



Somogyi Tamás

TERMÉSZETI VESZÉLYEK ÉS KEZELÉSÜK A LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZEREK ÉS LÉTESÍTMÉNYEK VÉDELMEBEN

Absztrakt

Globálisan felmelegedő környezetünkben a szélsőséges természeti jelenségek növekvő száma egyre nagyobb kockázatot jelent a mindennapi életünkben megszokott infrastruktúrára nézve, különösen az alapvető szolgáltatásokat nyújtó rendszerekre. Így tehát a létfontosságú rendszerek és létesítmények védelme érdekében jogos a természeti veszélyek figyelembevételének követelménye. A megfelelő szintű védelem támogatása cikkünk célja, két területen is. Egyfelől szakirodalom és vonatkozó adatsorok elemzésével áttekintjük a Kárpát-medence éghajlati változásának trendjét és természeti veszélyeit. Másrészt, a hazai létfontosságú létesítmények üzemeltetői körében végzett kutatásunk eredményének közzétételével bemutatjuk a természeti veszélyekre való felkészültség gyakorlati helyzetét és további fejlődési lehetőségeit.

Kulcsszavak: természeti veszélyek, létfontosságú rendszer elemek

NATURAL HAZARDS AND THEIR MANAGEMENT IN THE PROTECTION OF CRITICAL SYSTEMS AND FACILITIES

Abstract

The frequency of extreme weather events fostered by global warming increases, thus pose a threat to the infrastructure of our accustomed daily life - especially to the critical one. Hence the importance of managing natural hazards within the critical infrastructure protection. This study aims to support the proper critical infrastructure protection. In the first part an overview of the (changing) climate of the Carpathian basin will be given based on literature and the



analysis of relevant publicly available data. Then the results of our research will be provided that focused on the current practice in the natural hazard management of the Hungarian operators of essential services. Possibilities of further improvement will also be discussed.

Keywords: natural hazards, critical infrastructure

1. BEVEZETÉS

Életünket meghatározó módon átszövi az infrastruktúra jelenléte és szolgáltatásai, amire gyakran csak hiányuk, kiesésük esetén döbbenünk rá. Bár több meghatározás is található, általánosságban elfogadott, hogy az infrastruktúra létesítmények, intézmények, eszközök és személyek olyan összekapcsolódása, mely lehetővé teszi anyagi javak termelését és fogyasztását a gazdaság minden területén, valamint hozzájárul a hatékony működéshez, és fejlődéshez [1]. Ahogyan a 2012. évi CLXVI. törvény 1. § j) pontja megfogalmazza, az infrastruktúra egyes elemei létfontosságúak, mivel *„elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához – így különösen az egészségügyhöz, a lakosság személy- és vagyónbiztonságához, a gazdasági és szociális közszolgáltatások biztosításához, az ország honvédelméhez, – és amelynek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna“* [2]. Figyelembe véve az európai integrációt és határokon átnyúló szolgáltatásokat, a Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) megkülönbözteti a nemzeti létfontosságú rendszerelemet és az európai létfontosságú rendszerelemet [3]. Utóbbi kiesése jelentős hatással lenne legalább kettő EGT tagállamra. Hazánkban a létfontosságú rendszerelemek azonosításával és védelmével kapcsolatos feladatokat - összetett és bonyolult természetükből fakadóan - az üzemeltetők és professzionális állami szervek együtt látják el [4].

Magyarország szempontjából a legfontosabb nem katonai jellegű biztonsági kihívások között kell említeni a rövid idő alatt, váratlanul bekövetkező természeti csapásokat [5]. Kétségtelen, hogy a létfontosságú rendszerek biztonságának és a társadalmi, gazdasági szempontból alapvető szolgáltatások biztosításának a részét képezi a természeti katasztrófák elleni védekezés is [6]. A katasztrófavédelem professzionális és önkéntes szereplőinek



feladatrendszere tartalmazza a megelőzést, azon belül pedig a természeti katasztrófákra való felkészülést is [7]. Ezen felül a biztonságot és stabilitást fenyegető veszélyekkel szembeni védekezés morális kérdés is, hiszen a környezetbiztonság elvének megfelelő használata a jövő generációira is hatással bír [8].

A mérések kezdete óta az ezredforduló utáni évek voltak a legmelegebbek globálisan és Magyarországon is, aminek következményeként a szélsőséges természeti események gyakorisága és hevessége növekszik [9]. Belátható tehát, hogy a természeti veszélyek emelik a biztonsági kockázatot, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni, különösen a létfontosságú rendszerek védelme szempontjából. Indokolt tehát áttekinteni a Kárpát-medence természeti veszélyeit és ehhez kapcsolódóan a létfontosságú rendszerek védelmét.

2. TERMÉSZETI VESZÉLYEK

A Kárpát-medencében az elmúlt 10 ezer év összességében melegedő, ami természetesnek tekinthető folyamat, azonban ehhez hozzáadódik az a melegedés, amit az üvegházhatású gázok légkörben való növekedése okoz. Közép- és Nyugat-Európában megfigyelhető a téli és nyári időszakok minimum és maximum hőmérsékleteinek emelkedése a teljes XX. században, ráadásul egyre gyorsuló tempóban [10]. A felmelegedést mutatja a Földközi-tenger vízfelszíni hőmérsékletének évenként mért folyamatos emelkedése is [11]. Megfigyelhető az Északi-féltekén az évszakonként megszokottakhoz képesti extrém hőmérsékletek gyakoribb megjelenése [12]. A regionális éghajlati modellek szerint az átlagos melegedés 2021-2050 között 1,5 Celsius fok lesz, melynek következtében hazánkban megnövekszik egyebek mellett az árvíz, villámárvíz és talajerózió hatása [13], mely utóbbi hozzájárul a lejtős tömegmozgáshoz és a por- vagy homokviharhoz. Indokolt tehát az infrastruktúra védelemben, különösen a létfontosságú rendszerek és létesítmények tekintetében a felkészülés azon természeti veszélyekre, melyekre Magyarországon számíthatunk.



