kerületben került sor védekezésre [5].

Jellemző volt az is, hogy egy árhullám levonulása után az intenzív csapadék miatt néhány napon belül ismét árvízveszélyes helyzet alakult ki. Ez már önmagában is növelte a védekezés költségeit, hiszen egyes feladatokat (például fertőtlenítés) újra el kellett végezni, illetve az előző védekezés következtében felújításra, kiszáradásra szoruló védművekre nehezedő nyomást⁷ csak a korábbinál nagyobb erővel lehetett ismételtelen védeni.

3.2. táblázat - 3.2. táblázat. A Kormány által 2010-ben kihirdetett veszélyhelyzetek

Korm.rend. száma	Fokozat	Érintett terület	Elrendelés ideje	Feloldás ideje
183/2010 (V.17.)	rendkívüli készültség	Sajó (Sajópüspöki Ónod)	2010.05.17. 18:00	2010.05.25. 18:00
		Bódva (Hídvégardó Boldva)		
		Hernád (Hidasnémeti Sajóhídvég)		
186/2010. (VI.2)	rendkívüli készültség	Sajó (08.06;08.07 szakaszok)	2010.06.02 19:00	2010.06.17. 18:00
		Hernád (08.08; 08.09 szakaszok)		
		Bódva (Hídvégardó Boldva)		
187/2010. (VI.2)	árvízi veszélyhelyzet	Hasznos, Pásztó területe	2010.06.02 19:00	2010.06.09.11:00
188/2010. (VI.3)	veszélyhelyzet	Bőny, Mezőörs, Rétalap területe	2010.06.03. 19:00	2010.06.08. 20:00
		Jászdózsa, Jánoshida, Jászsó-szentgyörgy, Alattyán, Jásztelek, Jászfákóhalma és Jászberény		2010.06.17. 18:00
	rendkívüli készültség	Zagyva (10.11 védelmi szakasz)		
189/2010. (VI. 4.)	veszélyhelyzet	Bács-Kiskun megye	2010.06.04. 21:00	2010.06.11.14:00
		Csongrád megye		
		Jász-Nagykun-Szolnok megye		
		Békés megye		2010.06.17.

⁷ A Közép-Tiszán például minden idők második legnagyobb terhelése érte a védvonalakat.

Korm.rend. száma	Fokozat	Érintett terület	Elrendelés ideje	Feloldás ideje
		Fejér megye		21:00
		Heves megye		
		Pest megye		
		Szabolcs-Szatmár-Bereg megye		

Forrás: OMIT

1.2.1.3. Az árvízvédekezés feladatai

Az árvíz elleni szervezett védekezési tevékenység két, jól elkülöníthető tevékenységcsoportra osztható [50].

Egy részük a védekezés műszaki feladatainak szervezésére, irányítására és ellátására irányul. Ez alatt a védekezés időszakában a védelmi létesítményeken folyó azon tevékenységek összességét kell érteni, amelyek a védelmi művek ellenőrzését, védelmi teljesítőképességük megőrzését, azaz szükség esetén a terheléssel szemben lokálisan fellépő védképességi hiányosságoknak a védekezési munkával, ideiglenes védelmi létesítmények (az árvízvédekezés tekintetében az áradó víznek a töltések meghágását megelőző nyúl- illetve jászolgátás magasítása, szivárgás, átázás, továbbá altalajtörés elleni megtámasztások, ellennyomó medencék stb.) kiépítésével való pótlását foglalja magába.

Másik részük a védekezés államigazgatási feladatainak szervezésére, irányítására és ellátására irányul. Ezen tevékenységen belül is kétféle csoportosítás lehetséges: Egyfelől kiemelendők a védekezés műszaki feladatainak ellátása érdekében szükséges tevékenységek, az ezen feladatok ellátására létrehozott szervezetek személyi- és anyagi-technikai felszereltségét meghaladó munkaerő, anyag, eszköz gép és szállítóeszköz folyamatos, a védekezés igényeit kielégítő tevékenységek. Másfelől a veszélyeztetett lakosság és javak szüksége esetén történő biztonságba helyezése érdekében szükséges (mentés, kitelepítés) tevékenységek, valamint a lakosság és a védekező erők egészségügyi ellátására, a kitelepítettek szociális ellátására, a járványok megelőzésére, elhárítására, a keletkezett károk felmérésére, helyreállítására vonatkozó tevékenységek.

Az árvízvédelmi biztonság fogalma térben és időben változó, ugyanakkor jelentős mértékben függ az egyén és a közösség fejlettségétől, tűrőképességétől.

1.2.1.4. Az árvizek megelőzésének módszerei

1. Az árvízvédelmi töltések áthelyezése, a hullámtér növelése
2. Az árvízvédelmi töltések magasítása
3. A hullámtér magasságának csökkentése kotrással
4. A folyószabályozási művek lehetőség szerinti átalakítása
5. A főmeder mélyítése, kotrása
6. Mellékágak kotrása, rehabilitálása
7. Épületek, egyéb létesítmények eltávolítása a hullámtérről
8. Művelési ág megváltoztatása, optimalizálása
9. Nyári gátak eltávolítása a hullámtérről
10. Szükségterületek kialakítása

Az elmúlt 30 év hazai árvíz-védekezési tapasztalatai bizonyították, hogy a folyók menti töltésrendszerek fejlesztése, előírt méretre való kiépítése mellett új műszaki megoldásokat és módszereket is szükséges alkalmazni, így többek között területi árvízvédelmi rendszereket kell kiépíteni. Ennek eszközeként került sor egyes folyókon az árvízi szükségtározás módszerének kidolgozására, a síkvidéki körtöltéses megcsapoló árvízi szükségtározók kialakítására.

Az árvízi szükségtározás és az árvízi véstározás fogalmát a szakirodalomban és a gyakorlatban egyaránt használják. Ezek a fogalmak azonban csak részben szinonimák. Mindkettő azt jelenti, hogy az árvízvédelmi töltésrendszer kiépítésére mértékadó árhullámot meghaladó árvíz levonulása, illetve a fővédvonal kritikus állapota esetén nagyobb károk és árvízkatasztrófa elhárítása érdekében a védelmi rendszer kiegészítő, illetve tartalék megoldásaként a mentesített ártér egy erre előzetesen kiválasztott részére kieresztik a vizet. A tározásra kijelölt területen egyébként mező- vagy erdőgazdálkodást folytatnak. A tározás célja az árhullám szállította vízmennyiség egy részének átmeneti visszatartása, és ezzel az árhullám tetőzési magasságának csökkentése. A két fogalom közötti megkülönböztetés azt jelenti, hogy az árvízi szükségtározás az árvízvédelemben jelenleg is hatályos jogi kategória. A szükségtározó egy olyan műszaki létesítményekkel időszakos tározásra alkalmassá tett kiépített vagy kijelölt terület, amelyet nem sajátítottak ki, azt az esetleges árvízi elöntés céljára jogi úton jelölték ki. Jelenleg 13 árvízi szükségtározót építettek, illetve jelöltek ki. Ezzel szemben az árvízi véstározásra szóba jöhető területeket műszakilag feltárják ugyan, de jogilag nem történik meg az esetleges árvíz tározásra való kijelölésük. Az elárasztásukra irányuló döntés minden esetben egyedi mérlegelés eredménye. A lokalizálás a véstározással együtt alkalmazandó aktív és hatékony árvízi lefolyás-szabályozó tevékenység. Ha rendkívüli árvízi terhelés súlyos veszélyének elhárítására van szükség, akkor a véstározásra szóba jöhető terület megnyitásával a területen levő értékek lokálisan kialakított védelme mellett irányított kivezetést lehet végrehajtani. E lokális védelmet az előre kiépített, vagy előre megtervezett és a védekezés során kiépített létesítmények (például körtöltések) biztosítják. A szükséges műtárgyak előzetes kiépítése lehetővé teszi az aktív lokalizáció alkalmazását.

Az árvízi szükségtározás alkalmazására négy - egymástól lényegesen eltérő - helyzet miatt kerülhet sor, amelyek mindegyikére találunk példát az árvízvédekezés hazai gyakorlatában.

- a. Az árvízvédelmi rendszer műveinek kiépítettségét, védőképességét meghaladó vízszinteknél a tetőzések csökkentésére,
- b. a töltésszakadás veszélyével fenyegető jeges árvizek elleni védelem eszközeként,
- c. az árvízvédelmi műveken a hosszantartó igénybevétel vagy műszaki hiba hatására kialakuló veszélyes töltésállapotból eredő árvízkatasztrófa megelőzésére,
- d. a már bekövetkezett árvízkatasztrófa további következményeinek mérséklésére.

Az árvízi szükségtározóknál a méretezés szempontjából az (a) eset, a tetőzések csökkentése érdekében történő tározás tekintendő mértékadónak, amikor is a folyón levonuló árhullám tetőző vízszintje meghaladja az árvízvédelmi rendszer műveinek kiépítettségét, védőképességét, és a tározást a tetőzések csökkentése, árvízkatasztrófa elhárítása érdekében kell végrehajtani. A másik három esetre (b, c, d) nem szükséges önálló árvízi szükségtározók tervezése, mivel egy bizonyos árvíz tömeg visszatartására méretezett és kiépült szükségtározó hatékony védelmi eszközként szolgálhat a jeges árvizek és a veszélyes töltésállapot esetén, illetve a bekövetkezett töltésszakadás további hatásának mérséklésére is. A szükségtározók helyének kiválasztásánál és kialakítási szempontjainak kidolgozásánál ugyanakkor az igénybevétel e sajátos eseteit is figyelembe kell venni.

A szükségtározó megnyitásának optimális időpontja az, amikor az áradó folyó vízszintje a méretezési szintet megközelíti és az előrejelzések alapján várható, hogy a tetőző vízszint ezt az értéket eléri, vagy meghaladja. Azt, hogy a méretezési vízszint alatt milyen vízállásnál kell a nyitást megkezdeni, a helyi körülmények döntenek el. A mérlegelés szempontja lehet az áradás hevessége, vagy a víz kieresztésére, a töltés megnyitására választott műszaki megoldás eszköz és szakember igénye.

A szükségtározó hatékonysága szempontjából rendkívüli jelentőséggel bír az, hogy a töltésmegnyitás a hatása alatt lévő folyószakaszon a mederben tározódott vizet hirtelen leszívja. A vízkieresztés fölötti szelvényekben a töltésmegnyitások utáni néhány órában a vízhozam hirtelen megnő. Ez a jelenség a szükségtározás hidrológiája szempontjából rendkívüli jelentőséggel bír: a helyesen megválasztott nyitási időpontban viszonylag kis vízmennyiség kieresztése is biztosítja a kívánt árapasztó hatás elérését.

- A szükségtározásnak a vízrendszer különböző szakaszain kifejtett hatása attól függ, hogy a vizsgált folyószakaszok a megnyitáshoz viszonyítva hol helyezkednek el:
- a megnyitási hely alatt (a vízrendszer adott ágán végighaladva) a vízelvonás hatása érvényesül;
- a folyón a megnyitási hely fölött intenzív leszívó hatás jelentkezik;
- a vízrendszernek vízelvonás hatásával érintett ágához tartozó mellékfolyókon - mérsékelt esésnövelő hatás lép fel.

A szükségtározó leürítésénél fontos szempont, hogy:

- biztosítsa az elárasztott tározótér víztelenítése érdekében szükséges mentesítési idő alatt a kieresztett víz visszavezetését a folyóba,
- árhullám ellen védő elzárási munkákat nem akadályozza (és megfordítva: az elzárási munkák se korlátozzák a víz visszavezetését),
- a tározó szükség esetén könnyen, egyszerű technikai eszközökkel elzárható legyen,
- a leürítés műszaki megoldása, kialakítása és mérete igazodjon a visszavezetést igénylő vízmennyiség időbeli csökkenéséhez (azaz legyen többlépcsős!).

A szükségtározóban lévő víz visszavezetésénél olyan többlépcsős megoldás a legcélszerűbb, amelynél külön a vízvisszavezetés céljából átvágják a töltést és így vezetik vissza a víztömeg nagyobb részét; közben üzembe helyezik a vízvisszavezető műtárgyat (amennyiben ilyen kiépült); s a fenékvizeket, ha az már gravitációsan nem lehetséges, mobil szivattyúk telepítésével ürítik le.

Egy árvízi szükségtározó igénybevétele rendkívül összetett, hatásában, következményeiben szerteágazó védekezés-irányítási döntés eredménye. Egy ilyen döntés meghozatala - a jogszabályi előírásoknak megfelelően - miniszteri hatáskörbe tartozik, miután az csak az egész vízrendszer, vízgyűjtő terület hidrológiai állapotának a nagyobb térség árvízvédelmi helyzetének átfogó ismeretében, a várható műszaki hatás mellett a költségek és károk mérlegelésével együtt dönthető el.

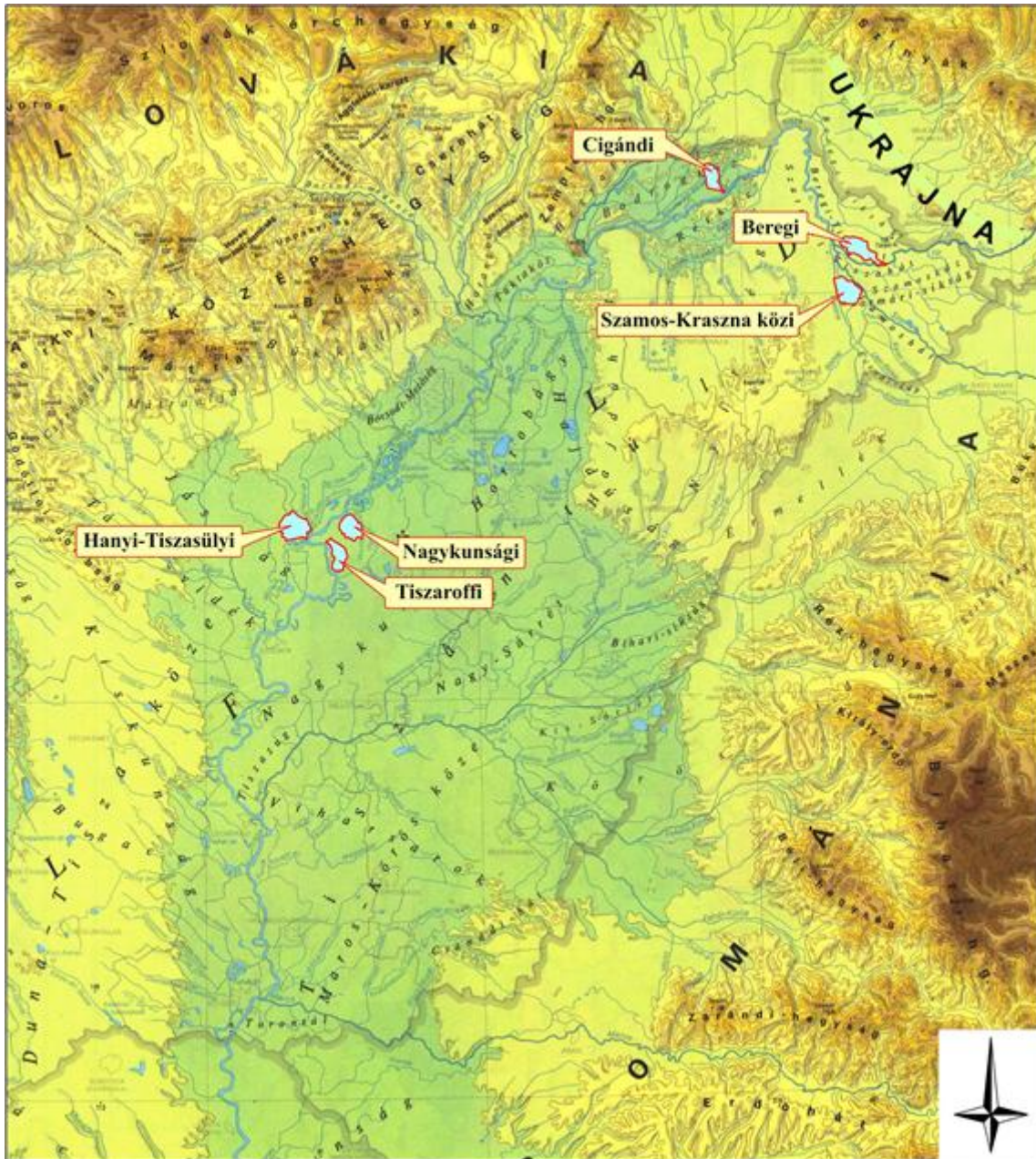
A második világháború után a töltésmagasítás volt a fő irányvonal, azonban a korábban meghatározott célokat nem voltak képesek tartani. A Tisza folyamatosan töltődött fel, a nagyvízi medre leszűkül a növényzet és a beépítések miatt is. A gátak növelése magával vonja folyót keresztező műtárgyak átépítését is, ami egyértelműen komoly költséggel bír.

A Vásárhelyi terv Továbbfejlesztése elnevezésű program [64] a vázolt vésztározók, úgynevezett árapasztó tározók megépítését tűzte ki célul. 2008-ban átadták a cigánd-tiszakarádi tározót, majd 2009-ben egyet Tiszaroff mellett. Ez utóbbit a 2010-es árvíz során már részben feltöltötték.

2012-ben kerül átadásra a hanyi-tiszasülyi és a nagykunsági tározó, illetve további kettő megvalósítása volt folyamatban a jegyzet írásakor.

A tározók, azon túl, hogy az árhullám intenzitását csökkentik, javítja a terület vízháztartását, illetve ártéri gazdálkodásra ad lehetőséget.

3.12. ábra - 3.12. ábra. Megépült és épülő tározók a Tisza mentén [64]



3.3. táblázat - 3.3. táblázat. Árapasztó tározók megvalósításának ütemterve [64]

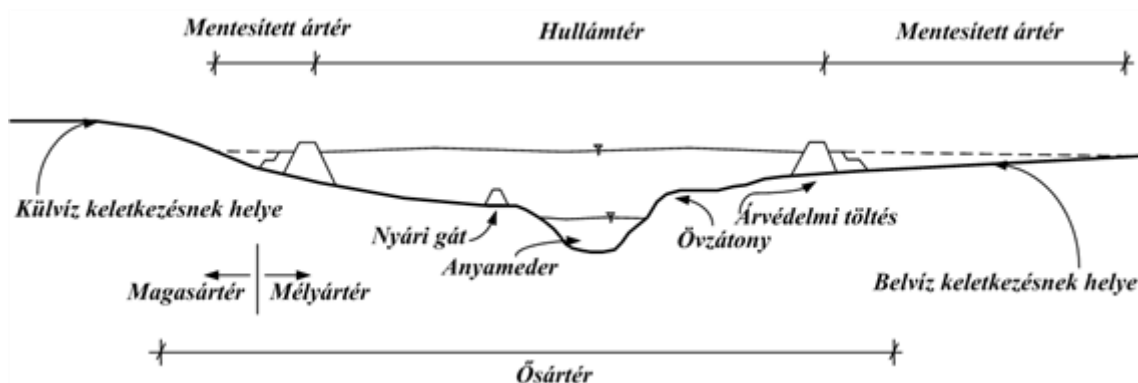
Név	Beruházás kezdete	Átadás
Cigándi	2005. április	2009. május
Tiszaroffi	2005. szeptember	2009. június
Hanyi-Tiszasülyi	2008. szeptember	2012. július
Nagykunsági	2008. augusztus	2012. november
Szamos-Kraszna-közi	2009. március	2013. április
Beregi	előkészítési fázisban	

E mellett további helyszíneken vizsgálják a kialakítás lehetőségeit (Szeged környékén, Dél-Borsodban, a Hortobágyon, Beregben, Tiszakarádon, a Körös-zugban és a Jászságban).

1.2.2. Belvíz

Országosan a települések 40 %-a erősen, összesen mintegy 80 %-a valamilyen mértékben veszélyeztetett a vizek kártételeitől [40]. A belvíz a lefolyási akadály (pl. töltés) mögött összegyűlő vizeket származási helyük szerint két csoportba soroljuk. A lefolyási akadály, azaz a gát képzeletbeli korona síkjának a terep felszínével való metszsvonalán belül eső területről származó vizeket belvizeknek, az annál magasabb területekről közvetlenül a befogadóba vezethető vizeket pedig külvíznek nevezük (lásd a 3.13. ábra). A belvizeket, mivel a gát miatt benne rekednek a vízgyűjtőben, átemeléssel vezetjük a befogadóba, a külvizeket pedig, ha erre alkalmas magasparti terepalakulat van, általában gravitációsan vezetjük a folyóba. A belvíz sajátosan hungaricum fogalom, azaz csakis a magyar természeti viszonyoknál használatos. Műszaki értelemben a belvízöblözethez hasonló a polder (tengerszintalatti terület), amely viszont főleg holland és lengyel sajátosságú terület. [58]

3.13. ábra - 3.13. ábra. Árvédelmi töltésekkel védett folyóvölgy keresztmetszete. Forrás: Vízkárelhárítás



A belvíz főként az Alföldet érinti. A természeti adottságokon felül (domborzati viszonyok, talajtani adottságok, csapadék) az emberi tevékenységek is befolyásolják kialakulását. Külterületeken a helytelen mező- és erdőgazdasági művelés, belterületeken a mély fekvésű területek beépítése okozhat belvízkárokat. A szennyvízesatornázás elmaradása un. "talajvízdombok" kialakulásához vezethet, ami szintén növeli a belvízveszélyt.

A művelési ágak közül az erdő csökkenti legnagyobb mértékben a belvíz kialakulásának lehetőségét, mivel nagy a felszíni csapadék-visszatartó képessége, és a fák gyökereikkel a talajból mélyről is vizet vesznek fel, így a talaj vízfelvevő képessége is jelentősebb [42]. Ezzel szemben a szántóföldi kultúrák belvíz szempontjából a legelőnytelenebbek, mivel az év nagyobbik részében nem nyújtanak megfelelő talajfedettséget, tavasszal, amikor a hóolvadás és nagyobb esőzések miatt nagy a belvízveszély, még túl kicsi a növényzet, ősszel pedig már a betakarítás és a beszántás is megtörténik, mire a csapadékos időszak bekövetkezik. A legelőkön ugyan kisebb a vízfelvevő kapacitás, viszont az ott kialakult társulás kevésbé érzékeny a belvíz hatásaira. Az öntözés nem szakszerű kivitelezése szintén felerősíti a belvízi veszélyeztetettséget. A mezőgazdasági munkálatok során bekövetkező talajtömörödés a víz vertikális haladási útját nehezíti, ezáltal romlik a talaj vízbefogadó képessége, így a belvíz kialakulása mellett a víz eróziós hatását is erősíti. Ez az úgynevezett eketalp betegség,⁸ amikor a talajművelés hatására egy nagyobb vízzáró képességű réteg alakul ki. Ezt a réteget áttörendő javasolt a mélyszántás, mélylazítás, illetve megfelelő gyakorlat a szántás mélységének változtatása (lenne) [13].

A település közvetlen veszélyeztetettségének megállapítása során figyelembe kell venni a talajvízszintet, a beépítettséget, a burkolt felületek arányát és nem utolsósorban a helyi tapasztalatokat, az utóbbi belvizes évek elöntési adatait is.

Az ország belvízzel leginkább veszélyeztetett térségei [40]:

- a Felső-Tisza-vidéki tájak (Bereg, Tisza-Szamosköz, Rétköz, Bodrogeköz, Taktaköz)

⁸ Eketalp betegség: Az évek folyamán azonos mélységben és irányban forgatott talajban a barázda fenekén kemény, tömődött réteg, az eketalp alakul ki.

- a Hortobágy - Berettyó melléke
- a Jászság és a Nagykunság egyes részei
- az Alsó-Tisza vidéke
- A Dunavölgyi-főcsatorna mente
- Mérsékeltlen veszélyeztetett terület a Közép-Dunántúlon a Nádor-Kapos-Sió völgye, valamint gyepesítés, szintvonalas talajművelés, talajvédő agrotechnika, megfelelő növényi borítottság.

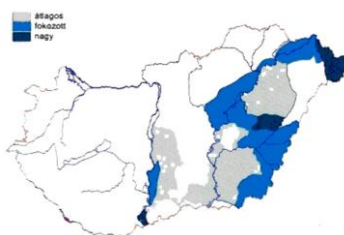
A víz rendezett elvezetését és a hordalék megfogását biztosító főbb létesítmények: vízelvezető árkok, övárok, vízmosáskötő-gátak, hordalékfogók, tározók.

1.2.2.1. Belvízrendezés

Magyarország körülbelül egynegyede olyan mély fekvésű sík terület, amelyről természetes úton nem folyik le a víz. Ezeket a területeket a belvízvédelmi művek nélkül állandóan vagy időszakosan hosszú időre elborítaná az összegyülekező hó- és csapadékvíz. A belvízzel veszélyeztetett terület nagysága eléri a 4,4 millió ha-t, melynek 41%-a intenzíven művelt mezőgazdasági terület [46].

A (bel)vízrendezés és meliorációs (talajjavító) műveletek jelentős mértékben csökkentik a belvizek kialakulásának kockázatát. A tereprendezés, belvízcsatornák és szivárgók („drain”, elterjedt a drénezés kifejezés is) építése, illetve az összegyűlt víz átszivattyúzása a víz elvezetését szolgálják. A fizikai és kémiai talajjavítás (pl. szántás mélységének időszakos változtatása), illetve a talajcsövezés a talaj vízbefogadó képességét növeli, ezáltal csökkentve a belvízveszélyt.

3.14. ábra - 3.14. ábra. Belvízi veszélyeztetettség



A belvízrendezési művek (csatornák, műtárgyak) a hidrológiai és gazdaságossági számítások alapján meghatározott mértékadó helyzetre készülnek, nem pedig a várható legnagyobb vízterhelésre, ezért mindig fel kell készülni a rendkívüli belvizek elhárítására is.

A belvízvédekezés a mértékadó helyzetet megközelítő vagy azt meghaladó hidrológiai viszonyok között végzett operatív üzemelési tevékenység [58]. Célja a belvízi elöntések okozta károk és a védekezési ráfordítási költségek összegének minimalizálása. A belvízzel összefüggésben két fő időszak különíthető el:

- Belvízmentes időszakban feladat a belvíz megfelelő levezetéséhez szükséges műszaki, szervezési és igazgatási teendők ellátása, a rendkívüli helyzetre való felkészülés. Például ilyenek: vízrendezési művek fejlesztése, műszaki tervezés, adatszolgáltatás, karbantartás, készenléti állapot biztosítása.
- Belvizes időszakban előre elkészített szabályzat szerint a belvíz-védekezési feladatok ellátása, azaz a készenléti fokozatnak megfelelő aktív védekezés. Például ilyenek: készenléti fokozatok elrendelése, a figyelőszolgálatok működtetése, tiltók és zsilipek, továbbá szivattyúk kezelése, vízkormányzás végzése.

A belvízvédelem műszaki megoldásairól bővebben olvashatnak az érdeklődők Vízkárelhárítás című jegyzetben [58].

1.3. Meteorológiai

1.3.1. Szélviharok

A szél a vízszintes nyomásgradiens hatására létrejövő légáramlás. A szél sebességét a meteorológiában általában m/s-ban határozzák meg, de a hajózás és a repülés területén szokás csomóban megadni. 1 m/s kb. 2 csomónak felel meg. Az alábbi táblázatban található az egyes szélesség-kategóriák.

3.4. táblázat - 3.4. táblázat. Szélesség kategóriák

Beaufort-fokozat	Szélesség			Leírás	Hatása	
	csomó	km/h	m/s		a tengeren	a szárazföldön
0	0	0	0-0,2	Szélcsend	Tükörsima vízfelület.	A füst egyenesen száll felfelé.
1	1-3	1-6	0,3-1,5	Gyenge szél	A vízen apró fodrok láthatók.	A felszálló füst gyengén ingadozik, a szél alig érezhető.
2	4-6	7-11	1,6-3,3	Gyenge szél	Kis hullámok, de a vízfelület még sima.	A fák levelei zizegnek, az arcon érezhető a légmozgás.
3	7-10	12-19	3,4-5,4	Mérsékelt szél	Barázdált vízfelület, határozott hullámvonalkkal.	A szél a fák leveleit, vékony hajtásait mozgatja.
4	11-15	20-29	5,5-7,9	Mérsékelt szél	Hosszú, alacsony hullámok, fehér tarajjal.	A szél a fák gallyait, kisebb ágait állandóan mozgatja.
5	16-21	30-39	8,0-10,7	Élénk szél	Közepesen magas hullámok fehér tarajjal.	A nagyobb faágak is mozognak, a levegő mozgása jól hallható.
6	22-27	40-50	10,8-13,8	Erős szél	Nagy hullámok néhol átbukó tarajjal.	Már a legvastagabb ágakat is mozgatja; a drótkötelek, villanyvezetékek zúgnak.
7	28-33	51-62	13,9-17,1	Igen erős szél	A tarajakon összefüggő fehér hab jelenik meg. A hullámok nagyok.	A kisebb fák törzsei erősen hajladoznak, vékonyabb gallyak letörnek. A széllel szemben nehéz a gyaloglás.

Beaufort-fokozat	Szélsebesség			Leírás	Hatása	
	csomó	km/h	m/s		a tengeren	a szárazföldön
8	34-40	63-75	17,2-20,7	Viharos szél	Hosszú hullámhegyek, sűrű, fodros hullámokkal. A habok a szélirányhoz igazodva csíkokba rendeződnek.	A szél a fákról ágakat tör le, a nagyobb fák törzsei is erősen hajladoznak.
9	41-47	76-87	20,8-24,4	Vihar	Magas hullámhegyek, az egész vízfelület porzik, evezni széllel szemben már nem lehet.	A vihar a gyengébb fákat kidönti, a vastagabb ágakat letöri. Kisebb épületek megromlásra, a tetőcserepek lesodródásra kerülhetnek.
10	48-55	88-102	24,5-28,4	Erős vihar	A vízfelület fehéren porzik, hosszú, átbukó tarajokkal, magas hullámokkal.	A vihar gyökerestül forgatja ki a fákat, az épületekben jelentős károk keletkeznek.
11	56-63	103-119	28,5-32,6	Orkányszerű vihar	Háborgó tenger különösen nagy hullámokkal. A vizet vízszintesen fújja a szél, a látótávolság nagyon lecsökken.	Súlyos anyagi károk, a téglalapítványok is megsérülhetnek.
12	64-80	>120	32,7-40,8	Orkán	Az egész vízfelület fehéren porzik. A szél letépi és elfújja a hullámtarajokat. A látótávolság gyakorlatilag megszűnik.	A szél épületeket, tetőket rombol, súlyos pusztítást végez.

A Beaufort-skálát 1805-ben Francis Beaufort tengerészkapitány dolgozta ki a tengeri szél erősségének megfigyelésére és osztályozására. Ma már kevésbé használatos, elsősorban ott tesz jó szolgálatot, ahol objektív szélmérő berendezés nem áll rendelkezésre. A Balatonon az elsőfokú viharjelzés a skála 6-7 fokánál van érvényben, a másodfokú riasztás a 8-as fokozattól lép életbe [61].

Az átlagos szélesebesség alapján hazánk a mérsékleten szeles vidékek közé tartozik az éves átlag 2-4 m/s között változik, de lokálisan ettől jelentősen eltérő értékek is megfigyelhetők. A szélesebességnek jellegzetes évi menete van, legszelesebb időszakunk a tavasz első fele, míg a legkisebb szélesebességek általában ősz elején tapasztalhatók. Az országos átlagot tekintve évente 122 szeles nap fordul elő (széllökés sebessége >10 m/s), ezek közül 35 nap viharos (>15 m/s).

A szélvihar a szárazföldön is komoly károkat képes okozni, a 60-70 km/h-nál erősebb széllelkések:

- szilárd építményekről leszakíthatja a tetőfedeleket,
- súlyosan megrongálhatja az energiaellátás és távbeszélő berendezések vezetékeit,
- könnyű épületeket dönthet össze,
- közlekedési zavarokat, akadályokat idézhet elő,
- fákat törhet ki.

A katasztrofavedelem.hu [25] oldalon a következő tanácsok szerepelnek arra az esetre, ha szabad ég alatt tartózkodnánk:

- Viselkedjünk nyugodtan, körültekintően.
- Ha lehet, keressünk védett, stabil helyet (épület, aluljáró).
- Távol haladjunk a fáktól, épületektől, hogy a letört ágak, cserepek, üvegszilánkok ne okozzanak sérülést.
- Védjük szemünket a portól, fejünket a szél sodorta tárgyaktól, ágaktól stb.
- Oszlopba, kerítésbe kapaszkodjunk, hogy ne sodorjon el az erős szél.
- Tartsuk, védjük erősen a kisgyerekeket, ne szakadjunk el társainktól.
- A járműveket, sátrakat, gyenge szerkezetű építményeket hagyjuk el, mert bentről nem lehet érzékelni a fenyegető veszélyt (pl. rádőlhet a fa).
- Leszakadt villamos távvezeték megközelíteni is életveszélyes!
- Szabadban végzett tűzveszélyes tevékenységet azonnal abba kell hagyni, a tüzet eloltani (pl. gazégetés kertben, tábortűz, szalonnasütés, kerti parti).
- Csónakázni, fürdőzni erős viharban életveszélyes! Nagyobb vízfelület fölött összefüggő vízfüggöny alakulhat ki, emiatt jó úszók is megfulladhatnak. Vegyük komolyan a viharjelzéseket!
- Az állatok viselkedése kiszámíthatatlanná válik, megvadulhatnak, ezért ne érjünk hozzájuk. háziállatokat zárjuk be.
- Ha az előrejelzéseket követően van rá időnk, a ház körül található fák meggyengült ágait vágjuk le.
- A ház környékéről gyűjtsünk össze és vigyünk be az épületbe minden olyan tárgyat, amit a szél felkaphat (pl. műanyag kerti bútorok, szerszámok) – ezek ugyanis súlyos sérüléseket okozhatnak.

Óvintézkedések az épületen belül:

- Az ajtókat, ablakokat zárjuk be.
- Ne menjünk ki a szabadba.

- Ne hagyjuk a kisgyermeket, betegeket felügyelet nélkül, lehetőleg senki ne maradjon egyedül.
- Készüljünk fel áramszünetre (elemlámpa előkészítése).
- Áramtalanítsuk az elektromos berendezéseket.

A kritikus infrastruktúra védelem célja az infrastruktúra zavaraira vagy megsemmisülésére való felkészülés, az ezekkel szembeni védelem, az arányos és szükséges reagálás és a helyreállítás. A szélviharok esetében az épületekre gyakorolt nyomás okozta hatásokra kell felkészülni. Urbanizált környezetben a szél a beépítettség miatt lelassul, körülbelül 15-20%-kal kisebb széllekedési sebességek mérhetők belterületen, mint külterületen, azonban a beépítettség a helyi légörvények kialakulását is elősegíti. A szélhatás figyelembe vételére az MSZ ENV 1991-1-4:2005 számú, a tartószerkezeteket ért hatásokkal foglalkozó szabvány ad utasítást.

