

GIS, modellezés és szimuláció a polgári veszélyhelyzeti tervezésben

Mezey Gyula

A cikk ismerteti a több veszélyfajta elleni tervezést segítő GIS szerepét és utal a lakosság tájékoztatását és a média informálását szolgáló speciális tervek fontosságára. Bemutat a közép-, és hosszútávú kockázatok becslésére alkalmas modellezési és szimulációs megoldásokat. Végül ismertet egy kumulált kockázat-alapú veszélyhelyzet-tervezési módszertant.

A GIS (térinformatikai rendszer) szerepe

Abban az esetben, amikor ismétlődő események mintákat, egyfajta szezonalitást, ismétlődést mutatnak, akkor van értelme beinvestálnunk abba, hogy a veszélyes eseményeket a minták alapján próbáljunk előre jelezni. Az ilyen beruházások haszon/költség aránya (1,5-10) kedvező¹. Akkor, amikor történeti mintákra, adatokra támaszkodva készül scenáriókra alapuló terv, akkor gyakran térképekből vagy pedig légi felvételekből indulnak ki. A természeti, ipari veszélyforrások helyét, okait általában ismerjük és a helyszíneket fel lehet térképezni. A különböző veszélyfajták térképeit általában nem egységes megjelenési formákban tudjuk beszerezni. Számos veszélyt a regionális vagy a helyi földhasználati tervekben vagy tematikus térképekben ábrázolnak, ezeket veszély-térképeknek nevezik. Veszély-térkép elkészítéséhez légi felvételeket, vagy űrfelvételeket is alkalmazhatunk, de ha ezek a felvételek újak, akkor ez a térkép drága lesz. Ha a felvételek már régebben és repülőgépről készült felvételek, akkor ezek viszonylag nem drágák és még elég jó minőségűek. Míg, ha ezek űrfelvételek és ún. tematikus 'mapper', vagyis egyfajta veszélyre fókuszáló felvételező készíti, akkor úgyszintén viszonylag még olcsók, de minőségük már nem olyan jó, mint a repülőgépekről készített légifelvételeké. Természetesen akkor lehetünk meglehetősen biztosak abban, hogy egy felvétel a valóságot mutatja (pl. nem retusált, stb.), ha azt nem mástól kaptuk, hanem a mi szervezetünk készítette.

Egy veszélyfajta fókuszáló tervezés

A veszélyalapú tervezés egy meghatározott veszélyfajtaival kapcsolatos scenáriók azonosításával kezdődik hasonlóan ahhoz, mint amikor pl. hadműveleti tervek különböző verzióit készítik el. A scenárió a feltételezett és várt eseménynek a rövid leírása, általában ez az esemény az ún. 'legrosszabb esetet' feltételező helyzetet is figyelembe veszi és ez kiindulópontja akár a tervezésnek, akár a kiképzésnek, akár pedig egy hadijátéknak. Nem egy előrejelzés, ugyanakkor azonban nem is teljesen lehetetlen jövőbeli szituáció, - egy hipotetikus szituáció.

A helyzetet azon néhány változó értékeivel célszerű leírni, amelyek hatást gyakorolnak a feladat teljesítésére. A változók pl. az idő, a gyakoriság adataiból becsülhető valószínűség, a térbeli pontos színhely, a veszély (pl. felszabaduló energia nagyságrendje és az esemény jellege). Pl. a harcászati helyzetmegítélés az ellenség és a saját helyzet áttekintéséhez igényli a terep, a harcmező, az időjárás, a fenyegetettség, stb., értékelését². Néhány, a szituációban előforduló változó elég jól mérhető, ellenőrizhető, de nem valamennyi változó ilyen. Bizonyos változók értékei jobban előre jelezhetők, akár

azért, mert tapasztalat, vagy statisztika alapján, vagy a valószínűség elméletre támaszkodva, esetleg egy szakértőnek a szubjektív megítélésére hagyatkozva, lehet valamilyen értéket hozzárendelni, más változók azonban nem ilyen könnyen kézben tarthatóak.

Ami a válsághelyzet leírását illeti, van olyan álláspont, amely szerint a válságkezelésben használatos, vagy pedig a válságkezelés tréningjéhez, gyakorlataihoz tartozó scenáriót célszerű két részből felépíteni³. Az első rész magának a válságnak a leírása, a második rész pedig a válság környezetével való összefüggéseinek (vagy kontextusának) a leírása. A válság alakulását tekinthetjük úgy, mint egy folyamatot, amelyet egy eseményláncolat meghatározott módon történő leírásával adunk meg. Ez az eseményláncolat egy válság felé vezet. Külső események a folyamatot befolyásolják. Olyan eseményláncolat ez, amelyre a válságot kezelő vezetőnek a döntés-támogató rendszere valamilyen módon választ kellene, hogy adjon, hiszen enélkül nem tudja támogatni hatásosan a döntéshozót.

A válság kontextusa leírja a környezetnek azon jellemzőinek állapotát (a geográfia, az erőforrások elhelyezése, a kommunikációs vonalak elhelyezése, stb.), amelyek kölcsönhatásban van ugyan vele, de alapvetően mégis a válságfolyamaton kívül helyezkedik el.

Scenáriók konstruálására egyre több szisztematikus és formalizált módszert fejlesztenek ki. Például Goodwin és Wright könyvükben két scenario-konstruáló szisztémát írnak le⁴. Az egyik módszer neve "extrém világ", a másik módszeré a "hajtóerő-módszer"⁵. További technikák körébe tartoznak akár a magyar MARS és MARCUS szimulációs rendszerek is.

A veszélyhelyzeti tervezés célja, hogy redukálja a biztonsági kockázatát akár egy meghatározott veszélynek, vagy néhány meghatározott veszélynek, vagy esetleg valamennyi oda vágó veszélyforrásnak.

Több veszélyfajta ellen való tervezés

Rövid távú veszélyhelyzeti tervezés

A veszélyhelyzeti tervek alkalmazása jelenleg a szakirodalmi források szerint csaknem teljes kudarc⁶. Abban az esetben, hogyha egy válság gyorsan alakul ki, a válságra készített veszélyhelyzeti terv és a valóság általában elég nagymértékben eltér egymástól. A nagymérvű korábbi tervezési erőfeszítés és ráfordítás ellenére, a tervezők általában képtelenek bizonyultak akár arra, hogy a valóban legrosszabb esetre vonatkozó scenáriókat azonosítsák és arra tervezzenek, akár arra, hogy azon szakértői csoport tagjainak, akik a tervezésben részt vettek, egymástól eltérő, és egymással ellentétben álló nézeteit valamilyen módon egybefogják, integrálják⁷.