2.1. Geofizikai veszélyek

A geofizikai veszélyek közül a Kárpát-medencében elsősorban a földrengés és a lejtős tömegmozgás tárgyalása indokolt.

Mezősi megfogalmazása alapján a földrengések 90%-a arra a jelenségre vezethetőek vissza, amikor a kőzetlemezeket Föld belsejében lévő kőzetáramlatok mozgatják az ún. törések mentén. Ugyanis a törések mentén a lemezek, vagy azokról az egymás melletti elcsúszás okán leváló mikrolemezek egymástól eltávolodnak vagy egymás alá buknak. A Kárpát-medencében az Alcapa- vagy Tisia lemezek mozgását érzékelhetjük. Itt az érezhető rengések száma évente száz-százhusz, melyből körülbelül öt földrengés okoz kisebb kárt, míg nagyobb károkat okozni képes 5,5-6 magnitúdójú földrengés negyven-ötven évenként jelentkezik [14].

Infrastruktúra védelme kapcsán felmerül a földrengések gyakoriságának vagy erejének időbeli változásának a kérdése. Mezősi szerint nincsen olyan geofizikai ok, mely a lemezmozgáshoz kapcsolódó földrengések gyakoriságát változtatná emberi léptékben, bár évmilliók időléptékben változik a lemezek mozgása. A nem lemezmozgáshoz kapcsolódó földrengések pedig emberi tevékenységhez kapcsolódnak: víztározó alatti kőzetréteg a víz súlya alatt meggyengül vagy tömörödik; a szennyvíz mélyebb üledékréteget elmos; bányák tározója beomlik [14]. Szakkönyvek említik még a felszín alatti atomrobbantást is, azonban ez mára már tiltott.

A geofizikai veszélyek közül másodikként a lejtős tömegmozgást kell említeni, mely jelenséget Mezősi úgy határoz meg, mint ami a lejtős felszínek dinamikus megváltozása a felszínen vagy mélyebben fekvő rétegben lévő anyag áthalmazódásának az eredményeként. Megjelenési formáját tekintve szikla, törmelék, talaj vagy hó mozdul el a gravitáció irányának megfelelően, lassan és folyamatosan vagy hirtelen és gyorsan. Ez a fajta természeti veszély leggyakrabban nagy domborzati különbségekkel rendelkező területen fordul elő [14].

A lejtős tömegmozgások számában növekedés figyelhető meg, ahogy növekszik az aszály és villámárvíz okozta események száma. Mezősi megállapítása szerint a lejtős tömegmozgásnak való kitettség növekedésének másik oka az ebből a szempontból veszélyes terület elfoglalása lakó- és egyéb infrastruktúra építése érdekében [14].



Az előbb részletezett geofizikai események hatásaként az emberi életek elvesztése mellett említeni kell a létesítmények megrongálódása vagy megsemmisülése következményeként előálló társadalmi és gazdasági hatást, továbbá az érintett terület felszínének változása okozta környezeti hatást, mely eredményeként az infrastruktúra helyreállítása vagy újraépítése kérdésessé válhat. Ráadásul, a bekövetkezett természeti esemény időben elhúzódhat, hiszen gyakoriak a kisebb utómozgások és ismétlődések [14].

2.2. Konvektív légmozgással kapcsolatos veszély

A konvektív légmozgással kapcsolatos veszélyek között az extrém eső, a hóvihár és a homokvihár jelenségeit említjük meg.

Mezősi meghatározása alapján nagy intenzitású záporok esetében heves feláramlással a csapadék nagy átmérőjű vízcseppek, hópelyhek vagy jégdarabok formájában jelenik meg. Maga az eső általában nem veszélyeztet közvetlenül infrastruktúrát, azonban nagy mennyiségben okozhat létesítményt veszélyeztető árvizet, villámárvizet vagy lejtős tömegmozgást [15].

Ahogy fentebb említettük, a klímaváltozás következtében számolni kell az extrém csapadékmennyiséggel járó események számának növekedésével. A klímamodellek alapján nem az éves csapadékmennyiség növekszik, hanem az éven belüli eloszlásuk, ami hozzájárul a szélsőséges események gyakoriságának növekedéséhez [15].

A szemcsemérettől függően por- vagy homokviharnak nevezett jelenség esetében nagy mennyiségű, szilárd halmazállapotú ásványi anyag szállítódik a levegőben, melynek mennyisége és szemcsemérete a szél erősségétől függ [15]. Általában a homokviharak sivatagokhoz kapcsolódnak, a porviharak pedig a kopár és száraz területekhez, azonban a forrástól több tízezer km távolságra is eljuthat a szállított anyag. Példaként említhető a 2019-es vihar, amikor a Szahara vidékéről származó poranyag Európa középső részét több millió tonna kőzetliszttel borította be [15].



Por- vagy homokvihar kockázata fokozódik: Mezősi szerint az elmúlt három évtizedben az éghajlatváltozás és a felszínváltozás következtében az éves porkibocsátás 25-30%-kal növekedett globálisan [15]. Infrastruktúra-védelem szempontjából ennek a természeti veszélynek a hatása nem hagyható figyelmen kívül. Egyrészt a külső kamerákat, tükröket, megfigyelőnyílásokat betakarja egy por- vagy homokvihar, így csökkenti a fizikai biztonság szintjét. Másrészt megfelelő védőfelszerelést kell biztosítani a létesítmény fizikai őrzésében részt vevők kültéri feladatainak ellátáshoz, mivel igazolt a por- vagy homokviharnak az egészségre káros hatása [16].