Az infrastruktúrára gyakorolt hatások közül a szélhez kapcsolódik a homokvihar, illetve a hófúvás és az általuk okozott közlekedési problémák. Erős széllekedések esetén, illetve a látási viszonyok jelentős mértékű romlásakor, ami homokvihar, illetve hófúvás esetén kialakul, a közúti balesetek száma megnövekszik. Ilyenkor kifejezetten ellenjavallt veszélyes anyagokat szállítani.

A közutakon a széllekedések, illetve az oldalszél miatt vezetési nehézségekkel, a látási viszonyok romlásával (porfelhők, eső) továbbá az utakra hulló tárgyak (faágak, -törzsek, jelző- és reklámtáblák, felsővezetékek) okozta veszélyekkel, forgalmi akadályokkal, fokozott balesetveszéllyel kell számolni. Nyílt terepen különösen veszélyesek az oldalirányú széllekedések a szélárnyékos helyek elhagyásakor, illetve más járművek melletti elhaladásakor.

A lassuló forgalom és a keletkező útakadályok miatt előfordulhat, hogy ideiglenes forgalom terelésekre, útlezárásokra van szükség.

Orkánok, viharok, forgószelek által okozott károk következményeinek felszámolása során a legfontosabb teendők:

- Sérültek felkutatása, kimentése
- Tüzek oltása
- Műszaki-mentési munkák:
- Törmelék eltakarítás
- Törmeléken átjárók létesítése
- Villamos távvezetékek helyreállítása
- Hidak, közutak helyreállítása
- Mélyebben fekvő elöntött területekről víz kiszivattyúzása
- Az elemi csapás sújtotta lakosság ivóvízzel, élelemmel és ruházattal való ellátása, elszállásolása

1.3.2. Nagy mennyiségű csapadék

A nagy mennyiségű csapadék az árvizek, villámárvizek előidézésén túl a közúti forgalmat jelentős mértékben befolyásolhatja. Az intenzív esőzés miatt a látásviszonyok és az útviszonyok egyaránt romlanak, ennek következtében megnő a balesetveszély. A forgalomirányítási eszközök ugyanakkor beázás vagy zárlat miatt meghibásodhatnak.

Sík területen a vízelvezető rendszer rövid időn belül megtelik vízzel, az átereszeknél visszaduzzad és elárasztja az úttesteket, belvízszerű állapot alakul ki. A vízben való felúszás (aquaplaning⁹) elkerülése érdekében csak kis

⁹ Egy vízzel borított felületen viszonylag gyorsan haladó gépjármű abroncsa előtt kissé feltorlódik a víz. A futófelülettel történő találkozáskor a felfekvési felület elején lévő víz nyomása növekszik. Aquaplaning esetében a víz nyomása meghaladja az abroncs nyomását, ami azt eredményezi, hogy az abroncsok és az útburkolat közötti kapcsolat megszűnik. A tapadás elvesztése miatt a kerekek csúsznak és a jármű nem képes reagálni a kormányzásra, fékezésre és gyorsításra. Ennek eredményeképpen a jármű irányíthatatlanná válhat, elkezdhet csúszni, vagy pörögni.

sebesség tartható, 10-15 cm-nél magasabb víz esetén a forgalom leáll. A huzamosabb ideig elárasztott utak teherbírása csökken, a víz egyes esetekben alámoshatja az utat.

Domb- és hegyvidéki utak esetében a csapadék földet és egyéb hordalékot hordhat az útra, illetve a nagymennyiségű víz sodrása rongálja a partoldalakat, a támfalakat és a fák gyökérzetét alámosza.

3.15. ábra - 3.15. ábra. Nagy mennyiségű csapadék által okozott kár

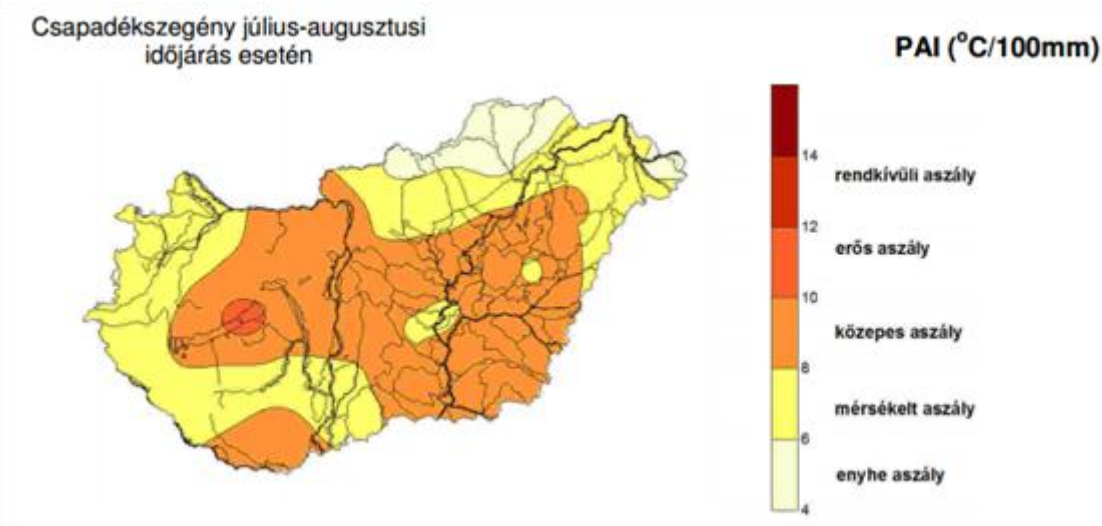


1.3.3. Aszály

Az aszály nagy hőséggel párosuló hosszan tartó csapadékhiány. A szárazság közvetlenül elsősorban a mezőgazdaságot sújtja, de áttételesen a gazdaság minden más területére is befolyással van. Magyarország területének körülbelül 90%-a aszályal veszélyeztetett, a legsúlyosabb aszályok természeti az Alföldön, főleg annak középső részén alakulnak ki.

Az aszály alapvető oka az, hogy huzamos időn keresztül nem hullik elegendő csapadék. Az ok lehet természeti eredetű, de az emberi beavatkozás révén előfordulhat, hogy nem jut elég pára a levegőbe ahhoz, hogy kialakuljanak az esőfelhők. A magas hőmérséklet és az erős szél erősítik az aszály hatásait. Legnagyobb mértékű kár akkor keletkezik, ha a hosszabb időre kiterjedő szárazság hó mentes tél után következik, így a téli nedvesség hiányát a tavaszi esőzés sem pótolja. A kiszáradás révén a növényzet elpusztul, a talaj szikesedése, eróziója hosszú távú problémákat eredményez a mezőgazdaságban. Aszályos területen a fenntartható vízgazdálkodás elengedhetetlen. Ide tartozik a megfelelő csatornahálózatok kialakítása és karbantartása, és a területen megvalósított vízviisszatartás is. Az élelmezési problémák mellett aszály idején a homokviharok és az erdőtüzek veszélye is. Az öntözéses gazdálkodás és a szárazságtűrő növények termesztése a növénykár csökkentést szolgálják. Az öntözésre való felkészülést nagymértékben segíti az integrált vízháztartási tájékoztató és előrejelzés, mely a vizugy.hu oldalán jelenik meg havonta.

3.16. ábra - 3.16. ábra. Aszályindex területi megoszlása 2011-re [65]



A kialakult aszály mértéke az ún. "aszályossági index"-szel (PAI) jellemezhető. Ez a mérőszám az adott mezőgazdasági évet egyetlen számértékkel jellemzi a párolgási és csapadékviszonyok, valamint az a növények időben változó vízigénye alapján.

Értéke országos átlagban:

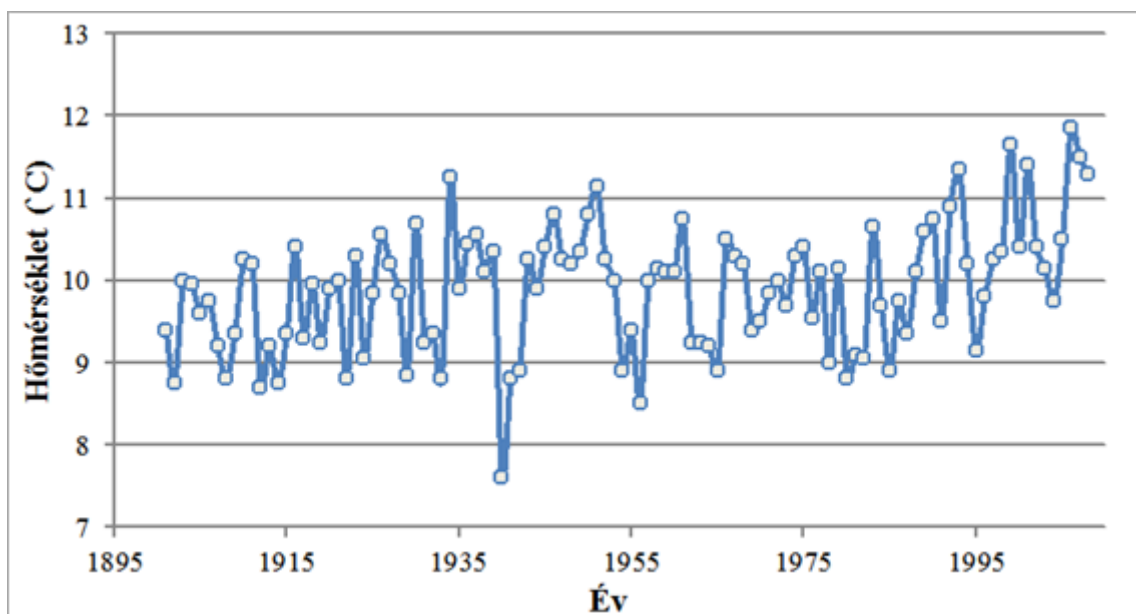
- mérsékelt aszály idején 5-6,
- közepes aszály esetén 6-7,
- súlyos aszály esetén 7-8,
- rendkívül súlyos aszály esetén meghaladja a 8-at.

1.3.4. Hőség

Az elmúlt évszázadban Magyarországon is melegeedett az éghajlat. A 20 °C feletti minimumhőmérsékletű napok¹⁰ és a hőségnapok száma egyaránt növekszik (VAHAVA).

3.17. ábra - 3.17. ábra. Évi középhőmérsékletek Magyarországon az 1901-2009 közötti időszakban (homogenizált, interpolált adatok) Forrás: OMSZ

¹⁰ A pihenéshez hűvösebb levegőre van szükség, enélkül az ember nem tudja kipihenni magát. A hőmérsékleti határ a földrajzi szélességtől (azaz az emberek biológiai beállítódásától) függ, hazánkban 20 °C a küszöb.



A hőhullámok egészségkárosító hatással bírnak. Ezen felül a megnövekedett hőmérséklet hatására hosszabb lesz a vegetációs időszak, ami az allergén pollentermelő növények és egyéb vektorok (pl. kullancs) elszaporodása figyelhető meg. Az erős UVB sugárzás miatt gyakoribb a melanoma¹¹. A hőhullám definíciója: az átlaghőmérséklet három napon át meghaladja a 26,6 Celsius fokot.

A hőség által veszélyeztetett csoportok kiemelten a csecsemők és fiatal gyermekek, a 65 évnél idősebbek, fogyatékosok, szívbetegségekben és magas vérnyomásban szenvedők. Természetesen hőérzettől és általános egészségi, fittségi állapottól függően bárkinek okozhat a kánikula egészségi panaszokat, kellemetlen tüneteket.

Hőhullám okozta káros egészségi hatások

- bőrkiütés,
- fáradtság,
- görcs,
- hirtelen ájulás,
- kimerülés,
- stroke.

A bőrkiütést és a görcsöt leszámítva a hőség miatt kialakuló betegségek oka a szervezet hőszabályozó rendszerében bekövetkező kisebb-nagyobb elégtelenség. Több hajlamosító tényező is van, többek között az alváshiány, túlsúly vagy kötelező védőruha is hozzájárulhat a rosszulérthez.

A megelőzés alapvetően a megfelelő folyadék-utánpótlással (az normális 2 liter helyett inkább 4 liter) történik. A szellőztetést éjjelre lehetőleg éjjel végezzük, ez különösen fontos a panel épületeknél, ahol az intenzív hőleadás miatt a beltérben a hőérzet éjszakára nem javul. Maradjunk árnyékban és kerüljük a megerőltető mozgást a legnagyobb melegben. A hőháztartás javítására a napi többszöri zuhanyzás is alkalmazható. A magas vérnyomásban szenvedők, szívbeteg és idős emberek egészségügyi panaszaikkal azonnal forduljanak orvoshoz, ne várják meg a helyzet súlyosbodását.

3.5. táblázat - 3.5. táblázat. Folyadékbevitel módja kánikula idejére

¹¹ Melanoma (bőrrák): A bőr festéktermelő sejtjeiből, a melanocitákból kiinduló rák. A melanoma az ép, a leggyakrabban napfénynek kitett bőrön jelentkező új, kis festékes növedékként kezdődhet, de az esetek csaknem felében már fennálló festékes anyajegyekből indul ki. A többi bőrráktól eltérően gyorsan áttéteket ad a test távoli részébe, ahol tovább növekszik, és roncsolja a szöveteket.

MIT IGYUNK	MIT NE IGYUNK
Víz, ásványvíz, tea, Szénsavmentes üdítők Paradicsomlé, aludtej, kefir, joghurt Levesek	Kávé, alkohol tartalmú italok Magas koffein és cukortartalmú szénsavas üdítők

A hőségriasztás egyes fokozatait az Országos Környezet-egészségügyi Intézet (OKI) az ÁNTSZ Budapest Főváros Intézetével, valamint az Országos Meteorológiai Szolgálatlal együttműködve dolgozta ki. A nyári időszakban a hőmérséklet 5 Celsius fokos növekedése, illetve az előző 15 nap átlaghőmérsékletéhez képes észlelt 5 Celsius fokos változás, jelentősen mintegy 10-15%-kal növeli az összes halálok, valamint a szív- és érrendszeri betegségek miatti halálozások kockázatát [41].

A hőségriasztás fokozatai:

Figyelmeztető jelzés belső használatra (1. fok): Várhatóan legalább egy napra a halálozás napi értékeinek kb. 15%-os növekedését jelzi előre a rendszer (25°C vagy annál nagyobb átlaghőmérséklet). A belső használat azt jelzi, hogy a mentőszolgálatnak megnövekvő betegforgalomra kell számítania.

Készültség jelzés - riasztás a lakosság számára (2. fok): Várhatóan legalább három egymást követő napra eléri (vagy meghaladja) a napi középhőmérséklet a 25 C°-ot, vagy legalább egy napra eléri a napi középhőmérséklet a 27 C°-ot (kb. 30%-os napi halálozás növekedés). Ezen esetekben indokolt a lakosság informálása a fokozott egészségi kockázatokról, amit a mentő szóvivő jelent be.

Riadó jelzés (3.fok): Amennyiben várhatóan legalább három egymást követő napra eléri a napi középhőmérséklet a 27 Celsius fokot (kb. 30%-os egészségi kockázat növekedés).

1.3.5. Rendkívüli hideg

Télen a lehullott nagymennyiségű hó, főleg ha nagy erejű szél kíséri a hősést, fennakadásokat okozhat a közlekedésben, településeket zárhat el a külvilágtól. Bár az ellátás ilyenkor akadozik, de katasztrófa ritkán következik be. A közlekedésben a fennakadást a hófúvások, hótorlaszok kialakulása, jégréteg kialakulása, illetve a rossz látási viszonyok okozhatják. Emiatt nehezkessé válik az alapvető élelmiszerellátás, az egészségügyi ellátás, a betegszállítás, gyógyszerek beszerzése. Előfordulhat, hogy járművek akadnak el az utakon, az ő esetükben egy idő után fagyási sérülésekkel lehet számolni.

Súlyos esetekben a gázvezetékek befagyása miatt a vezetékes gázellátás ideiglenesen leállhat, illetve az áramszolgáltatásban is zavar keletkezhet a megnövekedett fogyasztás vagy a vezetékekre fagyott jégréteg miatt. Nagy mennyiségű hó esetén a hó súlyától az épületek tetőszerkezete károsodhat.

A hófúvások okozta fennakadások elkerülésére a vasútnál és a közutakon passzív és aktív védekezés folyik. A passzív védekezéshez értendő a különböző hóvédművek előre, a tél beálltával történő felszerelése, az aktív pedig a gépjármű bázisú hóeltakarítás. A fő feladat biztosítani a közlekedést és az üzemek termelő tevékenységét. A járható utakon már biztosítani lehet a lakosság ételmezesi és egészségügyi ellátását.

A szélhatások miatt hófúvások jellemzően mindig ugyanazon területeken és az utak ugyanazon pontjain alakulnak ki. A megelőzés eszközei az út menti védő erdősávok, illetve a kihelyezett hófogó táblák. A veszélyeztetett területeken az erdősávok és hófogó táblák folyamatosságának megszakadásánál alakulnak ki a hófúvások.

Az utakat a napi forgalom szerint csoportosítják. Hó eltakarítás szempontjából három kategóriát különböztetnek meg [21]:

- **Örjáratos utak:** a hó eltakarítást az út teljes hosszán és szélességében a síkosságtól függően szükség szerint, de minimum naponta elvégzik.

- Rayonos utak: a síkosság mentesítés az út veszélyes részeire (ívek, emelkedő szakaszok, buszmegállók közötti csomópontok, gyalog-átkelőhelyek) terjed ki.
- Fehér utak: az előzőekbe nem tartozó utak, ezeken az utakon a Közútkezelő a síkosság-mentesítésről nem gondoskodik.

A kapacitás az átlagos téli időjárásnak megfelelő mértékű havazásra méretezett, ennél nagyobb intenzitású hó leesése esetén kapacitáshiány léphet fel.

Azokon a településeken, amelyeket hóvihár esetén elzárás fenyeget, célszerű erre az esetre felkészülni, tartalékot felhalmozni. Alternatív fűtési és világítási megoldások esetleges áramkimaradások esetén hasznosak lehetnek, mint ahogy a mobiltelefonhoz pótakkumulátor. Rendkívüli hideg és/vagy hóvihár esetén a vastag, réteges öltözködés a fagyási sérülések elkerülését akadályozza meg.

Előfordulhat, hogy a szélsőséges időjárás ellenére útnak kell indulni. Mivel ezek az események jól előre jelezhetők, célszerű elhalasztani az utazást. Amennyiben mégis szükséges, ezt mindig kísérő társal tegyünk, és ellenőrizzük le, hogy a visszautat is képesek leszünk megtenni (elegendő benzin a tartályban, korai indulás, hogy ne éjszakába nyúlóan tartson az út). A gépkocsi legyen kifogástalan műszaki állapotban és a szükséges felszerelés álljon rendelkezésre (téli gumibroncsok, hólánc, tartalék üzemanyag, elakadás esetére lapát vagy ásó, homok stb.). A kocsiban elakadás esetére legyen meleg takaró, kézilámpa, lehetőleg áramforrástól független, meleg ital és legalább egy napra elegendő élelmiszer. Ez esetben is fontos a vastag, réteges öltözködés, mert lehetséges, hogy az utat gyalogosan kell folytatni.

1.3.6. Villámlás

3.18. ábra - 3.18. ábra. Villámlás. Placitas, NM. John Fowler



A villámlás légköri elektromosság kisülése (fény- és hangtani jelenség, valamint mennydörgés kíséretében), amely a felhők között, illetve a felhők és a talaj között jön létre.. Időtartama a másodperc milliommód részétől néhány tízezred részéig terjed, másodpercenként 160-1600 km-es sebességgel halad és akár 30.000 °C-os hőmérsékletet idézhet elő.

Villámcsapás esetén az áramütés csak 10-20%-ban halálos, ha van a közelben életmentésre alkalmas személy, aki azonnal beavatkozik. Csonttöréssel csak akkor kell számolni, ha az áldozat leesett valahonnan, azonban szinte mindenkinél hallás- és látászavarok lépnek fel, mert az erős fény- és hanghatás (tartósan is) károsíthatja az érzékszerveket. Az érzékszervi sérülések akár órákig is eltarthatnak.

A villámcsapás közvetve arra is hatással van, aki csak a közelében tartózkodik. A villám árama a földet érés helyétől a talajban minden irányban szétterjed. Ha ilyenkor a két lábfej közt feszültségkülönbség alakul ki, áramütés következik be. A villámcsapás helyétől számított 10 méteres körzet veszélyzónának minősül, a hegyekben azonban ennek kiterjedése még nagyobb. Minél távolabb áll valaki a becsapódás helyétől, annál kisebb feszültség érheti.

A villámcsapás az exponált helyen (hegytetőn, sík terepen, nagyobb vízfelületen) tartózkodókat veszélyezteti. Lehetőleg ne tartózkodjunk vihar alatt vagy a közelben észlelt villámlás esetén. Ha a villámlás után 30 másodpercen belül meghalljuk a dörgést, azonnal keressünk menedéket. Amennyiben ez nem sikerülne, kerülnünk a kiemelkedő tárgyak (oszlop, torony, fák, elektromos távvezeték), barlangbejáratok, nyitott térségek, illetve vízfelületek közelségét. Magashegyi túránál keressünk törmelékkel borított helyet magunknak, üljünk le, zárjuk össze lábainkat és tegyük a fülünkre a kezünket (ezzel csökkentjük a halláskárosodás veszélyét).

Az épületek villámhárítóval vannak ellátva, melyek feladata a becsapódó villám áramát a talajba elvezetni. Így sem kerülhető el feltétlenül a kár, túlfeszültség keletkezhet, ami ellen megfelelő földeléssel védekezhetünk.

A katasztrófavédelem szempontjából a villámcsapás által okozott tűzkarok jelentősek.

2. Civilizációs eredetű veszélyek

2.1. Nukleáris veszélyhelyzet

A nukleáris veszélyhelyzetbe beleértendő a nukleáris és a sugárzó anyagokkal végzett tevékenység következtében előálló veszélyhelyzetek. Vagyis a nukleáris veszélyhelyzet kifejezés egyaránt utal nukleáris létesítményben kialakuló nukleáris veszélyhelyzetre (nukleáris létesítményi veszélyhelyzet) és a radioaktív anyagot alkalmazó létesítményben vagy radioaktív anyaggal végzett tevékenység következtében kialakuló nukleáris veszélyhelyzetre (radiológiai veszélyhelyzet) [OBEIT].

A nukleáris balesetekre való felkészülés, a veszélyhelyzet elleni védekezés tervezése, irányítása és a végrehajtás összehangolása kormány szintű feladat, melyet a Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság (KKB) irányít. A feladat ellátására hozták létre az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszert (ONER), mely a megelőzésben, illetve a nukleáris esemény következményeinek csökkentésében és megszüntetésében érintett központi, ágazati, területi és helyi szintű szervek és szervezetek munkájának összehangolását, koordinálását szolgálja. Felépítéséről és feladatairól a 167/2010. (V. 11.) Korm. rendelet rendelkezik. Az ONER működési rendjét a KKB az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervben (OBEIT) állapítja meg, mely a központi veszély-elhárítási terv szerves része. A veszélyhelyzet kihirdetése, illetve feloldása a kormány feladata KKB elnökének javaslata alapján.

Az ONER működési állapotai:

- normál,
- készenléti,
- veszélyhelyzeti,
- helyreállítási.

Normál működési állapotban az ONER feladata:

- az országos sugárzási helyzet monitorozása: radiológiai adatok gyűjtése, ellenőrzése, elemzése, értékelése és jelzése,
- a rendszer működtetése, fenntartása,
- a nukleárisbaleset-elhárítási intézkedési tervek naprakészen tartása,
- a lakosság és a nukleárisbaleset-elhárításban érintett szervezetek felkészítése, gyakoroltatása,
- az elhárítási feladatok ellátáshoz szükséges anyagi-technikai feltételek biztosítása.

Készenléti működési állapotban a fenti feladatokon túli feladatok:

- fokozott monitorozás,
- a lakosság sugárterhelésének előrejelzése,
- a lakosság hiteles és időben történő tájékoztatása a bekövetkezett eseményről és az országos sugárzási helyzetről,
- felkészülés a veszélyhelyzeti működés megkezdésére.

Feladatok a **veszélyhelyzeti működési állapotban**:

- a nukleáris veszélyhelyzetet előidéző rendkívüli esemény következményeinek felmérése, csökkentése és felszámolása,
- az ország területén kívül és a világűrben bekövetkezett nukleáris balesetből, vagy sugárveszélyt okozó eseményből eredő hazai helyzet radiológiai következményeinek előrejelzése, az abból adódó feladatok meghatározása és végrehajtása.

Helyreállítási működési állapotban:

- a helyreállításban közreműködő szervek tájékoztatása;
- és tudományos, műszaki támogatása.

A monitorozást ellátó hálózat három részből áll össze:

- A Radiológiai Távmérő Hálózat telepített automata távmérőállomásokból áll, amelyek korai riasztási rendszerként működnek, folyamatosan ellenőrzik az ország környezeti sugárzási dózisteljesítményét és a fontosabb meteorológiai paramétereket. Jelenleg 132 mérőállomás szolgáltat adatot.
- A Mobil Radiológiai Laboratóriumok hálózata a sugárszennyezés felderítését, elemzését végzi veszélyhelyzetek esetén.
- A Helyhez Kötött Laboratóriumok Hálózata a beszállított minták (élelmiszer, tej, talaj, víz, stb.) radioaktivitásának mérését végzi. Ezek a mérések alapozzák meg a hosszú távú óvintézkedések (legeltetési tilalom, élelmiszer és vízfogyasztás korlátozása stb.) bevezetését.

Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) a kormány irányításával működő, önálló feladattal és hatósági jogkörrel rendelkező központi közigazgatási szerv. Feladata az atomenergia biztonságos alkalmazásával, különösen a nukleáris létesítmények és anyagok biztonságával, valamint a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozásával összefüggő hatósági felügyelet ellátása¹².

Az OAH tevékenységét szabályozó jogszabályok:

- Az 1996. évi CXVI törvény az Atomenergiáról
- 112/2011. (VII. 4.) Korm. rendelet Az Országos Atomenergia Hivatal nukleáris energiával kapcsolatos európai uniós, valamint nemzetközi kötelezettségekkel összefüggő feladatköréről, az Országos Atomenergia Hivatal hatósági eljárásaiban közreműködő szakhatóságok kijelöléséről, a kiszabható bírság mértékéről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal munkáját segítő tudományos tanácsról
- 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
- 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről

Az atomenergia békés célú alkalmazásáról az OAH honlapján találunk egy igen hosszú listát (<http://www.haea.gov.hu>).

Az ONER ágazati szerveként a nukleáris balesetek elhárítására való felkészülés az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) tevékenységei közé tartozik.

A Hivatal foglalkozik a:

- a nukleáris létesítmény nukleárisbaleset-elhárítási intézkedési tervének engedélyezésével;
- nukleáris veszélyhelyzetben a nukleáris biztonsági és a sugárvédelmi helyzet értékelésével;

¹² A sugárvédelemmel, a radioaktív anyagokkal, az azokat tartalmazó berendezésekkel, az ionizáló sugárzást kibocsátó berendezésekkel és létesítményekkel, valamint a radioaktív hulladékokkal és azok tárolásával összefüggő hatósági feladatokat az ÁNTSZ bevonásával az egészségügyi miniszter látja a az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet szerint.

- a nukleáris balesetekkel kapcsolatos gyorsértesítési, kapcsolattartási feladatok ellátásával;
- nukleáris veszélyhelyzetben szakértői részleg működtetésével a védekezési munkabizottságban;
- a nukleárisbaleset-elhárítás kérdéseiben illetékes műszaki tudományos tanács létrehozásával és működtetésével;

balesetelhárítási szervezet létrehozása, felkészítése és működtetése az OAH hatáskörébe tartozó nukleárisbaleset-elhárítási feladatok ellátására.

A baleset-elhárítás hatékonysága érdekében rendszeresen szerveznek gyakorlatokat. A riasztási gyakorlatokon a szervezet működőképességét tesztelik, felméri a beérkezéshez szükséges időt. Tematikus gyakorlat esetén egy kiválasztott csoport hajtja végre a rá vonatkozó veszélyhelyzeti feladatokat, míg a teljes körű gyakorlatokon az OAH baleset-elhárítási szervezetének teljes állománya részt vesz a paksi atomerőmű munkatársaival közösen.

Magyarország kétoldalú (bilaterális) szerződést kötött, Ausztriával, Csehországgal, Horvátországgal, Németországgal, Romániával, Szlovákiával, Szlovéniával és Ukrajnával, hogy nukleáris vagy radiológiai veszélyhelyzet esetén, annak korai szakaszában egymást értesítik, valamint kérésre egymásnak segítséget nyújtanak.

3.19. ábra - 3.19. ábra. Nukleáris veszélyhelyzet esetén egyezmény alapján együttműködő országok



Hazai, vagy külföldi, de az ország területét érintő nukleáris, illetve radiológiai veszélyhelyzetek esetén a lakosság részére a következő sürgős óvintézkedések elrendelésére kerülhet sor a baleset kezdeti szakaszában.

Az atomerőművi események besorolására a nemzetközi nukleáris esemény skálát (International Nuclear Event Scale - INES) alkalmazzák, melyet 1990-ben vezettek be először.

3.6. táblázat - 3.6. táblázat. Atomerőművi események besorolása. Forrás: HAEA

Szint, megnevezés	Kritériumok	Példák
7. Nagyon súlyos baleset	A reaktor zónájában lévő anyag nagy részének környezetbe való kibocsátása, beleértve jellemzően a rövid és hosszú élettartamú radioaktív hasadási termékek keverékét (több tízezer TBq jód-131 egyenérték mennyiségben). Akut egészségkárosodás lehetősége fennáll. Késői egészségi hatások nagy területen, feltehetőleg több, mint egy országot érintően. Hosszú	Csernobil, Szovjetunió, 1986

Szint, megnevezés	Kritériumok	Példák
	távú környezeti következmények.	
6. Súlyos baleset	Hasadási termékek kibocsátása a környezetbe (ezer-tízezer TBq jód-131 egyenérték mennyiségben). A helyi balesetelhárítási terv teljes körű alkalmazására nagy valószínűséggel szükség van a súlyos egészségi hatások korlátozása érdekében	-
5. Telephelyen kívüli kockázattal járó baleset	Hasadási termékek kibocsátása a környezetbe (száz-ezer TBq jód-131 egyenérték mennyiségben). A balesetelhárítási tervek részleges végrehajtása (pl. helyi elzárkóztatás, kitelepítés) szükséges egyes esetekben az egészségi hatások valószínűségének csökkentésére. A zóna nagy részének súlyos károsodása mechanikus hatások és/vagy megolvadás következtében.	Windscale, Nagy Britannia, 1957 Three Mile Island, USA, 1979
4. Elsősorban létesítményen belüli hatású baleset	Radioaktivitás környezeti kibocsátása, amely a környezetben a legjobban veszélyeztetett személynél néhány mSv dózist eredményez. általában nem valószínű, hogy a telephelyen kívül védelmi intézkedésre legyen szükség, kivéve esetleg az élelmiszerek helyi ellenőrzését. A reaktor zónájának károsodása mechanikai hatások és/vagy megolvadás következtében. A dolgozók sugárterhelése olyan mértékben, ami akut egészségi hatásokkal járhat (1 Sv nagyságrendben)	Saint Laurent, Franciaország, 1980 Tokai Mura, Japán, 1999
3. Súlyos üzemzavar	Radioaktivitás környezeti kibocsátása, a megállapított korlátnál nagyobb mértékben, amely a környezetben a legjobban veszélyeztetett személynél néhány tized mSv dózist eredményez. A telephelyen kívüli védelmi intézkedésre nincs szükség. A berendezéshibák vagy üzemviteli zavarok következtében magas sugárszint és/vagy szennyeződés a telephelyen. A dolgozóknak a korlátnál nagyobb mértékű sugárterhelése (50 mSv-et meghaladó egyéni dózisek). üzemzavarok, amelyekben a	Vandellos, Spanyolország, 1989 Paks, 2003

Szint, megnevezés	Kritériumok	Példák
	biztonsági rendszerek egy további hibája baleseti körülményeket teremthetett volna, vagy olyan helyzetek, amelyekben a biztonsági rendszerek nem tudták volna megakadályozni a balesetet, ha bizonyos kiváltó események felléptek volna.	
2. Üzemzavar	Műszaki üzemzavarok, vagy rendellenességek, amelyek ugyan közvetlenül vagy azonnal nem befolyásolták az erőmű biztonságát, de a biztonsági intézkedések újraértékeléséhez vezethetnek.	-
1. Rendellenesség	Működési vagy üzemviteli rendellenességek, amelyek nem járnak kockázattal, de a biztonsági intézkedések hiányosságát jelzik. Ez adódhat berendezéshibából, emberi tévedésből, vagy eljárásrendi hiányosságból. (Ezeket a rendellenességeket meg kell különböztetni azoktól a helyzetektől, amikor az üzemviteli korlátokat és feltételeket nem sértik meg, és amelyeket a vonatkozó eljárás szerint megfelelően kezeltek. Ezek jellemzően "Skála alattiak".) ^a	-

^a A skála alatti események (pl. egy tartályban lévő eszköz rövid időre meghibásodik) közvetett hatással lehetnek csak a biztonságra, ugyanakkor ezek gyakorisága háromszor-négyszer meghaladja az 1-es fokozatú események előfordulásának számát.

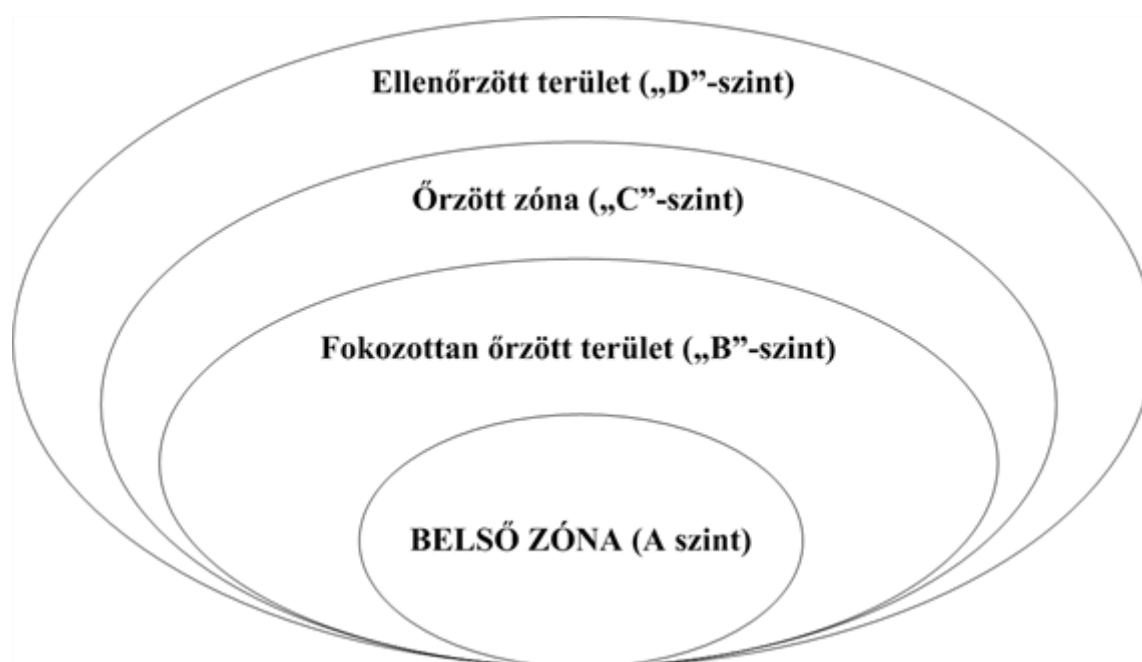
Az INES-t alkalmazó tagországoknak a 2-es besorolású eseménytől kezdve van bejelentési kötelezettségük a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) felé, Magyarország vállalta, hogy már az INES 1-es besorolástól kezdve bejelenti az eseményt. Ezért a skála bármely szintjéhez tartozó eseményt jelenteni kell az OAH Nukleáris Biztonsági Igazgatóságának és a NAÜ bécsi központjának, valamint más, a helyi és nemzetközi egyezmények által megjelölt szervezeteknek, az egyes fokozatok szerint előírt időtartamon belül.