A szakértői vélemények jelentős szóródása rámutatott arra, hogy az ún. trend kivetítés alapján történő veszélyhelyzeti tervezés gyöngye eredményt hoz, és így lehet, hogy erre a célra hatásosabb a célok, az értékek, a vélemények integrálására való törekvést eleve feladó közelítésmód⁸. Ez utóbbi a vélemények szóródását ugyan (látszólag) magába fogadó, ugyanakkor technikai érzéketlenséggel a különbözőségeket mindjárt el is "nyomó" ún. robosztus eljárásokat alkalmaz. Így éri el pl, azt, hogy az egyéni vélemények szórása csekély, a csoport-álláspont kialakítása gyors legyen.

A trend-előrevetítésre figyelő közelítésmód helyett előtérbe került ezért a kockázat-alapú polgári veszélyhelyzeti, illetve a katonai védelmi tervezés módszereinek, és a döntéstámogató, vagy csoportos döntéstámogató rendszereknek egy kombinációja. Az USA egyes katonai védelmi tervezőinek a feltételezése szerint az a célravezető, hogy a veszélyhelyzeti terveket sok különböző scenárióra, - amelyeket reálisnak tételeznek fel, - kell elkészíteni. Nem elegendő egy-két terv-változat, amelyet az elképzelt (állítólagos) legrosszabb esetre alapoznak, hanem kifejezetten sok változatot kell készíteni.

Az ilyen hosszabb távra előrevetített tervezésnél, - mivel a jövő végül is bizonytalan és csak az biztos, hogy azt nem tudjuk megmondani⁹, - egyes szerzők szerint nincs sok értelme annak, hogy túl sok energiát és erőforrást fordítsunk a tervezés első fázisára és elegendő csupán ún. "horganypontra" alkalmas és vázlatos terv-változatoknak az elkészítése¹⁰.

Alexander könyve bemutatja ilyen "horganypontra" alkalmas polgári veszélyhelyzeti terv alapvető elemeit és az ezek közötti kapcsolatokat, ami az alapja egy operatív és a gyakorlatban jól használható polgári veszélyhelyzeti tervnek. Erre az alapra támaszkodva aztán az előre látható igényeknek és szükségleteknek az alapján a rövid távú operatív tervnek az a célja, hogy a rendelkezésekre álló erőforrásokat, - amelyek szükségesek egy meghatározott veszély elhárítására, - minél gyorsabban azokhoz a veszélyeztetett pontokhoz juttassuk, amelyekre ott szükség van. Speciális tervek készítése is szükséges, például olyan taktikai, vagy operatív tervek, amelyek keresésre és mentésre vonatkoznak¹¹. Alexander könyvében példákat ad ipari és városi -mondjuk földrengéssel összedöntött házak, - környezetben való mentés és keresés sajátos terveire¹². Külön speciális tervre van szükség a megsérült épületekből történő evakuációra¹³. Ugyanígy külön tervek a készülnek a médiával való kapcsolattartásra.

Veszély-kaszádok és GIS

Tekintettel a terrorizmusra is feltehető, hogy ha csapás ér lakott területet, akkor nem csak ez az egyetlen hatás fog fellépni, hanem kiválthat ún. másodlagos veszélyeket is, azok hatása esetleg tovább gyűrűzik (harmadlagos veszély is felléphet). Például áradáskor megrongálják a gátat, amiből "veszély-kaszád", egy tovább-gyűrűző hatás léphet fel. A rövidtávú felkészülési tervezésnél a veszély-kaszádokra tekintettel kell lenni¹⁴. Amikor több specifikus, egymástól független veszélynek a feltérképezésén és veszélyhelyzeti scenárióin dolgozunk, használjuk a térképeket és kartográfiai módszereket. Digitalizált térképeket (GIS geográfiai információ rendszer), vagy térmodelleket (DTM digitális térmodell) alkalmaznak arra, hogy mintegy "fólia rétegekként egymásra terítsük, egymásra helyezzük" adott helyszínen releváns különféle veszélyforrások térképeit, amelyek azonban ugyanarra a helyszínre (területre, városra, épületre, pontra, stb.) vonatkoznak.

Ez alapvető előfeltétel az ún. „több-veszély-ellen” történő tervezés esetében. A több veszély ellen történő tervezés nagyobb biztonságra vezethet, mintha csupán egyetlen nyilvánvaló veszély ellen készítünk tervet, mert jobban figyelembe képes venni a veszélyfajták egymást elindító, tovagördülő hatását is. Azonban arra is szükség van, hogy az integrált tervből minden egyes veszélyfajta vonatkozóan külön-külön 'leszabva' készíthessünk ún. 'veszélytérképet', hiszen meglehet, hogy nem fog tovagördülő hatás fellépni, hanem csupán egyetlen (az elsődleges) veszély hat majd, és akadály gördül az

elé, hogy tovagyrúzó hatása érvényesüljön. Ezért szükséges külön minden egyes veszélyfajtára vonatkozó térkép, de ugyanakkor egybe kell integrálni a különálló veszélytérképeket is. A GIS (továbbfejlesztett változatai, pl. az SDSS, ISDSS) ezt nagymértékben segítik, a technikai kezelést könnyítik.

A GIS-be összevont integrált tervek mellett még szükséges a különféle intézmények, pl. az egészségügyi intézmények, az oktatási intézmények, a közigazgatási intézmények é.i.t. részére külön-külön saját típus-terv készül. A kórházak részére másféle terv szükséges, mint egy irodákat tartalmazó közigazgatási épület esetére szóló terv, hiszen az első esetben betegeket kell kimenteni az épületből, ami sokkal nagyobb nehézségeket és bonyolultabb tervet jelent.

Döntések módosítása az új információ figyelembe vételével (Bayes tétel)

A GIS egyes korszerű változatai alkalmaznak egy speciális digitális térképezési módszert (Emergency Mapping). Ez támogatja egyrészt a több-veszély-elleni tervezést, kiképzést, gyakorlatokat, másrészt a gyors döntéshozatalt. Azokat a helyeket tudja kiemelni, amelyek éppen a legnagyobb veszélyben vannak, ahol a legszükségesebb intézkedni. Az Emergency Mapping funkció mellett a vezetést támogató biztonságos ügyviteli szofverre is szükség van, hogy az intézkedő, válság-kezelést végző team munkáját segítse (szövegszerkesztő, irodai alkalmazás, E-mail, munkafolyamvezérlő WFLM, stb)¹⁵.