2.3. Hidrológiai veszély

A hidrológiai veszélyek között említeni kell az árvíz, villámárvíz, belvíz természeti veszélyét.

A természeti veszélyek között az egyik leggyakoribb és legsúlyosabb az árvíz jelensége, mely során a folyó kilép medréből és egyébként száraz területet eláraszt. Hazai példaként említhető, hogy a Duna Budapest és Mohács között a nagyvízi medrében 10,000 m³ vizet tud szállítani másodpercenként, így az ennél nagyobb mennyiség árvíz formájában jelenik meg [17].

Árvíz kialakulásánál és hatásánál a csapadék mennyisége mellett fontos tényező a vízgyűjtő állapota (például a talaj nedvességtartalma és a talajtakaró jellege). Ezen kívül az árvíz visszahúzódásának ütemét befolyásolja még a folyómeder esése is: kisebb esésű folyónál az apadás időben hosszabb [17]. A Kárpát-medencében igen jelentős az ártéri területek nagysága, ráadásul a klímaváltozás hatásaként gyakoribbá válik a szélsőséges csapadékmennyiség, így különösen indokolt az árvíz veszélyének figyelembe vétele az infrastruktúra-védelemben.

Az árvíz egy típusa a villámárvíz jelensége, amikor a rövid időn belül megjelenő nagy mennyiségű csapadékot a talaj nem képes elszívni [17]. Ennek a veszélynek a kockázata növekszik egyfelől a klímaváltozás hatására, másfelől a beépített talajfelület méretének növekedésével, amit létesítmények városi elhelyezkedése okán indokolt figyelembe venni.



A belvíz a Kárpát-medencében gyakori, így meg kell említeni a veszélyét annak, amikor a felszín nagy területen, akár egy-két hónapra is befedi a víz. A klímaváltozási modellek szerint a Kárpát-medencében növekvő belvívveszéllyel kell számolni a tél végi, tavasz eleji időszakban [17].

Infrastruktúra-védelem szempontjából figyelembe kell venni, hogy az árvíz, villámárvíz és belvíz statikai kárt okozhat a létesítményben, valamint a víz elvezetése rendkívül költséges [17]. Ráadásul az időben elhúzódó apadás akadályozhatja a létesítmény megközelítését.

3. TERMÉSZETI VESZÉLYEK HATÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE

A természeti veszélyek áttekintésekor írtakból következik, hogy ilyen események bekövetkezésére infrastruktúra, illetve létfontosságú rendszer üzemeltetőjének nincsen ráhatása. Azonban a hatásuk mérsékelhető: a helyszín megválasztásával (amennyiben lehetséges) és felkészüléssel. Meg kell jegyezni, hogy bizonyos esetekben építészeti megoldásokkal is mérsékelhető a természeti veszélyek hatása, például árvíz esetében az úgynevezett zöld infrastruktúrával [18], ugyanakkor ezen megoldások kiépítése nem minden létesítmény esetében lehetséges.

A helyszín megválasztásakor megfelelő kockázatelemzés mutatja meg az infrastruktúra veszélyeztetettségének szintjét, melyre az üzemeltető alkalmas kockázatkezelés útján történő készültséggel reagál [19]. A felkészültség magában foglalja a természeti események előrejelzésének figyelését, valamint megfelelő tesztek, gyakorlatok rendszeres végrehajtását, majd a tapasztalatok és tesztek eredményének felhasználását a biztonsági szint növelése érdekében. Kijelenthető ugyanis, hogy a földrajzi információtudomány (geographical information science) eredményei és a kockázatkezelés (risk government) módszerei együttes alkalmazása hozzájárul a létfontosságú rendszerek védelmének fejlesztéséhez [20].



A következőkben bemutatjuk a hazai létfontosságú rendszerek üzemeltetői körében végzett felmérés eredményét, mellyel képet kaphatunk a természeti veszélyekhez kapcsolódó felkészültségről.

4. HAZAI FELKÉSZÜLTSG A TERMÉSZETI VESZÉLYEKRE

Kutatásunk célja felmérni a hazai gyakorlatot a létfontosságú vagy potenciálisan létfontosságú¹ rendszerek üzemeltetői (a továbbiakban egységesen létfontosságú) körében a természeti veszélyek kapcsán feltett, felkészültségre vonatkozó kérdésekkel. Kérdőívünkre a válaszokat 2022. első negyedévében kaptuk. A válaszadáskor lehetőség volt egy-egy kérdést kihagyni, továbbá lehetőség volt (értelemszerűen) több választ is megjelölni az előre megadott válaszlehetőségek közül. Minden kérdés után magyarázó kiegészítést is tehettek a rendszerüzemeltető szakemberei, azonban ezzel a lehetőséggel a válaszadók nem éltek.

A kérdőíves kutatásban hét hazai létfontosságú rendszer üzemeltetője vett részt az alábbi ágazatokból: energia, közlekedés, víz és pénzügy (lásd 1. sz. táblázat). Kétségtelen, hogy ezen ágazatok is alapvető szolgáltatást nyújtanak, egy esetleges, - különösen nem csak rövid ideig tartó - rendkívüli esemény hatása felbecsülhetetlen. Az energia ágazaton belüli villamosenergia-ellátó hálózat zavara a lakosság felkészületlenségéből is következően veszélyeztetheti a jóllétet, az egészséget, életben maradási, végső soron az ország társadalmi és politikai stabilitását [21]. A közlekedés ágazat infrastruktúrájának sérülése az egészség és jóllét alapját adó áruszállítást veszélyezteti, továbbá, biztonsági és nemzetbiztonsági kockázatot jelentő, az államigazgatási rendszert megkerülő csoportok esetleges kialakulása vagy megerősödése veszélyezteti a társadalmi jóllétet és politikai stabilitást [22]. Az ivóvíz ellátás az életben maradás feltétele, az ágazat működésének zavara az egészséget, életben maradási veszélyezteti, ezáltal hazánk társadalmi és politikai stabilitását. A pénzügyi ágazat infrastruktúrájának jelentős zavara a gazdasági és politikai stabilitást veszélyezteti [23].