A sugárzó anyagokat alkalmazó létesítményeket és tevékenységeket a mélységében tagolt védelem elve alapján tervezik, építik, illetve alkalmazzák. Többszörös biztonsági intézkedéseket fogyanatosítanak, melyek lehetnek műszaki megoldások, lehetnek sugárvédelmi gátak (lokális és nem lokális árnyékolások), védelmi eszközök (kényszerkapcsolatok, fénnyel, hanggal riasztók, vészleállítók, stb.) egyéni védőeszközök, sugárvédelmi és egyéb biztonsági előírások (rendeletek, szabványok, MSSZ, hatósági előírások).

A fizikai védelem esetét véve a mélységében tagolt védelem a következőképp néz ki. A nukleáris létesítmény, radioaktív hulladék átmeneti és végleges tárolója, nukleáris anyag, radioaktív sugárforrás és radioaktív hulladék fizikai védelmére létrehozott ellenőrzött területen fizikai védelmi zónát vagy zónákat kell kijelölni [38] (3.20. ábra).

- A-szinten a szabotázs és a jogtalan eltulajdonítás megakadályozását,
- B-szinten a szabotázs és a jogtalan eltulajdonítás lehetőségének csökkentését,
- C-szinten a jogtalan eltulajdonítás lehetőségének csökkentését, és
- D-szinten az alapvető védelmi intézkedések alkalmazását.

3.20. ábra - 3.20. ábra. Fizikai védelmi zónák kialakítása



2.1.1. Sugárterhelés csökkentése

Amennyiben a sugárzás a normál sugárterhelés fölött van (ez többnyire baleset következményeként létrejött és fennálló, járulékos sugárterhelést jelent), beavatkozásra van szükség. A beavatkozásor a kell tekintettel lenni arra, hogy a művelet több haszonnal, mint kárral járjon, a dózis csökkentésétől várható károsodás-mérséklődés értéke haladja meg a beavatkozás okozta kárt és költségeket, és ez a különbség a lehető legnagyobb legyen. Egyértelmű dóziskorlátokat nem lehet meghatározni előzetesen, mely értékeknél milyen mértékű beavatkozás hozza meg a várt eredményt, de létezik az a dózisszint, amelynél a súlyos hatások elkerülése érdekében indokolt a beavatkozás. Tekintettel arra, hogy sugárterhelés csökkentése érdekében végrehajtandó intézkedések a lakosságot jelentősen befolyásolják, ezért a természetes sugárterhelés kismértékű emelkedése nem teszi még indokolttá az intézkedést.

2.1.1.1. Elzárkózás

A nukleáris esemény korai szakaszában, a radioaktív felhő elhaladásának idejére a lakosságnak zárt helyen kell tartózkodnia. Ezáltal jelentősen lecsökkenthető az elszennvedett sugáradag. Az elzárkózásra legalkalmasabb hely a házak, lakások belső szobái, a lehető legkevesebb nyílászáróval, illetve a jól zárható alagsorok, pincék.

2.1.1.2. Jódprofilaxis

Amennyiben radioaktív jód kerül a levegőbe, kálium-jodid szedését rendelik el a pajzsmirigy védelmében. A jódtabletták szedését (amennyiben lehetséges) a radioaktív szennyezés megérkezése előtt 1-2 órával kell elkezdni és naponta folytatni az előírás szerint. Nem biztosít 100%-os védettséget, és más radioaktív anyag ellen, illetve utólagos bevitel esetén is hatástalan. A kálium-jodid tablettákat a Paksi Atomerőmű Zrt. 30 km-es körzetében lévő településeken a gyógyszertárakban, vagy a polgármesteri hivatalokban tartják lekészletezve. Az ország emellett rendelkezik szükség esetén kiosztható központi készletekkel is.

2.1.1.3. Kimenekítés, kitelepítés.

Előfordulhat, hogy a sugárterhelés akkora, hogy a lakóterületet ideiglenesen el kell hagyni. A sugárzás lecsökkenése után lehet csak visszatérni. A kitelepítés a lakosság szervezett, előzetes tervek alapján véghezvitt kivonását jelenti a területről (várhatóan eléri a területet a szennyezés és fel lehet rá készülni), míg a kimenekítés az azonnali távozás lebonyolítását takarja. A kimenekítésnél/kitelepítésnél mindig meg kell várni a központi utasítást, mivel ők rendelkeznek megfelelő információval a radioaktív felhő terjedéséről és a szennyezett területekről, ezáltal a követendő útvonalról. A kitelepített területet őrzik és folyamatosan ellenőrzik a sugárzási értékek időbeni változását, pontos szennyezettségi térképet készítenek ezen adatok felhasználásával. Az

Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság oldalán a lakosság számára fontos információk szerepelnek a kitelepítésről, a túlélő csomag összeállításáról és egyéb teendőkről.

2.1.1.4. Egyéni védőeszközökkel történő ellátás

Kimenekítés esetén elkerülhetetlen az expozíció, de egyéni védőeszközökkel csökkenthető annak mértéke. A levegőben lévő radioaktív izotópok jelentősebb része szilárd anyag, így a légzésvédő eszköz szűrőbetétje hatékony védelmet jelent. Az ún. menekülő kámsza típusú légzésvédő eszköz különböző fejméretekre és szemüveggel egyaránt használható, így a sugárszennyezett területről való kimentés során jó szolgálatot tesz a felnőttek számára. A csecsemő és kisgyermekkorúak részére speciális védőeszközök szükségesek.

A paksi atomerőmű 9 km-es körzetében a lakosságnak kötelező egyéni védőeszközt biztosítani, a távolabb lakóknak, akik még veszélyeztetettek lehetnek, menekülő felszerelést kell rendelkezésre bocsátani.

A bőrrel való kontaktus elkerüléséről szintén gondoskodni kell. A speciális védőfelszerelésen túl, szükség esetén használható gumikesztyű, hótaposo, esőköpeny stb.

2.1.2. Paksi üzemzavar

A paksi atomerőműben 2003. április 10-én a 2. blokk éves karbantartása és üzemanyag feltöltés ideje alatt súlyos üzemzavar (INES 3) történt. A környezetbe kis mennyiségű radioaktív anyag kikerült.¹³

Az üzemzavar a 2. blokk fűtőelemeinek tisztítása közben következett be. Mivel a gőzfejlesztő primerkörü oldalán radioaktív lerakódás keletkezik, ami a szekunderkörü karbantartások során sugárterhelést jelent, a primer kör hűtővizét vegyszeres úton kezelték. A dekontamináló szer alkalmazása hatására azonban a fűtőelemeken magnetit rakódott le, ami hatékonyságsökkenéshez vezetett. A fűtőelemek tisztítását az évente szokásos karbantartási művelettel kötötték össze, amikor a fűtőelemeket átrakják, a legrégebb óta (3 éve) bentlévőket a pihentető medencébe teszik át, a többit pedig átrendezik fűtőelem korának megfelelően (2 éves kerül a 3 éves helyére és így tovább).

A mosás és az átrakási műveletek ütemezése révén a mosótartályban volt egy adag (30 köteg) fűtőelem órákon keresztül. A várakozás idejére a mosóvíz áramát és ez által a hűtés mértékét is lecsökkentették. Néhány órával később azonban a sugárzási szint megemelkedett a mosótartály szellőzőcsövén keresztül kijutó radioaktív gázok hatására. Ez egyértelműen a fűtőelemek sérülését jelezte, de amikor ellenőrizni akarták, a fedél beszorult. A művelet közben további radioaktív gáz jutott a csarnok légterébe. Az eset ekkor még 2. szintű esemény besorolást kapta.

Később, amikor már sikerült belenézni a tartályba, megállapították, hogy a fűtőelemek jelentős része sérült, ezért átminősítették súlyos üzemzavarrá (INES 3). A roncsolást feltehetően az okozta, hogy a folyamatosan keletkező gőz egy nagy buborékká állt össze, elzárva a hűtőközegként szolgáló mosóvíz elől a kötegek felső részét, majd amikor a fedelet kissé megemelték, a buborék távozott, és a túlforrósodott elemeket elöntötte a hideg víz.

A környezetbe csak kis mennyiségű szennyezőanyag jutott ki, a lakosságot nem érte egészségügyi kockázatot jelentő többletterhelés. Komolyabb gondot jelentett a keletkezett anyagi és presztízsbeli kár.

2.2. Vegyi baleset

A vegyi anyagot előállító technológiák egyre több és újabb kockázatokat vonnak maguk után ezzel emelve a technológiai, ipari, vegyi balesetek előfordulásának lehetőségeit. A veszélyes anyagok feldolgozása, tárolása, és majdani felhasználása magában hordozza a vegyi balesetek bekövetkezésének esélyeit. Az ilyen jellegű balesetek többnyire komoly veszélyeztető hatással vannak, illetve lehetnek az adott környezetre és az ott élő lakosságra. A különböző technológiákkal, folyamatokkal és gyártásokkal emelkedett a vegyi, technológiai balesetek, eseteinek száma.

3.21. ábra - 3.21. ábra. Tűzeset a Királyszentistvánon a Fűzfői Hulladékégető Kft. telephelyén.

¹³ Bővebb információt Szatmári [64] és Aszódi et al [63] tartalmaz.



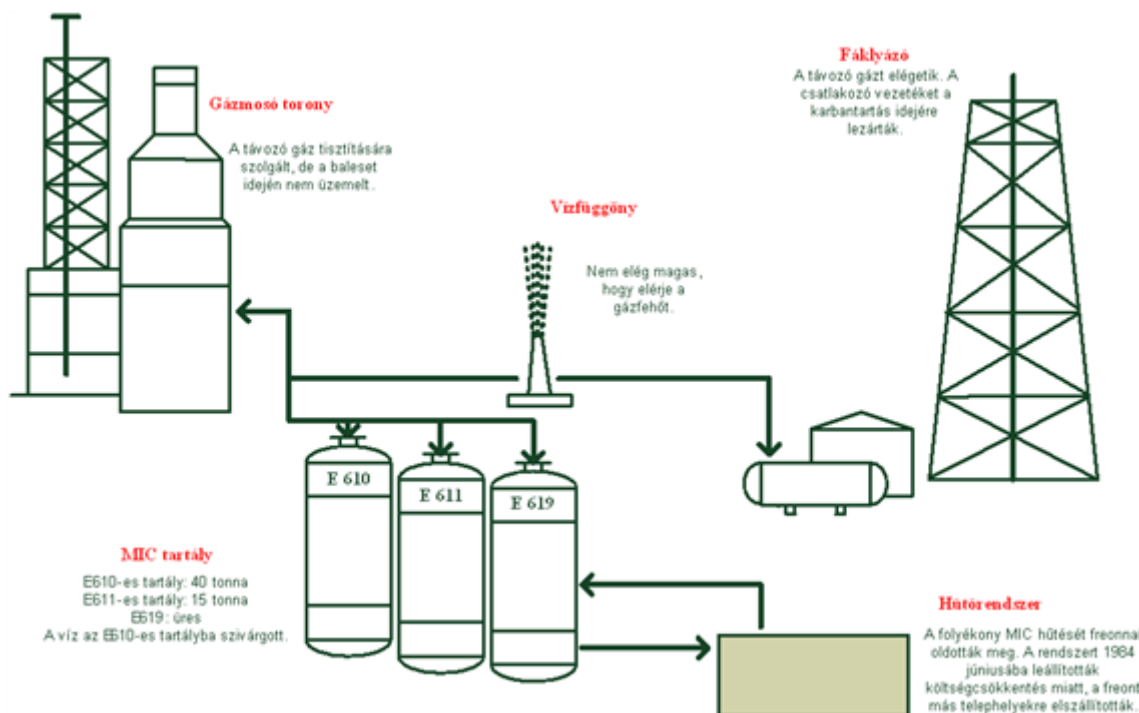
2.2.1. Jelentősebb, súlyos vegyi balesetek

A következőkben a számos vegyi baleset közül néhányat kiemelünk példának. Ezek az esetek alakították a veszélyes üzemek működtetésének jogi szabályozását. Az eseményeket időrendi sorrendben mutatjuk be, a jogszabályokra tett befolyást a következő fejezetben tüntetjük fel.

Seveso mellett, Medaban (Olaszország) 1976. július 10-én robbanás következett be egy vegyi anyagokat előállító gyárban, melynek következtében nagy mennyiségű erősen mérgező dioxin (2,3,7,8-tetraklorodibenzoparadioxin) jutott a levegőbe. A baleset következtében megsérült 193 ember közel 40000 állat pusztult el. A mérgezési tünetek ún. klórakné és egyéb bőrbetegségek formájában jelentkeztek először. A későbbiek során emelkedett a szív- és érrendszeri megbetegedések, majd pedig a daganatos megbetegedések száma. A balesetben több mint 200000 ember volt érintett és tetemes volt az anyagi kár is. A szennyezett zónát lezárták, de az ilyen esetekre alkalmazható protokoll híján több fennakadás is volt. Például az érintett területen található iskolákat bezárták, de csak az után, hogy a szennyezéshez köthető bőrelváltozást fedeztek fel a gyerekek bőrén. A helyreállítás során a talajt 30 cm mélységig cserélték [27].

Bhopalban (India) 1984. december 3-án történt az egyik legtöbb emberi áldozatot követelő vegyi katasztrófa.

3.22. ábra - 3.22. ábra. Bhopali katasztrófa okai



Az Union Carbide közelében lévő növényvédő szereket előállító vegyi üzemben több mint 35 tonna metil-izocianát jutott a levegőbe a tároló tartályokból. A baleset körülbelül ötszázhuszezer embert érintett. Az első napokban 3928 regisztrált halálesetet tartanak számon, de egyes becslések szerint ez akár nyolcezer is lehet [4]. Ötvenezer körül van azok száma, akik különböző mértékű sérüléseket szenvedtek. A baleset által érintett területről 200000 főnél többet kellett kitelepíteni. [18]

A baleset óta szövődmények következtében az óta is havonta tizenöt-húsz ember hal meg. Az eddigi halálesetek száma már meghaladta a 16000-et. A gyár a nyolcszázezer lakosú város közvetlen közelében épült. Az üzem felkészületlenségét bizonyította, hogy nem működtek a biztonsági berendezések, nem volt a szükséghelyzetre vonatkozó riadó terv, evakuálási terv, így a lakosság megfelelő riasztása nem történt meg. A veszélyes üzembről a környező lakosság, egészségügyi intézmények nem voltak informálva, így a betegek kezelése ismeret híján akadályba ütközött. Bár egyértelmű volt a mérgezés, de az okozó anyagról az orvosok nem tudták, mi az, így azt sem, hogy milyen kezelést célszerű alkalmazni. A mérgező gáz hatása miatt a „vakok városának” lakói pert indítottak az adott cég ellen. A katasztrófáról részletes összefoglalót olvashatnak a The India Daily oldalán [4] (angolul).

Schweizerhalle (Svájc) 1986. november 1. A Sandoz cég egyik raktárában ütött ki tűz. A csarnokban festéket is csomagoltak vákuumfóliázással. Ehhez a műanyag fóliát nyílt lánggal melegítették fel. A szóban forgó tüzeset feltételezhetően e művelet közben keletkezett. A tüzet az éjszakai műszakban észlelték, de feltehetően már több órája izzott a túlhevített festék.

A tűz észlelése után az oltás hamar megkezdődött, hajnalra el is oltották, de közben nagy mennyiségű szennyező anyag jutott a környezetbe. A levegőbe többek között dioxin került és az oltás során felhasznált vízmennyiség (15.000 m³) a raktárban lévő vegyszerek és égéstermékek egy részét beoldotta és a Rajnába került. A szennyezőanyag hatására a folyó kb. 250 km hosszan vörösvörös színű lett, jelentős része kiülepedett, így onnan el lehetett távolítani, de a Rajna élővilága súlyosan károsodott.

Tiszai cián szennyezés. 2000. január 30-án az Aurul román-ausztrál részvénytársaságnak zavari üzemi derítőjéből a megengedettnél 800-szor nagyobb ciántartalmú szennyezés került a Lápos, onnan a Szamos, később a Tisza vízébe, melynek következtében a Tisza élővilága csaknem kipusztult.

Enschede (Hollandia) 2000. május 13-án a város közelében lévő petárdagyárban történt robbanás. A baleset következtében 21 ember meghalt és több, és közel 1500 ember sérült meg. A baleset vizsgálata során kiderült, hogy az eset szervezési problémák hiányosságok következménye volt.

2.2.2. A szabályozásokról

Az előzőekben felsorolt és más ipari balesetek, illetve az Európai Közösség országainak eltérő szabályozásai az ipari tevékenységek felügyelete terén szükségessé tette, hogy a súlyos ipari balesetek megelőzésére és azok hatásainak csökkentésére egységes keretbe foglalható jogi szabályozást alakítsanak ki az érintettek. Az elsődleges szempont a jogszabály megalkotásakor az volt, hogy a veszélyes anyagokkal foglalkozó, azokat tároló, feldolgozó és előállító üzemek szabályozási és ellenőrzése révén csökkentsék az ipari balesetek kockázatát, és a védelmi intézkedések bevezetésével a várható hatást minimalizálják. A **Seveso I. Irányelv** (82/501/EGK) az első olyan jogszabály, mely átfogó módon az egyes ipari tevékenységekkel járó súlyos baleseti kockázatok mérséklését célozta meg, az előzőekben megfogalmazott célok mentén.

1992-ben írták alá a tagországok a **Helsinki Egyezményt**, mely az ipari balesetek országhatáron túlterjedő hatások csökkentését szolgálja. Az egyezmény a Seveso I-ben megfogalmazott elveket követi. Az egyezmény a veszélyes tevékenységek elemzésére és értékelésére részletes útmutatást adott, mely a Seveso I. által meghatározott elemzésekhez is használható volt.

Időközben bekövetkezett a bhopali katasztrófa, és a gyakorlat is megmutatta, hol találhatók az első irányelv hiányosságai. A tapasztalatok és leszűrt konzekvenciák alapján megalkották a **Seveso II. Irányelvet** (96/82/EK), mely 1997. február 3-án lépett hatályba. A meghatározott alapelvek beépültek az Európai Unió tagországaiban az ipari- és környezetbiztonságba, a településrendezés és a nyilvánosság tájékoztatása során alkalmazandó eljárásokba. Az irányelv önmagában nem képes megakadályozni a baleseteket, de számukat és hatásukat jelentősen csökkenteni képes. Mindezek mellett a bekövetkező katasztrófák hatására (cián-szennyezés, Enschede) a 2003/105/EK Irányelvvel módosították a Seveso II. Irányelve rendelkezéseit. Az Irányelv aktualizálása nem maradhat el, ha kapcsolódó jogszabályok lépnek életbe. Az ENSZ bevezetett egy új veszélyes anyag besorolási rendszert, a GHS-t (Vegyí Anyagok Osztályozásának és Címkezésének Globálisan Harmonizált Rendszere). Az Unió a harmadik változat kialakítása után 2009. január 20-ával léptette hatályba a 1272/2008/EK rendeletet, mely anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szól. Az angol „Classification, Labelling and Packaging” (osztályozás, címkézés és csomagolás) kifejezés alapján CLP rendeletként hivatkoznak rá. A Seveso II. Irányelv I. számú melléklete tartalmazza a veszélyes anyagok kategóriáit, ezt kell összehangolni a CLP-ben szereplő csoportosítással az egységes szabályozás érdekében.

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk magával vonta a jogszabályok harmonizációját, az Irányelvek hazai jogalkotásba való átültetését. A Seveso II. Irányelv hazai megfelelője a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezéséről, és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvény (IV. fejezet) – melyet azóta leváltott a 2011. évi CXXVIII. törvény – és a végrehajtásra kiadott a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 2/2001. Korm. rendelet (helyette a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet van életben). Értelemszerűen a Seveso II. Irányelv módosításának, vagy éppen az azt leváltó, új irányelvnek érvényesülnie kell a hazai jogszabályokban is.

2.2.3. A vegyi balesetek okai

A veszélyes ipari, vegyi üzemek tevékenységükből adódóan mindig valamilyen kockázatot jelentenek a környezetükre, az ott élő lakosságra. Az életre veszélyes anyagok például a foszfin, a foszgén, a hidrogén-cianid, a klór és a növényvédő szerek, nagy többsége. Ezek az anyagok - ha kijutnak a technológiai folyamatokból gőz-, vagy gázhalmazállapotukban – okozhatnak tömeges mérgezést, szennyezést környezetükben. Ez jelenthet talaj- és/vagy levegőszennyezést, de toxikussá tehetnek élelem-, az ivóvíz-, és takarmány készleteket.

A balesetek értékeléséhez néhány definíciót kell bevezetni [18]:

- A súlyos baleset: az esemény, melynek nem kívánt következményei a baleset bejelentéséhez vezetnek.
- A kiváltó esemény: az az esemény, mely a súlyos baleset kiindulási eseménye.
- A kapcsolódó esemény pedig: bármely más esemény, mely megelőzte, vagy követte a súlyos balesetet és valamilyen köze volt a baleset kifejlődéséhez, következményeihez.

Az elmúlt évtizedben bekövetkezett súlyos ipari balesetek okainak statisztikai értékelése azt bizonyítja, hogy az „emberi hibák” az ipari balesetek leggyakoribb okai, ezek azonban többnyire az irányítási rendszer hiányosságaira vezethetők vissza. A súlyos vegyi balesetek kialakulásához jelentős mértékben járult hozzá a műszaki, technológiai berendezések meghibásodása, amely kapcsolatba hozható végső soron az emberi mulasztással, hiszen a meghibásodás megfelelő ellenőrzéssel, felülvizsgálattal és karbantartással megelőzhető.

A súlyos ipari balesetek elsődleges okai:

- Emberi mulasztás: 50%
- Műszaki meghibásodás: 24%
- Ellenőrizetlenné váló vegyi reakció: 10%
- Külső tényező: 16%

A súlyos vegyi balesetek statisztikájának elemzéséből az alábbi következtetéseket lehet levonni:

- ha a legképzettebb szakemberek üzemeltetik is a legjobb gyártóktól származó legfejlettebb berendezéseket, akkor is kialakulhatnak üzemzavarok;
- annak ellenére, hogy a biztonsági rendszereket a múlt tapasztalatainak alapján tervezték és tesztelték (gyakorlati körülmények között) bizonyos baleseteknél mégsem bizonyultak elég hatékonyak

Az üzemeltetők és a különböző államigazgatási szervek célja, hogy különböző eszközök alkalmazásával a veszélyes ipari üzem tevékenységéből adódó kockázatokat minimalizálják. Az alkalmazott eszközök, a jellegüket tekintve rendkívül sokrétűek lehetnek: az üzemeltető részéről kockázatminimalizálási eszköznek tekinthető például egy veszélyes anyag kiváltása kevésbé veszélyes anyaggal, vagy a különböző intézkedések foganatosítása a súlyos ipari balesetek megelőzése céljából; vagy különböző védelmi tervek készítése.

2.2.4. A vegyi veszélyhelyzet jellemzése

A veszélyes ipari üzem tevékenységéből származó kockázat számos kiinduló eseményre vezethető vissza. A védelmi tervezés, illetve a katasztrófavédelem szempontjából az esetleges balesetek (üzemzavarok) következményeit szükséges elemezni. A veszélyes anyagok tároló edényből való kiszabadulása a következő változatokban történhet:

- folyadék kiáramlása atmoszférikus nyomás alatt lévő tartályból,
- gáz és/vagy folyadék kiáramlása nyomás alatti tartályból, technológiai berendezésből,
- gáz és /vagy folyadék kiáramlása nyomás alatti csővezetékéből.

Folyékony (cseppfolyósított) vagy gáz halmazállapotú veszélyes anyag bármely ok miatti kiszabadulása, közvetlenül vagy közvetve gáz(gőz)felhő képződéséhez vezethet. Elsődleges gáz(gőz)felhő kialakulása rendszerint gáz halmazállapotú anyag emissziójakor történik. Másodlagos gőzfelhő keletkezésével akkor kell számolni, ha folyadék tócsa, jön létre a kifolyás után. Az elsődleges vagy másodlagosan kiáramló anyag a környezetében lévő levegőbe kerül, majd az időjárási körülményeknek megfelelően elmozdul. Ha a szabadba jutó gáz vagy gőz gyúlékony, és a közelben gyújtóforrás is jelen van akkor tűz keletkezésével mindenféleképpen számolni kell, amely a környezet hőterhelését okozhatja.

3.23. ábra - 3.23. ábra. Veszélyes vegyi anyag átfajtése során keletkezett tűz utáni helyzet.



Ha a kiáramló éghető vegyi anyag gőze/gáza:

- azonnal meggyullad, és a kiáramlás szűk nyíláson át megy végbe, akkor „sugár-láng”(jet fire) jön létre
- késéssel gyullad meg, és az égés a keletkezett gázfelhőben rendkívül nagy sebességgel játszódik le, akkor gőzfelhő robbanás jön létre,
- meggyulladását távoli gyújtóforrás okozza, akkor a gőzfelhő tűz (deflagráció) keletkezik, amely visszafelé égve eljuthat a kiáramlási pontig. Kialakulhat a tűzgömb is.

Ha a kiáramló folyékony (cseppfolyósított) veszélyes anyag:

- a tartály(csővezeték) környékén, a felszínen szétterül (tócsát alkot) és ezt követően gyullad be, akkor tócsatűz keletkezik. Amikor folyadék kiömlése tócsatűzet eredményez, az végbemehet tűzgáttal körbekerített területen, vagy annak megléte nélkül is.
- kifolyását külső hő terhelés okozza, akkor feltételezhetően a folyadék a tartályban forrásban van, és azonnal begyullad. Ilyenkor gőzrobbanáshoz vezető forró folyadékról beszélünk (angol elnevezése boiling liquid expanding vapour explosion, amelyből alkotott mozaik szó a BLEVE), amelynek eredménye a tűzgömb.
- égése során mérgező égéstermékek keletkezhetnek, amelyek az égés hőjének hatására felemelkedve, és a szél hatására elmozdulva - nagy távolságban is mérgezési veszélyt jelenthetnek.
- pillanatszerű gyorsasággal kerül a szabadba, akkor adiabatikus tágulás következtében éles hőmérséklet csökkenés áll be. Ez a hőmérséklet a kiszabadulás közvetlen környezetében, egyes anyagok esetében akár 100°C-t is elérhet. Ilyen helyzetben, más veszélyeztető hatás mellett a nagymértékű lehűlés hatását is figyelembe kellene venni.
- a levegővel nem alkot robbanó elegyet, vagy nem gyullad be, akkor a felhő a környező légtérben lassan eloszlik. Mérgező anyag esetében a felhő által –a meghatározott koncentráció szintekkel- érintett területeken az élőlények kerülnek veszélybe.

- robbanóanyagok (itt nem feltétel azok környezetbe kerülése) esetében, ha a robbanás feltételei kialakulnak a tárolás, szállítás vagy a feldolgozás során, akkor robbanás következik be, amelynek léglökési hulláma az embereket veszélyezteti, vagy további súlyos ipari baleset kialakulásához vezet (dominóhatás)

3.7. táblázat - 3.7. táblázat. A veszélyes anyagok szabadba kerülésének módjai és azok lehetséges következményei

Eseménysor	Oka	Következmények
Sugárláng(jet)	A nyomás alatt kiáramló éghető gőz/gáz azonnal begyullad	A környezet hő-terhelése
Gőz/gáz felhő robbanás UVCE	A nyomás alatt kiáramló éghető gőz/gáz késéssel gyullad be	Léglökési hullám
Gőz/gáz felhőtűz (deflagráció)	Az éghető gőz/gáz felhő távoli gyújtóforrástól gyullad be.	A környezet hő-terhelése, visszaégés a kiszabadulás forrásáig
Tócsatűz (korlátolt és nem korlátolt felületű)	A felszínen az éghető folyadék szétterül	A környezet hő-terhelése
Forrásban lévő folyadék gőzrobbanása (BLEVE)	A gőz/gázrobbanást forrásban lévő folyadék okozza.	A környezet hő-terhelése, léglökési hullám, (tűzgömb)
Mérgezőanyag (elsődleges, másodlagos felhőjének terjedése)	Gőz/gáz kiáramlása a tartályból, vagy folyadék tócsa párolgása.	Az emberek (állatok), környezet mérgezése.
Robbanó anyag egészének felrobbanása	A robbanás feltételeinek létrejötte (iniciálás)	Léglökési hullám

3.24. ábra - 3.24. ábra. Veszélyes hulladék égető nyílttéri tározójában keletkezett tűz.



2.2.5. Súlyos vegyi balesetek hatásai

A veszélyes anyagokkal történt balesetek különböző típusú veszélyeket jelenthetnek az emberi életre és egészségre. A legtöbb többfajta veszélyeztetettség is jelentkezik egyszerre. A bekövetkezett súlyos ipari balesetek elemzése azt mutatta, hogy hatás által érintett lakosság alapvetően:

- fizikai erőhatás
- tűz és hőhatás
- szennyezés
- mérgezés
- belégzés

hatásainak van kitéve.

Fizikai hatás: A tüzek és az ellenőrizetlen vegyi reakciók robbanásokhoz vezethetnek, amelyek lökés hullámai károsíthatják az épületeket (betört ablakok, leomló szerkezetek stb.), és személyi sérüléseket is okozhatnak (dobhártya beszakadás). Különösen súlyos robbanás esetén a törmelékek több száz méteres távolságokra is szétrepülhetnek.

Hőhatás: A veszélyes anyagokkal kapcsolatos vegyi balesetek gyakran kapcsolódnak összejelentős tűzzel, nemcsak a baleset kiindulási helyszínén, hanem –a gyúlékony folyadékok és gázok/gőzök terjedése következtében– a baleset kiindulási helyszínétől nagyobb távolságra is. Jelentős tüzek esetén a hőhatás miatt a környező területen található tárgyak gyulladása is bekövetkezhet. Potenciális hatása az emberi egészségre: égési sérülések.

Mérgezés: A mérgező (toxikus) veszélyes anyag három módon kerülhet az emberi szervezetbe: belégzéssel, bőrön át felszívódva és lenyeléssel, általában a mérgezett élelmiszer fogyasztásával. A balesetek következtében kiszabaduló mérgező anyagok több kilométeres távolságra eljuthatnak az atmoszférában. A veszélyzóna több négyzetkilométerre is kiterjedhet, így az sokkal nagyobb, mint a fizikai-, a tűz- vagy a hőhatással által érintett

terület. A konkrét veszély addig áll fenn, amíg a gázfelhő áthalad a területen (általában néhány órán át tart). Különböző szagok, gázok érzékelése vagy a nyálkahártyák (szem, torok) égése vagy légzési problémák lehetnek az első jelei annak, hogy szennyező anyag került a levegőbe. Nem minden anyag érzékelhető az emberi érzékszervek által. Komoly egészségügyi problémákat okozhatnak a mérgező anyag által szennyezett növények elfogyasztása. Potenciális hatása az emberi szervezetre: mérgezés

A környezet szennyezettsége: A veszélyes anyagok szabadba kerülése során szennyezhetik a talajt, a felszíni, illetve a felszínalatti vizet. A veszélyes gázfelhő kiterjedéssel óriási területeket szennyezhet, bioakkumuláció következtében a veszélyes anyag mennyisége a táplálékláncban feldúsulhat. A káros hatások időbeni lefutása rendkívül elnyúlhat, mindaddig, amíg a szennyező anyagokat el nem távolítják és nem történik meg a mentesítés.

3.8. táblázat - 3.8. táblázat. Veszélyek és következményeik

Veszélyek	Következmények
Robbanás	Lökéshullám és szétrepülő törmelékek, valamint magas hőmérséklet
Mérgezés	Mérgező anyagok kerülhetnek a szervezetbe belégzéssel vagy bőrön keresztül
Tűz	Hőhatás, amely égési sérüléseket okozhat
Oxidáció	Az égés folyamatát felgyorsítja, és égési sérüléseket okozhat
Marás, irritálás	Gyenge savakkal és lúgokkal való érintkezés miatt a bőr, a szem és a nyálkahártya sérülhet
Fagyás	Mélyhűtött folyadékok, nagy nyomás alatti gázok szabadba jutása fagyást okozhat
Fertőzés	A szervezet megfertőződése
Fulladás	A füst illetve egyéb gázok miatt oxigén hiányos állapot alakulhat ki
A környezetet érő veszélyek	A víz, a talaj és a levegő szennyeződésének veszélye

2.2.6. A védekezés elvei, módszerei, lehetőségei

A veszélyes anyag, mely a lakosságra és a beavatkozó állományra egyaránt veszélyt jelent, szinte kivétel nélkül jelen van az ipari balesetek, veszélyes anyagokkal történő szerencsétlenségek, az ipari katasztrófák kialakulása kezdeti fázisában.

A veszélyes üzemek üzemeltetőinek eltérő kötelezettségeket állapítottak meg, attól függően, hogy az üzem alsó- vagy felső küszöbértékű üzemnek¹⁴ számít.

A súlyos ipari balesetek elleni védekezés szabályozásának kialakításánál a jogalkotó figyelemmel volt a szubszidiaritás elvére, amely szerint minden döntést a megfelelő szinten, tehát az érintettekhez (jelen esetben a

¹⁴ Alsó küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem: ahol a jelen lévő veszélyes anyagok mennyisége (beleértve a technológia irányíthatatlanná válása miatt várhatóan keletkező veszélyes anyagokat is) a 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet 1. melléklete alapján meghatározható alsó küszöbértéket eléri vagy meghaladja, de nem éri el a felső küszöbértéket.

Felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzem: ahol a jelen lévő veszélyes anyagok mennyisége a felső küszöbértéket eléri vagy meghaladja.

lakossághoz) legközelebb eső közigazgatási szervnek kell meghoznia. Ezáltal biztosítható a lakossági részvétel az állami döntéshozatalban.