Az, hogy egy döntést módosítani kellene-e, függ az új frissen érkezett információ megbízhatóságától. Ez azonban végülis a döntéshozó szubjektív megítélésétől függ. Új információ beérkezése gyakran egy szekvenciális folyamatnak tekinthető. Valószínűség-fát, vagy döntési fát alkalmazva az újabb-és-újabb információk figyelembevételével kalkulált a posteriori valószínűségekkel rendre felcseréljük majd az a priori valószínűségeket. A kalkulációhoz a Bayes-képletet alkalmazzuk, a döntéshozó bizonytalanságát érzékenységvizsgálattal is csökkentjük.

Dempster-Schafer bizonyíték-elmélete

A döntéshozó számára különösen akkor fontos a bizonytalanság csökkentése amikor több szakértője (vagy szakértői rendszerei) eltérő állásponton vannak a helyzet megítélése tekintetében. Ilyenkor, pl. Dempster-Schafer bizonyíték-elméletére¹⁶ támaszkodhat egy a vélemények eredőjét kihámozó ún. 'blackboard' szakértői rendszer. Ez az elmélet a Bayes-elmélet kiterjesztése, ahol ún. bizalom-függvényeket vezetnek be és pl. finom különbséget tesznek az ignorálás, az információhiány, a szubjektív észlelésre alapozott ún. 'epistemic' információ, és a bizonytalanság között. Mindez alkalmassá teszi arra, hogy szakértők álláspontjainak eredőjét meghatározzuk segítségével, ha a szakértők tudásában nincs átfedés. Ha ilyen átfedés lenne, akkor viszont még a Ling-Rudd szabályt is alkalmazni kell¹⁷.

Bizonyosság-tényezők és a bizalom erősségének mértéke

Azon esetekben, amikor a bizonytalanságot nem a valószínűség-elmélet segítségével írjuk le, a bizalom (belief) vagy a kételkedés (disbelief) erősségével fejezzük ki a

döntéshozó bizonytalanságát. Csoportdöntés, vagy szakértői álláspontok eredőjének meghatározása alkalmával is a bizalom erősségével végzünk speciális műveleteket. A bizonyíték-elmélet használja a bizonyosság-tényezőket (CF certainty factors), ezekkel fejezve ki a bizonyítékkal alátámasztott 'ténybe' vetett bizalom erősségét.

Felkészülési terv

Ellentevékenységre, válaszreakálásra való felkészüléshez a veszély előrejelzése ad segítséget. Tipikus kérdések: "Mi és hol fog történni, milyen gyakran kell arra számítanunk, hogy káresemény, veszteség ér minket? Mennyi lesz a feltételezhető helyreállítási költség? Mennyi az egyéb káros kihatás?" Nos ezek a kérdések inkább kevésbé, mint többé válaszolhatók meg, de egy kérdés rendszerint megválaszolatlan marad: "Mikor (pontos dátum) következik be a csapás?"

A környezet figyelése, hírszerzés, felderítés, a korai figyelmeztető rendszerek adta előrejelzés sajnos sokszor nem képes megadni elég részletet. Pl. a földrengéseket a gyakorlat számára megfelelő precizitással nem tudják előre jelezni, ugyanakkor ciklonokat és áradásokat a gyakorlat számára elegendő pontossággal lehet előre jelezni. Meglehet, azt, hogy mi is történik, már nem az előrejelző, hanem a kárviészajelentő rendszer adja meg, amikor már bekövetkezett a veszteség.

- **A veszélynek való kitettség csökkentése**

A lakosság, intézmények, intézményekben, vállalkozásokban zajló tevékenység, érték, tulajdon veszélynek van kitéve. Előrejelzés és figyelmeztetés szolgál arra, hogy csökkenteni tudjuk a veszélynek való kitettség mértékét. A figyelmeztetések és előrejelzések, veszélyhelyzeti tervek illeszkednek a NATO válságkezelési rendszerébe. Az előrejelzés egy eseményről állítja, hogy be fog következni, de akkor hasznos, hogyha a bekövetkezés napját is pontosan megadja ahhoz, hogy figyelmeztetni tudjuk az érintetteket (pl. állampolgárok) mégpedig úgy, hogy azt bármely ember könnyen megértse és egy begyakorolt tevékenység-sorozatot indítson el, hiszen riasztáskor már biztos, hogy a várt esemény bekövetkezik. Mielőtt a hírt a nagyközönséggel vagy más érintettekkel közöljük, a szöveget még hozzá kell igazítani a konkrét szituációhoz.

Akár a figyelmeztetés, akár a riasztás olyan cselekvést kiváltó impulzus, amely arra szolgál, hogy tervnek megfelelően az elővigyázatossági intézkedések végrehajtási folyamatát elindítsák. A veszély elhárítására való felkészülés illetve a kitelepítés egyaránt csökkenthetik a lakosság veszélynek való kitettségét és sebezhetőségét. A sebezhetőség mértékét azzal reméljük csökkenteni, hogy ilyenkor aktiváljuk és a sebezhető pontok megerősítéséhez (vagy ha ismert a veszély fellépési pontja, akkor odairányítva) elkezdjük bevetésre felkészíteni a mélységi védelem tartalékban levő elemeit.

Így aztán a lakosság számára életfontosságú infrastruktúrális pl. energiahálózati, vagy gázhálózati, vagy más hálózati szolgáltatásokat legalábbis egy rövid ideig fenn lehet tartani a rendelkezésre álló tartalékok bevetésével. Előre meg kell szervezni, hogy a mentési készleteket, - amelyeket azért tartalékoltunk, hogy a katasztrófa bekövetkezésekor azonnal be tudjuk vetni, és haladéktalanul segítséget tudjunk nyújtani a katasztrófa-sújtottaknak, - újra gyorsan fel tudjuk tölteni. A későbbi helyreállítást is ennek révén valamelyest meg tudjuk gyorsítani.

- **A katasztrófa-eseményt követő válasz-tevékenységre való felkészülés**

Mentési szolgálatok készülségi fokát a veszélyhelyzet során több lépcsőben emelhetik. Az első lépés általában figyelmeztetés az érintett mentési szolgálatok állománya számára. A második lépcső lehet riasztás, ügyeletbe való behívás. A harmadik lépcső pl. a mozgósítás. Végül következik a megelőző intézkedések (pl. kitelepítés), ellentevékenység elkezdése.