¹ Pénzügyi ágazatban a létfontosságú szerelem kijelölésének 330/2015. (XI. 10.) Korm. rendeletben rögzített ágazati kritériuma figyelembe veszi a piaci részesedés mértékét is, mely feltételtől eltekintettünk a szélesebb körű válasz érdekében.



2012. évi CLXVI. tv. szerinti besorolás	ágazati	rendszerüzemeltetők száma
Energia		1
Közlekedés		1
Víz		1
Pénzügy		4

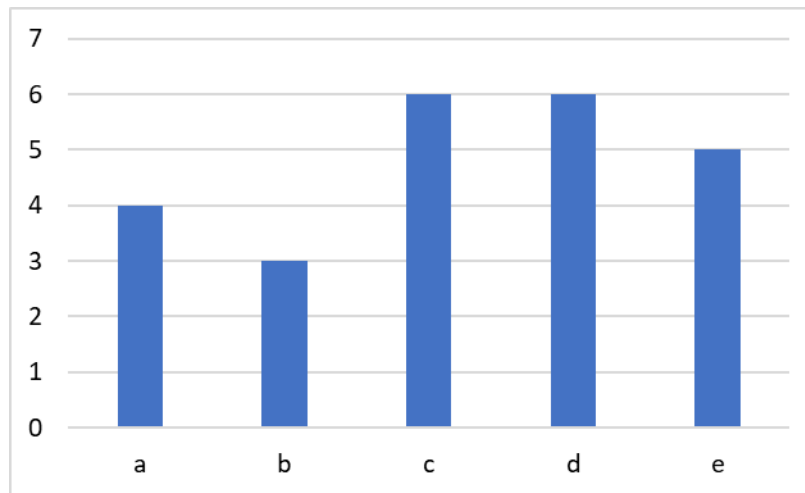
1. táblázat A kutatás résztvevőinek ágazati megoszlása (szerzői szerkesztés)

A következőkben kutatásunk eredményét kérdésenként szövegesen és diagramon ábrázolva is bemutatjuk, minden esetben pontosan közölve a feltett kérdést is.

Először a helyszín megválasztásakor alkalmazott kockázatelemzés kiterjedését mértük fel a következő kérdéssel.

Figyelembe véve a kialakítandó funkciót, létesítmény vásárlásakor, építetésekor a helyszín kiválasztásakor az alábbi természeti veszélyek kapcsán melyekre végeztek kockázatelemzést?

- a) földrengés
- b) lejtős tömegmozgás
- c) árvíz, villámárvíz
- d) belvíz
- e) konvektív légköri mozgások: extrém eső, hóvihár, homokvihár
- f) nem történt kockázatelemzés természeti veszélyekre



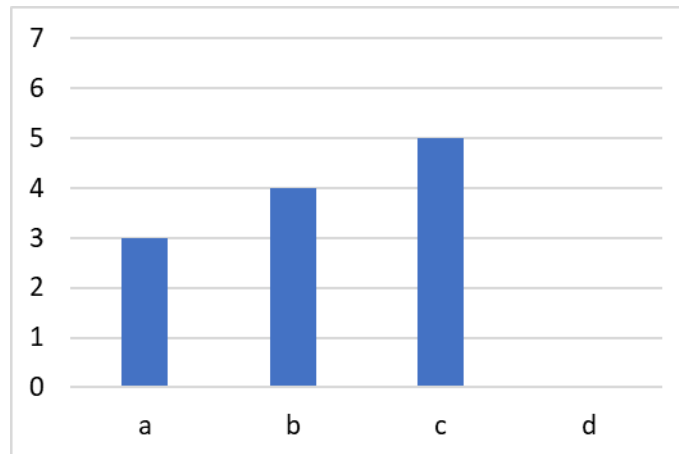
1. ábra Első kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

Ahogy a válaszokat összesítő 1. ábra mutatja, a hét üzemeltető esetében hat esetben történt kockázatelemzés árvíz, villámárvíz és belvíz kapcsán, a konvektív légköri mozgások kapcsán öt esetben került sor. Földrengésre csak négy, a lejtős tömegmozgásra pedig csak három esetben történt kockázatelemzés. Bár az üzemeltetők mindegyike végez természeti veszélyek kapcsán kockázatelemzést, azonban nem teljes körűen.

A természeti veszélyekre való felkészültség részének tekinthető a meteorológiai előrejelzések figyelése és a tervek rendelkezése állása, melyek gyakorlati megvalósulását az alábbi kérdéssel mértük fel.

Létesítményi infrastruktúra védelmének érdekében az alábbiak közül mely folyamatokkal rendelkeznek?

- létesítményt érintő természeti veszély várható bekövetkezésének figyelése saját eszközökkel, saját erőforrásokkal*
- létesítményt érintő természeti veszély várható bekövetkezésének figyelésére együttműködés partnerrel, hatósággal*
- létesítményt érintő természeti veszély várható bekövetkezése esetére tervek készítése és naprakészen tartása, valamint szükséges védelmi eszközök beszerzése*
- létesítményi infrastruktúra védelmének nem része ilyen folyamat*



2. ábra Második kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

A válaszokat összesítő 2. ábra láttatja, hogy öt üzemeltető rendelkezik a létesítményt érintő természeti veszély várható bekövetkezése esetére tervekkel és védelmi eszközökkel. A természeti veszélyek várható bekövetkezésének figyelésében négy üzemeltető működik együtt partnerrel, hatósággal, három pedig saját erőforrásaira támaszkodik. Azaz, az összes válaszadó üzemeltető felkészültsége érdekében figyeli a természeti események előrejelzését.