A káros hatások elleni védekezés, következő lépése a súlyos balesethez kapcsolódó kárelhárítási (az azokhoz kapcsolódó biztosítási) feladatok meghatározása, tervezése. Ilyenek lehetnek például: tüzek oltása, a kifolyt párolgó mérgező anyag habbal való lefedése, vegyi mentesítése, közömbösítése, ártalmatlanítása, a meteorológiai felderítés, veszélyes anyagok mutatóinak minőségi és mennyiségi kimutatása, a kárelhárító erők egyéni védelmének biztosítása, a kimenekítés, elzárkoztatás, a riasztás, az értesítés, az elsősegélynyújtás, a sérültszállítás, az orvosi ellátás, a riasztás stb. A feladatok leírását – ahol ez egyáltalán lehetséges – mennyiségileg is el kell végezni. Ez jól elvégezhető például a tüzek oltására vonatkozólag. Az életmentés és a kárelhárítás – többnyire számokkal is jellemezhető-feladataiból következik az erő – eszköz számítás. Erre azért van szükség, hogy az üzemeltető előzetesen felmérje, hogy a rendelkezésre álló erők és eszközei elegendőek a tervezett feladatok elvégzésére. Be kell mutatni azt, is, hogy mire képesek, és ez a képesség több kell, hogy legyen, mint a súlyos balesetek kárelhárításához szükséges minimum. Ezeket az adatokat tartalmazza a védelmi terv. Az elvi igényel szemben tehát minden esetben be kell mutatni a rendelkezésre álló kárelhárító erőket – eszközöket, a védelmi szervezetet (az infrastruktúrát), ezek teljesítményét, csoportosítását, felkészültségét és egyéb mutatóit.

3.25. ábra - 3.25. ábra. Mentési gyakorlat.



3.26. ábra - 3.26. ábra. Kárelhárítási gyakorlat.



3.27. ábra - 3.27. ábra. Egyszer használatos vegyvédelmi ruhák és egyéni védőfelszerelések.



A terveken és a biztonsági dokumentumokon és a gyakorlatokon kívül a megelőzést szolgálják a lakosság megelőző tájékoztatása is. A lakosság számára az adott veszélyes üzem kockázatot jelenthet, ezért joga van megismerni az ezzel kapcsolatos veszélyeztető hatásokat, az ellenük való védekezés lehetséges módszereit, az esetlegesen bekövetkezendő baleset során szükséges magatartás szabályait.

A súlyos balesetek csökkentése érdekében a hatóság település rendezési módszereit használva, a veszélyes üzem körül veszélyességi övezeteket határoz meg. Három zónát különböztet meg. A belső zóna esetén a sérülés egyéni kockázata meghaladja a 10^{-5} esemény/év értéket. A középső zóna esetén a sérülés egyéni kockázata 10^{-5} és 10^{-6} esemény/év közötti értékű. A külső zóna esetén pedig a sérülés egyéni kockázata nem éri el a 10^{-6} esemény/év értékű, de nagyobb, mint 3×10^{-7} . A hatóság kezdeményezi az övezetek feltüntetését a településrendezési tervben. A hatóság ítéli meg, hogy a veszélyességi övezetben engedélyezhető-e például új üzem építése, működtetése, vagy hogyan fejleszthető az út,- vasút és közműhálózat.

2.3. Közlekedési balesetek

Közlekedési balesetek bekövetkezhetnek más, természeti eredetű katasztrófa hatására, pl. árvíz, szélvihar, földrengés. Az októl függetlenül katasztrófa jellegű közlekedési balesetről beszélünk, személyszállító vonatok ütközése, kisiklása, hajó elsüllyedése, repülőgép lezuhanása esetén, illetve közúti közlekedést tekintve autópályákon tömeges ütközések következtében, közúton veszélyes anyagokat szállító járművek sérülése, ütközése következtében.

A közlekedési infrastruktúrára jellemző azok műszaki létesítményei vonalas jellegűek (vasúthálózat, a közutak és magánutak alkotta közúti hálózat). Ugyanakkor a vonalas hálózat csatlakozási pontja, úgymint a közutak egymáshoz való csatlakozása (elágazása, keresztezése), más közlekedési hálózat (vasút, víziút) útvonalaival történő keresztezése, a különböző kialakítású csomópontok, alul- vagy felüljárók, hidak és alagutak pontszerű jelleggel bírnak (vonalas hálózathoz képest kis kiterjedésűek).

Az utak kezelése a Magyar Közút Nonprofit Zrt., illetve az önkormányzatok feladata, a bekövetkező balesetek következményeinek felszámolására nem rendelkeznek erőforrással, így az a katasztrófavédelemre, azon belül is a tűzoltóságra, járul, a mentőkkel és a rendőrséggel együttműködésben. A sérült járművek eltávolítása ugyancsak a tűzoltóság feladata, különösen akkor, ha az veszélyes anyagokat szállított. Robbanó anyag esetén esetlegesen honvédségi tűzserészeket is igénybe kell venni.

Műszaki mentés esetén a feladatok prioritását az alábbiak szerint kell meghatározni:

- életmentés;
- a közvetlen és közvetett élet és balesetveszély elhárítása;
- az állatok, tárgyak és anyagi javak mentése értékük, pótolhatatlanságuk, az állatjóléti szempontokra vagy funkcionális fontosságukra tekintettel;
- az esemény által okozott további környezeti károk mérséklése;
- a közlekedési forgalom helyreállításának elősegítése.

A káreseményt követő kárfelszámolás veszélyes anyagot szállító jármű balesetét példának véve a gyakorlatban a következőképpen történik (a veszélyeztetettek kimenekítése után).

1. fázis: A sérült tartályból folyó veszélyes anyag szivárgásának megszüntetése, a tartály sérülésének megszüntetése, a környezetszennyezés mértékének minimálisra csökkentése érdekében.

2. fázis: A sérült tartálykocsiban lévő veszélyes anyag átfejtése, és az ehhez szükséges tartálykocsi, illetve egyéb eszközök helyszínre szállítása.

3. fázis: A környezetbe került veszélyes anyag felitatása, és az ehhez szükséges felitató anyagok beszerzése és helyszínre szállítása. Ezért a fázisért a szennyező, illetve akadályoztatása esetén a közútkezelő a felelős. A „szennyező fizet” elv érvényesül.

4. fázis: A veszélyes anyaggal szennyezett felitató és egyéb anyagok elszállítása, és megsemmisítése. Ezért a fázisért a szennyező, illetve akadályoztatása esetén a közútkezelő a felelős. A költségeket természetesen a szennyező fizeti.

3.28. ábra - 3.28. ábra. Közlekedési baleset illusztráció.



2.4. Tűzesetek

Az égés összetett kémiai, fizikai folyamat, amelynek során az éghető anyag, megfelelő hőmérsékleten egyesül a levegő oxigénjével és hő, hang és fény formájában energia szabadul fel. A tűz olyan önfenntartó égés, amely időben és térben ellenőrizetlenül terjed [32], illetve az az égési folyamat, mely veszélyt jelent az életre, a testi épségre vagy az anyagi javakra, azokban károsodást okoz¹⁵.

A robbanás igen gyors energiaátalakulással járó kémiai vagy fizikai folyamat. Kémiai robbanásról beszélünk, ha az éghető anyag nagy sebességű hőtermelő reakciója okozza az energiaátalakulást, ami levegő közvetítése nélkül is szétterjed, nagy tömegű gázt termel és térfogatát rövid idő alatt megsokszorozza. A kémiai robbanások jellemzője a rendkívüli pusztító erő, vakító fényjelenség, nagy hőmennyiség felszabadulása - mely a környezet meggyulladását okozza - továbbá a hanghatás.

Éghető anyag jelenlétekor tűzveszélyre számítani kell, ezért szervezetten védekezni kell ellene.

Tűzet vagy robbanást okozhatnak:

- A nem kellő hozzáértéssel, óvatossággal, technológiai előírások megsértésével végzett vegyi folyamatok
- A gáz, gőz, köd és por halmazállapotú éghető anyagok
- A párolgó, éghető folyadékok, olvadékok
- Éghető szilárd anyagok

A tűz általi veszélyeztetettséget általában az alábbi tényezők alapvetően befolyásolják, melyek a sebezhetőséget is jelentősen befolyásolják:

- a tűz helyszíne,
- a bent tartózkodók száma, fizikai képességei,
- a tárolt anyagok paraméterei,
- a tűz kiterjedése és terjedése,
- a védelmi mód,
- a tűz bekövetkezésének ideje, stb.

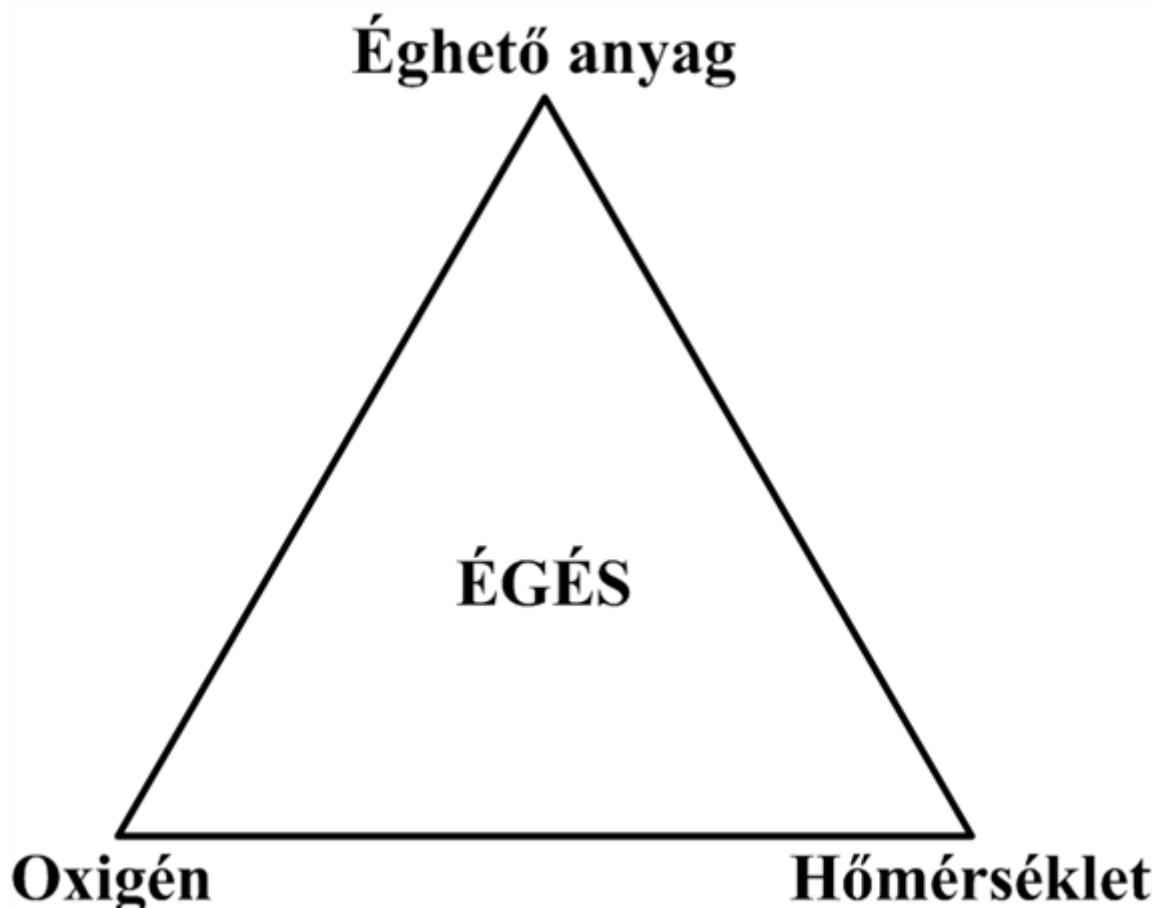
Az infrastruktúrák szempontjából megközelítve talán csak a közlekedési utak és az árvízi védművek, gátak esetében nem kell számolni éghető anyag jelenlétével, így a tűzkockázat szinte minden más esetben jelen van. Más infrastruktúrák esetében a tűz keletkezésének a lehetősége kifejezetten nagy, a tűz által veszélyeztetett terület kiterjedése pedig jelentős lehet.

¹⁵ 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról

A tűz keletkezhet elektromos energia, hőtermelő berendezés, technológiai hiba, nyílt láng, robbanás által, illetve szándékos gyújtogatás révén.

Az égés csak akkor indulhat meg és maradhat fenn, ha az éghető anyag, és a levegő megfelelő mennyiségű oxigénje (oxidáló anyag), valamint ha az égés megindulásához szükséges gyulladási hőmérséklet azonos térben és időben rendelkezésre áll (tűz-háromszög, 3.29. ábra).

3.29. ábra - 3.29. ábra. Tűz-háromszög



Azok az anyagok, amelyek oxigénnel hőfejlődés mellett egyesülnek, éghetőnek tekintjük azokat az anyagokat, amelyek tűz vagy hő hatására lángra lobbannak, parázslanak, szenesednek és a tűzforrás eltávolítása után a fenti jelenségek tovább fennmaradnak. Nehezen éghetőnek nevezzük az anyagokat, ha azok tűz vagy hő hatására lángra lobbannak, parázslanak vagy szenesednek, de a gyufa vagy hőforrás eltávolítása után a jelenségek megszűnnek. Nem éghető az anyag, amellyel tűz vagy hő hatására nem történik semmi.

2.4.1. Tűz elleni védekezés módjai

A tűz elleni védekezés, vagyis a tűzvédelem a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény szerint a tüzesetek megelőzését, a tűzoltási feladatok ellátását, a tűzvizsgálatot, valamint ezek feltételeinek biztosítását takarja.

A törvény megadja a tűzvédelem alkotóelemeinek definícióit is:

- A **TŰZMEGELŐZÉS**: a tüzek keletkezésének megelőzésére, továbbterjedésének megakadályozására, illetőleg a tűzoltás alapvető feltételeinek biztosítására vonatkozó, a létesítés és a használat során megtartandó tűzvédelmi jogszabályok, szabványok, hatósági előírások rendszere és az azok érvényesítésére irányuló tevékenység.

- A TŰZOLTÁSI FELADAT: a veszélyeztetett személyek mentése, a tűz terjedésének megakadályozása, az anyagi javak védelme, a tűz eloltása és a szükséges biztonsági intézkedések megtétele, továbbá a tűz közvetlen veszélyének elhárítása.
- A TŰZVIZSGÁLAT: a tűzoltóságnak azon szakmai tevékenysége, amely a tűz keletkezési idejének, helyének és okának felderítésére irányul.

A tüzesetek jogszabályi, műszaki előírásait az országos tűzvédelmi szabályzatban rögzítették. A szabályzat rögzíti a szabályos és rendeltetésszerű létesítés és használat előírásait.

Az Országos Tűzvédelmi Szabályzatot a 28/2011. (IX.6.) BM rendelet tartalmazza, mely a kihirdetését követő 30. napon lépett hatályba. A rendeletre a notifikációs¹⁶ eljárás keretében a tagállamoktól észrevétel, módosító javaslat nem érkezett. A korábbi – 9/2008. (II.22.) ÖTM rendelettel közzétett – Országos Tűzvédelmi Szabályzat óta a gyakorlatban felmerülő szakmai és formai kérdések, a műszaki fejlődés és nem utolsósorban az ide vonatkozó európai szabványok hazai átvétele indokoltta tette egy új szabályzat kihirdetését.

Komoly gondot jelentett, hogy 2008 óta több jelentős változás történt a tűzvédelmet érintő és a kapcsolódó (építészeti, építőanyag) területeken, ezért a korábbi szabályozások felülvizsgálata elkerülhetetlenné vált mind tervezői, mind hatósági oldalról. Az uniós szabványokkal való harmonizációs kötelezettség szükségessé tette, hogy az átvett szabványok előírásai a hatályos tűzvédelmi szabályzatban is érvényesüljenek, ezek integrálása vezetett a módosításhoz. A korábbi szabályozástól eltérően az új OTSZ megalkotásakor szempont volt, hogy a műszaki követelményrendszer rugalmasabban kövesse a technológiai változásokat, természetesen a tűzvédelmi érdekek érvényesítése mellett. A korábbi szabályozás során összegyűjtött tapasztalatokat beépítették az új változatba, nagyobb teret engedve a tervezői szabadságnak. Az Új OTSZ-ben a korábbi, eltérő szabályozásból adódó összeférhetlenséget feloldották, azáltal, hogy a tűzvédelmi műszaki előírások összhangba kerültek a szabványokban foglalt előírásokkal, melyek a megfelelő biztonsági szint elérését voltak hivatottak biztosítani. A szabványokon felül az egyes tagállamokban szerzett tapasztalatok szintén hasznosultak, ezáltal is hozzájárulva az uniós belüli egységes szabályozás követelményéhez.

A szakmai viták és egyeztetések végeredményeként született meg a jelenlegi, a kor műszaki színvonalának és szabályozási gyakorlatának megfelelő tervezet, mely 2011-től hatályba is lépett.

A következőkben a tűzmegeelőzésre –és oltásra külön kitérünk, illetve a tüzesetek két nagy csoportjával, az épület- és az erdőtüzekkel is foglalkozunk.

2.4.2. Tűzmegeelőzés és -oltás

A megeelőzés alapját a különböző tűzveszélyességi kategóriák szolgáltatják. Minél nagyobb a tűzveszélyességi fokozat, annál jobban szigorodnak az előírások (3.9. táblázat., ezáltal egyre komolyabb védelmet biztosít a tűz keletkezése ellen.

3.9. táblázat - 3.9. táblázat. Tűzveszélyességi osztályok

	Halmazállapot		Egyéb
	Gőz, gáz, köd	Cseppfolyós Szilárd	
Anyagi jellemző, állandó → Tűzveszélyességi osztály ↓	Alsó robbanási (éghetőségi) határérték, levegőzöhöz viszonyítva	Zárttéri és nyílttéri lobbánáspont, üzemi hőmérséklet és Gyulladás hőmérséklet (gyújtóforrással vizsgálva)	különleges, veszélyes tulajdonság
A Fokozottan tűz- és	ARH < 10 tf% hidrogén, metán,	T _{lpt} < 21 °C acetone, benzol,	Az az anyag, amelynek bármely halmazállapotában

¹⁶ A notifikációs eljárás alapján a jogalkotó tagország bejelenti a nem harmonizált területre vonatkozó, műszaki jogszabálynak minősülő tervezeteit az Európai Bizottságnak és a többi tagországnak. A tagállamok és a Bizottság a jogszabály alkotás előkészítési fázisában megvizsgálja a tervezetet, és javaslatot tehet, hogy az adott jogszabály ne akadályozza a szabad kereskedelmet.

	Halmazállapot		Egyéb
	Gőz, gáz, köd	Cseppfolyós Szilárd	
Anyagi jellemző, állandó → Tűzveszélyességi osztály↓	Alsó robbanási (éghetőségi) határérték, levegőzőhöz viszonyítva	Zárttéri nyílttéri a lobbánáspont, üzemi hőmérséklet és Gyulladás hőmérséklet (gyújtóforrással vizsgálva)	különleges, veszélyes tulajdonság
robbanásveszélyes	acetilén, propán, bután, kén-hidrogén, formaldehid	metilalkohol, etilalkohol, dietil-éter, szén-diszulfid vagy $T_{ü} > T_{l_{pny}} \text{ és } T_{ü} > 35^{\circ}\text{C}$	heves égése, robbanása indító gyújtásra, illetve más fizikai, kémiai hatásra bekövetkezhet. Magnézium, nátrium, kálium, fehér foszfor, foszfor-szulfid, nitrált cellulóz, fluor, amónium-perklorát, pikrinsav, trinitrotoluol
B tűz- és robbanásveszélyes	ARH > 10 tf% ammónia és szénmonoxid	$T_{l_{pzt}} > 21^{\circ}\text{C}$ $T_{l_{pny}} < 55^{\circ}\text{C}$ petróleum, lakkbenzin, kerozin, butanol, ecetsav,	Az a por, amely levegővel robbanásveszélyes elegyet képez. liszt, faliszt, cukorpor, szénpor, alumíniumpor
C tűzveszélyes		$55^{\circ}\text{C} < T_{l_{pny}} < 150^{\circ}\text{C}$ $T_{gy} < 300^{\circ}\text{C}$ anilin, hangyasav, kén, fenol, naftalin, difenil fűtőolaj, nitrobenzol, ólom-tetraetil, formalin, glikol, vagy $T_{ü} \leq T_{l_{pny}} - 20^{\circ}\text{C}$, $T_{ü} \geq T_{l_{pny}} - 50^{\circ}\text{C}$ és $T_{ü} > 35^{\circ}\text{C}$	Az a gáz, amely önmaga nem ég, de az égést táplálja, a levegő kivételével
D mérsékelten tűzveszélyes		$T_{l_{pny}} > 150^{\circ}\text{C}$ $T_{gy} > 300^{\circ}\text{C}$ pakura, glicerín, szén, kocsz, bitumen diklór-metán, motorolaj $T_{ü} < T_{l_{pny}} - 50^{\circ}\text{C}$ és $T_{ü} > 35^{\circ}\text{C}$	Az a vizes diszperziós rendszer, amelynek lobbánáspontja szabványos módszerrel nem állapítható meg, és éghető anyagtartalma 25%-nál nagyobb,

	Halmazállapot		Egyéb
	Gőz, gáz, köd	Cseppfolyós	
Anyagi jellemző, állandó → Tűzveszélyességi osztály↓	Alsó robbanási (éghetőségi) határérték, levegőzhöz viszonyítva	Zárttéri nyílttéri a lobbánáspont, üzemi hőmérséklet	és Gyulladás hőmérséklet (gyújtóforrással vizsgálva) különleges, veszélyes tulajdonság
			víz tartalma 50%-nál kisebb
E nem tűzveszélyes	nitrogén, széndioxid, nemesgázok, hidrogén-klorid, difluor-klór-bróm-metán, kén-hexafluorid, halogének	víz, tetra-klorid, kloroform, bróm	szén- mészkő, cement, nátrium hidroxid, nátrium-hidrogénkarbonát, kalcium-oxid, tűzoltó porok

A helyiség, illetve a szabadterület tűzveszélyességi kategóriába való besorolásakor a 40%-os szabály érvényesül. Vagyis a vizsgált helyiség, terület, tűzszakasz abba a tűzveszélyességi osztályba tartozik, melybe a terület több mint 40%-a sorolható. Ha több tűzszakaszból áll az épület, akkor a komplexum olyan besorolást kap, amelyet az tűzszakaszainak több mint 40%-a.

Az épületek, szabadterületi létesítmények kapcsán a megközelíthetőséget és a tűztávolságot emelnünk ki. A megközelítés az esetlegesen bekövetkező oltás megfelelő kivitelezéséhez létfontosságú, itt elsősorban a felvonulási út minőségére gondolunk, míg a tűztávolság¹⁷ több funkciót is betölt. Egyrészt korlátozza a tűz áttérjedését, másrészt a beavatkozás lehetőségét és a menekülést biztosítja.

A tűzvédelmi oktatás részben megelőző tevékenység, mivel a tűzveszélyes feladatot ellátó személyeket arra készíti fel elsősorban, hogyan végezzék biztonságosan a munkájukat, hogy ne keletkezzen tűz. Ezen felül a tűzoltási módokat, szükséges lépéseket és a menekülési útvonalakat oktatják a képzés során.

A tűz-háromszöget alapul véve a tűzoltási módok az égés feltételeinek megszüntetésén, vagy kizárásán alapulnak, vagyis:

- az éghető anyag eltávolításán,
- az oxigén eltávolításán,
- az éghető anyag hőmérsékletének csökkenésén.

Az engedélyezési eljárás során meghatározott műszaki feltételek biztosítása a tűz keletkezés kockázatának minimalizálására és a bekövetkező tüzeset okozta károk csökkentésére szolgál. Ilyen például a hő- és füstelvezetés kialakítása. A hő- és füsttér nagyban rontja a mentési feltételeket (látási viszonyok lecsökkenése, fulladás, hőterhelés), a magas hőmérséklet pedig az épület szerkezeti elemeit is deformálhatja. Az elvezetés hatására mindezek a problémák jelentősen csökkenthetők (3.30. ábra), és így a keletkezett kár is kisebb lehet. Erre negatív példa a Budapest sportcsarnok esete.

3.30. ábra - 3.30. ábra. A hő- és füstelvezetés hatása tűz esetén.

¹⁷Tűztávolság: építmények és építmények, építmények és szabadterek vagy szabadterek és szabadterek egymás közötti legkisebb távolságának vízszintes vetülete.



Az erdőkre vonatkozóan az erdőtűzvédelmi tervek nyújtják a megelőzéshez szükséges eszközrendszert, melyek elkészítését a 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűz elleni védelméről ír elő. Az épületeknél alkalmazott tűzveszélyességi osztályokhoz hasonlóan az erdős területekre is léteznek ún. erdőtűz-veszélyességi kategória, ezek alapján az ország összes erdőterületét besorolta a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (MgSzH). Minden erdőgazdálkodónak, akinek 100 ha feletti erdeje van, tűzvédelmi tervet kell készítenie és a katasztrófavédelemhez benyújtania.

A tüzesetek megelőzésére a rendelet tűzpászta¹⁸, illetve vasút esetén védősáv kialakítását és karbantartását írja elő. Ezen felül a kijelölt tűzrakóhelyek környékét a terület tulajdonosának kell éghető anyagoktól mentesen tartania, és információs táblákat kell elhelyeznie a szükséges helyeken (az erdőben történő tűzrakásra, a nyílt láng használatára, a dohányzás szabályaira és a tűzjelzés módjára vonatkozó figyelmeztető, tájékoztató táblákat).

A tűzgyújtási tilalom elrendeléséről az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény 67.§ rendelkezik. Ezek szerint fokozott tűzveszély esetén tűzgyújtási tilalom rendelhető el. Országos veszély esetén a vidékfejlesztési miniszter, kisebb terület veszélyeztetettsége esetén pedig az illetékes erdészeti hatóság hoz határozatot a tűzgyújtási tilalomról. A tilalmat értelemszerűen közzé kell tenni, de érvényessége alatt lehetőség van az erdőbe való belépés korlátozására, illetve megtiltására.

A már bekövetkezett erdőtüzekről az erdészeti hatóság gyűjti az adatokat, melyet Országos Erdőtűz Adattárban gyűjt. Ezek alapján történik az adatszolgáltatás az Európai Erdőtűz-információs Rendszerbe (European Forest Fire Information System – EFFIS).

Összefoglalva erdészeti hatóság feladata:

- adatgyűjtés az erdőtüzekről, az adatbázis karbantartása és adatszolgáltatás az EU felé,
- országos és megyei erdőtűzvédelmi tervek elkészítése és aktualizálása,
- erdészeti és tűzoltási szakemberek részére továbbképzések szervezése,

¹⁸Tűzpászta: minimálisan 3 méter széles, minden éghető anyagtól mentes, talajjal fedett terület, melynek folyamatos karbantartásáról, azaz gyomtól és egyéb éghető anyagtól mentes állapotban tartásáról az erdőgazdálkodó köteles gondoskodni. A tűzpásztát a tűzoltó fecskendők az erdőben való mozgása érdekében kell kijelölni.

- a kiemelten tűzveszélyes időszakokban javaslat tétel az VM miniszter részére az országos tűzgyújtási tilalom elrendelésére,
- a kiemelten tűzveszélyes időszakokban megyei vagy regionális tűzgyújtási tilalom elrendelésére,
- tűzgyújtási tilalom idején az erdőbe való belépés korlátozása vagy tiltása.

2.4.3. Épülettüzek

2.4.3.1. Budapest sportcsarnok esete

A Budapest Sportcsarnokot 1982-ben adták át. A csarnok a Népstadion metróállomás közelében épült, 120 m átmérőjű, 26 m magas, kettősfalú henger volt. A sporteseményeken túl több rendezvény, koncert helyszínül is szolgált. Ezek némelyike, mint például a vásárok, kiállítások, nem szerepeltek az eredeti funkciók között [31]. 1991-től karácsonyi vásárokat is szerveztek.

1999. december 15-én hajnalban ütött ki a tűz a sportcsarnokban. Először az alkalmazottak próbálták eloltani, de a hő- és füstjelző nyílások nyitva tartása miatt (így szellőztettek) a tűzjelző rendszer későn jelzett [29], ezért a tűz elharapózott. A tűzoltók, mire kiértek, nem tudták megmenteni az épületet. A tüzet egyébként egy égve felejtett gyertya okozhatta, de a késlekedés miatt a tűz annyira kiterjedt lett, hogy 5 fokozatú riasztásra módosították a tűzoltók kiérkezésükkor a készségi szintet. A tartószerkezet károsodott, az előregyártott vasbeton elemek is deformálódtak. Szerencsére a jégpályához tárolt freont nem érte el a tűz [29, 31].

A tüzeset tanulságai közé tartozik, hogy az adott épületet eredeti, a használati engedélyében foglalt funkcióknak megfelelően szabad csak használni. Amennyiben ettől eltérni kívánnak, azt mindenképpen engedélyeztetni kell, hogy a szakhatóságok és az engedélyező hatóság meghatározhatja az eltérő használat műszaki, tűzvédelmi feltételeit.

2.4.3.2. A panelépületek tüzesetei

Az iparosított technológiával készült épületek tűzvédelmi szempontból mára elavultnak tekinthetők. Nehezíti a helyzetet, hogy helyhiány miatt a lakók a folyosókon éghető anyagokat tárolnak, illetve a kiürítési útvonalakra, illetve az ajtókra közvetlenül a lakások betörésvédelme érdekében rácsot szerelnek fel, ezzel nehezítve és hátráltatva a lakásokból való kijutás, mentés, menekítés lehetőségét.

A lakóépületek tüzeit vizsgálva egyértelműen megállapítható, hogy az emberi tényező döntő szerepet játszik. Tipikus keletkezési ok a tűzhelyen felejtett zsiradék túlhevülése és meggyulladása, a felügyelet nélkül hagyott gyertya, mécses, a dohányzás, valamint a lakásfelújítások során gondatlanságból bekövetkezett események. Tűzveszélyt jelent a háztartások megnövekedett áramigénye miatti túlterhelés és a villamos vezetékek elöregedése is. Az épületek elavult gépészeti berendezései, a szellőzőrendszer tisztításának elmaradása önmagában veszélyt hordoz, az egyszerű lakástűz a zsíros lerakódásokkal terhelt szellőzőrendszer miatt az egész épületre kiterjedő katasztrófához vezethet. További problémát jelent, hogy az emberek az alapvető tűzvédelmi szabályokat nem ismerik, illetve figyelmen kívül hagyják azokat (menekülési utak szabadon hagyása, tűzveszélyes anyagok tárolása).

3.31. ábra - 3.31. ábra. Panel tűz



2.4.4. Erdőtüzek

Erdőterületnek kell tekinteni az erdő által elfoglalt 1500 m² vagy annál nagyobb kiterjedésű földterületet – ideértve a beerdősült, valamint az időlegesen igénybe vett földterületet is – a benne található 6 méternél keskenyebb nyiladékokkal és tűzpáasztákkal együtt [12].

Az erdőtüzek legfőbb okozója a villámcsapás, ezt követi az emberi beavatkozás. Aktív vulkánok közelében jellemzően a forró lávafolyam okoz erdőtüzeket.

Az emberi beavatkozásokat tekintve megkülönböztetünk szándékos és akaratlan tüzeket. Szándékos tűzgyújtás lehet spekulatív (privatizált erdőterületeken biztosítási csalás miatt szándékosan gyújtott erdőtüzek), de gyakori, hogy a gazdálkodás részeként ellenőrzött tüzeket gyújtanak. A szándékosan okozott erdőtüzek oka több mint 50 %-ban az, hogy a legeltetési gyakorlatban rendszeresen felgyújtják a legelőket, vagy a mezőgazdasági hulladékot, maradékot (tarlóégetés) és ezek a tüzek terjednek át az erdőkre. A nem szándékosan gyújtott erdőtüzek okozói lehetnek például kirándulók által nem megfelelő módon eloltott tábortűz, eldobott cigarettacsikk, ipari létesítmények kazánkérményéből kicsapó szikrák, de a katonai hadgyakorlatok alatt felrobbantott töltetek is okozhatnak erdőtüzet. Amíg a gőzmozdonyok üzemben voltak, addig a vasút mellett is gyakran keletkeztek tábortüzek. Ezek egy része megelőzhető nagyobb odafigyeléssel, fokozott tűzoltósági felügyelettel.

A nem szándékosan gyújtott erdőtüzeket okozó emberi cselekedetek a lehető legkülönfélébbek lehetnek. A kirándulók által hátrahagyott még parázsló zsarátnok feléledése és elszabadulása, ipari létesítmények kazánjának kéményéből kicsapó szikrák a szél szárnyán repülve felgyújthatják az erdőt, katonai hadgyakorlat alatt a fel-felrobbanó töltetek is erdőt gyújthatnak. Korábban a gőzmozdonyos vontatásnál az egyik fő okozó a vasút volt.

Az erdőtűz viselkedését erősen befolyásolják a környezeti tényezők, csapadékos időben az erdőtüzek kialakulásának valószínűsége jóval kisebb, mint aszály esetén. A szélsébség és szélirány alapvetően befolyásolja a tűz terjedését. A viharos erejű szél a tűzvonalt gyors és kiszámíthatatlan terjedését idézi elő, a még nem égő, távolabbi területeken tűzgócok jöhetnek létre. A tűz hatására keletkező intenzív feláramlás magával ragadja a parazsat, zsarátnokot, majd a szél ezeket jelentős távolságra szállítva okozza újabb területek tűzbeborulását. Ha a szél oltás közben támad fel, a már lefeketített, de még izzó részek lángra lobbanhatnak. Épp ezért a tűzoltáshoz elengedhetetlen az időjárás folyamatos monitorozása.

Nagy tüzek esetében előfordulhat, hogy az intenzív égés lokálisan módosítja a meteorológiai körülményeket. Tűzvihar kialakulásakor a forró levegő, füst és egyéb égéstermékek olyan intenzív feláramlása következik be, amely a környező levegő körkörös irányú viharos erősségű odaáramlását idézheti elő. A folyamat következtében az égéstermékek a magasléghőmérsékletű távolabbi hatalmas záporokat és felhőszakadásokat okozhatnak.

A domborzat az időjárási viszonyok módosításán, mikroklíma kialakulásán keresztül befolyásolja a tüzek terjedését. A növényzet táplálja az erdőtüzet, tehát annak összetétele és sűrűsége szintén meghatározó tényező.

Az erdőtüzeket a következőképp csoportosíthatjuk [47]:

- talajtűz: a földfelszínen a felgyülemlett szerves anyagok - leginkább avar - alatt ég és terjed a tűz;
- koronátűz: az egyre kifejlődő tűz a fák, illetve a bokrok tetején „ugrálva” terjed, többnyire függetlenül a felszínen terjedő tűztől;
- parázslás: lassú égés, lassú terjedés jellemzi. Igen alattomos, mert sok esetben szinte észrevétlen, ezért könnyen elterjedhet oda is, ahol nem számítottunk rá;
- tűzörvény: forgó, haladó oszlop, melyben a légáramlás lentől felfelé, az oszlop haladási irányába hordja a füstöt, hulladékot, parazsat és természetesen a lángot, ami egy igen gyors tűzterjedést eredményezhet;
- lángoló front: a haladó tűznek az a zónája, ahol az égés elsődlegesen lángolva történik; felszíni tűz: az a tűzfajta, melynél a lángok a felszínen, az ott lévő szerves anyagokon, hulladékokon át terjed;
- fáklya: a tűz a felszínről terjed felfelé a fákra, nem feltétlenül egyenletesen a felszínen vagy koronáról koronára;
- mászó tűz: a tűz kis lánggal és viszonylag lassan terjed;
- futó tűz: gyors tűzterjedés, a tűzfront jól meghatározható;

- robbanásszerű tűz: hirtelen ugrásszerű növekedés következik be a tűzterjedés sebességében vagy intenzitásában;
- fellángolás: a tűzterjedés hirtelen nagyon felgyorsul, de a felgyorsulás csak rövid ideig tart (lehet többszörös);
- ugráló tűz: a szél miatt a tűzterjedés ugrásszerű, rendszertelenül különböző irányokba hordja szét a lángoló vagy parázsló részeket.