Moduláris mozgósítás

Rövidtávú veszélyhelyzeti terv végrehajtását olyan helyzetértékelés és előrejelzés indíthatja el, amely olyan komoly, hogy riasztást kell kiváltson. Ebben a súlyos helyzetben az erőforrásokat és az emberi erőt egyaránt mozgósítani kell. Az intézkedés fajtája, fokozata, hatálya célszerűen helyszín-függő, tehát szelektíven, csak a kijelölt területen, zónákban hajtandó végre. Például egy adott zónában teljes riadókészültséget lehet elrendelni, míg egy másik zónában még csak a veszélynek leginkább kitett csoportok kitelepítése kezdődik meg (pl. gyerekeké vagy betegeké), de a készülség fokát megnövelik, fokozott felderítés és hírszerzés zajlik, azonban a zóna teljes lakosságának evakuációjára így nem kerül sor. Egy harmadik zónában ezalatt még ez az állapot sem lépett életbe, hanem csak felhívások hangzottak el, hogy legyenek készen, azonban még egyetlen lakosság-csoportnak az evakuációja sincsen sem megkezdve, sem elrendelve.

A moduláris mozgósítás lakossági tájékoztatásában fontos a világos egyértelmű közlés, és a tervben azoknak a kritériumoknak teljesen egyértelmű és pontos leírása, amelyekhez kötődnek ezek a fokozatváltások (pl., hogy mikor kell a kitelepítést megkezdeni). A lakossági tájékoztatásra, valamint a sajtó és média számára két külön-külön, de egymással összehangolt speciális tervet kell készíteni.

Polgári veszélyhelyzet középtávú tervezése

A középtávú tervezés célja az, hogy a biztonsági kockázatot összehangolt megelőző intézkedések és elővigyázatossági rendszabályok majdani végrehajtásával csökkentjük. Pl. egy alkalmas korai előrejelző eszköz ehhez az ún. GMES, az a globális monitoring rendszer, amely a környezetet műholdakról és a biztonságot egyaránt megfigyeli. A GMES feltételezi azt, hogy a lakosság biztonsága egyre inkább attól a képességtől függ, hogy a nem-katonai válságokat tudjuk-e hatékonyan kezelni¹⁸. A környezet és a életfontosságú szükségletek kielégítése valamennyi állampolgár számára potenciálisan csaknem állandóan valamilyen veszélynek ki van téve. Ezért hasznos az, hogy egy űrtávközlő-rendszer ellenőrizze és áttekintse a globális helyzetet. Az a monitoring rendszer amelyik a Föld egész felszínét ellenőrzi, igényli azt, hogy az egyes "veszély-térképeket" digitalizáljuk és számítógépen egyesítsük, amennyiben ugyanarra a helyszínre, területegységre vonatkoznak.

Ez akkor oldható meg egyszerűen, ha a digitális térképek egy közös referencia hivatkozási koordináta rendszert alkalmaznak. Ez az ún. 'geokód'. Ez előfeltétel ahhoz, hogy a biztonsági kockázatot helyszínről-helyszínre meg tudjuk határozni. A GMES-re tekintettel tehát a világszerte egységes geokódolási közös hivatkozási rendszert kell

alkalmaznunk, és ehhez még a térképen található egyéb térképi és alfanumerikus adatokat is hozzá kell kapcsolni. Így az előbb említett alfanumerikus adatok is mindig egy-egy geokódhoz kapcsoltnak jelennek meg a digitális térképnél.

Kockázatbecsléshez, kárbecsléshez a veszélytérképhez kapcsolt korábbi tapasztalati adatok, vagy számítógéppel végzett modell kísérletek szükségesek. Ha ezek hiányzanak, akkor az adatok szimuláció segítségével becsülhetők meg, persze csak hozzávetőleges pontossággal. A veszély-szenáriók és ezek végén a megjelenő veszteség, a rombolás, kár mértéke meghatározható akár pl. nukleáris háború, akár természeti vagy ipari katasztrófa tekintetében. Természeti, ipari katasztrófákra az előzetes kárbecsléseket az illetékes hatóságok mellett még biztosítók is végzik, hiszen katasztrófák ellen kötött biztosításokra pl. ún. 'rombolási függvények' alapján előzetes becsléseket készítenek (pl., hogy mekkora kár eshet földrengésnél egy adott településen). Az eredmény-adatokból következtetni lehet pl. a várost érő nukleáris csapás, vagy terrorista ABC-támadás okozta kárérték nagyságrendjére.

Ha egy rendszer modellkísérletekben magas kockázatúnak bizonyul, akkor természetesen próbáljuk alacsonyabb kockázatú rendszerré átfőrnálni. Csökkenthetjük a kockázatot úgy, hogy a veszélyt próbáljuk elhárítani, vagy elkerülni (a veszélynek való kitétséget csökkentjük), vagy a védelem sebezhető pontjait erősíteni. Ezek az intézkedések a kockázat mértékét mind befolyásolják.

Az épített környezet alakításával történő kockázatsökkentés

Az ún. műszaki kockázatsökkentés azt jelenti, hogy az épített környezet létesítményei, épületei tekintetében fogjuk vagy a veszélynek kitétségsüket csökkenteni, vagy a gyöngye pontjaikat megerősíteni, vagy a mentést megszervezni. A kockázat becslésére ahelyett, hogy olyan tradicionális módszereket alkalmaznának ami csupán egyes épületekre alkalmas¹⁹, újabban már ún. Kockázati indexek módszerét kezdik alkalmazni kockázat-becslésekre akkor, amikor pl. egy egész városnak a kockázatát akarják meghatározni²⁰. Ilyenkor hagyományosan ki lehet indulni abból, hogy kategóriákba, zónákba sorolják az egyes épületeket, azonban ennél fejlettebb módszer, ha egy egész városra vonatkozóan egyetlen mutatót tudnak alkalmazni (pl. a városközpont-ra vonatkozó mutató-számot).

Tapasztalat szerint a legtöbb emberi és anyagi veszteséget az épített környezet: létesítmények, épületek, gátak, gázvezetékek sérülése, robbanása, stb., okoz²¹. Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb létszám-veszteség érte a fejlődő országokat, anyagi veszteség pedig Európát és Amerikát. Az itteni veszteségek (biztosított épületek, biztosított tevékenységek veszteségei, stb) tovább gördültek a biztosítók és a viszont-biztosítók felé, akiknek az anyagi vesztesége úgy megnőtt az utóbbi egy-két évtizedben, hogy a biztosítók meg vannak győződve arról, hogy ha ez ilyen ütemben fog nőni, akkor egyszerűen nem tudják finanszírozni a veszteségek megtérítését üzleti alapon. Esetleg ki kell majd vonulniuk bizonyos piacokról.