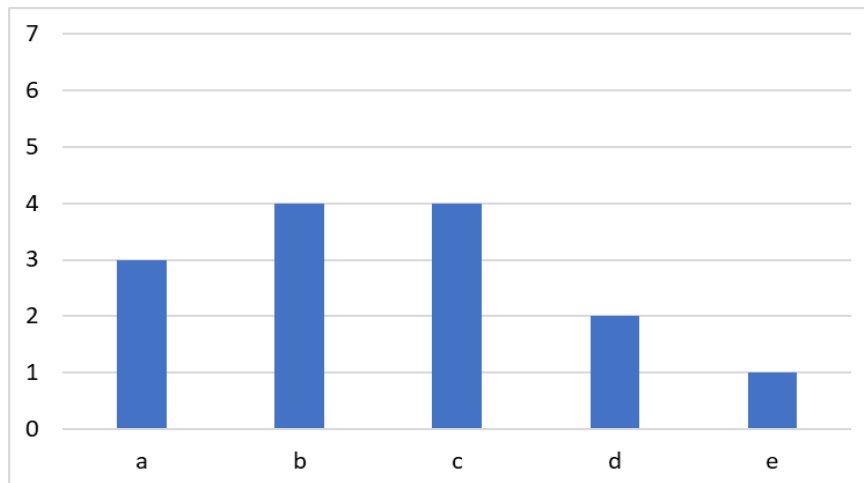
A természeti veszélyek bekövetkezése esetére készített tervek tesztelése, illetve gyakorlat szerzése céljából végzett tesztek az alábbi kérdéssel mértük fel.

Milyen, kimondottan természeti veszélyekre felkészítő tesztek, gyakorlatokat végeznek?

- a) létesítményt érintő természeti veszély bekövetkezésének szimulációja az érintett szakértőkkel és menedzserekkel*
- b) létesítményt érintő természeti veszély bekövetkezésének szimulációja a felső vezetéssel / krízishelyzet esetére kijelölt döntéshozó bizottsággal*
- c) létesítményt érintő természeti veszély bekövetkezésének és elhárításának gyakorlata, mely során tesztelik a terveket, eszközöket, helyszíneket*
- d) bár nincsen kimondottan természeti veszélyre felkészítő teszt vagy gyakorlat, egyéb teszt vagy gyakorlat során egy bekövetkezett természeti veszély hatását is szimulálják*



e) *nincsen természeti veszélyekre felkészítő teszt, gyakorlat, és egyéb teszt vagy gyakorlat során sem szimulálják egy bekövetkezett természeti veszély hatását*



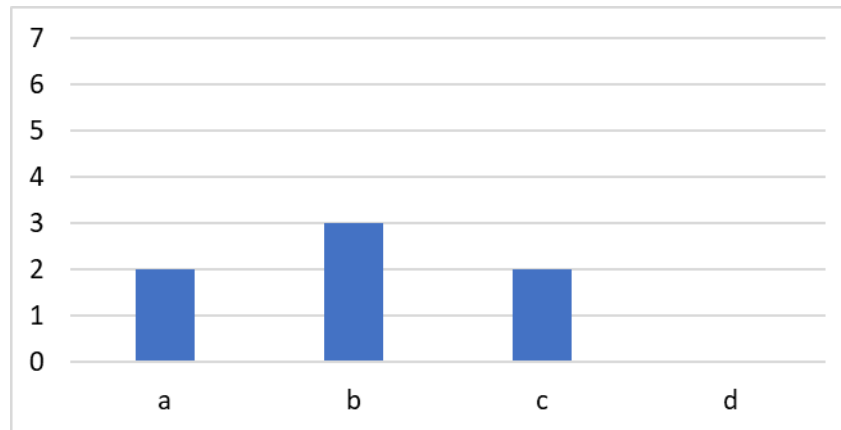
3. ábra Harmadik kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

A válaszokat összesítve a 3. ábra mutatja. Négy esetben gyakorlatozik egy katasztrófa bekövetkezése esetén az irányító bizottság, és négy esetben tesztelik a terveket, eszközöket gyakorlatokkal. Három esetben kimondottan szakértők és irányító menedzserek számára is sor kerül gyakorlatokra. Kettő üzemeltető bár nem végez kimondottan természeti veszélyek bekövetkeztét szimuláló gyakorlatot, egyéb gyakorlataiban megjelenik a természeti esemény is. Csupán egyetlen válaszadó jelezte, hogy természeti veszély szimulációja nem jelenik meg semmilyen gyakorlatában.

A természeti veszélyekre felkészülést segítő gyakorlatok rendszerességét az alábbi kérdéssel mértük fel.

A jelzett tesztek, gyakorlatokat milyen gyakorisággal szerveznek?

- a) *évente kétszer, vagy gyakrabban*
- b) *évente egyszer*
- c) *egy-három évente egyszer*
- d) *ritkábban, mint három évente*



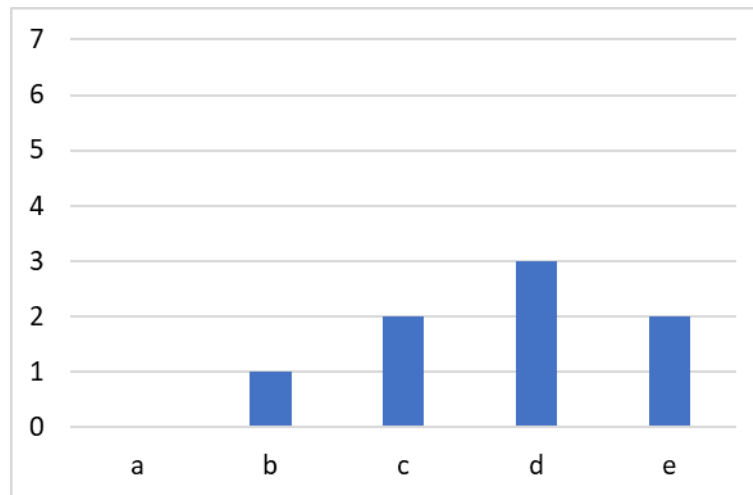
4. ábra Negyedik kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

A 4. ábra összesíti a válaszokat, melyek alapján három üzemeltető évente, ketten ennél gyakrabban, ketten pedig ennél ritkábban, de legalább háromévente végeznek természeti veszélyekre felkészültséget segítő gyakorlatokat.