Az erdőtűz és az oltás egyaránt okoz károkat a környezetben. Az elpusztult növényzet és a részben elpusztult, kicserélődött állatvilág a kialakult táplálékláncolat megszakadását jelzi, az új egyensúlyi állapot kedvezőtlen is lehet. A helyi honos fajok helyére szukcessziós társulás alakulhat ki, a megváltozott körülmények, mint pl. a talajba bemosódó hamu más fajoknak kedvez. Az erdőgazdálkodási területeken a faanyagot ért veszteség közvetlen gazdasági kárként is jelentkezik.

Az égés következtében mindezek mellett nagy mennyiségű széndioxid és szénmonoxid kerül a levegőbe. A szén-dioxid kibocsátáson túl az erdőtüzek során megritkuló növénytakaró, azaz a lecsökkent fotoszintetizáló felület kevesebb friss oxigént képes termelni. Egyes becslések szerint az erdőtüzek CO₂ kibocsátása az összes CO₂ kibocsátás 20 %-t adják. [8]

2.5. Terrorizmus

A terrorizmus egyértelműen civilizációs veszélyforrás. Magyarország az eddigi elemzések szerint biztonságos régióknak minősül, de tekintettel nemzetközi kapcsolatainkra a fenyegetés valószínűsége fennáll. A terrorcselekmények jellegzetességéből adódóan a terrorizmustól való félelemnek sokkal nagyobb a jelentősége.

A terrorizmus ismérveit Hadnagy [22] tanulmánya alapján a következőképp foglalhatjuk össze.

- A klasszikus értelemben vett háború ismérvei csak részben igazak rá, a szembenálló felek közötti nyílt fegyveres összeütközésre (katonai szervezetekkel, eszközökkel, és tervek szerint) nem kerül sor.
- A szembenálló félnek, a terrorista szervezeteknek nincs reguláris fegyveres ereje, a terrorista jogi értelemben nem tekinthető harcosnak.
- Egyidejűleg több helyszínen, nagy valószínűséggel megbízható felderítési adatokra alapozva meglepetésszerű rajtaütéssel történik a rejtőzködő terroristák elleni támadás, a helyzettől függően ezt követi a lefegyverzés, az elfogás, végső esetben az élő erő, valamint a terrorakciókhoz felhasználni kívánt eszközök elpusztítása.
- Góccokban jóval a háborús küszöb alatti fegyveres összeütközés, vagyis kommandókra épülő (kis kötelékekkel történő) harc folyik.
- A terroristák egy időben sokféle harcmódot alkalmaznak, ez a felkészülést nehezíti.
- A fegyveres fellépés időtartama nem határolható be, valószínűsíthető az elhúzódó háborús állapot.
- A megtámadottnak nem mindig van alkalma fegyvert használni.
- A terroristákat sok helyen a nép fiának tekintik, tisztelet övezi őket, ezért az ellenük való fellépés népharagot vált(hat) ki.
- A szembenálló felek aszimmetrikus hadviselést folytatnak. Az egyik oldalon azok az államok (szövetségi rendszerek) állnak, amelyek szervezett, modern eszközökkel ellátott (nehézfegyverekkel is rendelkező) haderőt tartanak fenn biztonságuk szavatolására, ezzel szemben a másik oldal titkos katonai szervezeteket, csoportokat alkalmaznak, egyéni (öngyilkos) akciókat készítenek elő, melynek célpontját úgy választják meg, hogy a romboláson kívül a pszichikai hatás is a legnagyobb legyen (tömeges civil áldozatok).

A katasztrófavédelem a terrorizmus következményeinek elhárításával, a feltételrendszer biztosításával foglalkozik. A felkészülés időszakában a szabályozás, a tervezés, más szervekkel való együttműködés kialakítása, fenntartása, a gyakorlatok szervezése stb. jelenti a fő feladatot. A védekezést tekintve kulcsfontosságú a különböző szolgálatok közötti ügyeleti és infokommunikációs rendszerek működtetése, valamint a speciális körülményekre való kiképzés és felkészülés a hagyományos kárfelszámoló tevékenység mellett.

A terrorfenyegetettség a következő feladatok elé állítja a hazai katasztrófavédelemben résztvevő szervezeteket:

- Folyamatosan információgyűjtés a felderítő szervektől és egyéb információforrásoktól a fenyegetettség mértékéről.
- Jól működő kommunikációs háló kiépítése és fenntartása, szükség esetén a külföldi katasztrófavédelmi szervekkel is.
- Gondoskodjanak a lakosság, az ország, a nemzeti értékek (állami, ipari, gazdasági, elektronikai, közlekedési, stb. objektumok) megbízható védelméről, (benne a fegyveres védelemről is).
- Folyamatos, és nagyfokú éberség fenntartása, ennek érdekében az ügyeleti és készségi szolgálat szervezése és működtetése.
- Rendelkezzenek gyorsan bevethető akcióképes beavatkozó erőkkel.

A terrorizmus által közvetlenül fenyegetett államok nemzetbiztonsági és rendvédelmi szervei – hagyományos felderítő és elhárító tevékenységük ellátása mellett – a legutóbbi időszakban aktívabban vonták be állampolgáraikat is munkájukba. Ennek nemcsak az a magyarázata, hogy információforrásaikat bővítsék, hanem az a felismerés, hogy a lakosság – a jelenkori terrorizmus elsődleges célpontjaként, illetve lehetséges áldozataként – éppúgy érdekeltté vált a terrorellenes küzdelemben, mint maguk a szolgálatok. A katasztrófavédelem honlapján ennek jegyében található az olvasó tanácsokat a terrorista személyek és cselekmények felismerésére.

3.32. ábra - 3.32. ábra. Terrorcselekmény után.



Magyarországon a terrorellhárítással a Terrorellhárítási Központ (TEK) foglalkozik. Igen fiatal szervezet, 2010-ben alakult, a belügyminiszter irányítása alá tartozó, országos hatáskörű állami szervezet. Korábban a terrorellhárítási feladatok a polgári titkosszolgálatoknál és rendvédelmi szerveknél voltak, a TEK létrehozásakor egyesítették azokat. Az új szervezet feladata, hogy az esetleges terrorcselekményt és kapcsolódó bűncselekményeket felderítse, megelőzze, vagy megszakítsa azok kivitelezését. Koordináló, elemző szerepkört is betölt, a Központ látja el ezeken felül a kritikus infrastruktúrák védelmét, illetve dolgozza ki a biztonsági intézkedési terveket.

2.6. Tömegrendezvények

A különböző rendezvények látogatottsága a rendezvényszervezők szempontjából előnyös, ugyanakkor a nagy tömeg veszélyforrást jelent. Az események zárt helyen, stadionokban, zöldterületen, közterületen zajlódhatnak. A rendezvények eseménymentes lebonyolítása a rendezőktől nagy figyelmet, körültekintést igényel, rendőri biztosításra, mentők, esetleg tűzoltók együttműködésére is szükség lehet.

A csoportos emberi magatartás egyik legkatasztrófálisabb megjelenési formája a pánik és a pánik hatására kialakuló tömeges, fejvesztett menekülés. Ez a menekülés gyakran halálos kimenetelű balesetekhez is vezethet, mert a tömeg embereket nyom össze vagy tipor el. A pánikot kiválthat egy életet veszélyeztető szituációk váltják ki, pl. tüzeset egy zsúfolt épületben, természeti katasztrófák stb, de kialakulhat látszólag minden ok nélkül is.

Tragikus példák közé tartozik a West-Balkán nevű szórakozóhelyen bekövetkezett katasztrófa, ahol a nem megfelelő biztonsági intézkedéseket tetézte, hogy sokkal befogadóképesség fölött engedtek be vendégeket, vagy a 2006. augusztus 20-án bekövetkezett vihar okozta pánik, mely a nyílt tér nyújtotta menekülési utak miatt „csak” 3 halálos áldozattal járt.

Ezek az esetek nagy visszhanggal bírtak, a belőlük levont tanulságok a jogszabályokba beépültek.

A lakosság 75-80%-a kiszámíthatatlan és hajlamos a tömeggel együtt mozogni, 20% józan és cselekvőképes marad, képes magát és másokat menteni, 2-3% pedig teljesen leblokkol [44].

2.6.1. Hogyan alakul ki a pánik?

Veszélyhelyzet esetén az ösztönös viselkedés kerül előtérbe. Az agy blokkolja a gondolkodást, „vészhelyzet” üzemmódra kapcsol: menekülni kell. Az ösztönszerű viselkedés sémáját követi az ember a tömegben is, az egyén a sokaság viselkedését mintázza. Veszélyhelyzet esetén (még ha nem is vagyunk tudatában annak, mi az), a menekülési ösztön hatására a haladását mindenki gyorsítaná. A nagy személysűrűség miatt azonban a haladás korlátozott, koordinálatlanná válik. A szűk keresztmetszetet a kijáratok okozzák. Az összepréselődött emberek tömege hatalmas erőt fejt ki. Az egyén ilyenkor úgy látja, hogy a többi ember jelenléte akadályozza a menekülésben, így a versengés kerül előtérbe az együttműködés helyett.

A pánik azonban néhány kivétellel (pl. tűz hangja) nem azonnal jelentkezik, hanem bizonyos idő elteltével. Tipikus pánikkeltő tényezők:

- helyismeret hiánya
- lépcsők,
- gyerekek és sok ember jelenléte,
- dulakodás,
- füstszag, a füst maga,
- sötétség,
- tűzjelző sziréna,
- alvásból ébredve a tűz látványa
- időnyomás és limitált kijárat (messzi, szűk, kevés), palack-effektus.

A pánikviselkedés jellemzői:

- menekülési remény egyre csökkenő erőforrásokkal,
- ragályos;
- agresszív elképzelések önmaga biztonságának megteremtésére,
- irracionális és rosszul alkalmazkodó,
- amiben van némi félelem is,
- tudatmódosult helyzet, töredezett vagy éppen ellenkezőleg: fényképszerű emlékekkel

2.6.2. A pánik elleni védekezés módjai

A tömeg mozgása előzetesen modellezhető, információt lehet nyerni a kialakuló gócpontokról. Veres [57] munkájában a következőket állapította meg a tömeg mozgásáról:

- a rendezvény helyszínén, a lépcsőkön, a közlekedőkön a személyek sűrűsége 2,5 fő/m² érték fölé ne kerüljön (egyéni mozgása lehetséges, kismértékben korlátozott a többi személy által).
- Az épületen belüli tömeg dinamikát befolyásolja
 - a tömegmozgás iránya (egyirányú, szembe áramlás), rendezettsége,
 - építészeti kialakítások (közlekedők kereszteződése, szűkülése),
 - a külső környezeti feltételek,

- biztonsági személyzet képzettsége és felkészültsége,
- a tudatos és előre elkészített forgatókönyvek vészhelyzetek kezelésére.
- A rendezvényen résztvevők folyamatos, jól érthető információval történő ellátása (pl. lépcsőházban is hangfal) elengedhetetlen a pánik elkerülése és a tömeg mozgatása érdekében.

Összefoglalva a tömeg katasztrófák bekövetkezése négy tényezőre vezethető vissza:

- nem megfelelő tervezés, szervezés,
- erős érzelmi állapotban lévő tömeg,
- tömeg mozgás irányításának, és ellenőrzésének hiánya,
- létesítményben előforduló magas kockázat (pl. gyors tűzterjedés, erős füstképződés), vagy létesítési hiányosság.

Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság vezetésével működő munkabizottság megalkotott egy útmutatót a tömegrendezvények biztosítási tervének összeállításához [17].

3. Biológiai veszélyek

3.1. Járványok

A járvány (epidémia) valamely fertőző betegség viszonylag rövid időn belüli nagyobb számosságú, tömeges előfordulása. A járványos betegség egy meghatározott, korlátozott területen történő rendszeres és tömeges előfordulását endemiának, míg a több országot, a világ nagy részét érintő megjelenését pandémiának nevezik. A fertőző betegségek bejelentési kötelezettséggel bírnak.

Az Országos Epidemiológiai Központ a következő fertőző betegségekről nyújt információt honlapján (www.oek.hu): polio, AIDS/HIV, STD (szexuális úton terjedő betegségek, mint pl. szifilisz, gonorrhoea), influenza, SARS (atipusos tüdőgyulladás), calicivírus, chikungunya-láz¹⁹, lépfene és Hepatitis E. A járványos állatbetegségekkel az Állategészségügyi és Állatvédelmi Igazgatóság foglalkozik.

Az influenza kiemelkedő jelentőséggel bír járványügyi szempontból, mert pandémiát okozhat, és több megbetegedést/halálesetet okoz néhány hét alatt, mint az összes többi bejelentendő fertőző megbetegedés egész év folyamán. Az elmúlt fél évtizedben Magyarországon 35 influenzajárvány zajlott le. 1950-2000. között az influenzajárványok közül 10 járványban 1 millióan, illetve 1 milliónál többen betegedtek meg, 3 járványban pedig a 2 millió főt is meghaladta a jelentett influenzás betegek száma [66].

Magyarország 1997 óta rendelkezik influenza pandémiás tervvel, melyet azóta többször átdolgoztak, legutoljára 2009-ben az új influenza miatt²⁰. A terv alapul szolgál a világjárványra való felkészüléshez, hogy a megfelelő intézkedések révén a megbetegedések, szövődmények és halálesetek száma alacsonyabb szinten maradjon. A terv kitér a kommunikációra, mely a lakosság tájékoztatását szolgálja a pánik elkerülése és a megelőzésben való aktív együttműködés elérése érdekében. Tekintettel a világméretű kiterjedésre, az EU országainak pandémiás terveivel, illetve a WHO ajánlásaival összhangban kell lennie a pandémiás tervnek és a járvány esetén végrehajtandó feladatoknak.

¹⁹ Olaszországban 2007-ben járvány alakult ki, szúnyog által terjesztett fertőzés, az Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ javaslatára került hazánkban a bejelentendő betegségek körébe

²⁰ a katasztrófavédelem jogszabályi változásai miatt várható az aktualizálás.

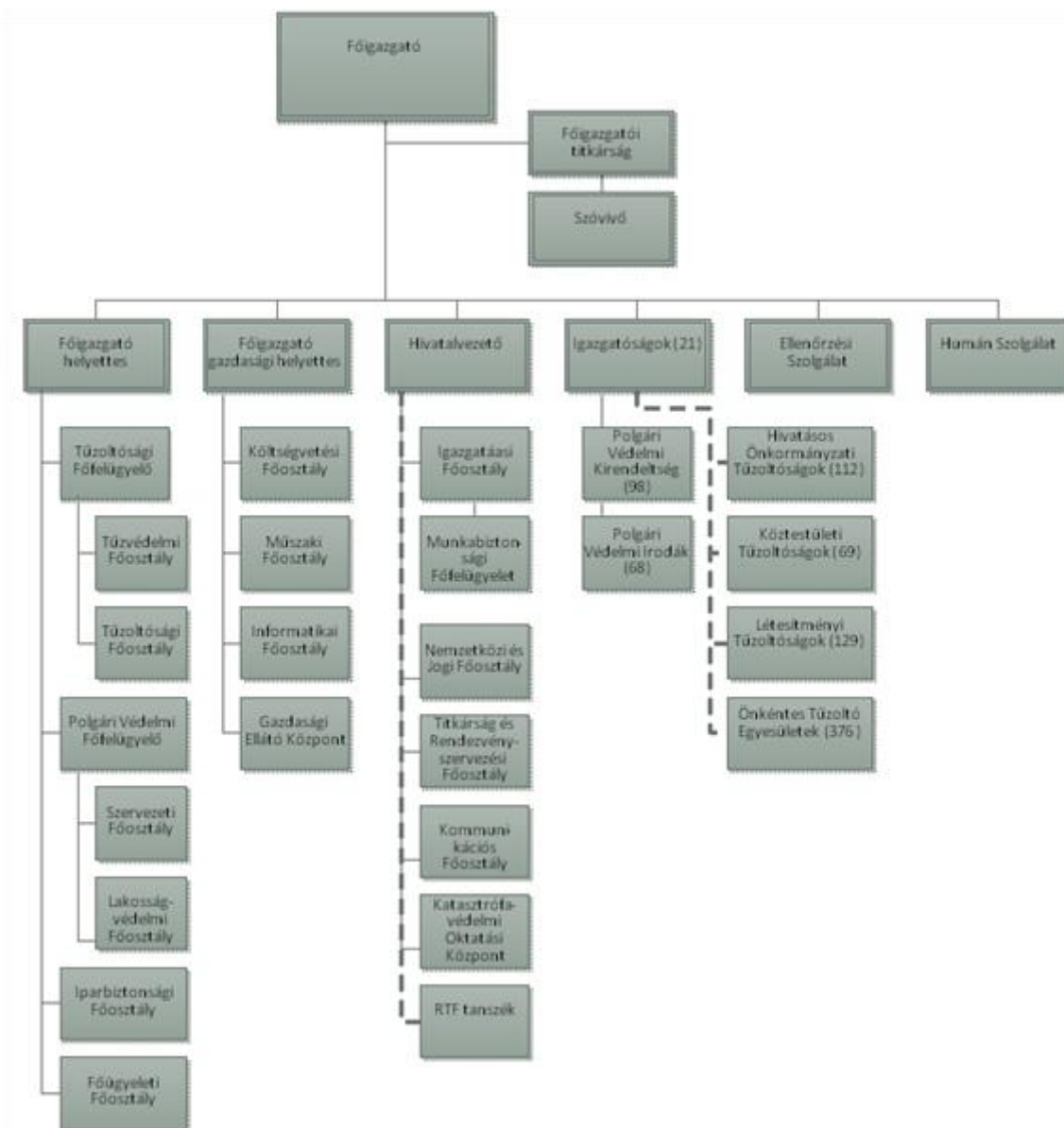
4. fejezet - Veszélyhelyzet kezelés szervezeti háttere

1. A katasztrófavédelem szervezete Magyarországon

A katasztrófavédelem a Kat. meghatározása szerint „azon tervezési, szervezési, összehangolási, végrehajtási, irányítási, létesítési, működtetési, tájékoztatási, riasztási, adatközlési és ellenőrzési tevékenységek összessége, amelyek a katasztrófa kialakulásának megelőzését, a közvetlen veszélyek elhárítását, az előidéző okok megszüntetését, a károsító hatásuk csökkentését, a lakosság élet- és anyagi javainak védelmét, a katasztrófa sújtotta területen az alapvető életfeltételek biztosítását, valamint a mentés végrehajtását, továbbá a helyreállítás feltételeinek megteremtését szolgálják”. A jogszabály kimondja, hogy a katasztrófavédelem nemzeti ügy, annak ellátásában egyaránt részt vesznek a központi, a területi és a helyi államszervezet intézményei, a helyi és megyei önkormányzatok, a gazdálkodó- és civil szervezetek, valamint az állampolgárok. Az itt felsorolt feladatok ellátásához szükséges hatékony védelem megkívánja a kommunikáció összehangolását és a zökkenőmentes együttműködést országos és nemzetközi szinten egyaránt.

A katasztrófavédelem rendszerében kiemelt szerepet tölt be az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF), amely államigazgatási feladatokat is ellátó rendvédelmi szerv és a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter felügyelete alá tartozik. A szervezet 2000-ben alakult a polgári védelem és az állami tűzoltóság országos és területi szerveinek összevonásával.

4.1. ábra - 4.1. ábra. Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság szervezeti felépítése – 2011-ig. (szaggatott – felügyeleti jog)



A katasztrófavédelem valamennyi felelős szereplője részére a veszélyhelyzet különböző fokozataihoz határozták meg az irányítói hatásköröket. A honvédelem rendszerében helyi, illetve megyei védelmi bizottságok (HVB és MVB) működnek, amelyek a védelmi igazgatás keretében katasztrófavédelmi feladatokat is ellátnak.

A honvédelmi körzetben működő HVB-eket a polgármesterek, az MVB-eket a megyei közgyűlések elnökei vezetik államigazgatási hatáskörükben eljárva. E jogkörükben a katasztrófákra való felkészülésben, a védekezés irányításában a központi szervezetek mellett kiemelt szerepük van.

A katasztrófavédelmi rendszer alapvető megújításáról döntött 2011. szeptember 19-én, hétfőn az Országgyűlés, amikor elfogadta a katasztrófa elleni védekezésről szóló törvényt (2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról)

Év eleje óta egységes rendszerben végzi tevékenységét a katasztrófavédelem, ami amellyel, hogy új, illetve gyökeresen megújult szakterületek dolgoznak a szervezet részeként, azt is jelenti, hogy e területek sokkal szorosabban működnek együtt. Mindez nagyobb felelősséget ró a katasztrófavédelem állományára, de az állampolgárok széles körének is kötelezettségei vannak a nagyobb biztonság megteremtésében.

A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló törvényveszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló IV. fejezetének és végrehajtási rendeleteinek 2012. január 1-én történő hatálybalépésével a BM OKF és területi szervei iparbiztonsági szakterületének feladat- és hatásköre kibővült. A veszélyes ipari üzemekkel kapcsolatos hatósági engedélyezési, felügyeleti,

ellenőrzési és a területi szervek katasztrófavédelmi feladatai a jövőben kiterjednek több eddig nem szabályozott veszélyes tevékenységre (küszöb alatti üzemek, kiemelten kezelendő létesítmények, veszélyes áru szállítás üzemei létesítményei, stb.) is. A hatósági eljárási rendszer egyszerűsítése érdekében a katasztrófavédelemhez kerülnek a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal veszélyes ipari üzemekkel és veszélyes katonai objektumokkal kapcsolatos szakhatósági hatáskörei is. A katasztrófavédelmi szervek veszélyes áru közúti szállítási feladatköre a jövőben kiterjed a vasúti, vízi és légi veszélyes áru szállítmányok hatósági ellenőrzésére és szankcionálására is. A törvény elfogadásával létrejön az egységes iparbiztonsági hatósági rendszer, és bevezetésre kerül a szabályozás hatálya alá tartozó üzemeltetők katasztrófák elleni védekezést támogató katasztrófavédelmi hozzájárulási intézményrendszere.

A katasztrófavédelmi törvény értelmében minden eddiginél erőteljesebb iparbiztonsági munka folyik a katasztrófavédelem berkein belül. Az egységes iparbiztonsági hatóság új hatáskörei révén a veszélyes anyagokkal dolgozó üzemek igen széles körét, tehát nem csak a SEVESO¹ hatálya alá tartozó alsó és felső küszöbértékű üzemeket ellenőrzi és felügyeli. A hatóság látókörébe került a közúton történő veszélyes áru szállítása mellett az ilyen anyagok vízen, légi úton és vasúton történő mozgatása is. Kiemelt szerepet kapott a katasztrófavédelem iparbiztonsági tevékenységében a kritikus infrastruktúrák² azonosítása és védelme, hiszen ezen elemek zavartalan működése nemzetgazdasági szempontból is rendkívül fontos. Mindezeket túl az OKF felügyeleti hatósági szerepkört is betölt, vagyis irányítja a több hatóság közreműködésével zajló ellenőrzéseket.

Kiemelkedően fontos nívója a törvénynek, hogy integrálja a korábban különböző jogszabályokban és különböző alapokon álló polgári védelmi és katasztrófavédelmi, illetve tűzvédelmi kérdésköröket. A tűzvédelem állami kézbe történő helyezésével egységes rendvédelmi és megfelelő szintű irányítással bíró rendszer kerül kialakításra, amely a meglévő kapacitások jobb hatásfokú kihasználásával, az erő- és eszközállomány optimális tervezésével és rendszerben tartásával hatékonyabb tűzvédelmet eredményez, az anyagi források ésszerű felhasználását teszi lehetővé. A törvénycsomag elfogadásával megtörténik a tűzvédelmi rendszer korrekciója, a tűzvédelem egységes irányításának biztosítása a hivatásos önkormányzati tűzoltóságok állami kézbe vonásával.

A törvényben szereplő módosítások eredményeképp egy helyi érdekektől mentes, egységes rendvédelmi és megfelelő szintű irányítással bíró rendszer kerül kialakításra. A törvény alapján az önkormányzatoknak továbbra is lehetőségük nyílik arra, hogy – akár önkéntes tűzoltó egyesületek bevonásával, vagy társulásban – önkormányzati tűzoltóságot (köztestületi tűzoltóság) hozzanak létre.

1.1. Szervezeti változások

Az új katasztrófavédelmi törvény értelmében a hivatásos katasztrófavédelmi szervezetrendszer jelentős mértékben átszervezésre került az egységesítés szellemében. Az így kialakított rendvédelmi szerv megjelölése: hivatásos katasztrófavédelmi szerv.

A törvénycsomag céljainak eléréséhez igénybe vett eszközök a vonatkozó törvények módosításai. A módosításokat tartalmazó törvény elfogadását követően nagy volumenű végrehajtási jogszabály (törvény, illetve kormányrendelet) megalkotására kerül sor. A törvényi változás nyomán megalakult egységes katasztrófavédelmi rendszer integráns részévé vált a tűzvédelem, vagyis a műszaki mentés és a tűzoltás, valamint a más típusú tűzoltóságok szakmai irányítása és ellenőrzése ettől kezdve a hivatásos tűzoltó-parancsnokságok feladata. A tűzoltás és a műszaki mentés állami feladat lett, a hivatásos tűzoltó-parancsnokságok működési területe az ország teljes területét lefedi, ezek kialakításakor az elsődleges szempont a vonulási idő rövidebbé tétele volt. Ezt segítik majd a három év alatt megalakuló katasztrófavédelmi őrsök is. A tűzvédelem részét képezik az önkormányzati tűzoltóságok is, amelyek ezután nem működési, hanem vonulási területtel rendelkeznek. Továbbra is ezek avatkoznak be elsőként, de tevékenységükért a hivatásos tűzoltó-parancsnokság vállal felelősséget. Az önkormányzati tűzoltóságokhoz hasonlóan vonulási területtel bírnak a létesítményi tűzoltóságok, amelyek szintén a tűzvédelem rendszer részeként dolgoznak. Fontos szerepük lesz a továbbiakban is az önkéntes egyesületi tűzoltóknak, az egyesületek közül azok számíthatnak jelentősebb támogatásra, amelyek a hivatásos tűzoltóktól távolabb eső területen látnak el mentő-tűzvédelmi munkát. Az egységes katasztrófavédelem rendszerében megszűnnek az egyes szakterületek közötti éles határok, jó példa erre az, hogy a hivatásos tűzoltó-parancsnokságok feladatai nem érnek véget a műszaki mentésnél és a tüzek oltásánál, hiszen polgári védelmi feladatokat is végeznek. Szükség esetén a mozgósítás és a lakosság tájékoztatása is ezen a

¹ Az Európai Gazdasági Közösségek Tanácsa 1982. június 24.-i (82/501 EKG számú) SEVESO I. Irányelve foglalkozott először átfogóan az egyes ipari (veszélyes anyagokkal foglalkozó) tevékenységekkel járó súlyos baleseti kockázatokkal. 1996. december 9.-i (96/82/EKG) SEVESO II. Irányelvében a tapasztalatok alapján kiegészítette és újrafogalmazta a határozatot.

² egy országon belül a lakosság szellemi és tárgyi életfeltételeit megteremtő, a gazdaság működését elősegítő vagy lehetővé tévő azon szervezetek, létesítmények, létesítményrendszerek, hálózatok összessége vagy ezek részei, amelyek megsemmisülése, szolgáltatásaik vagy elérhetőségük csökkenése egy adott felhasználói kör létre, lét- és működési feltételeire negatív hatással jár.

szinten történik. A tűzoltóparancsnok munkáját a polgári védelmi feladatokért felelős helyettes mellett műszaki biztonsági tiszt is segíti, aki a beavatkozások műszaki feltételeit köteles megteremteni és felügyelni. A készenléti gépjárművek száma és elosztása is a közbiztonság szempontjait szem előtt tartva történik meg, a szervezetkorszerűsítés az adott egységek, tűzoltólaktanyák feladatainak mennyiségi mutatóit figyelembe véve megy végbe. Ez sok esetben jelent diszlokációt, országosan 65 katasztrófavédelmi őr és 47 katasztrófavédelmi iroda jön létre. Az őrök beavatkozási feladatokat látnak el, az irodákon pedig hatósági munkát végeznek. A főváros esetében például az agglomerációban alakulnak ilyen szervezeti egységek. Mindezzel a cél az, hogy a lehető legrövidebb idő alatt érkezen mindenhova a segítség.

Új bevetés-irányítási rendszer jön létre, az eddigi – hivatásos és köztisztviselői tűzoltóságokon működő – szétaprózott megoldás helyett a megyékben és a fővárosban alakulnak műveletirányító központok, az ezekben használt szoftver a rendelkezésre álló erők és eszközök optimális bevetését teszi lehetővé. Racionálisabban alkalmazza a katasztrófavédelem a speciális képességekkel bíró egységeit, őket a kapacitás kihasználásának javítása érdekében bevonják az alapfeladatok ellátásába, és szükség esetén hajtják végre egyéb feladataikat, például a kutyás keresést, bűvármentést, alpintechnika segítségével történő mentést.

1.1.1. Védelmi Igazgatás

A védelem-igazgatás rendszerében a központi szintet értelemszerűen a kormány jelenti, amely legfelsőbb szinten szervezi és irányítja a katasztrófák elleni védekezést, a tervezést, illetve koordinálja a tárcák katasztrófavédelemmel összefüggő feladatait. A kormányzati koordinációs szerv, a korábbi KKB helyébe egy új KKB lépett, a Kormányzati Koordinációs Bizottságot felváltotta a Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság. Míg az előbbi elnöke a katasztrófavédelmet felügyelő miniszter volt, utóbbi élén maga a miniszterelnök áll. A KKB intézménye a Tudományos Tanács és a Nemzeti Veszélyhelyzet-kezelési Központ, amely nemcsak egy objektum, hanem tartalmazza a védekezési munkabizottsági rendszert is, kinevezett vezetője pedig a BM OKF országos polgári védelmi főfelügyelője.

A védelemigazgatás januártól működő rendszerében területi szinten is változás következett be, hiszen már nem a megyei közgyűlés elnöke, hanem a megyei kormányhivatal elnöke irányítja a megyei védelmi bizottságot. A területnek két, egy katonai és egy katasztrófavédelmi elnökhelyettese van, akik szakértelmükkel segítik a munkát. Utóbbi a megyei katasztrófavédelmi igazgató. A védelmi bizottságok titkárok felé a honvédség, másik felét a katasztrófavédelem adja, a helyettesek mindig a másik állományból kerülnek ki. A területi szintű védelem-igazgatás másik intézményét a helyi védelmi bizottságok jelentik, ezek a megyei védelmi bizottságok irányítása alatt működnek a főváros kerületeiben, a megyei jogú városokban, illetve a megyei védelmi bizottság által kijelölt városokban. A katasztrófavédelem természetesen a helyi védelmi bizottságokat sem „hagyja magára”, hiszen veszélyhelyzet, vagy katasztrófaveszély esetén a megyei katasztrófavédelmi igazgató által kijelölt tiszt veszi át a HVB irányítását.

A védelem-igazgatás helyi szintű letéteményese továbbra is a polgármester, aki az illetékességi területén irányítja és szervezi a felkészülés és a védekezés feladatait. Ebben a tevékenységében a település közbiztonsági referens(ei) van(nak) segítségére, veszélyhelyzetben pedig ezen a szinten is kijelölt hivatásos tiszt veszi át a védekezés irányítását, meghagyva ugyanakkor a polgármester védelem-igazgatási feladatait.

Évtizedek óta a legnagyobb változás zajlik most a polgári védelem területén is. Az átalakítás célja élő, riasztható és mozgósítható, eszközökkel ellátott kötelees és önkéntes polgári védelmi szervezetek létrehozni, az abban érintetteket rendszeres gyakorlatokon felkészíteni minden olyan helyzetre, amelyben a katasztrófavédelemnek, a lakosságnak szüksége lehet rájuk. A polgári védelmi szervezetek valamennyi – országos, területi, helyi, munkahelyi – szintje 110-120 ezer embert takar. Szintén fontos polgári védelmi teendő a települések valós kockázatainak alapuló értékelések elkészítése, vagyis a települések tényleges veszélyeztetettségét felmérni, valamint ezen ismeretek birtokában a veszély-elhárítási tervezést, szervezést elvégezni. A hangsúly ma már a megelőzésen van, hiszen ideális az, ha a katasztrófák bekövetkezési valószínűségét a nullára lehet csökkenteni.

A katasztrófavédelemről szóló törvény egyes végrehajtási szabályai között megalkotásra, illetve módosításra kerülő jogszabályok közül a néhány jelentősebb tűzvédelmet érinti, ezek közül néhányat kiemelünk a következő felsorolásban. A katasztrófavédelmet érintő hatályos jogszabályokról a katasztrofavedelem.hu oldalon találhatunk egy listát.

- a tűzvédelmi tervezői tevékenység folytatásának részletes szabályairól szóló Korm. rendelet, (375/2011. (XII.31.) Korm. rendelet)

- a bejelentés-köteles szolgáltatási tevékenységek megkezdésének és folytatásának részletes szabályairól szóló BM rendelet; (50/2011. (XII.20.) BM rendelet)
- az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (28/2011. (IX.6.) BM. rendelet)
- a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól (39/2011. (XI.15.) BM. rendelet)
- a hivatásos tűzoltóságok által végezhető szolgáltatások köréről, valamint a hivatásos tűzoltósági célokat szolgáló ingatlanok, felszerelések kapacitás kihasználását célzó hasznosításának szabályairól (42/2011. (XI. 30.) BM rendelet)
- a katasztrófavédelmi kirendeltségek illetékességi területéről (43/2011. (XI. 30.) BM rendelet)
- a tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályairól (47/2011. (XII.15.) BM rendelet)
- az önkormányzati tűzoltóság legkisebb létszámáról, létesítményei és felszerelései minimális mennyiségéről, minőségéről és a szolgálat ellátásáról (48/2011. (XII.15.) BM rendelet)
- a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. sz. törvény végrehajtásáról (234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet)
- Az önkormányzati és létesítményi tűzoltóságokra, valamint a hivatásos tűzoltóság, önkormányzati tűzoltóság és önkéntes tűzoltó egyesület fenntartásához való hozzájárulásra vonatkozó szabályokról (239/2011. (XI. 18.) Korm. rendelet)
- a tűzvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervezetekről, a tűzvédelmi bírságról és a tűzvédelemmel foglalkozók kötelező élet- és balesetbiztosításáról (259/2011. (XII. 7.) Korm. rendelet)
- a polgári célú pirotechnikai tevékenységekről (173/2011. (VIII. 24.) Korm. rendelet)
- a hivatásos katasztrófavédelmi szervek állományának, valamint a polgári védelmi szervezetek Szolgálati Szabályzatáról (49/2011. (XII.20.) BM rendelet)
- a tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról (44/2011. (XII. 5.) BM rendelet)
- az Országos Atomenergia Hivatal nukleáris energiával kapcsolatos európai uniós, valamint nemzetközi kötelezettségekkel összefüggő feladatköréről, az Országos Atomenergia Hivatal hatósági eljárásaiban közreműködő szakhatóságok kijelöléséről, a kiszabható bírság mértékéről, valamint az Országos Atomenergia Hivatal munkáját segítő tudományos tanácsról (112/2011. (VII. 4.) Korm. rendelet)
- a zenés, táncos rendezvények működésének biztonságosabbá tételéről (23/2011. (III. 8.) Korm. rendelet)

1.2. A védelmi igazgatás rendszere – HVB szerepe, felépítése, feladatai

1.2.1. Jogszabályi háttér

A katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről szóló 1999. évi LXXIV. törvény (Kat.) 1. § (1) bekezdése alapelveként rögzíti, hogy a katasztrófavédelem „nemzeti ügy. A védekezés egységes irányítása állami feladat”.