Úgy tünik, hogy ennek a növekvő veszteségnek egyrészt az az oka, hogy bizonyos veszélyek gyakrabban lépnek föl, mint régebben, másrészt viszont feltehetően megnőtt az emberek és a létesítmények veszélynek való kitétsége, sebezhetősége. A Föld növekvő népességének területi eloszlása, javai és üzleti tevékenysége olyan veszélyes övezetekbe is átnyúlik már, ahová régebben még nem (pl.: földrengés veszélyes terület

egy vulkán közelében). Az épületek sebezhetőségét csökkentő műszaki megoldások, amelyek hatékonyan alkalmazhatók az ilyen övezetekben²² pl.: a DTS (az épület struktúrája toleráns arra, hogy pl. egy földrengés megrázza). Másik technikai lehetőség az ún. DCS (egy még ellenállóbb forma), akár a földrengéseknek, akár a ciklonoknak, vagy más természeti csapásoknak sokkal jobban áll ellen, mint egy hagyományos épület. Léteznek ún. "csaknem nukleáris csapást bíró" extrém mérnöki megoldások is.

A nem-műszaki védelmi lehetőségek

Ezek lehetnek államigazgatási intézkedések, jogszabály-alkotás (pl., a földhasználat ellenőrzése vagy újra-erdősítés vagy a kitelepítés tervezése, vagy biztosítás), esetleg vállalkozási tevékenységek. Kombinálva a mérnöki megoldásokkal a nem-műszaki megoldások lehetnek hatékonyabbak és összességében olcsóbbak, mint a csak mérnöki megoldások²³. Általában célszerű és tanácsos a biztosítókat és viszontbiztosítókat is bevonni abba, hogyan készülnek a veszélyhelyzeti tervek, milyen megoldások legyenek a megelőzésre vagy pl.: az újraerdősítésre, stb. A biztosító érdekelt abban, ha a területi tervezésben vagy annak a szabályozásában, hogy veszélynek (pl. áradásnak vagy földcsuszamlásnak) kitett területen milyen szabványok, mely előírások érvényesüljenek. A biztosítókkal való állami együttműködésnek nagy jelentősége van és célszerű a hatóságoknak támaszkodni arra, hogy a biztosítók érdekeltek abban (ugyanúgy ahogy a hatóságok), hogy minél kisebb legyen élet és javak veszélynek való kitettsége²⁴.

A biztosítók számára a Világbank a DMF (katasztrófavédelmi támogatás) tevékenységi körében indított egy fejlesztési célprogramot (MIMI Market Incentives for Mitigation Investment). Ennek keretében a biztosítók nagy adatbázisokat és szimulációs modelleket hoztak létre azért, hogy a jövőbeli stratégiájuk alakításához a veszteségeiket próbálják valamilyen módon csökkenteni, tanulmányozzák a természeti csapások és ipari katasztrófák természetét. Például adott folyó mentén az áradások nagyságrendjének valószínűségét idősorok alapján lehet becsülni, ártéri épített környezetnek a sebezhetőségét ugyancsak ki lehet fejezni pénzformában is arra támaszkodva, hogy ismertek a múltbeli, a biztosítónak benyújtott kártérítési igények. Ebből lehet arra következtetni, hogy milyen mértékben mentek tönkre, (voltak sebezhető) a folyó mentén lakók házai, amikor ki voltak téve áradásnak. A biztosítók végeznek kitettségi becsléseket, hogy az illető terület mennyire van kitéve adott veszélynek. Ezen kívül az ingatlanok értékét, becsülő ingatlanügynökségek az ármegállapítást annak a függvényében végzik, hogy az adott terület mennyire van kitéve valamilyen veszélynek. Természeti csapás, ipari katasztrófa következményeképpen a biztosító által megtérített értékek ismertek. Ezekből számítható a PML, azaz a valószínű maximális veszteség, ami a számukra legrosszabb esetben beálló katasztrófa szcenáriója következménye²⁵. A viszontbiztosítók akik a biztosítók számára az adott veszteséget megtérítik szintén nyilvántartják ezeket az adatokat és az a tapasztalatuk, hogy a PML érték számukra különösen fontos. Maximális veszteség általában ritkán fordul elő, árvíznel talán minden 50 vagy 100 évben, másféle katasztrófák esetében még ritkábban 100-250 évenként.

Egy másik alternatív mód arra, hogy a legrosszabb eset szcenárióját és annak a kárértékét próbálják becsülni az ún. Sokváltozós modellezés, amelyet az üzleti kockázatra

vonatkozóan végeznek. Tehát pl. a DFA a dinamikus pénzügyi elemzés technikája együttesen veszi figyelembe a vezetők, a tulajdonosok (tulajdonosok alatt itt a biztosítottakat értjük, akik biztosítják a tulajdonukat), és még más érintetteknek a kockázatait, és a különféle kockázatok eredőjét képezi.

A biztosítás díját a potenciális veszteség és a gyakoriság hányadosának függvényében kalkulálják ki. A gyakran előforduló, de csekély kárértéket jelentő veszélyek kárkalkulációját statisztika alapján szokták készíteni, ahogyan a tapasztalat alapján történő biztosítási díjkalkuláció teszi. Ezzel szemben a ritkán előforduló, de komoly következményekkel járó veszteségeket – éppen mivel ritkán fordulnak elő, - nemigen tudják statisztikai adatokkal alátámasztani, így ezeket modellezés és szimuláció segítségével próbálják megbecsülni.

A modellezett katasztrófa-szenáriókat közvetlenül pénzügyi veszteségekké konvertálva próbálják meghatározni. Az utóbbi időszakban történt nagy természeti csapások intenzitását, helyét és az okozott kár elhelyezkedésének, eloszlásának a térképét általában ismerik. Ha létrehozzák a szimulációs modellt is, amit ennek az alapján próbálnak elkészíteni, akkor a katasztrófák jellemző adatait lehet a tapasztalatnak megfelelően kalibrálni, a modelleket korrigálni, majd igazolni a realitásokhoz igazodva. Az elérhető pontosságot befolyásolja, hogy a katasztrófára vonatkozó adatokat regisztrálták-e, megmaradtak-e, és annak a költsége, hogy az adatokat beszerezzék vagy megpróbálják utólag valahogy rekonstruálni. Ezek a biztosítók által használt szimulációs modellek haszonnal alkalmazhatók a veszélyhelyzetek tervezésében, Az elemzéshez vagy egy veszélyes helyszín részletes modellje (pl. egy veszélyes üzem vagy egy nukleáris létesítmény környéke, stb.), vagy ennél durvább a modell, de akkor azt feltételezzük, hogy a veszély egy egész várost, területet, régiót ér. E kétféle felbontású modell egymást váltva alkalmazható a polgári veszélyhelyzeti tervezéshez.