A gyakorlatok tervezése és végrehajtása alatti együttműködésről helyzetképet az alábbi kérdéssel szereztünk.

A jelzett tesztek, gyakorlatok tervezésébe, végrehajtásába bevonnak-e külsős partnereket vagy illetékes hatóságokat?

- a) *igen, a tervezésbe külsős partnert*
- b) *igen, a tervezésbe illetékes hatóság szakértőit*
- c) *igen, a végrehajtásba külsős partnert*
- d) *igen, a végrehajtásba illetékes hatóság szakértőit*
- e) *nem*



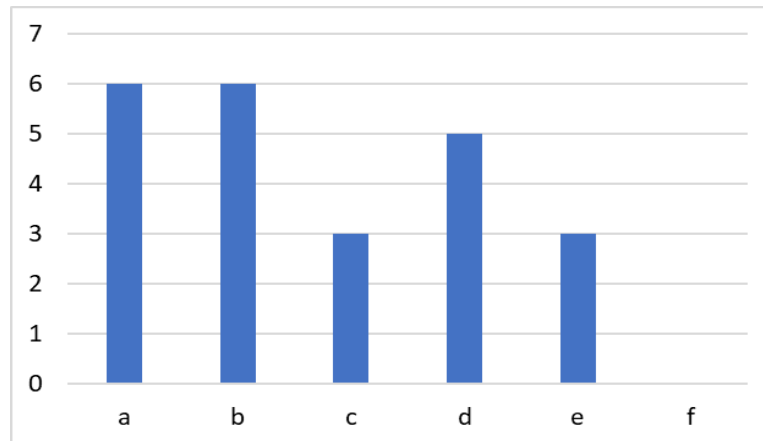
5. ábra Ötödik kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

A válaszokat az 5. ábra összesíti. Illetékes hatósággal együttműködés történik három válaszadó esetében a gyakorlat végrehajtásakor, és egy esetben a gyakorlat megtervezésekor. Kettő üzemeltető nem hatósági partnerrel működik együtt a gyakorlat végrehajtásakor. Ugyanakkor kettő üzemeltető senkivel nem kooperál természeti veszélyre felkészítő gyakorlat tervezésekor és végrehajtásakor.

A gyakorlatok megléte, rendszeressége, valamint az együttműködés után a megszerzett tapasztalatok felhasználását mértük fel az alábbi kérdéssel.

A jelzett szimulációk, gyakorlatok eredményét hol használják fel a létesítményi infrastruktúra védelmében?

- a) *vonatkozó tervek továbbfejlesztése*
- b) *szükséges védelmi eszközök beszerzése, meglévők karbantartása, használatuk oktatása*
- c) *létesítményi infrastruktúra szükséges átépítése, felújítása*
- d) *jövőbeli tesztek, gyakorlatok szervezése*
- e) *illetékes szakértők szakmai továbbképzése*
- f) *a gyakorlatok, szimulációk eredményének ilyen jellegű felhasználása nem történik meg*



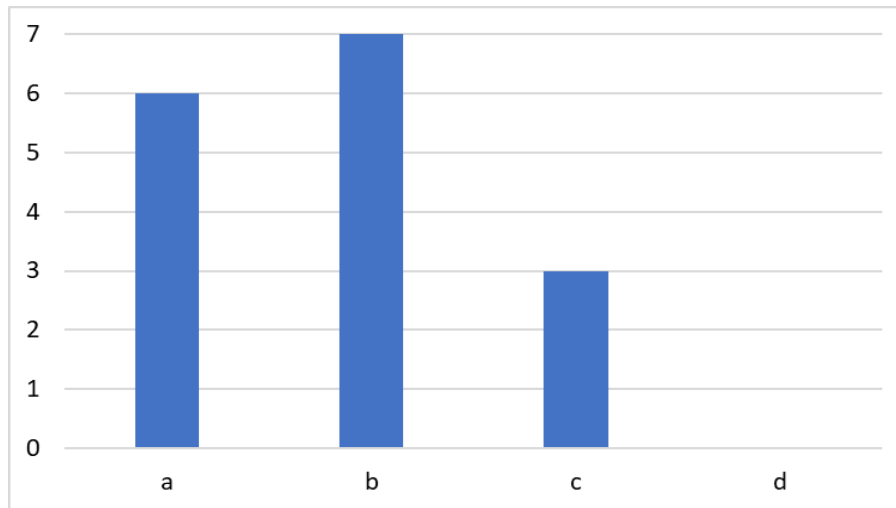
6. ábra Hatodik kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

A válaszokat összesítve a 6. ábra láttatja. Hat-hat esetben valósul meg a gyakorlatok során szerzett tapasztalatok figyelembe vétele a tervek továbbfejlesztése, védelmi eszközök beszerzése, karbantartása és használatának oktatása érdekében. Öt üzemeltető a jövőbeli gyakorlatok szervezésekor is felhasználja a megszerzett tapasztalatokat. Ugyanakkor, létesítmény esetleg szükséges fejlesztése, valamint szakértőik továbbképzése céljából csak három esetben veszik figyelembe a gyakorlatok eredményét.

Végül, az alábbi kérdéssel azt mértük fel, milyen egyéb tapasztalatot vesznek figyelembe a természeti veszélyekre felkészültségük fokozása érdekében.