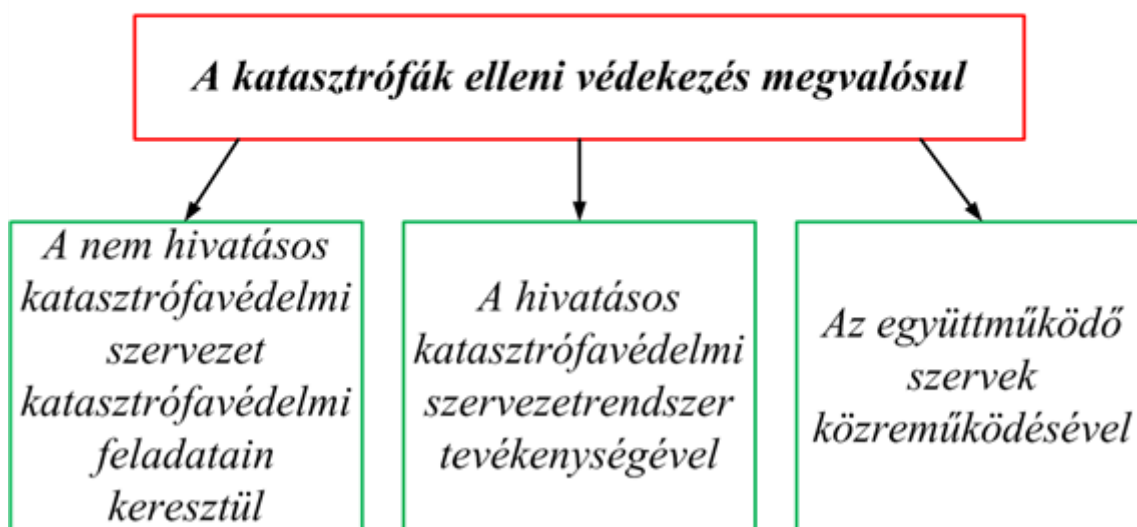
A 2011. április 25-én elfogadott, 2012. január 1-jével hatályos Magyarország Alaptörvénye kimondja „A Kormány az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető elemi csapás vagy ipari szerencsétlenség esetén, valamint ezek következményeinek az elhárítása érdekében veszélyhelyzetet hirdet ki, és sarkalatos törvényben meghatározott rendkívüli intézkedéseket vezethet be” (53. cikk (1) bekezdés).

- Magyarország Alaptörvénye
- 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról

- A Kormány 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelete a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény módosításáról
- 2011. évi CXIII. törvény a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről
- 290/2011. (XII. 22.) Korm. rendelet a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szóló 2011. évi CXIII. törvény végrehajtásáról

4.2. ábra - 4.2. ábra. A katasztrófák elleni védekezés irányítása

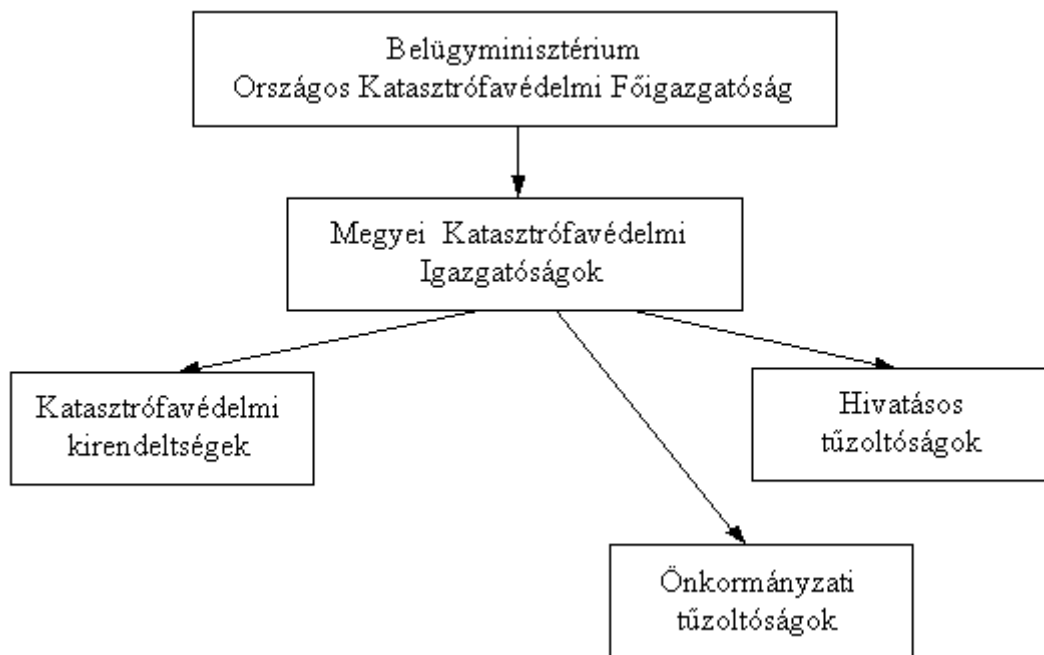
A katasztrófavédelem nemzeti ügy, a védekezés egységes irányítása állami feladat, a rendszer kialakításáért és működtetéséért az állam felelős



Nem hivatásos katasztrófavédelmi szervezetek:

- Kormány;
- Kormányzati Koordinációs szerv;
- Katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter;
- Illetékes miniszter és központi államigazgatási szerv vezetője;

4.3. ábra - 4.3. ábra. Hivatásos katasztrófavédelmi szervek



1.2.2. A védelmi igazgatás elvi felépítése

A védelmi igazgatás: A minősített helyzetek mindegyike olyan rendkívüli veszély megjelenésével jár, amelynek elhárítása szükségessé teszi a társadalom erőinek koncentrációját. A társadalom védekezési igénye az erők és az irányítás olyan mértékű centralizációját igényli, mely ellentmondásban áll(hat) az alkotmányos alapon szerveződő önkormányzatok függetlenségével, az állampolgárok szabadságjogainak gyakorlásával és a piacgazdaság szereplőinek törekvésével.

A védelmi igazgatás elemei

A. Központi elemek

- Országgyűlés
- Országgyűlés Honvédelmi Bizottsága
- Köztársasági Elnök
- Kormány
- Honvédelmi Tanács
- Minisztériumok

B. Területi elemek

- Megyei (fővárosi) Védelmi Bizottságok
- Helyi (városi, fővárosi kerületi) Védelmi Bizottságok

C. Helyi elemek

- polgármesterek

1.2.2.1. A területi és helyi igazgatás

A védelmi igazgatás területi és helyi szintű szervei

Az országvédelem katonai elemeinek irányítására csak az Alaptörvényben megjelölt központi védelmi igazgatási szervek jogosultak.

Az országvédelem civil rendszerében meghatározott védelmi feladatok tervezése, szervezése és megvalósítása az ország településein működő közigazgatási és gazdasági szervek útján, valamint az állampolgárok közreműködésével történik.

A védelmi igazgatás hatékony működésének kulcsa a települési, helyi szint.

4.4. ábra - 4.4. ábra. A védelmi igazgatás elvi felépítése

A védelmi igazgatás elvi felépítése

Kormány

Illetékes miniszter (HM, BM, KIM, NGM)

Megyei Védelmi Bizottság

Helyi Védelmi Bizottságok

Honvédelmi körzet

Települések polgármesterei

*A kormány irányítása alatt működő
közigazgatási szerv, amely ellátja a
honvédelmi felkészítéssel és a
katasztrófavédelemmel kapcsolatos
feladatokat*

A Megyei Védelmi Bizottság (MVB)

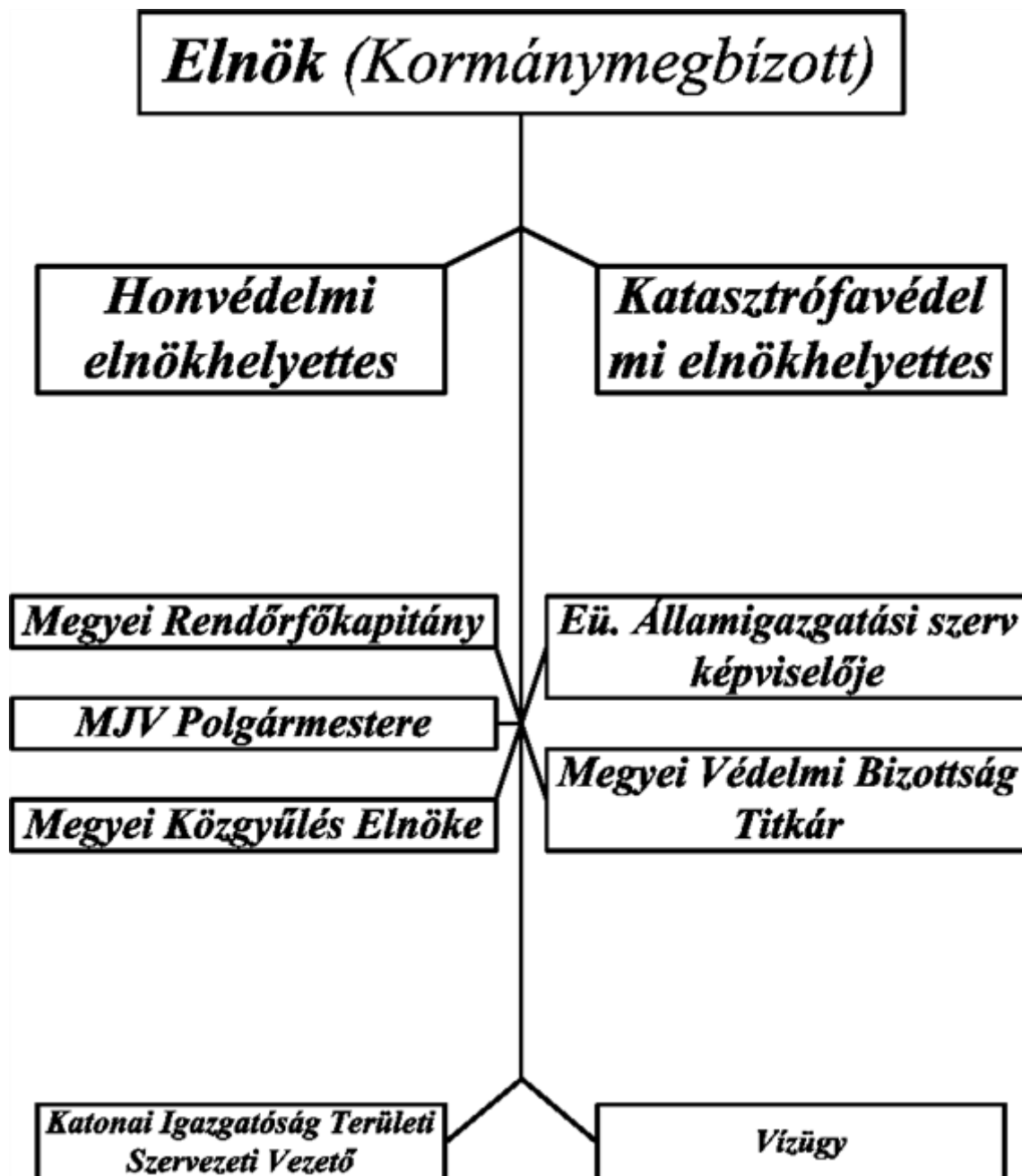
MVB a honvédelmi törvény által létrehozott, a Kormány irányítása alatt működő közigazgatási szerv. Illetékességi területén ellátja a honvédelmi felkészítéssel és katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatokat.

MVB Elnöke: a kormány megbízott

MVB Elnök helyettesei: honvédelmi, katasztrófavédelmi

Megyei Védelmi Bizottság tagjai: a megyei közgyűlés elnöke, a megyei jogú város polgármestere, a katonai igazgatás területi szervének vezetője, képviselője, a megyei rendőrfőkapitány, egészségügyi államigazgatási szerv vezetője, vízügyi igazgatási szerv képviselője, a MVB Titkára állandó meghívottak, eseti meghívottak. A helyi védelmi bizottság feladatkörét érintő döntésben részt vesz a helyi védelmi bizottság elnöke is.

4.5. ábra - 4.5. ábra. A Megyei Védelmi Bizottság felépítése



A Helyi védelmi Bizottság (HVB)

HVB működik:

- a főváros kerületeiben

- a megyei jogú városokban
- MVB által kijelölt városokban

Illetékességi területét (honvédelmi körzet) a MVB állapítja meg.

HVB Elnöke: a megyei jogú város, a város, fővárosi kerület polgármestere

HVB Elnök helyettesei: honvédelmi, katasztrófavédelmi

Az akár több közigazgatási területet átölelő helyi védelmi bizottság illetékességi területét:

- a települések természetes gazdasági-társadalmi vonzáskörzetének,
- más állami feladatok illetékességi területének,
- az érintett polgármesterek véleményének figyelembevételével

a megyei védelmi bizottság állapítja meg.

A megyei védelmi bizottság közvetlen irányításával a honvédelmi körzetben irányítja és összehangolja a védelmi felkészítés és az országmozgósítás helyi feladatainak végrehajtását.

A helyi védelmi bizottság a felkészülés időszakában és minősített időszakban egyaránt területi szervként működik.

A helyi védelmi bizottság jogkörében:

- irányítja és összehangolja a fegyveres erők mozgósításával és kiegészítésével kapcsolatos közigazgatási feladatokat;
- közreműködik a polgármester és a védelemben résztvevő helyi szervek védelmi feladatainak központi irányításában;
- közreműködik a rendkívüli intézkedésekből adódó helyi feladatok végrehajtásában;

A HVB elnök katasztrófák elleni védekezéssel összefüggő feladatai:

- meghatározza a védekezés helyi feladatait, ellenőrzi azok végrehajtását, elrendeli a települési pv. erők bevonását;
- koordinálja a védekezésben résztvevő polgármesterek tevékenységét;
- gondoskodik a helyreállítás meghatározott sorrendjének és ütemének megvalósításáról;
- intézkedik a lakosság alapvető ellátásának biztosításáról;
- vezetési pontot tart fenn;

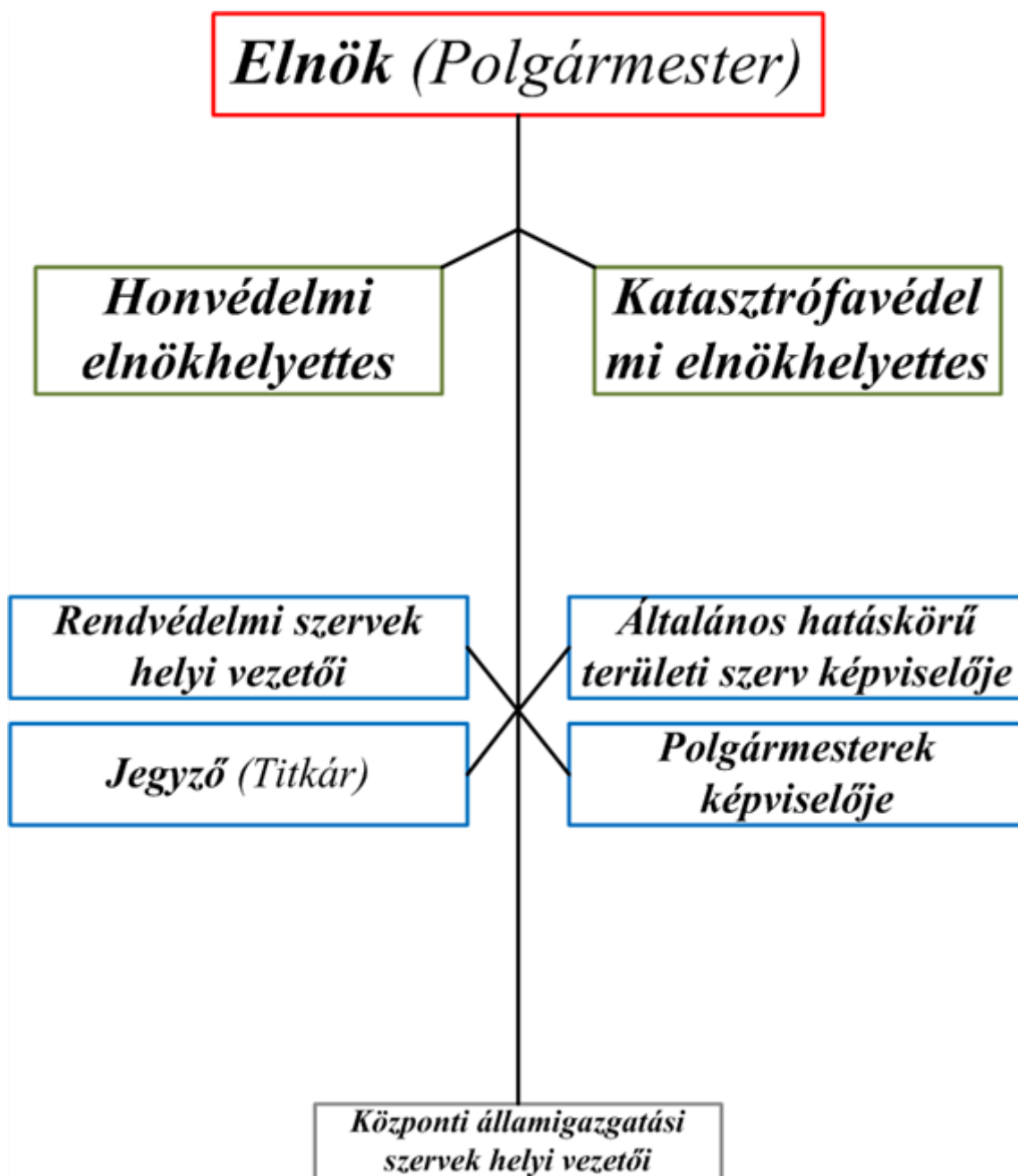
A HVB elnöke a katasztrófavédelmi feladatok ellátásával kapcsolatos előterjesztésekről és döntésekről tájékoztatja a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területi szervének vezetőjét.

Helyi Védelmi Bizottság tagjai

- A megyei jogú városban, a városban, a fővárosi kerületben a jegyző;
- A honvédelmi körzethez tartozó polgármesterek által megválasztott polgármester;
- A hivatásos katasztrófavédelmi szerv kivételével a rendvédelmi szervek és a központi államigazgatási szervek területi szerveinek a honvédelmi körzet szerint illetékes vezetője
- A Kormány általános hatáskörű területi államigazgatási szervének képviselője

- A honvédelmi körzetben lévő települések polgármestereit a helyi védelmi bizottság munkájában tanácskozási jog illeti meg.

4.6. ábra - 4.6. ábra Helyi Védelmi Bizottság felépítése



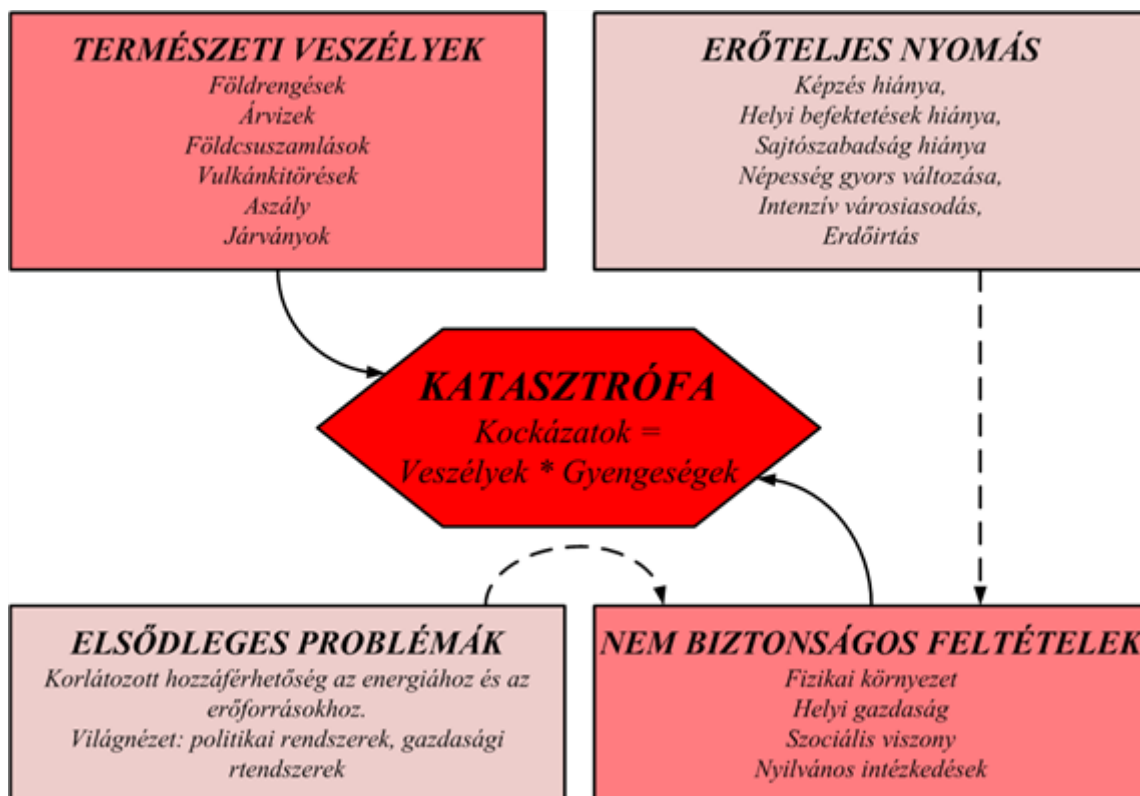
5. fejezet - Katasztrófák és veszélyhelyzetek modellezése

A veszély egy anyag vagy helyzet elválaszthatatlan tulajdonsága, illetve valamilyen eltérés, mely balesethez, meghibásodáshoz, kár keletkezéséhez vezet. A katasztrófa a korábbi definíciók alapján valamely veszélyhelyzetből eredeztethető olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét, egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket olyan módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek előírt együttműködési rendben történő védekezési lehetőségeit. A katasztrófák egy része (elméletben) megelőzhető (pl. rendezvény helyszínén a pánik kialakulásának megelőzése a menekülési utak biztosításával és a vendégek számának kontrollálásával), más részükben okok nem megszüntethetőek (pl. tavaszi áradás, villámárvizek), de a következmények mérséklésére bevett gyakorlat alkalmazható. Ezen felül vannak azok a katasztrófák, melyek bekövetkezése és lezajlása az információhiány miatt egyáltalán nem befolyásolható. Erre tipikus példával szolgálnak a különböző („sikeress”) terrorcselekmények.

1. Katasztrófák bekövetkezésének modellezése

A katasztrófák bekövetkezését, az okok és események magyarázatára két elméletet (modellt) vázolunk. Az első a “nyomás és felszabadulás” (pressure and release - PAR) modell [19] (5.1. ábra) szerint az emberek sebezhetősége a társadalmi folyamatokban és az ezek mögött lévő okokban gyökerezik, melyek nem feltétlenül állnak közvetlen okozati kapcsolatban magával a katasztrófa eseménnyel. A társadalmi folyamatok és okaik értelmezésével a katasztrófa bekövetkezésének okai is értelmezhetővé válnak. Az emberek egyrészt valamilyen okból sebezhetővé válnak, másrészt az adott veszélynek ki vannak téve. A katasztrófa mértéke csökkenthető, ha a sebezhetőséget csökkenteni vagyunk képesek. Ez három különböző szinten lehetséges.

5.1. ábra - 5.1. ábra. PAR model



Az első szint az „alapvető okok”, társadalmi, gazdasági, demográfiai folyamatok eredményeként kialakuló helyzet. A sebezhetőséget tekintve a perifériára szorult népesség a veszélyeztetettebb. A következő lépcső a

„dinamikus feszültségek”. Ezek az alap okokat veszélyes körülményekké alakítják át. Hogy megvilágítsuk az előző mondat értelmét, vegyük az éhínséget. Egy előzőleg egészséges, jól táplált népességcsoport ellenállóbbak az éhezés negatív hatásaival szemben, mint egy krónikusan alultáplált vagy beteg populáció. A „veszélyes körülmények” pedig a népesség közvetlen sebességére vonatkozik az adott veszélytípussal szemben.

A “megközelítési modell” ezzel szemben a veszély forrását nem különíti el a sebezhetőségtől, a katasztrófát nem tekinti a társadalmi rendszertől független természeti események eredményeinek. Rávilágít, hogy a veszélyek önmagukban is megváltoztatják annak a mintázatát, ahogy a veszélynek kitett emberek bizonyos csoportjai hogyan reagálnak a katasztrófára és regenerációs képessége is befolyással vannak.

Egyes katasztrófák (pl. 2001. szeptember 11-i terrortámadások okozta katasztrófák) bekövetkezési esélye valószínűségi számítások alapján nem értelmezhető. Ez esetben a „nem-valószínűségi kockázatról” (nonprobabilistic risk) és nem-valószínűségi kockázatelemzésről beszélhetünk. Bukovics [15] meghatározása szerint a „nemvalószínűségi kockázat” esetében egy olyan esemény, jelenség, történés tekintetében áll fenn bizonytalanság, amelynek nem értelmezhető a valószínűsége, vagyis annak feltételezése, hogy az eseménynek van valószínűsége, önellentmondásra vezet. A nemvalószínűségi kockázatelemzés feltételezése, hogy egy esemény akkor is kockázatos lehet, ha a valószínűsége nem létezik. A statisztikai alapon végzett kockázatelemzés bizonyos eseményeket, melyeknek nagyon kicsi a valószínűsége, az elemszám kezelhetőségének érdekében elhanyagolhatónak tekint. A nemvalószínűségi kockázatelemzésre ezzel szemben „jellemző, hogy egyszeri, (egyedi, azonos körülmények között meg nem ismételt) véletlen jelenségekkel foglalkozik és nem törekszik számszerűsítésre. Arra törekszik, hogy valamely nemkívánt esemény bekövetkezésére olyan szükséges és elegendő feltételeket találjon, amelyek közvetlen emberi hatáskörben vannak. Módszerére jellemző a közvetlen logikai eseményleírás.” [15] A következőkben néhány nem valószínűségi számításra alapuló módszert mutatunk be.

2. Kockázatértékelés

A kockázatértékelés úgy definiálható, mint egy rendszer szerkezetének (struktúrájának) és funkcióinak szisztematikus vizsgálata a potenciális veszélyek azonosítására és az általuk kiváltott kockázat értékelésére, hogy ennek alapján a kockázat nagysága becsülhető legyen, a szükséges kockázatsökkentő intézkedések megtétele, továbbá azok végrehajtásának ellenőrzése céljából.

A kockázatértékelés a következő alaplépésekre vezethető vissza:

1. A kockázatértékelés előkészítése: ide értendő a folyamat tervezése, a szükséges adatok, információk (a környezetről, technológiáról, vizsgált tevékenységről) összegyűjtése. A kockázatértékelés megkezdése előtt fel kell mérni, hogy mik a vizsgálandó rendszer határai (térben és időben egyaránt). Az elemzés részletességét is ebben a fázisban határozzák meg, a kötelezően elvégzendő kockázatelemzések esetében az anyagi ráfordítás mértéke meghatározza az elemzés mélységét.
2. Veszélyazonosítás: Ez a lépés magában foglalja a rendszer leírását, a lehetséges kezdeti események csoportosítását és szűrését. Ehhez a lépéshez vehetjük a veszélyeztetettek (érintettek) meghatározását is.
3. Baleseti forgatókönyvek: a veszélyforrás hatására bekövetkező lehetséges balesetek feltérképezése. A lehetséges kimenetek számbavétele szolgáltatja azok kockázatának meghatározását.
4. Kockázatok becslése: a következmények bekövetkezési valószínűségének és a károk súlyosságának meghatározása. A vizsgálat legtöbbször minőségi elemzést takar, mivel nem biztosított az adatok számossága, hogy statisztikai alapon megfelelő pontosságú és megbízhatóságú következtetést lehessen levonni. A módszertani korlátokon túl a rendelkezésre álló költség is behatárolja a mennyiségi értékelés lehetőségét, tekintve, hogy az ezekhez szükséges adatok gyűjtése, elemzése rendkívül költséges folyamat is lehet. Kísérletek elvégzése szintén korlátozott, veszélyes anyagoknál az engedélyezési fázisban írnak elő toxikológiai vizsgálatokat. A kockázat értékelésekor fokozott figyelemmel kell lenni az emberi tényezőre is.
5. A kockázat elfogadhatóságáról való döntés: Az előző lépések eredményeit összegzi, és meghatározza, szükséges-e beavatkozni. A kockázat nemcsak a bekövetkezési gyakoriságtól függ, az okozott kár, a sérülés nagysága jelentős mértékben befolyásolja az intézkedés sürgősségét. (5.1-5.2. táblázat példa a munkabalesetek súlyosságának és gyakoriságának kategorizálásához, a 5.3-5.4. táblázat a kockázat nagyságától függő beavatkozás szükségességére ad javaslatot). Ez a fázis szolgáltat alapot a tényleges intézkedések meghozatalára.

6. Beavatkozás: a kockázati szint csökkentésére lépések fogantatása. Ez a lépés magában foglalja az ellenőrzést és a dokumentációt, illetve az eredmények kommunikációját is.

5.1. táblázat - 5.1. táblázat. Munkabalesetek súlyosságának osztályozása

Fokozat	Következmény
1. fokozat	Nincs következmény, amely életet vagy egészséget károsítana.
2. fokozat	Jelentéktelen következmény, amely legfeljebb három nap munkanap kiesésével jár és orvosi beavatkozás nélkül is gyógyul.
3. fokozat	Sérülései és betegségei következmények, amely három munkanapnál hosszabb munkaképtelenséget okoz, orvosi kezelést igényel.
4. fokozat	Enyhe maradandó egészségkárosodás, következmény legfeljebb 20%-os munkaképesség csökkenéssel jár.
5. fokozat	Súlyos, maradandó egészségkárosodás vagy halál

5.2. táblázat - 5.2. táblázat. munkabalesetek gyakoriságának osztályozása - példa

Fokozat	Gyakoriság
1. fokozat	igen ritka: <10-5/év
2. fokozat	viszonylag ritka: ~10-4/év
3. fokozat	ritka: ~10-3/év
4. fokozat	lehetséges: ~10-2/év
5. fokozat	gyakori: >10-1/év

5.3. táblázat - 5.3. táblázat. Kockázatértékelési mátrix

	Következmény	1	2	3	4	5
Valószínűség						
1		0	0	2	3	6
2		0	1	3	4	6
3		0	1	4	6	8
4		0	2	5	7	9
5		0	3	6	8	10

5.4. táblázat - 5.4. táblázat. Intézkedés sürgősségi osztályok a kockázati mátrix alapján

1. osztály (0 - 2)	A kockázat jelentéktelen, nincs szükség intézkedésre
2. osztály (3 - 5)	A kockázat olyan mértékű, hogy intézkedést igényel, de sürgősség nélkül
3. osztály (6 - 7)	A kockázat olyan mértékű, hogy sürgős intézkedést igényel
4. osztály (8 - 9)	A kockázat olyan mértékű, hogy azonnali beavatkozást, intézkedést igényel
5. osztály (10)	A kockázat olyan mértékű, hogy azonnali leállítást, vészkipcsolást igényel

Tejtekintettel arra, hogy a teljes biztonság nem elérhető, ezért a kockázatelemzés és kezelés folyamata a vállalható kockázat és a költségek közötti kompromisszumra építő döntési folyamat akkor is, ha elméletileg az összes szükséges információ rendelkezésre állt. A fennmaradó kockázat egy részére, melynek felszámolása meghaladja a lehetőségeket, de bekövetkezési valószínűsége nem kizárt, lehetőség van biztosítást kötni. A biztosítással díj ellenében a szolgáltatást nyújtó félre hárítjuk a kárfelszámolás anyagi terhet. Természetesen vannak olyan kockázatok, melyek a jelenlegi gyakorlat szerint nem biztosíthatóak, ilyen például a katasztrófális (mértékű) károk, bár a természeti katasztrófák ellen (pl. árvíz, villámlás) köthető megfelelő körülmények közt biztosítás (ha az épület nem a közvetlen ártéren fekszik, ahová nem kaphatott volna építési engedélyt sem), de a teljes megsemmisülés lehetősége nem tartozik a biztosítható károk közé. Érdekességképp jegyeznénk meg, hogy a FLEXA típusú biztosítás kártérítést fizet repülőgép becsapódás esetén is (Fire, Lighting, Explosion and Aircraft).

A kockázat értékelésére az utóbbi években nagyon sok módszert dolgoztak ki, az egyszerű rendszerek értékelésére alkalmas ellenőrző jegyzéken át a különböző tűz- és robbanásveszélyességi indexen keresztül a hibamód és –hatáselemzésig. Ezek közül több csak minőségi értékelésre alkalmas, önkényesen meghúzott skáláhatárokkal, míg mások nagy adathalmaz esetén lehetőséget nyújt a statisztikai elemzések kiegészítésére. A következőkben olyan módszereket mutatjuk be, amelyek általánosan használhatóak különböző típusú veszélyhelyzetek és kockázatok elemzéséhez, és minőségi vizsgálatra alkalmasak, így olyan eseményekhez is megfelelőek, amelyek valószínűség-számítási alapon nem értelmezhetőek.