A modellezésen és szimuláción alakuló kockázatbecslés.

Biztosítók példájára utalva a természeti katasztrófák előrejelzése és kockázatuk becslése történhet például az alábbi négy információs rendszermodul egymás utáni alkalmazásával²⁶:

- Az első modul a ***katasztrófa-potenciálra ad választ***. Miféle veszély, hol és milyen valószínűséggel idézhet elő katasztrófát a jövőben? Ha ezt nem tudja megadni pontosan, akkor megkísérel egy hozzávetőleges képet adni (helyszín, gyakoriság, intenzitás). Ahhoz pedig, hogy ezt megtehesse, a modul tartalmazza a természeti veszélyforrások tudományos modelljeit, ezek alapján képes adni előrejelzést a következő előfordulás valószínű jövőbeni helyére, az előfordulások feltehető gyakoriságára vonatkozóan, és esetleg több különböző természeti veszélyfajtára terjed ki. Egy modell paramétereinek (pl. intenzitás, mellékhatások, következmények) a becslése, és beállítása helyszínről-helyszínre külön-külön történik.
- A második modul ***a fellépő károkozó fizikai hatás nagyságrendjére keres választ*** adott helyszínen. Ehhez azokat az épületeket, amelyek azon a helyszínen találhatóak, sebezhetőségük alapján osztályozzák (pl. annak az alapján, hogy milyen anyagból készültek, milyen technológiával épültek), majd homogén

zónákba csoportosítják (mikrozónák)²⁷. Pusztán az, hogy milyen anyagból és milyen technológiával készült egy épület, még nem határozza meg, hogy ténylegesen mekkora lehet a kár. Ez még attól is függ, hogy az épülettől mekkora távolságban, mennyi és mifajta energia, illetve anyag szabadul fel. Ezeket a függéseket ún. veszteség-, vagy rombolás-függvények írják le gyakran táblázatos formában tapasztalati számértékekkel.

Az épületek tartalma (számítógépek, berendezések, bútorok, stb) szintén sebezhetőségi osztályokba sorolható és a fizikai kárt kalkuláló modul meghatározza az épületekben található berendezési tárgyak kárvolumenét is nagyságrendileg.

- A harmadik modul azt határozza meg, hogy **mekkora lesz az összedőlt**, (vagy egy részben összedőlt) **épület helyreállításának a költség-nagyságrendje**. Ezt még növeli az épületben folyt tevékenység megszakítása miatti üzleti veszteség, ami pusztán a meg nem kötött szerződések vagy a megkötött de a megtartani lehetetlen szerződések miatt érte azokat, akik ezekben a rombadőlt épületekben most nem tudnak dolgozni. Ha veszteség ér egy vállalatot, az ország iparát, a kereskedelmét, az jelentősebb veszteség lehet, esetleg sokkal nagyobb, mint az épületek rombadőlése okozta kár.
- A negyedik modul kiszámolja annak a valószínűségeloszlását, hogy **mekkora lesz** (most már összesítve az eddigi tényezőket) **az összes veszteség**: az épület, az épületbeni berendezés, valamint az épületben végzett üzleti tevékenység, az emberéletekben, sebesültekben várható veszteség. Ebből együttesen próbál egy nagy valószínűséggel várható veszteségértéket kikalkulálni. Az előző három modul eredményeit tehát a negyedik modul az ún. PML (lásd az előző pontban) érték meghatározásához használja föl. Mennyire biztos, mennyire megbízható a kapott eredmény? Az eredményhez hozzá lehet rendelni egy, a bizalom fokát kifejező ún. Konfidencia-értéket.

Kumulált kockázat alapú védelmi tervezés

A terrorista veszély következményeit helyi, megyei, regionális, állami, és nemzeti szinteken csökkentő országos erőfeszítést egy új veszélyhelyzeti tervezési módszer segítheti²⁸. A kívánt szintű kapacitás, válaszadó-képesség, az erőforrások optimális allokálása, makro-szintű szimuláció és további modellek együttese alkalmasnak látszik összehangolt tervek készítésére.

Az országvédelem igényeit és lehetőségeit, valamint a kockázatot a veszély fajtájától függetlenül számbavevő tervezési módszertan négy fő szakaszt foglal magába:

1. **Veszély-elemzés és kockázat-beclés**
2. **A különböző képességek és az elvárt teljesítményszintek meghatározása**
3. **Teljesítményszintre vonatkoztatott költség-haszon vagy költség-hatékonyság elemzés**
4. **K+F projektek és beszerzési célprogramok, költségvetés-hozzárendelés.**

Az iteratív tervezési ciklus

Ennek a fent hivatkozott gördülő tervezési módszernek a négy szakasza a következő főbb inputokkal és outputokkal bír:

- Az első szakasz bemenete az ABC-támadások veszélye míg a kimenete ezen támadások kockázatának valószínű nagyságrendje. Az a becsült kockázat, amelyet csökkenteni kell, a veszélyhelyzeti tervezés elsődleges igényeit tükrözi.
- A második szakasz kimenete a valószínű veszteség és rombolás elhárításához szükséges képességeket és teljesítmény szinteket szolgáltatja. Ezek a másodlagos szükségletek, az erőforrások természetes mértékegységeiben kifejezve. Ez a tervezési szakasz biztosít összhangot a társadalmi elvárások és a társadalmi teljesítmény-szintek között.
- A harmadik szakasz lényegében egy költség-haszon elemzés, kimenetén a kikalkulált leg-költséghatékonyabb változat, mellyel a kívánt képesség elérhető. A lehetőség-költségek figyelembe vételével a harmadlagos szükségletek mind természetes, mind pénzügyi alakban megjelennek. Ez a szakasz kiszűri a nem eléggé költséghatékony fejlesztési célprogramokat.
- A negyedik szakasz kimenetén az igényelt és a rendelkezésre álló erőforrások egyenlege jelenik meg (mind természetes, mind pénzügyi alakban). Amennyiben nem állna fenn egyensúly, a tervezés egy újabb iterációval folytatódik, egyébként befejeződik. Ez a szakasz biztosítja a költségvetési egyensúlyt.