Létesítményi infrastruktúra védelmének fokozása érdekében milyen tapasztalatokat, eredményeket vesznek figyelembe?

- a) *máshol megtörtént, valós esetek tapasztalatait*
- b) *saját létesítményben megtörtént valós esetek tapasztalatait*
- c) *katasztrófa-elhárítás területének szakembereivel történt tapasztalatcsere eredményét (konferencia, továbbképzés, közös gyakorlat stb.)*
- d) *létesítményi infrastruktúra védelmének fokozása érdekében ilyen tapasztalatokat, eredményeket nem vesznek figyelembe*



7. ábra Hetedik kérdés válaszai, magyarázat a szövegben (szerzői szerkesztés)

A 7. ábra mutatja a válaszokat, mely szerint az összes válaszadó figyelembe veszi saját létesítményét érintett természeti veszély tapasztalatát, hat üzemeltető pedig a máshol megtörtént eseményeket is felhasználja saját létesítményének védelme érdekében. Három üzemeltető válaszolta, hogy szakemberekkel való tapasztalatsere eredménye is hozzájárul a védelmi szintjének fokozásához.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

A természeti veszélyekre való felkészültség hazai gyakorlatának felmérését célzó kutatásunk eredményeként a következő megállapítások és biztonsági szintet emelő javaslatok tehetőek.

1. Kijelenthető, hogy a természeti veszélyek létezését a (potenciálisan) létfontosságú rendszerek üzemeltetői felismerték, és a felkészültség érdekében lépéseket tesznek a gyakorlatban is. A felkészültség részeként a szélsőséges, kedvezőtlen időjárási események előrejelzését figyelik saját erőforrásokkal vagy külsős partnerrel együttműködésben.



2. Létesítmény vásárlásakor, helyszín kiválasztásakor kockázatelemzés történik a természet veszélyekre nézve, ugyanakkor nem teljeskörűen. A gyakorlatban a Kárpát-medencében előforduló természeti eseményeknek nem mindegyikére történik meg a kockázatelemzés. Ennek következtében előfordulhat olyan természeti esemény, melyre a létesítmény üzemeltetője nem készül fel, azonban bekövetkezte a létesítmény rendeltetésszerű működését, üzemfolytonosságát jelentős mértékben veszélyezteti vagy akadályozza. Javasolható tehát a kockázatelemzést kiterjeszteni minden olyan természeti veszélyre, mely hazánkat, illetve a Kárpát-medencét érintheti.

3. Egy válaszadó kivételével mindegyikük végez természeti veszélyeket szimuláló gyakorlatokat vagy tesztek a felkészültségük fokozása érdekében. Ezen gyakorlatokat általában évente szervezik meg, de nem ritkábban, mint három évente. A válaszok alapján elsősorban a védelmi eszközöket és terveket tesztelik és leginkább a szakértői szintet vonják be a gyakorlatokba. Kimondottan krízishelyzetet menedzselő bizottság tagjai számára a válaszadók kevesebb, mint fele szervez gyakorlatokat. Javasolható tehát a gyakorlatok körének bővítése egy esetleges katasztrófa helyzet elhárításában részt vevők felkészültségének növelése érdekében.

4. Hét válaszadóból öt működik együtt partnerével vagy hatóság képviselőjével a természeti veszélyekre felkészítő gyakorlatok tervezésekor vagy végrehajtásakor. Látható, hogy az együttműködés bővíthető, ami javasolható annak érdekében, hogy természeti veszélyekre felkészítő gyakorlatok teljesebb körűen illetve több szempontú megközelítéssel kerüljenek végrehajtásra, továbbá, hogy egy esetleges katasztrófa helyzetben összehangoltabban tudjanak együttműködni az elhárításban résztvevők. Kijelenthető ugyanis, hogy a katasztrófavédelmi törvény szellemében történő összehangolt együttműködés az egész társadalom érdeke [24].

5. Természeti veszélyekkel szembeni felkészültség szintjének emelése érdekében szükséges a tapasztalatok gyűjtése, valós események tanulságainak felhasználása. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a létesítmény üzemeltetői felhasználják a saját létesítményükben bekövetkezett események tapasztalatait, és egy válaszadó kivételével más létesítmények megtörtént eseményeinek tanulságait is. Hasonlóan, egy üzemeltető kivételével mindegyik felhasználja felkészültségének emeléséhez a saját tesztjei, gyakorlatai eredményeit. Ugyanakkor, a válaszadók kevesebb, mint felénél valósul meg ezen eredmények alapján



szakértők továbbképzése vagy létesítmény szükséges továbbfejlesztése. Szintén kevesebb, mint fele használja fel szakértők tapasztalatcseréjének eredményét felkészültségének fokozása érdekében. Ezek alapján javasolható, hogy a létesítmény üzemeltetői a külső tapasztalatokat és gondolatokat is használják fel védelmi terveik készítése, gyakorlataik szervezése, valamint létesítményeik fejlesztése során. [25]

6. ÖSSZEGZÉS

Hangsúlyoztuk, hogy a klímaváltozás nyomán jelentkező extrém természeti események több szinten és értelemben veszélyeztetik mindennapi életünket. Emberi életek elvesztésén kívül kockázatot jelentenek a biztonságra és a gazdasági, társadalmi, politikai stabilitásra nézve, hiszen az infrastruktúrát, annak részeként pedig az alapvető szolgáltatást biztosító infrastruktúrát veszélyeztetik. Reálisan nézve, ezen természeti veszélyek bekövetkeztét megakadályozni nem lehetséges, azonban hatásuk mérsékelhető a létfontosságú rendszerek megfelelő védelmével és felkészültséggel. Ehhez járultunk hozzá, amikor szakirodalom és vonatkozó adatsorok elemzésével áttekintettük a Kárpát-medence és Közép-Európa éghajlati változásának trendjét és természeti veszélyeit. Továbbá, a hazai létfontosságú rendszerek üzemeltetői körében végzett kutatásunk eredményének közlésével bemutattuk a természeti veszélyekre való felkészültség gyakorlati helyzetét, és javaslatot tettünk további fejlődési lehetőségekre.