2.1. Nem valószínűség alapú modellezési technikák

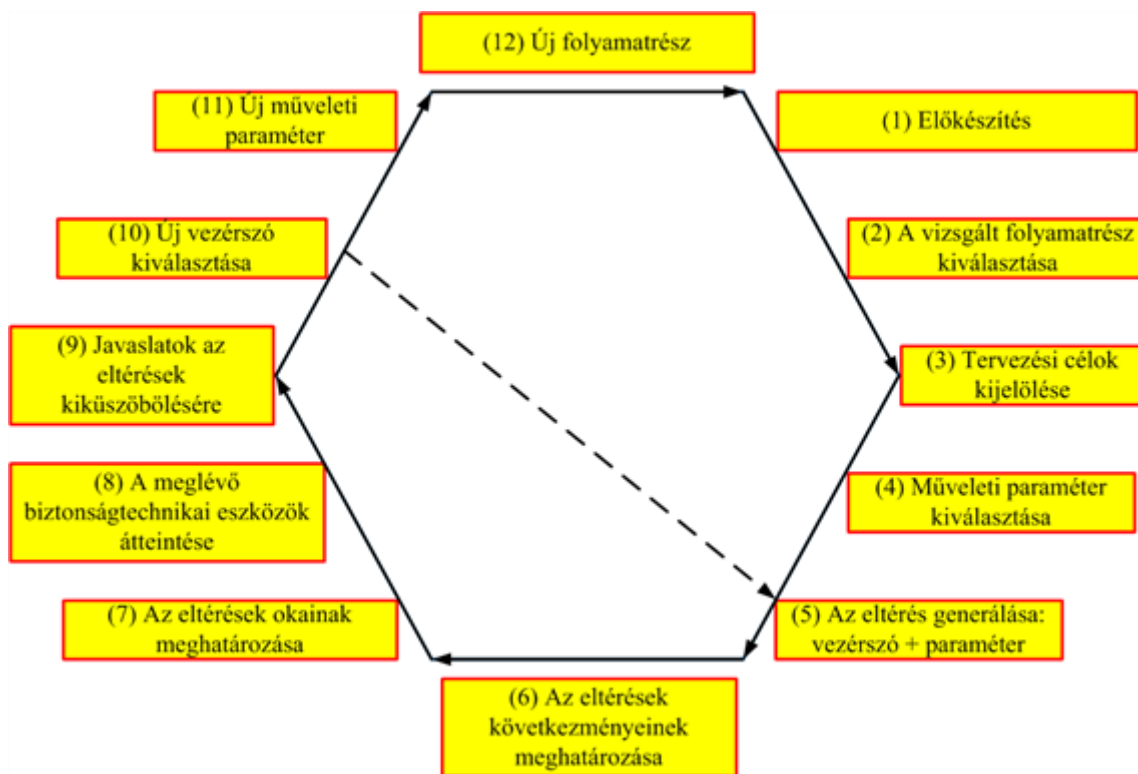
„Mi lenne, ha...” elemzés

A „mi lenne, ha” vagy „mi van, ha” elemzés döntéstámogató rendszereknél elterjedt módszer, szcenárió (forgatókönyv) alapú elemzésnek is hívják. Sokparaméteres rendszerek vizsgálatára alkalmas, egy-egy paraméter módosításával új forgatókönyv alakul ki, ennek eseménysorozatait, ok-okozati rendszerét értékeli a technika, gyakoriság vagy valószínűségi értékek hozzárendelése nélkül. Különösen alkalmas a módszer, ha a vizsgált rendszer új, ezért nem áll rendelkezésre adatbázis a tájékozáshoz és összehasonlításhoz.

HAZOP (HAZard and OPerability analysis) – Működőképesség- és veszélyelemzés

Az eljárást vegyipari technológiák, műveletetek veszélyeinek feltérképezésére fejlesztették ki eredetileg. Az elemzést egy csapat végzi, mely tagjai különböző szakterületről származnak. Az adott folyamatrész vizsgálata a következőképp zajlik: kiválasztanak egy műveleti paramétert (áramlás, hőmérséklet, információ stb.), ehhez hozzárendelnek egy úgynevezett vezényszót (vagy vezérszót, pl. nem/nincs, kevesebb, több, később stb. 5.3. ábra). A műveleti paraméter és a vezérszó párosításával az üzemszerű működéstől való eltéréseket generálnak, és ezek okait és következményeit határozzák meg, majd az okok és következmények ismeretében megállapítják a szükséges biztonsági intézkedéseket. A módszer a többszörös iterációs folyamat miatt igen időigényes és ebből adódóan költséges, de a szisztematikus ellenőrzés miatt alkalmas veszélyes üzemek vizsgálatára. A végeredmény rendszerint egy táblázatos forma, ahol feltüntetik a műveleti paramétert, a vezérszót, az ebből generált eltérést, az okokat, következményeket és a javaslatokat is.

5.2. ábra - 5.2. ábra. HAZOP menete



5.3. ábra - 5.3. ábra. HAZOP vezérszavak

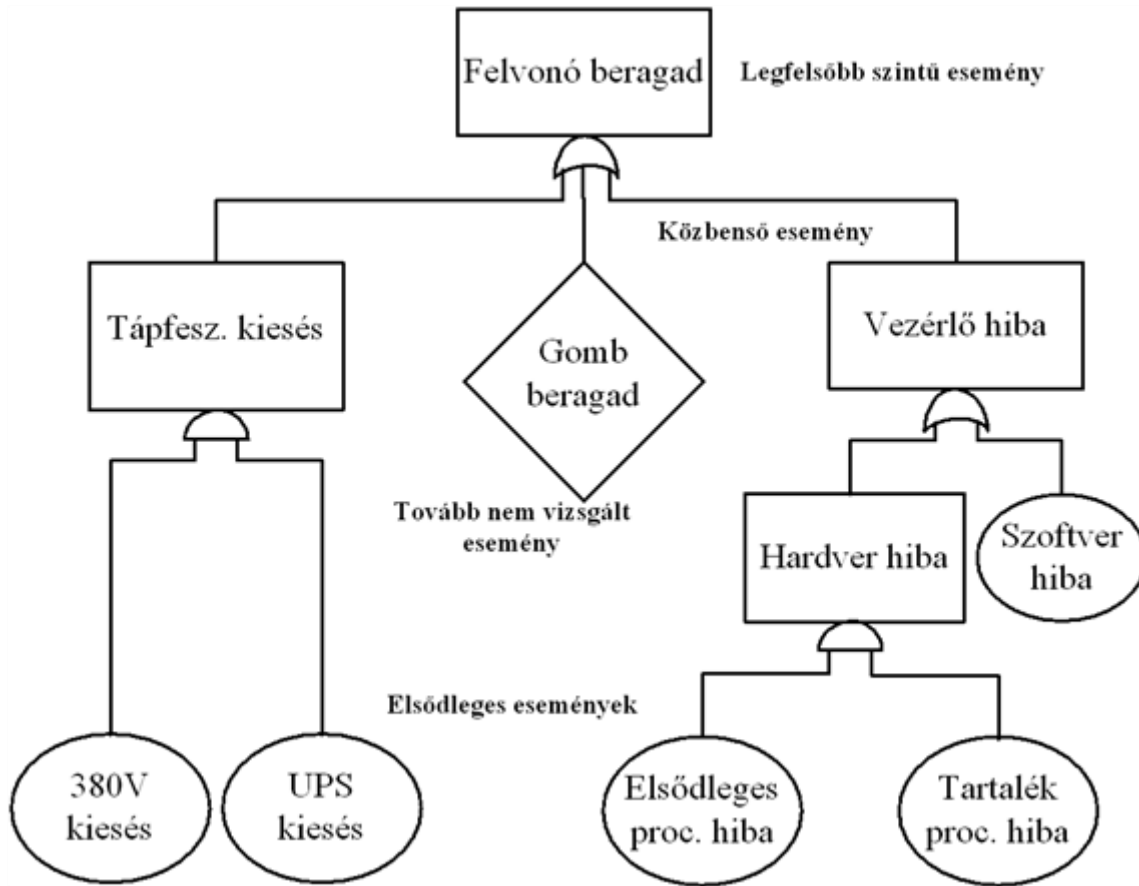
<i>VEZÉRSZÓ</i>	<i>JELENTÉS</i>	<i>MEGJEGYZÉSEK</i>
<i>NINCS</i>	A szándékot figyelmen kívül hagyták, nem teljesítik	A szándéknak még részben sem tesz eleget, de nem történik semmi
<i>TÖBB</i>	Mennyiség növekszik	Mennyiségekre és tulajdonságokra vonatkozik, mint az áramlás mértéke és a hőmérséklet, valamint a változásokra (pl. <i>felmelegedik, reakcióba lép</i>)
<i>KEVESEBB</i>	Mennyiség csökken	
<i>ANNYIRA</i>	Minőségi növekedés	Minden tervezési és üzemeltetési szándékot csak valamely kiegészítő tevékenységgel együtt teljesít
<i>RÉSZBEN</i>	Minőségi csökkenés	Egyes szándékok teljesülnek, mások nem

Hibafa-elemzés

Egy adott eseményhez (csúcsesemény), mely lehet baleset vagy meghibásodás, vezető okok meghatározása a cél. Grafikus eljárás, a csúcseseményhez vezető eseményeket gráfként ábrázolja. Az egyes csomópontokon berendezés meghibásodások, emberi hibák és nem független meghibásodások szerepelnek. A minimális

metszhalmazok meghatározásához a Boole-algebra¹ szabályai alkalmazhatók. Minél rövidebb úton jutunk el a vizsgált meghibásodáshoz, balesethez, annál nagyobb a bekövetkezés lehetősége, ezeken a pontokon érdemes beavatkozni. A módszer alkalmas kvantitatív elemzésre is, az egyes események valószínűségét meghatározva kiszámítható a csúcsesemény bekövetkezési valószínűsége is. A módszer általánosan alkalmazható bármilyen rendszer vagy folyamat, esemény kiértékelésére.

5.4. ábra - 5.4. ábra. Hibafaelemzés



Bukovics [15] a hibafa módszert javasolja a nemvalószínűségi kockázatelemzés módszerének, természetesen statisztikai adatok nélkül, illetve grafikus megközelítés elhagyásával.

Eseményfa elemzés

Az eseményfa egy adott eseményből következő okozatokat, a kiindulási pont hatására bekövetkező következményeket vizsgálja. Hasonlóan a hibafához ez a módszer is alkalmazható statisztikai adatokkal kiegészítve és grafikusán ábrázolható. Ha technológiai folyamatot veszünk alapul, az esemény következménye két szélsőérték, a biztonsági rendszer üzemserű működése és adott baleset bekövetkezte között bármilyen végső kimenet előfordulhat. Az eseményfa alkalmazásával módszeresen felmérhetővé válik egy adott kezdeti esemény hatására bekövetkező baleseti eseménysor és az egyes események közti összefüggés.

5.5. ábra - 5.5. ábra. Példa eseményfára - reaktorhűtés

¹ a Boole-algebra (vagy Boole-háló) az a kétműveletes algebrai struktúra (egy halmaz, az elemei között értelmezett két művelettel ellátva), amely a halmazműveletek, a logikai műveletek és az eseményalgebra műveleteinek közös tulajdonságaival rendelkezik

Hűtőrsz. csőszakadás	Elektr. hálózat	Vészhűtés	Hasadóanyag eltávolítás	Folyamat leállítás	
Kiváltó esemény	Van	Nem indul	Nem sikeres	Sikeres	
			Sikeres	Nem sikeres	
		Indul	Sikeres	Sikeres	
			Nem sikeres	Nem sikeres	
	Kiesett				

„Csokornyakkendő”-ábra

A csokornyakkendő metódus lényegében a hibafa és eseményfa összekapcsolásán alapszik. Előnye, hogy az okokat és következményeket egyaránt vizsgálja. A nevezéktan szerint a hibafa csúcseseménye a „kritikus esemény”, melyhez az alapeseményekből kiindulva a védelmi zárokon átjutva érünk el. Az eseményfa kezdeti eseménye ebben a megközelítésben a másodlagos kritikus esemény lesz, amely veszélyes vagy súlyos jelenségekhez vezethet. Grafikus ábrázolással csak egy-egy kiemelt eseményt véve érdemes élni.

3. Idősorok jellemzése

Abban az esetben, ha az adott veszélytípusról nagy mennyiségű, idősoros adat áll rendelkezésre, statisztikai módszerek mellett speciális eljárások segítségével lehet többletinformációt kinyerni. A természeti jelenségekre jellemző, hogy véletlenszerűek (sztochasztikusak), vagyis a jelenség ismételt előfordulása esetén nem következik be ugyanaz az esemény azonos körülmények között sem.

A sztochasztikus folyamatok csak végtelen elemszámú mintahalmazzal írhatóak le, $\{X(t), t \in T\}$ valószínűségi változók együttesével, ahol T paraméterhalmaz, amely ha része a valós számegyenesnek, akkor a $\{t \in T\}$ felfogható időparaméterként is. Ha $\xi(s)$ és $\xi(t)$ valószínűségi változók, akkor a kovarianciafüggvény:

$$\text{cov}(s, t) = \text{cov} [\xi(s), \xi(t)] = M[(\xi(s) - m(s)) (\xi(t) - m(t))] = M (\xi(s) \xi(t)) - m(s)m(t)$$

és a korrelációfüggvény:

$$\text{cor}(s, t) = \frac{\text{cov}(s, t)}{[d(s)d(t)]}$$

ahol az M , illetve a m a várható érték, a d pedig a szórás.

A kovariancia-, és korrelációfüggvények a definíciójukból következően szimmetrikusak, azaz

$$\text{cov}(s, t) = \text{cov}(t, s) \text{ és } \text{cor}(s, t) = \text{cor}(t, s).$$

Autokovariancia, és autokorreláció függvényről akkor beszélünk, ha ugyanazon sztochasztikus folyamat t , illetve s paramétereikhez tartozó valószínűségi változók kovarianciájáról, korrelációjáról van szó:

$$\text{cov} [\xi(s), \xi(t)] = \text{cov}(s, t) = \text{cov}_{\xi\xi}(s, t) \text{ és } \text{cor} [\xi(s), \xi(t)] = \text{cor}(s, t) = \text{cor}_{\xi\xi}(s, t)$$

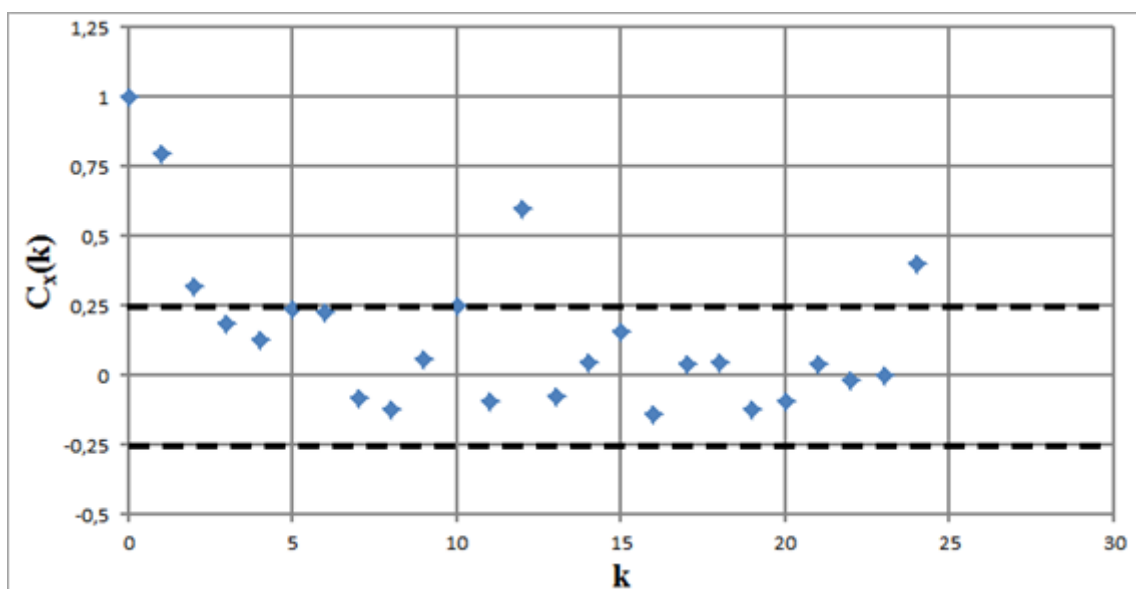
Ez utóbbi két függvény gyakori vizsgálati eszköz a különböző idősorok jellemzésére. Egy idősor esetében az auto-kovariancia függvény matematikai kifejezése a következő:

$$\text{cov}_x(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x}) \cdot (x_{t+k} - \bar{x})$$

k az időbeli eltolás mértékét adja meg, n az elemszám.

Abban az esetben, ha egy vizsgált esemény hossza távú hatással van az adott idősorra, akkor a k érték csönnetésével csökken az autokovariancia függvény értéke is. Ha az időközt nullának vesszük, akkor a vizsgált idősor szórását kapjuk. K értékét általában 0 és az elemszám negyede közé szokás felvenni. Az auto-kovariancia függvény úgy állítható elő, hogy eltérő időközökhöz meghatározzuk a hozzá tartozó kovariancia értéket (5.6. ábra).

5.6. ábra - 5.6. ábra. Egy mért idősor auto-kovariancia függvénye.



Az előzőekhez hasonló módon adható meg két különböző idősor alapján számítható kereszt-kovariancia függvény:

$$\text{cov}_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x}) \cdot (y_{t+k} - \bar{y})$$

A kereszt-kovariancia függvény teljesen hasonlóan értelmezhető különböző mért változók közötti kapcsolat vizsgálatára, mint az auto-kovariancia függvény. Ha $k=0$, akkor megkapjuk az ún. kovarianciát (COV), amely a két vizsgált idősor együttváltozási jellegét fejezi ki egy mérőszám segítségével az alábbi módon.

$$COV = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x}) \cdot (y_t - \bar{y})$$

Az idősorokban „rejlő” trendek megállapítására megfelelő módszer lehet a regressziós (kiegyenlítő) vizsgálat. A mért idősort (y_i) a művelet során egy számított adatsorral (y_i^{cal}) közelítjük, adott függvénykapcsolat szerint. A feltételezett függvény kapcsolat változója (x_i) is mért adat. A regressziós számítás során a függvénykapcsolat paramétereit határozzuk meg. A lineáris regresszió egyenlete a következő:

$$y_i^{cal} = b_0 + b_1 x_i$$

A feladat megtalálni „ b_0 ” és a „ b_1 ” paraméterek azon értékeit, amelyek mellett a mért és a számított adatok eltérésrendszere minimális lesz. A különbség meghatározására és minimalizálására leggyakrabban a legkisebb négyzetes feltétel alkalmaznak

$$\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^{cal})^2 = \min .$$

Ha az y_i^{cal} helyére a lineáris egyenes egyenletét beírjuk, a legkisebb négyzetes minimum feltételben szerepelnek a meghatározni kívánt paraméterek.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 = \min .$$

Ha a fent kifejezés minimum értéket mutat, akkor a b_0 és b_1 paraméterek szerinti derivált zérus értéket kell, hogy adjon. A feltétel segítségével juthatunk el az ún. normál egyenletrendszerhez az ismeretlenek szerinti deriválás után, amely esetünkben a következőképpen írható.

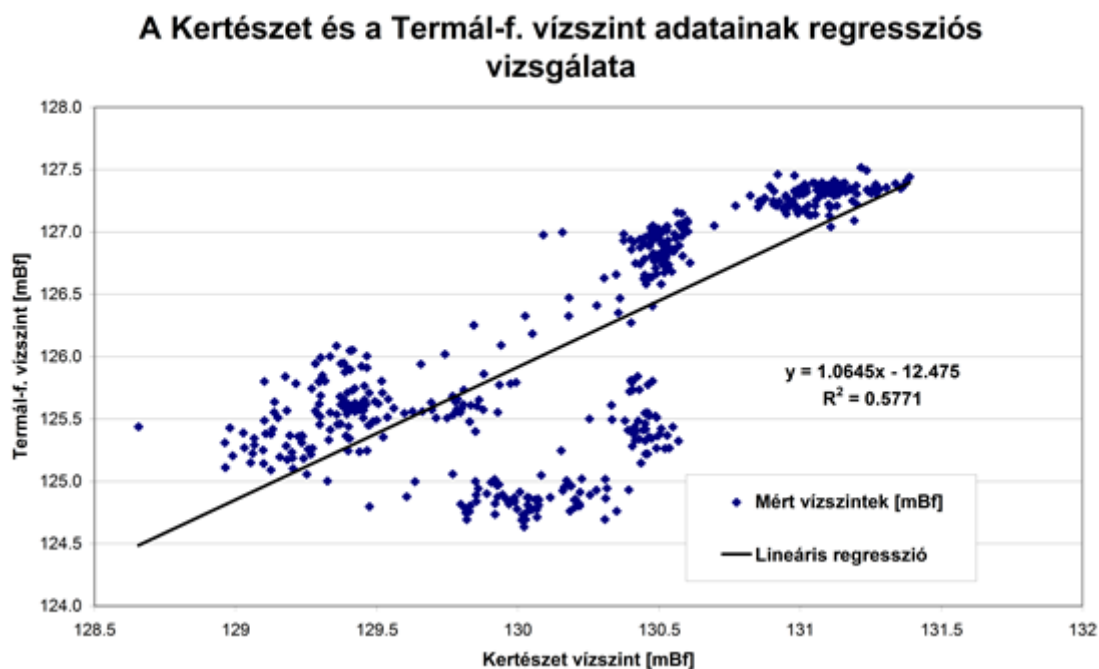
$$\sum_{i=1}^n y_i = n b_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i = b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2$$

A normál egyenletrendszer megoldása szolgáltatja a b_0 és b_1 paraméterek értékét, amelyek alapján a kiegyenlítő egyenes megszerkeszthető. Természetesen az említett eset mellett akár többváltozós nem lineáris regressziós kapcsolatokat is definiálhatunk.

A példa idősorok regressziós vizsgálatára.

5.7. ábra - 5.7. ábra. Regressziós vizsgálat alkalmazása idősorok elemzésére.



4. Adatbányászati módszerek

A katasztrófavédelem területén még nem elterjedt módszer az adatbányászat, de más területen veszélyanalízisre (például üzleti előrejelzések, minőség-ellenőrzés, üzletfelek ellenőrzése) alkalmazzák. A tudományos életben nagy szolgálatot tesz egy adott probléma, feladat már létező (de általunk még nem ismert) megoldása felkutatásában vagy a szakirodalom összegyűjtésében.

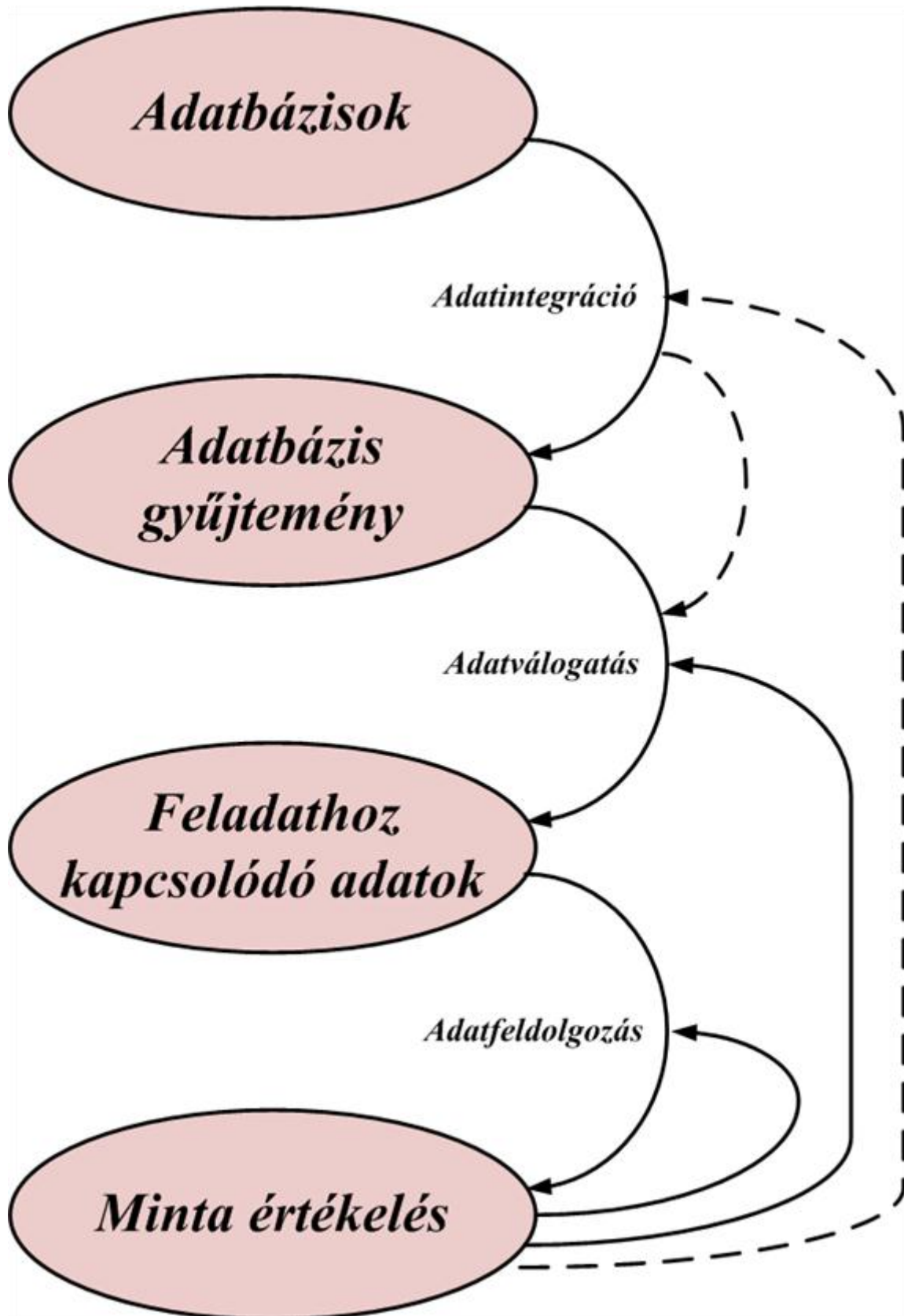
Az adatbányászat a számunkra érdekes (például eddig nem ismer, nem köztudott, rejtett) ismeretek kinyerése nagy adatbázisokból. Miközben gyakran éppen az adathiány okoz gondot a veszélyhelyzetek értékelésében, az adatbányászat hasznos lehet akkor, amikor túl sok adatunk van.

Néhány példa az adatbányászat alkalmazására:

- A NASA Jet Propulsion Laboratory (www.jpl.nasa.gov) és a Palomar Observatory (www.astro.caltech.edu/palomar/) közös témája során 22 kvazárt találtak a régi csillagászati adatok elemzésével
- IBM Surf-Aid szoftvercsomagja elemzi egy weboldal látogatottságát, az ott tartózkodók viselkedését és a távozás módját, majd javaslatot tesz a weboldal minél jobb megszervezésére
- A biztosításszakma egyértelmű érdeklődést mutat az adatbányászat alkalmazása iránt a kockázatfelmérés és a kapcsolódó döntéshozatali folyamat területén.

Az adatbányászat (data mining) helyett egyre többször használják az adatbázisokból történő tudásfelfedezés kifejezést (knowledge discovery in databases, KDD). (5.8. ábra)

5.8. ábra - 5.8. ábra. A KDD lépései



A KDD a következő lépésekből épül fel:

- A felhasználási terület megismerése: mi a megismerni kívánt tudás és a felhasználás célja.
- Létrehozzuk a vizsgálandó adatbázisok listáját.

- Elő-feldolgozást végzünk (például kiszűrjük a redundáns adatokat): ez jellemzően az összes munka közel 60%-a.
- Adatmennyiség csökkentés és átalakítás: megpróbáljuk az összes adatot közös nevezőre, dimenzióra hozni és kiszűrni a számunkra érdektelen adatokat.
- Kiválasztjuk a szükséges adatbányászati feladatokat (például: osztályozás, irányvonal kutatás, összefüggés keresés, csoportosítás).
- Kiválasztjuk az adatbányászati eljárást vagy eljárásokat.
- Tényleges adatbányászat: kideríteni a számunkra érdekes adatmintát.
- Mintakiértékelés és bemutatás.
- A „megtalált” tudás felhasználása.

5.9. ábra - 5.9. ábra. Adatbányászati feladatok

Tipikus adatgyűjtő rendszer felépítése



4.1. „Érdekesség” mérés

Érdekes mintázatnak azt nevezzük, ami a megrendelő számára könnyen érthető, várhatóan hasznos és újszerű esetleg egy korábbi feltételezést erősít meg, valamint ellenőrizhetően működik új vagy próba-adatokon. Az adatbányászat során létrejött megoldások (mintázatok) közül ki kell választani a vizsgálat szempontjából

érdekeseket. Ezt egyrészt a megrendelő szubjektív döntése határozza meg (várakozásának megfelelő-e, szerinte újszerű-e, használható-e), másrészt objektív, statisztikai módszerekkel (relatív hibakorlát) mérhetjük.

5. Számítógépes modellezés

Bizonyos esetekben lehetőség nyílik, hogy a tervezés során a számítógépes szimuláció eredményeire támaszkodjanak a balesetek, katasztrófák elkerülése érdekében. Erre példa a zárt területen egybegyűlt tömegek kiürítési tervének tesztelése. Ez a megoldás a tűzvédelem számára roppant hasznos eszköz, segítségével realisztikusan meghatározható a menekülési útvonal, a személyek mozgása tényleges gyakorlat alkalmazása nélkül. A technika egyaránt használható tűzvédelmi oktatások során, és a menekülési időtartam meghatározásához.

Figyelembe kell venni azonban a modellezésre vonatkozó szabályokat az eredmények gyakorlatba ültetésekor. A modell mindig egyszerűsítéseken alapszik, a számítások elvégzésének érdekében átlaggal számol, illetve elhanyagol. A modellezést jelentősen befolyásolja a rendelkezésre álló modell, jelen esetben előfordulhat, hogy csak adott épülettípust képes értelmezni a program. Másik oldalról megközelítve: a cél ismeretében kell kiválasztani a megfelelő modellt.

A kiürítés szimulációval meghatározható az adott épület, szakasz befogadóképessége. A teljesítmény alapú tervezés vizsgálatához különböző scenáriókat állíthatunk fel, és az egyes esetekhez meghatározható az épület kiürítéséhez szükséges idő. A legfejlettebb programok már figyelembe vesznek pszichológiai tényezőket, mint az emberi viselkedést a tűz esetén, a füst, hő és a láthatóság csökkenésének hatásait [56]. A grafika segítségével jól szimulálható az emberek mozgásának bemutatása az épület kiürítése alatt. A bemeneti adatok rendszerint a személyek létszámára, korára, vállszélességeire, haladási sebességeire és az épület geometriájára (kijáratok, lépcsők, liftek és közlekedők stb.) korlátozódnak [56, 57]. Ugyanakkor tűz modellekkel való összekapcsolással meghatározható az optimális kiürítési feltételrendszere.

A számítógépes modellezés soha nem helyettesíti az embert, a szolgáltatott adatok, új információk hozzájárulhatnak a megfelelő döntés meghozásához.

6. fejezet - Térinformatikai eszközök alkalmazása a katasztrófavédelemben

A katasztrófák helyszíne gyakran nehezen megközelíthető, így a helyzet felmérése akadályokba ütközhet. A káresemények légi felmérése ezekben az esetekben megbízható alapot nyújt a károk előzetes becsléséhez a berepült területen, az adatok pedig rögzíthetőek egy térinformatikai adatbázisban a későbbi információk térbeli rendszerezésére és értékelésére.

A távérzékelés során egy tárgyról vagy felszínéről úgy gyűjtünk adatokat (ismereteket), hogy közvetlenül nem létesítünk vele fizikai kapcsolatot. Ide értendő a légi felvételek készítése kisrepülővel vagy a műholdak által készített felvételek. Az általuk készített felvételek már a képértelmezés (fotointerpretáció) első lépcsőfokán jól elemezhető információkkal szolgál, de további műveletek új eredményeket adhatnak. A légi felvételek jól használhatók a katasztrófa sújtott területeken a beavatkozás megtervezéséhez és a térbeli változások vizsgálatához, a lezajló folyamatok és felszínborítás-változás megismerése érdekében.

1. Esettanulmány: A vörösiszap-katasztrófa

2010. október 04-én 12:30-kor a Magyar Alumínium ZRt. területén az iszaptároló X. kazetta nyugati gátja átszakadt. A gátszakadás következtében 600-700 ezer m³ vörösiszap elöntötte Kolontár, Devecser és Somlósárhely települések mélyebben fekvő részeit. A Torna-patak közvetítésével további településeket is érintett, és fennállt a veszélye, hogy a Marcalon keresztül a Dunát is súlyosan károsítja az erősen lúgos anyag.

A lehetséges okokról ad egy összefoglalót Winkler Gusztáv jegyzete [60], az érdeklődők számára további érdekes információkkal is szolgál az anyag a térinformatika és más tudományterületek kapcsolódási területeiről. Jelen jegyzethez elsősorban a 4. fejezet (Környezeti katasztrófák térinformatikai vizsgálata) illeszkedik.

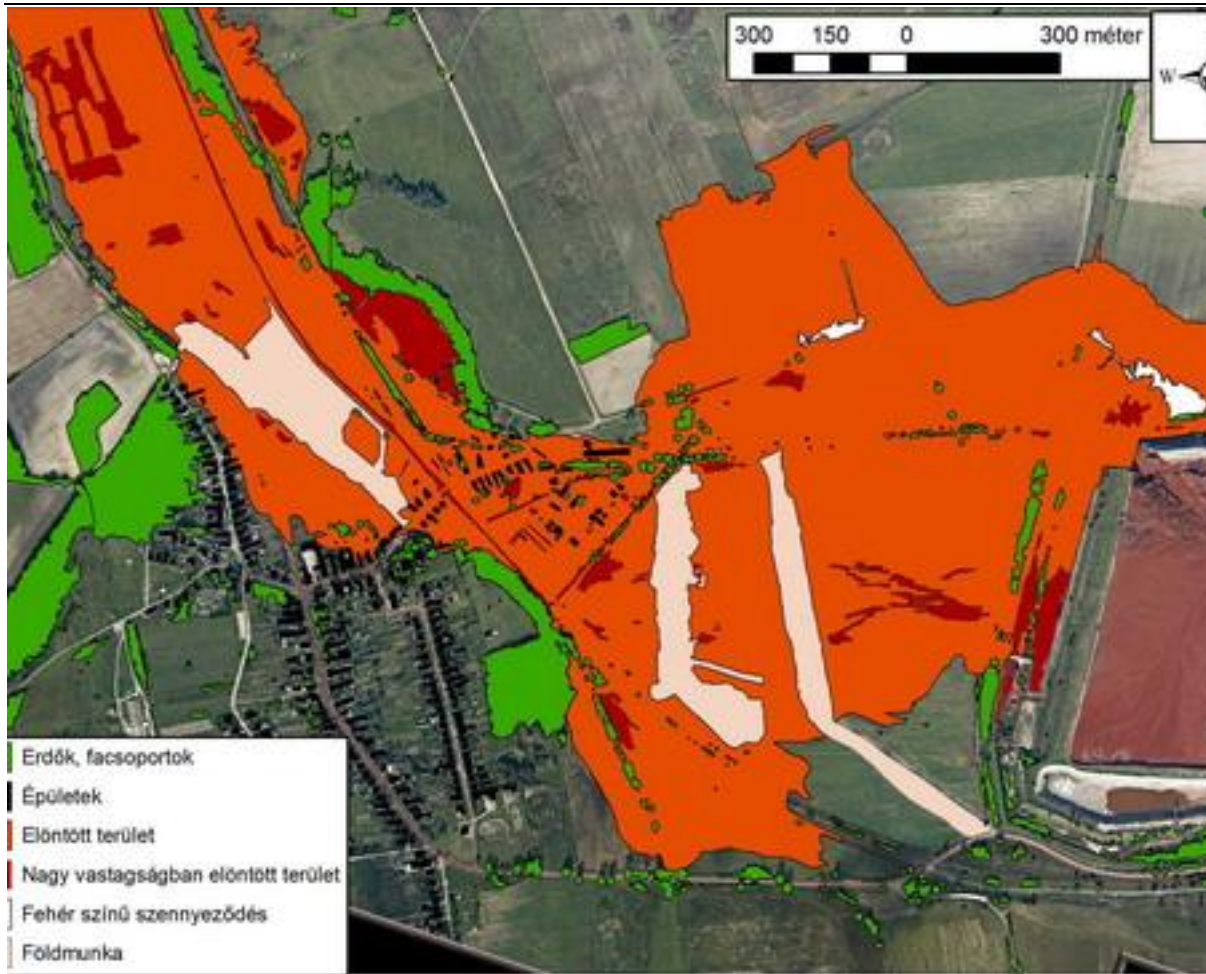
A vörösiszap katasztrófa utáni munkákban nemcsak a katasztrófavédelemhez kapcsolódó szervek vettek részt, hanem különböző kutatócsoportok is felajánlották tudásukat a károk feltérképezéséhez és a kárelhárításhoz. A következőkben két módszert mutatunk be, melyek a vörösiszap által érintett területek felméréséhez szolgáltak hasznos adatokkal.