Veszély-elemzés és kockázat-becslés

Veszélyhelyzeti tervezéshez az egyes veszélyfajtákra nézve az észlelt kockázat alapján egy ún. „Mentési szolgáltatási nagyságrend”-ből célszerű kiindulni²⁹. Meghatározásának alapja vagy a ’legrosszabb esetre’ tervezés, vagy egy „politikai alku”, ahol nem a „legrosszabb eset”-ből, hanem az akkumulált valószínűségekből indul ki a kockázat-becslés. Ha ezt a második utat választjuk, akkor pl. a következő módon lehet eljárunk.

Egy veszélyfajta akkumulált valószínűsége meghatározható akár tapasztalati adatok, akár szimuláció, akár becslés alapján. Először a releváns veszélyeket – és ha lehetséges – bekövetkezésük valószínűség-eloszlását célszerű meghatározni. A szakirodalom szerint³⁰ számos esetben – a szándékosan okozott veszély fajtájától szinte függetlenül (legyen szó akár terrorizmusról, akár szabotázsról, hackerekről, stb.), - azt tapasztalták, hogy a kockázat-eloszlás csaknem ugyanazt az alakot (igen durva közelítéssel hiperbola) követi: a veszélyfajta valószínűsége (pl. az X koordináta képviseli), és az előfordulási eseményei által okozott kár értéke (pl. az Y koordináta képviseli) egymással csaknem fordított arányban van. Egy veszélyfajta specifikus kockázata e két érték szorzata. Mi azonban nem az egyszerű kockázatot, hanem majd az akkumulált valószínűségből is számítható kumulált kockázatot fogjuk meghatározni és a továbbiakban a veszélyhelyzeti tervezéshez felhasználni³¹. A jövőbeli kilátások, előrejelzések, a jelenlegi helyzet, és a múltbeli tapasztalatok alapján tervezési normákat, normatívákat kell kidolgozni, valamint figyelni a kulcsfontosságú veszély-mutatókat.

A fenti tapasztalatra és megfontolásokra támaszkodva múlódik az a stratégia, hogy egyes, lokalizáltan fellépő veszélyek kivédésére az állam az erőforrásaival, tartalékaival úgy gazdálkodik, hogy azokat lépcsőzve, a közigazgatási hierarchián alulról-

felfelé haladó sorrendben veti be. Az angolszász példákat figyelembe véve (vö. 3.1 pont), egy település helyi polgári önvédelmének van egy elvárt minimuma, és segítséget akkor kaphat, ha a helyzet ennél súlyosabb, és kéri is a segítséget. A megyei, regionális szintű önkormányzatokra (szövetségi állam esetén tagállamokra) pedig ugyanez áll fenn. Hiszen a magasabb közigazgatási szint (pl. a megye, vagy a központi kormányzat) sem rendelkezik korlátlan erőforrásokkal, azok egy hányada is időnként másra van lefoglalva, csupán egy felülről dinamikusan korlátos teljesítmény-tartaléka van, amit veszélyhelyzetben egyáltalán ki tud fejteni. Megjegyezzük, hogy az országos stratégiai tartalékok bevetéséhez egy többlépcsős döntési folyamat vezet.

Ugyanakkor azok a veszélyek, amelyekre (részben a lappangási idő, részben az eleve gyorsan, viszonylag nagy területre kiterjedő hatásuk miatt) nézve éppen nem a fenti stratégia alkalmazása a célszerű intézkedés, hanem egy országosan összehangolt, centralizáltan és gyorsan kifejtendő válaszintézkedés szükséges és ezt tervezni, koordinálni és operative irányítani is a legmagasabb központi állami szintről indokolt.

Az egyes képességfajták/kapacitások és elvárt teljesítmény-szintek meghatározása

Az elvárt teljesítmény-szintek a közigazgatás célközpontos vezetési rendszerében esetleg jogszabály formájában is előírt elérendő célok és ekkor ezek a polgári védelem fejlesztésének célkitűzései. Az egymástól eltérő teljesítmény-szintek, mint eltérő meredekségű, de az origón mind átmenő egyenesek ábrázolhatók, mint a társadalmi hasznosságukba vetett „normatív hiedelem” kifejezései.

Általános az, hogy az eltérő területek teljesítményét különböző célokkal, mértékekkel, vagy eltérő módon kvantifikálva jellemezhetjük. Pl. annak a képességnek a szempontjából, hogy egy település lakosságának (100 000 fő) legalább 90%-át 8 órán belül (ez lehet pl. az elvárt teljesítményszint) biztonságba helyezzük, mentsük, egy nukleáris csapást megelőző, vagy egy vegyi csapást, ipari balesetet követő kitelepítés csupán egy alternatíva, aminek végrehajtásához a helyi önkormányzat csak részben rendelkezik azonnal mozgósítható kapacitással. Az előírt szintű képesség biztosításához nyilván más kapacitások kombinációit, scenáriótól függő rendelkezésre állását, egyéb lehetőségeket is számításba kell venni. A lehetőségek megragadhatók pl. úgy, mint a rendelkezésre álló gépek és a mentést végző személyi létszámok kombinációi, amelyek mint koordinátarendszerben ábrázolt pontok, az ún. azonos-teljesítmény görbék seregét alkotják. Ahol ennek a görbe-seregnek egy kiválasztott példányát metszi a fent említett „elvárt teljesítmény-szint egyenes”, az a metszéspont lesz a kiindulópontja a szükséges polgári védelmi képességek kifejlesztését célzó K+F célprogramok tervezésének.

Képesség-szinthez kötődő költség-haszon és költség-hatásosság elemzés

Egy megfelelően robusztus mélységi védelemmel bíró rendszernek a megelőzést, illetve a válasz-reagálást célzó védelmi rétegei hatásosságát elvileg külön-külön is mérni lehet³². A megelőzés hatásosságát pl. a sikeres megelőzések, a válasz-reagálását a káros következmények mértékének viszonylagos csökkenése mérésével. A teljesítmény-mutatók egyike lehetne pl. az, hogy a népesség hány %-a van védve N. magas készültségi fokon a tömegpusztító fegyverek pusztítása ellen, milyen hosszú a válasz-reakció ideje, a vagyoni/gazdasági kár mértéke, a halottak aránya, stb.