HIVATKOZÁSOK

- [1] Abonyiné P.J. Infrastruktúra. Dialóg Campus Kiadó. Budapest, 2007. ISBN 978-963-9310-77-3
- [2] 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- [3] A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0114>
- [4] Nagy Rudolf - Földi László: A kritikus infrastruktúrák nemzeti programja. Polgári Védelmi Szemle, 2009. 57-71. o. 66. o.
- [5] Vámos Z. Biztonságpolitikai aspektusok. In: Bognár B., Bonyai T. Kritikus infrastruktúrák védelme I. Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2019. pp 11-27. ISBN 978-615-5920-36-3
- [6] Nagy R. A természeti katasztrófák, mint globális kihívások. In: Védelem tudomány. Vol 2, No 3., pp. 156-169. 2017. ISSN 2498-6194
- [7] Muhoray Árpád - Nagy Rudolf: A katasztrófák elleni védelem rendszere a létfontosságú infrastruktúrák biztonságáért. Rendészeti Szemle, 2010. 58. évf, 4. szám, 3-18.o.
- [8] Bándi Gy. Környezetbiztonság – jövő nemzedékek védelme – elővigyázatosság. Tudományos Közlemény. Vol 2, no 3, pp 342-349. 2021. ISSN 2732-2688
- [9] Lakatos M. et al. Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. Scientia et Securitas. Vol 2, No 2, pp 164-171, 2021. ISSN 2732-2688
- [10] Halász L. Climate Change and Extreme Weather Events. In: Földi L., Hegedűs H. (szerk). Effects of Global Climate Change and Improvement of Adaptation Especially in the Public Service Area. pp 55-86. Dialóg Campus, Budapest. 2019. ISBN 978-615-6020-09-3



- [11] Pisano A. et al. New Evidence of Mediterranean Climate Change and Variability from Sea Surface Temperature Observations. *Remote Sensing*. Vol 12, no 1, pp 132-150. 2020. ISSN 2072-4292
- [12] Johnson N.C. et al. Increasing occurrence of cold and warm extremes during the recent global warming slowdown. *Nature communications*. No 9, 2018. ISSN 2041-1723
- [13] Mezősi G. A klímaváltozás és hatásai. In: Mezősi G. (szerk): *Természeti veszélyek és hatásaik csökkentése*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2021. pp. 230-249. ISBN 978-963-454-692-4
- [14] Mezősi G. Geofizikai veszélyek. In: Mezősi G. (szerk): *Természeti veszélyek és hatásaik csökkentése*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2021. pp. 42-97. ISBN 978-963-454-692-4
- [15] Mezősi G. Trópusi, mérsékelt égövi ciklonok, konvektív légmozgásokkal kapcsolatos jelenségek, veszélyek. In: Mezősi G. (szerk): *Természeti veszélyek és hatásaik csökkentése*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2021. pp. 112-133. ISBN 978-963-454-692-4
- [16] Aghababaeian H. et al. Global Health Impacts of Dust Storms: A Systematic Review. *Environmental Health Insights*. Vol 15, pp. 1-28. 2021. ISSN 1178-6302
- [17] Mezősi G. Hidrológiai veszélyek. In: Mezősi G. (szerk): *Természeti veszélyek és hatásaik csökkentése*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2021. pp. 137-206. ISBN 978-963-454-692-4
- [18] Antal Ö. Az árvizek és földrengések okozta katasztrófák káros hatásai elleni hatékony védekezés megvalósításának elméleti és műszaki kérdései a megelőzés időszakában. In: Pohl Á. (szerk.). *Biztonság és Honvédelem*. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020. pp. 682-702.
- [19] Krausmann E., Necci A. Thinking the unthinkable: A perspective on Natech risks and Black Swans. *Safety Science*. Vol 139, pp 1-16. 2021. ISSN 0925-7535
- [20] Arvidsson B., Johansson J, Guldaker N. Critical infrastructure, geographical information science and risk governance: A systematic cross-field review. *Reliability Engineering and System Safety*. Vol 213, pp 1-18. 2021. ISSN 0951-8320



[21] Hornyacsek J. The Protection of the Population against the Impacts of Power Outages Caused by Extreme Weather. In: Földi L., Hegedűs H. (szerk). Effects of Global Climate Change and Improvement of Adaptation Especially in the Public Service Area. pp 87-122. Dialóg Campus, Budapest. 2019. ISBN 978-615-6020-09-3

[22] Bács Z. Gy. A külső biztonságpolitikai környezet és annak komplexitása. In: Dobák I. (szerk). Nemzetbiztonság a XXI. század elején. pp 31-41. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest. 2022. ISBN 978-963-531-638-0

[23] Nagy R., Somogyi T. The financial infrastructure as a critical infrastructure and its specialities. National Security Review. 2021/2, pp. 207-217. 2021. ISSN 2063-2908

[24] Teknős L. Current Issues in Disaster Management Aspects of Global Climate Change. In: Földi L., Hegedűs H. (szerk). Effects of Global Climate Change and Improvement of Adaptation Especially in the Public Service Area. pp 145-162. Dialóg Campus, Budapest. 2019. ISBN 978-615-6020-09-3

[25] Nagy Rudolf: A klímaváltozás hatása a kritikus infrastruktúrákra. Nemzet és Biztonság, Biztonságpolitikai Szemle (2010), 35-44.o.

Somogyi Tamás doktorandusz

Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola,

ORCID: 0000-0003-1397-697X,

somogyi.tamas@phd.uni-obuda.hu