1.1. A katasztrófa által érintett terület légifelvétel-mozaikja

A katasztrófa által érintett terület felmérésére kézenfekvő volt a légi felderítés, mely során készített, megfelelő pontossággal és nagy terepi felbontással előállított légifelvétel-mozaik szolgáltatta a területről a lehető leggyorsabban előállítható, kellő részletességű alaptérképet. A feladattal az INTERSPECT csoportot bízta meg a Vidékfejlesztési Minisztérium [26]. Lehetőségük nyílt a területet több különböző időpontban is feltérképezni, így az idősoros vizsgálat előnyeit a képi, térinformatikai elemzés előnyeivel lehetett ötvözni. Az idő múlásával a növényzeti, ökológiai, környezeti változások térbeli kiterjedését vizsgálhatták, melyeket terepi méréssel csak nehezen, vagy költséges módszerekkel lehetett volna nyomon követni. A projektről a www.rsgis.hu/indexx.html honlapon lehet bővebb információt gyűjteni.

A légifotók készítése azonban erősen időjárásfüggő, ami jelentős hátránya. Az említett kutatás során is alacsonyabb repülési magasságot kellett választani, így az eredeti 20 cm terepi felbontás helyett 4,8-6 cm felbontással készült a felmérés [26]. Ez tekinthető előnyös megoldásnak is, azonban vegyük figyelembe, hogy bár az adathalmaz részletessége kedvezően alakult, de a művelet jelentős mértékben bonyolódott, sokkal több felvételt kellett készíteni, és így az adatfeldolgozás idő- és költségigénye is nagyban növekedett.

6.1. ábra - 6.1. ábra. Az elöntési terület térképfedvényének átnézeti képe [26]



A felmérés eredményeképp a vizsgálatot végzők a következőkre jutottak:

A X. kazetta felülete 260.514 m² volt sérülés előtt. A vörösiszappal közvetlenül érintett terület meghaladta a hat millió négyzetmétert. A következő felmérés idejére a földmunkák már megkezdődtek, a mérések szerint 147.322 m²-ről hordták el az iszapréteget.

Kolontáron és Devecseren, a két legjobban sérült területen 450 épületet érintett a közvetlen iszapelöntés, a számítások szerint ez 69.136 m² felületű zárt életteret jelentett. Ez az épületek 35 és a lakóterek 29%-a. A növényzetre vonatkozóan a felmérés megállapította, hogy 2287 facsoportot 411.295 m² területen öntött el az iszap.

Az itt felsorolt számadatok önmagukban nem bírnak túl nagy jelentőséggel, de megfelelő alapot nyújtanak további kutatásokhoz és elemzésekhez a kár nagyságáról, a kárelhárítás hatékonyságáról és a területre vonatkozó egyéb adatgyűjtéshez.

1.2. Műholdfelvételek

Az iszapkiömlés nemcsak repülési magasságból, hanem az űrből is érzékelhető volt. A műhold előnye, hogy sokkal nagyobb terület tekinthető át vele. Erre a célra a kis- és közepes felbontású képek alkalmasak. A felvételek azonban csak megfelelő időjárási körülmények közt alkalmazhatóak, a felhőzet az optikai szenzorokat zavarja, a vizsgálandó terület helyett a felhőkről készít képeket a műhold. Ez történt az adott időszakban is. Az esős időjárás kedvező volt a földi egységek számára, mert így az iszap lassabban száradt meg, ezáltal a kiporzás veszélye is később jelentkezett, időt hagyva a takarításra, de a műholdas felmérést akadályozta.

Az első, a feladatnak megfelelő felvétel október 10-én készült [28]. Két csatornát, a vörös és infravörös sávot alkalmazták az érzékeléshez. Ebben a tartományban ugyanakkor a felhőzet és a vörösiszap hasonló visszaverődési képet mutat, ezért a felhős területek azonos módon jelentek meg a képen, mint az elöntött terület. Ez a hiba kiküszöbölhető volt a kiömlés területének közelítő ismerete alapján.

Az alacsony felbontású műholdkép alapján az előntés nagysága 10,5 km² (160 pixel, 1 pixel=0,0625 km²) [28]. Ez az érték összhangban van az első becslült értékekkel, amik a sajtóban jelentek meg korábban. Eltér azonban a légifelvételek alapján kiszámolt értéktől. Vegyük azonban figyelembe, hogy a légifotók a műholdfelvételekhez képest jóval nagyobb felbontással képesek dolgozni.

Kugler [28] megvizsgálta a területet közepes felbontású (30 m) szenzor képét is felhasználva. Ez alapján 6,82 km²-en borította a területet vörösiszap. Ez az érték sokkal jobban közelíti a légifotók eredményét.

A kislebontású műhold képeiből becslült eredmény azért hasznos, mert ezek a műholdak napi gyakorisággal készítene felvételeket, míg a közepes –és nagyfelbontású szenzorok ritkábban haladnak el egy-egy terület felett, így a gyors reagálás nem feltétlenül lehetséges [28].

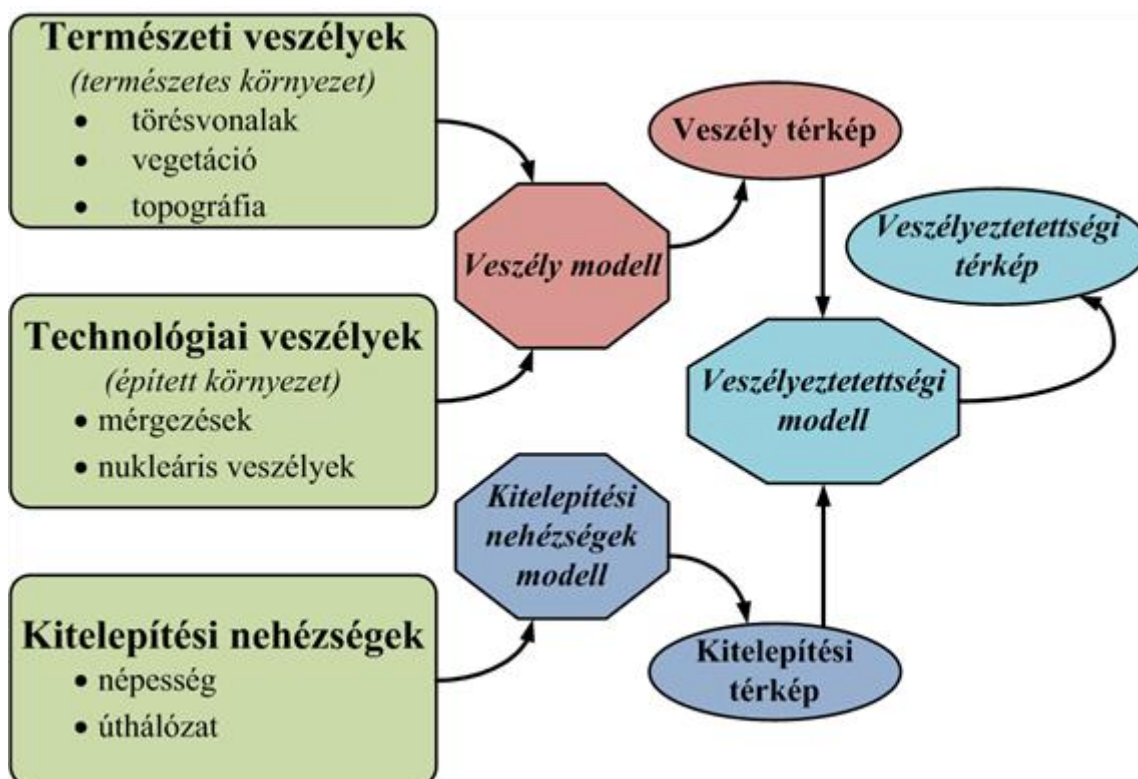
A felhőzet mind a műholdas, mind a légi felderítési módszert akadályozza, az előbbinél a visszaverődési kép módosulása miatt, míg a másodikonál a nem megfelelő repülési körülmények révén.

2. Kitelepítési tervek

Nagyvárosok számára, különösen ott, ahol természeti katasztrófa (földrengés, vulkánkitörés, tornádó/hurrikán stb.) nagyobb valószínűséggel fordul elő, létfontosságú, hogy jól működő kitelepítési (evakuációs) tervvel rendelkezzenek.

A térinformatika kiegészítve különböző (heurisztikus) algoritmusokkal megfelelő alapot nyújthat egy ilyen terv elkészítéséhez. A veszélyforrástól függően lehetséges különböző terjedési, lefolyási modellek eredményeit térinformatikai környezetben megjeleníteni, és a veszélyeztetett területek így könnyen azonosíthatóak, másrészt a domborzati modell önmagában hordoz olyan információt, mely a kimenekítés szempontjából fontos (úthálózat, lejtés, megközelítés lehetősége). Más kockázatelemzési technikákkal azonosított problémás területek szintén ábrázolhatóak térinformatikai környezetben.

6.2. ábra - 6.2. ábra. Veszélyeztetettség térkép egy lehetséges felépítése. [16]



A térinformatika kiválóan alkalmazható például a PAR modell szerint meghatározott sérülékeny és veszélyeztetett területek meghatározására. Az egyes rétegeket összevetve egy kockázati térképet kapunk.

Hasonló módszert fejlesztett ki a Pannon Egyetem Környezeti Monitoring csoportja környezet-minőségi térképek algoritmus szerinti összeillesztésével [62]. Az eljárás logikája azonos, a vizsgált paraméterek kismértékben eltérnek, mivel a környezeti elemek minősége csak szélsőséges esetekben tartozik a katasztrófavédelem tárgykörébe.

3. Terjedési modellek

A terjedési modellek segítségével a szennyezőanyagok haladását vagyunk képesek meghatározni. A modellezés a létesítmény tervezésénél, a haváriatervek készítésénél, bekövetkezett kár becslésénél és a kárelhárítási beavatkozás hatásának előrejelzésénél egyaránt jól alkalmazható az adott közegre vonatkozó terjedési modell.

3.1. ALOHA

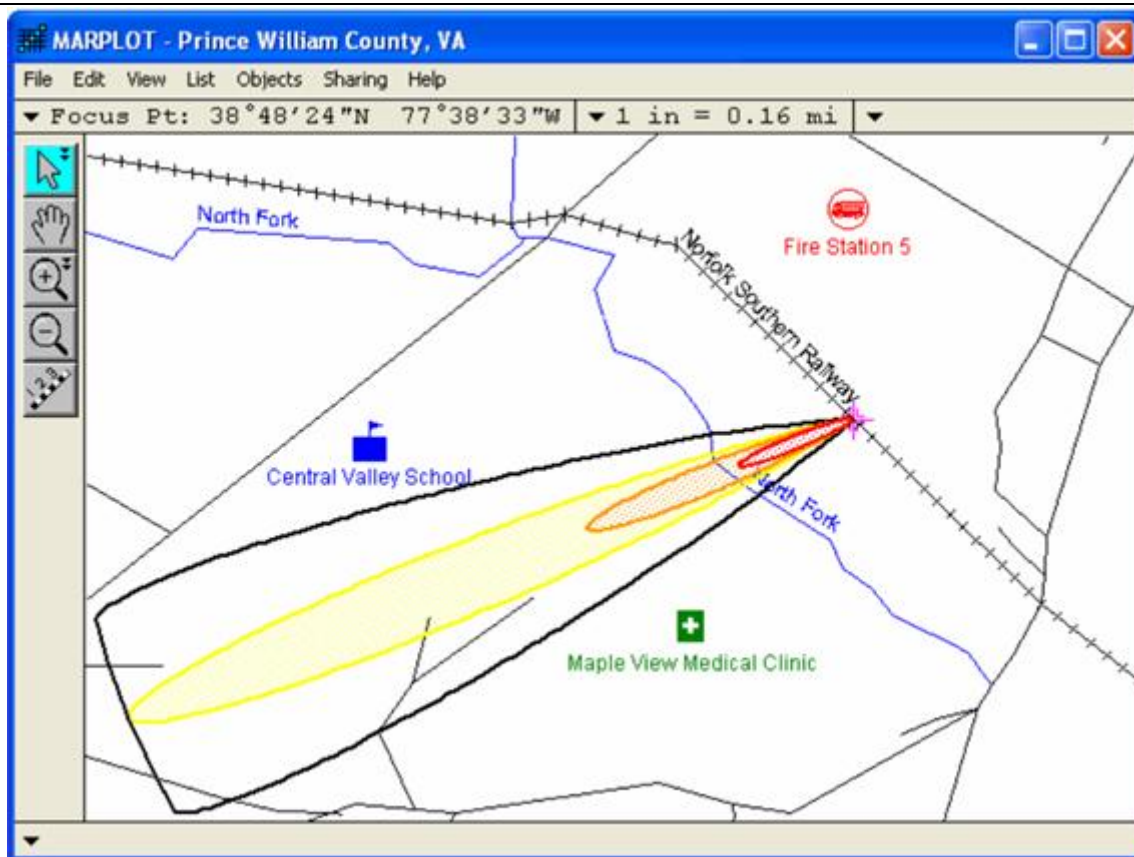
A veszélyes anyagok környezetbe jutását az adott célra kifejlesztett szoftverrel lehet szimulálni. Levegőre, felszíni vízfolyásokra és tavakra, illetve felszíni vizekre egyaránt számos programot és modellt találunk a szakirodalomban. Az EPA (az Egyesült Amerikai Államok Környezetvédelmi Ügynöksége) több, célirányos programot is kifejlesztett, az egyik közülük az ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) program [6].

A program felépítése egyszerű, vészhelyzetben is könnyen kezelhető. Előre definiált listából lehet választani a kiáramló veszélyes anyagot, ez alapján a program meghatározza, melyik terjedési modellt alkalmazza (légnemű anyagokra a Gauss-modellt használja, de nehéz gázok terjedését is képes kezelni). A továbbiakban meg kell adni az időjárási adatokat, mint a szélirány és a felhőborítottság, illetve a kiáramlás módját és körülményeit.

A programot nem arra tervezték, hogy szofisztikált vizsgálatokat végezzenek vele, hanem a gyors reagálást elősegítendő ad egy becslést a várható terjedésre.

Az ábrázoláskor a program veszélyeztettségi szintekre bontva határozza meg az egyes zónákat. Lehetősége van, hogy a kör alakú zónák helyett csóvákat rajzoljon ki. A körös ábrázolás a legrosszabb eset körkörös kivetítését jelenti az uralkodó széliránytól függetlenül. Ha csóvákat alkalmazunk, akkor a szélirányt figyelembe vesszük.

6.3. ábra - 6.3. ábra. Veszélyes anyagot szállító vasúti jármű balesetének terjedési modellje az ALOHA programban [6]



Ahogy a 6.3. ábrán is látjuk, a program lehetőséget biztosít térképi megjelenítésre, de az eredmények exportálhatók GIS környezetbe is. Így a szoftver segítségével elemzett különböző forgatókönyvek más adatokkal kiegészíthetők.

3.2. RODOS

A RODOS (Real-time, On-line, Decision-SuppOrt System) speciálisan a nukleáris balesetek szimulációjához használatos döntéstámogató rendszer, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központjában működik [25]. Az Európai Unióban minden ország ezt használja az egységes adatszolgáltatás érdekében. A RODOS képes online üzemben működni, akár 10 perces kiértékelési gyakorisággal vagy egy előre betáplált forgatókönyv adatait elemezve ad becslült értékeket a fiktív esetre vonatkozóan.

A szoftver nukleáris baleseteket és egyéb radiológiai eseteket is képes vizsgálni. A döntéstámogatást négy szinten végzi.

- 0.szint: Radiológiai adatok gyűjtése, ellenőrzése és megjelenítése, közvetlenül vagy minimális elemzéssel.
- 1. szint: A pillanatnyi és várható radiológiai helyzet elemzése és előrejelzése, vagyis a radiológiai helyzet térbeli és időbeli megjelenítése.
- 2. szint: A lehetséges beavatkozások szimulációja, mint pl.: elzárkóztatás, kitelepítés, jód-profilaxis, áttelepítés, mentésítés, élelmiszer fogyasztás korlátozása stb.
- 3. szint: Alternatív óvintézkedési stratégiák értékelése és rangsorba állítása előnyeik és hátrányaik alapján.

3.3. Lefolyási viszonyok modellezése

A térinformatika eszköztára lehetővé teszi, hogy síkvidéki területeken a belvízveszélyre hajlamos területeket meghatározhassuk. A Digitális Magassági Modellel (DEM- Digital Elevation Model) a domborzat ábrázolásával és az abból vonatkoztatott értékek meghatározásával pontos képet kapunk a terepfelszínen történő

lefolási viszonyokról. A DEM földfelszín elemzésének rendkívül hasznos és igen szemléletes eszközei, a Föld fizikai felszínét digitális magassági adatokkal írják le.

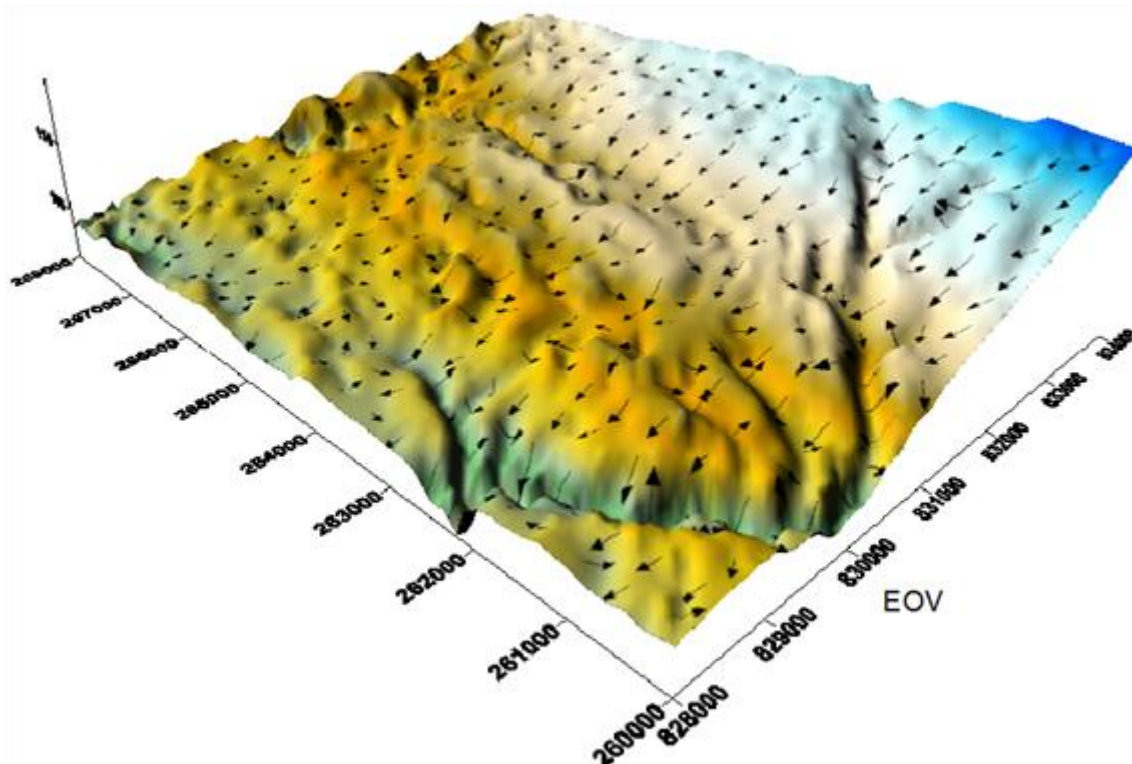
A módszer nemcsak az összegyülekezési pontok, felületek meghatározásához alkalmazható, de az erózióveszélyes területek azonosítására is. A technika azon alapszik, hogy a lefolási irányok konvergenciája, ill. divergenciája megmutatja az összegyülekezés mértékét és a lehetséges belvízfoltok helyét, így meghatározhatóvá válik a túlnedvesedésre hajlamos területek konkrét elhelyezkedése és területe.

A modellek kialakításakor a vizsgált területet szabályos vagy szabálytalan idomokkal, általában négyzetekkel (rács - grid), illetve háromszögekkel (TIN - Triangulated Irregular Network, háromszögesített szabálytalan hálózat) lefedik, s a lefedéshez használt idomok csúcspontjainak magasságát meghatározzák. A rácshálós módszer alapja, hogy a domborzatot szabályos területekre osztjuk fel, így egy pontmátrixot kapunk. Térbeli interpolációval a megfelelő hálózat rácspontjaira vonatkoztatjuk a magasságadatokat. Minél sűrűbb a pontok koncentrációja, annál nagyobb a DEM felbontása. Előnye, hogy szabályos elemekből áll, hátránya, hogy interpolációt kell alkalmazni a szabályos idomok csúcsaihoz tartozó magasságok meghatározásához.

Ezzel szemben a háromszögesített szabálytalan hálózat (TIN) során a szabálytalan eloszlású mintapontokat egyenesekkel kötjük össze, így egy szabálytalan háromszög-hálózatot kapunk. A háromszögek illeszkednek egymáshoz, ezáltal biztosítják, hogy a felület folytonos lesz. Mivel a pontok a mérési adatokra illeszkednek nincs szükség interpolációra.

Miután létrehoztuk a digitális magassági modellt, meghatározhatjuk a víz felszínén történő mozgását, a lefolást a következő lépések szerint.

6.4. ábra - 6.4. ábra. 3D-s magassági modell lefolási irányokkal [33]



A lejtőtérkép megmutatja a terepfelszín egyes pontjain a lejtőhajlás mértékét. A lejtőhajlás az adott síkidomhoz tartozó legnagyobb meredekségű szakasz dőlésszöge adja meg. Ennek alapján a lejtési irányokból meghatározhatóvá válnak azok a térrészek, ahonnan a felszíni vizek szétterülnek, illetve ahol a vizek összegyülekeznek.

A konvergens térrészek leválogatásával kijelölhetővé válnak a belvízre hajlamos területek. Az összegyülekezés fokozódásának egyik biztos jele a konvergencia növekedése. A konvexitás mértékét úgy lehet számszerűsíteni, hogy az eredeti irányhoz képest való irányszög-váltást százalékban vagy abszolút értékben kifejezzük. Ha az azonos irányváltozású elemi térrészeket izometrikus vonalakkal összekötjük, akkor a konvergencia, ill. a

divergencia mértékét tudjuk vizuálisan megjeleníteni. Amíg az elemi térrésről lefolyó víz irányai párhuzamosak egymással, az összegyülekezés kezdeti szakaszaként értelmezhető a folyamat. Vagyis az adott útvonalon haladó és kumulálódó víz nem gyarapszik a szomszédos térrészekből lefolyó vizek mennyiségével. Abban az esetben, ha a lejtő szintvonalai domborúak a lefolyási irányra nézve, az irányok a görbület tetejéről lefelé haladva folyamatosan széttartanak, azaz távolodnak egymástól, így a lefolyó vízmennyiség is szétoszlik (divergencia).

Ha viszont az összegyülekezés a felszín természetes mélyedései felé közelít, a lefolyási irányok fokozatosan összetartanak, vagyis egyre több cella tartalma összpontosul 1-1 egységbe (konvergencia). A konvergencia annál kifejezettebb, minél határozottabb a lefolyás irányának változása.

7. fejezet - Összefoglalás

A veszélyhelyzetekre való felkészülés, azon belül a katasztrófavédelem önálló tudományág, de több más tudományterülettel szoros kapcsolatban áll. A kockázatmenedzsment a várható veszélyeket és azok kockázatait méri fel és a munka-, tűz- és környezetvédelmi eszközök, eljárások segítségével igyekszik a bekövetkezés valószínűségét és mértékét minimalizálni. A kockázatok felmérésére számos módszer létezik, ezek közül a jegyzetben csak néhányat emeltünk ki. Fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy a korábbi adatok különböző módon történő elemzése (idősorok, illetve térbeli értékelés, modellezés) új információhoz juttathatja a vizsgálót, ezért érdemes ezekre is figyelmet szentelni.

A jegyzetben Magyarországot érintő veszélyhelyzeteket mutattuk be elsődlegesen, más országokra a felsorolásban több vagy kevesebb elem lett volna. Az egyes veszélyekre való felkészülés nem feltétlen hatósági feladat, ezért található több helyen a jegyzetben egyfajta ellenőrzőjegyzék a teendőkre vonatkozóan, mivel ezekben az esetekben a katasztrófavédelmi szerv lehetőségei a megelőzés területén a tájékoztatásra korlátozódik, a feladat maga az egyénre hárul.

8. fejezet - Irodalomjegyzék

1. 18/2006. (I. 26.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről
2. 1999. évi LXXIV. törvény a katasztrófák elleni védekezés irányításáról, szervezetéről és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről.
3. 2011. évi CXXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
4. 26 years, Bhopal gas-Justice now act of god www.theindiadaily.com/special-news/26-years-bhopal-gas-justice-now-act-of-god
5. Állami Számvevőszék: Jelentés a természeti katasztrófák megelőzésére, elhárítására, következményeinek felszámolására kialakított rendszerek ellenőrzéséről (1107) 2011. május [www.asz.hu/ASZ/jeltar.nsf/0/60F6392DAE8E04FBC125789600363D54/\\$File/1107J000.pdf](http://www.asz.hu/ASZ/jeltar.nsf/0/60F6392DAE8E04FBC125789600363D54/$File/1107J000.pdf)
6. ALOHA User's Manual www.epa.gov/osweroe1/docs/cameo/ALOHAManual.pdf
7. >Aszódi Attila, Boros Ildikó, Légrádi Gábor A 2003-as paksi üzemzavar műszaki okai és lefolyása Akadémiai Kiadó Budapest. 2007
8. Autonomous Early Warning System for Forest Fires Tested in Brandenburg (Germany) International Forest Fire News No. 22 - April 2000 www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_22/iffn22.pdf
9. Az árvízmelegelőzés, az árvízmentesítés és az árvízvédekezés legjobb gyakorlata www.kvvm.hu/szakmai/budapestinitiative/docs/LegjobbGyakDok.pdf
10. Az EU rendkívüli beavatkozása Magyarországon www.168ora.hu/itthon/az-eu-rendkivuli-beavatkozasa-magyarorszag-56847.html
11. Baranya K.: Geológiai eredetű veszélyek. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle 2010. 17. évf. 5. szám 51-53
12. Bartovics A.: Nagy kiterjedésű hosszantartó erdőtüzek oltásának tapasztalatai, a beavatkozás és a tűzkár környezeti hatásainak elemzése. Gödöllő, 2004
13. Birkás M., Szemők A., Mesić M.: A klímaváltozás talajművelési, talajállapot tanulságai. „Klíma-21” füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok, 2010. 61. 144-152
14. Bukovics I.: A katasztrófavédelem helye, szerepe a XXI. század elején www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan117.pdf
15. Bukovics I.: Logikai „nemvalószínűségi” kockázatelemzés www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2006/3/Bukovics_Istvan_Kockazatelemzes.pdf
16. Cova T. J., Church R. L.: Modelling community evacuation vulnerability using GIS. International Journal of Geographical Information Science, 1997, vol. 11, no. 8, 763-784
17. Czomba P.: Biztonsági terv tömegrendezvényekhez www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan272.pdf
18. Dávidovics Zs.: A vegyi balesetekről www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan373.pdf
19. Dávidovics Zs.: A természeti katasztrófák, a természeti kockázatok és az emberi kiszolgáltatottság elemzése www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan255.pdf
20. foldrenges.hu
21. Gyenes Zs. (szerk.): Nemzeti katasztrófa kockázatértékelés, Magyarország. 2011.
22. Hadnagy I. J.: A terrorfenyegetettség a kiszámíthatatlan pusztító akciók hírnöke www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan102.pdf

23. Jelentés a területi folyamatok alakulásáról és a területfejlesztési politika érvényesüléséről. www.vati.hu/static/otk/hun/letoltesekhun.html
24. Katasztrófa Wikipédia definíció. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Katasztr%C3%B3fa> (letöltés ideje: 2011-05-26)
25. katasztrofavedelem.hu
26. Kovács G., Bakó G., Molnár Zs.: A vörösiszap-katasztrófa által érintett terület georeferált légifelvétel-mozaikja. Térinformatika Online 2011. október 29.
27. Környezet- és természetvédelmi lexikon. Akadémiai Kiadó Budapest, 2002
28. Kugler Zs.: Vörösiszap-katasztrófa műholdas megfigyelése. Térinformatika Online 2011. június 17.
29. Leég a Budapest Sportszernok (1999) www.hir24.hu/idojep/2010/12/14/leeg-a-budapest-sportszernok-1999/
30. Lits G.: A „Paula” viharciklon és következményei és katasztrófavédelmi tapasztalatai vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan224.pdf
31. Majorosné Lubláy É., Bánky T., Balázs L. Gy.: Tűz a Budapest Sportszernokban: mérnöki tanulságok. Vasbetonépítés 2004/2. www.fib.bme.hu/fib/cikk/v04_2_teljes/cikk04-1-3.php3
32. MSZ EN ISO 13943:2004 Tűzbiztonság. Szótár (ISO 13943:1999)
33. Nagy I., Bíró T., Tamás J.: Lefolyási viszonyok vizsgálata Digitális Magassági Modell felhasználásával. Agrártudományi Közlemények, 2007/26. Különszám 124-129
34. Nagy K., Halász L.: Katasztrófavédelem – Egyetemi jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2002
35. Nagy L., Szilávik L. (szerk): Árvízvédekezés a gyakorlatban, Közlekedési Dokumentációs Kft. Budapest 2004
36. Nagy L., Takács A.: A 2005. JÚLIUS 19-I SZOLNOKI PARTMOZGÁS VIZSGÁLATA, XXIX. Országos Vándorgyűlés, Eger, 2011. július 6-8.
37. Nagy L.: Hogyan is mennek tönkre az árvízvédelmi gátak? XXVIII. Országos Vándorgyűlés Sopron, 2010. július 7-9. www.hidrologia.hu/vandorgyules/28/dolgozatok/nagy_laszlo4.html
38. Országos Atomenergia Hivatal: FV-5. sz. Útmutató, Fizikai védelmi zónák meghatározása, Budapest 2011
39. Országos Nukleárisbaleset-Elhárítási Intézkedési Terv fejezetéhez tartozó OBEIT 7.1. sz. Útmutató. Sürgős óvintézkedések meghozatala, bevezetése és végrehajtása. 2011. január
40. Önkormányzati Vízügyi Kézikönyv, KvVM, 2003
41. Páldy A., Kishonti K., Molnár K., Vámos A., Szedresi I., Gramantik P., Csaba K., Bobvos J., Gorove L., Buránszky S. M.: A hőségriasztás hazai tapasztalatai Budapesti Népegészségügy 37(2)99-105. 2006
42. Pálfai I.: A belvizek keletkezése és szabályozása. Hidrológiai Közöny. 1993/1. 31-33.
43. Pénzügyi Szervezetek Állami Felügyelete: A katasztrófa kockázatok biztosításának kérdései www.pszaf.hu/data/cms355142/A_katasztr_fa_kock_zatok_biztos_t_s_nak_k_rd_sei.pdf
44. Rabovszky D.: A katasztrófapszichológia jelentősége a futball huliganizmus kezelésében. www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan362.pdf
45. Salgótarjáni Polgári Védelmi Kirendeltség: Katasztrófavédelem. <http://www.scribd.com/doc/13294143/Katasztrofavedelem> (letöltés ideje: 2011-05-26)

46. Somlyódi László (szerk.): A Hazai Vízgazdálkodás Stratégiai Kérdései. Magyar Tudományos Akadémia, 2002
47. Szabó G.: Az erdőtűz. –Kézirat. In: Bartovics Attila: Nagy kiterjedésű hosszantartó erdőtüzek oltásának tapasztalatai, a beavatkozás és a tűzkar környezeti hatásainak elemzése. Gödöllő, 2004
48. Szakál B.: Polgári védelem jegyzet, Szent István Egyetem, Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar, 2005
49. Szatmáry Zoltán: Súlyos üzemzavar a Paksi Atomerőműben. Fizikai Szemle 2003/8. 266.o.
50. Szlávik L., Tóth S., Nagy L., és Szél S.: Árvízi kockázatok elemzésének és térképezésnek irányelvei. Vízügyi Közlemények 2002/4
51. Szlávik L.: A Tisza-völgy árvízvédelme és fejlesztése Földrajzi Konferencia, Szeged 2001. geography.hu/mfk2001/cikkek/Szlavik.pdf
52. Tóth L., Mónus P., Zsíros T., Bus Z., Kiszely M., Czifra T.: Magyarországi földrengések évkönyve 2006. GeoRisk, Budapest 2007.
53. Tóth L., Mónus P., Zsíros T., Kiszely M., Czifra T.: Magyarországi földrengések évkönyve 2011. GeoRisk, Budapest 2012.
54. Tunyogi D., Földi L.: 2006. évi magyarországi árvíz során végzett elhárítási munkálatok elemzése, különös tekintettel a magyar honvédség szerepvállalására 2007. 2. 50-61
55. VAHAVA projekt összefoglaló klima.kvvm.hu/documents/14/VAHAVAosszefoglalas.pdf
56. Veres Gy.: Kiürítés számítógépes modellezése www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan388.pdf
57. Veres Gy.: Tömeg dinamika a személysűrűség függvényében www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan344.pdf
58. Vízkárelhárítás – Egyetemi jegyzet, vit.bme.hu/targyak/ttp-vizkar/HEFOP_Vizkar.pdf
59. VKKI Fogalomtár www.vkki.hu/index.php?mid=326
60. Winkler G.: Környezeti térinformatika, jegyzet a földmérő és térinformatika szakos hallgatók számára. 2011. [www.fmt.bme.hu/fmt/oktatas/feltoltesek/BMEEOFTMK12/kornyezetiterinformatika_msc\(sec\).pdf](http://www.fmt.bme.hu/fmt/oktatas/feltoltesek/BMEEOFTMK12/kornyezetiterinformatika_msc(sec).pdf)
61. www.met.hu/idojaras/balaton/
62. www.okoret.hu/okoret/okoret.head.page?nodeid=162
63. www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan362.pdf
64. www.vizugy.hu
65. www.vizugy.hu/uploads/csatolmanyok/317/vhte-1107-kivonat.pdf
66. www.oek.hu