A megelőzés és a választévkénység olyan alkalmasnak látszó kiinduló arányát célszerű a tervezés elején megválasztani, amelyek együttesen tudják majd az elvárt teljesítmény szintjét biztosítani. Mennél magasabb képességet kívánunk elérni, annál nagyobb lesz a költségek szintje is. A potenciálisan igényelhető védelmi költségvetéseket (azok forint összegeit) egy hiperbola-sereg képviseli, a megelőzésre illetve a válasz-képességek fejlesztésére fordítható összegek arányát pedig az egymástól eltérő meredekségű, de az X-Y koordináta-rendszerbeli origón mind átmenő egyenesek serege. Mivel a megelőzés és a választévkénység arányát szakmai döntés alapján mi választjuk meg, a hiperbola-seregből pedig csak néhány görbe jöhet szóba (fix összegű polgári veszélyhelyzeti összköltségvetési alternatívák) reálisan. A szükségesnek nyilvánított képességekhez tartozó legkisebb költségű változat görbéje a költség-haszon elemzést követően jelölhető ki. Gond az, hogy ehhez az elemzéshez viszonylag kevés szimulációs modell, és erőforrás-allokációt támogató eljárás áll rendelkezésre.

K+F programok és beszerzési programok tervezése, költségvetés hozzárendelése

A tervezés következő szakasza a veszélyhelyzeti védelem és a teljes védelmi képességfejlesztésre (döntően K+F célprogramok) szánt összköltségvetés arányának beállítása. A védelmi és a támadó jellegű képességek fő arányai ugyancsak beállítandóak. A veszélyhelyzeti védelem és a teljes védelem többi része lehetséges arányainak különböző kombinációit, amelyeknek hasznosságát azonban ugyanakkorának ítélik meg, egy indifferencia-görbe ábrázolja, míg a teljes védelmi összköltségvetést egy egyenes vonal. Metszéspontjuk a X-Y koordináta-rendszerben egy K+F portfóliót jelöl ki. Ennek finanszírozása esetleg nem vállalható, s ekkor iterációkra lesz szükség, hogy a költségvetési egyensúlyt kialakítsuk. Ezután következik a rövid-, közép-, és hosszútávra szóló költségvetési egyensúlyok beállítása úgy, hogy a költségvetést minden aspektusa tekintetében célszerűen egyensúlyozzuk ki.

Irodalomjegyzék

¹ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) p.8, 22

² Szabó Gy., *NATO-kompatibilis harcászati döntéshozatali eljárások*, (ZMNE Ph.D. értekezés 2000) I.kötet 44-51. oldal

³ W.E.Walker, *The use of scenarios and gaming in crisis management planning and training*, (RAND 1995) p.7

⁴ P.Goodwin, G.Wright, *Decision analysis for management judgement*, (Wiley&Sons 1998) p.360-370

⁵ P.Goodwin, G.Wright, *Decision analysis for management judgement*, (Wiley&Sons 1998) p.357, 375-380

⁶ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) p.8, 22

⁷ J.Aleid, *Bridging the gap between pre-planning and real-time decision support in crisis management*, (Ph.D. thesis, Exeter University 1999) p.2

⁸ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) pp. 96-97

⁹ Mezey Gy., *Előrejelzés és a mesterséges intelligencia lehetőségei*, (NEK ZMNE 2002 VI.évf 2.szám 123-132. oldal)

-
- ¹⁰ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) pp. 101-102
- ¹¹ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) pp. 161-162
- ¹² D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) pp. 227
- ¹³ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) pp. 227-228
- ¹⁴ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) pp.113, 137, 143-150, 170, 181
- ¹⁵ Ilyen pl. a BM Marathon WFLM rendszere is
- ¹⁶ G.Shafer, *A mathematical theory of evidence*, (N.J:Princeton University Press, 1976)
- ¹⁷ X.Ling, W.G.Rudd, *Combining Opinions from several experts*, (Applied AI Vol.3, 1989)
- ¹⁸ A.J.Sieber, *Integrated approach to multiple risks: humanitarian security*, (in: European Commission: Strategic objective: improving risk management, Information Society Technologies, Brussels 3 July 2003) p.1
- ¹⁹ IFRC, *World Disaster Report*, (Oxford, OUP 1997) p.166
- ²⁰ O.D.Cardona, *Holistic seismic risk estimation of a metropolitan centre*, (Proceedings of the 12th WCEE January-February 2000 New Zealand)
- ²¹ Oliveto (2002:4)
- ²² FEMA 273 and 274 Federal Emergency Management Agency, Washington D.C. 1997
- ²³ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) p.9
- ²⁴ D.Chrichon (General Accident) and C.Mounsey (ABI), *How the insurance industry is using its flood research*, (MAFF Conference of Flood and Coastal Engineers, Keele 3 July 1997)
- ²⁵ D.Aller (Partner Reinsurance Co., Swiss), *A reinsurance perspective of risk assessment*, (in: Jon Ingleton ed.: Natural Disaster Management, Tudor Rose 1999) pp.252-254
- ²⁶ J.Schneider, G.Rao, S.Daneshvaran, J.Perez (Impact Forecasting LLC, USA), *Mitigating property and business losses*, (in: Jon Ingleton ed.: Natural Disaster Management, Tudor Rose 1999) pp. 254-256 p.254
- ²⁷ D.Alexander, *Principles of emergency planning and management*, (Terra Publishing, England 2002) p.47
- ²⁸ E.V.Larson, J.E.Peters, *Preparing the US Army for Homeland Security, Concepts, Issues and Options*, (RAND Arroyo Center 2001) Chapter 3
- ²⁹ A Larson és Peters (p.69) által említett mentési tervezési nagyságrendek pl. (azon áldozatok száma egy városban az USA-ban, akik elpusztulnának, ha nem kapnak megfelelő kezelést/ellátást: Biológiai támadásnál/balesetnél 5 000 fő, Vegyi támadásnál/balesetnél 2 500 fő, Radiológiai támadásnál/balesetnél 25 000 fő, Nukleáris támadásnál/balesetnél 100 000 fő, stb.,)
- ³⁰ E.V.Larson, J.E.Peters, *Preparing the US Army for Homeland Security, Concepts, Issues and Options*, (RAND Arroyo Center 2001) pp.30, 114-117
- ³¹ E.V.Larson, J.E.Peters, *Preparing the US Army for Homeland Security, Concepts, Issues and Options*, (RAND Arroyo Center 2001) p.56
- ³² E.V.Larson, J.E.Peters, *Preparing the US Army for Homeland Security, Concepts, Issues and Options*, (RAND Arroyo Center 2001) p.36

MEZEY GYULA
MEZEY@ZMNE.HU