



MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

Kiemelt közlemények

VIZI DÁVID BÉLA: *Felszín alatti beáramlás hatása a Tisza vízminőségére a Közép-Tisza vidékén*

BALLA TIBOR – PADÁNYI JÓZSEF:
Műszaki kiválóságok: Molnár Pál

EMBER ISTVÁN – PETRUSKA FERENC:
A felderítő-tűzszerészek alkalmazásának jogi szempontjai

30. évf. (2020)
2. szám

ISSN 2063-4986 (elektronikus)



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Műszaki Katonai Közlöny

Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara, valamint a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztályának elektronikus (online) megjelenésű tudományos folyóirata.

ISSN 2063-4986

Szerkesztőbizottság elnöke

Padányi József

Szerkesztőbizottság

Árpád Lőrincz

Hanka László

Hornycsek Júlia

Horváth Tibor

Kovács Tibor

Kovács Zoltán

Kuti Rajmund

Nagy Rudolf

Pavel Manas

Tóth Rudolf

Főszerkesztő

Kovács Zoltán

Szerkesztőség címe

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar,
Művelési Támogató Tanszék

1101 Budapest, Hungária krt. 9–11. A. épület, 949. iroda

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf. 15.

E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

Telefon: +36 1 432 9000/29 539 • HM 02-22-9539

Kiadó

Ludovika Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft.

info@ludovika.hu

1089 Budapest, Orczy út 1.

A kiadásért felel: Koltányi Gergely ügyvezető igazgató

Olvasószerkesztő: Resofszki Ágnes

Angol nyelvű olvasószerkesztő: Orbán Áron

Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla



Tartalom

Lukács László <i>A Műszaki Katonai Közlöny 30. évfolyamának köszöntése</i>	5
Vizi Dávid Béla Felszín alatti beáramlás hatása a Tisza vízminőségére a Közép-Tisza vidékén	11
Balla Tibor – Padányi József Műszaki kiválóságok: Molnár Pál	21
Lajos Horváth Characteristics of Roads Approaching Flood Protection Dikes, Factors Affecting Their Use, Main Problems and Challenges of Their Reconstruction	29
Csaba Hetyei – Rudolf Nagy Review of Wind Turbine Failures, Highlighting Fire Accidents	43
Olajosné Lakatos Boglárka Vízbiztonság – önkormányzati/ települési éghajlati adaptációs célú vízmegtartó objektumok létesítése	57
Szabó Veronika Anna Építőipari szigetelőblokk fejlesztése hulladékpalackból	77
Nepusz Adrienn Cementált talajok jelenlétének előrejelzése helyszíni vizsgálatokkal.	85
Tóth András – Bleszity János – Restás Ágoston A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési lehetőségei – 2. rész.	97
Ember István – Petruska Ferenc A felderítő-tűzserézszer alkalmazásának jogi szempontjai	117
Gergely Kovács Possibilities and Dangers of the Use of Digital (VR, AR) Devices in the Training System of the Defence Personnel	127

Lukács László¹

A Műszaki Katonai Közlöny 30. évfolyamának köszöntése

1922. november 4-én megjelent a *Rendeleti Közlöny* 55. számában a 23786/eln. 1922. számú alábbi *Körrendelet*, a *Műszaki Katonai Közlöny* alapításáról.

469

55. szám.
1922. november 4.



SZABÁLYRENDELETEK

RENDELETI KÖZLÖNY

A MAGYAR KIRÁLYI HONVÉDSÉG SZÁMÁRA

23786/eln. 1922. számú *Körrendelet*.

Tárgykivonat: *A Műszaki Katonai Közlöny alapítása.*

Azon célból, hogy a technika katonai fontosságát a m. kir. honvédség egyénei minél szélesebb körben megismerjék, továbbá hogy a technikai újításokat és annak fejlődését szemmel tarthassák, a «Műszaki Katonai Közlöny»-t megalapítottam.

A «Műszaki Katonai Közlöny» az általam kinevezett szerkesztő szerkesztésében jelenik meg, — elvileg minden negyed évben.

Felhívom az összes parancsnokságokat, hogy alárendelt tisztjeiket, akik a műszaki kérdések felől tájékozottak és azokkal előszeretettel foglalkoznak, a folyóirat szerkesztésében való közreműködésre és a folyóirat előfizetésére felszólítsák.

A folyóirat előfizetési díjai és a kéziratok nyomdakész állapotban, lehetőleg gépen írottan, ritkított sorokkal, de minden esetben a papírlapoknak csak egyik oldalára írva és minél nagyobb lapszállal a VI/5. osztály címére küldendők be.

A folyóirat előfizetési ára egy évre 240 korona.

Írói tiszteletdíj gyanánt az önálló munkák tiszteletdíját nyomtatott ívenként 1000 koronában állapítottam meg.

A képek és a rajzok díjazása a kinevezett szerkesztő és a szerző között létrejött megállapodás szerint történik.

Fordításokért nyomtatott ívenként 300 korona állapítható meg.

Könyvismertetéseknél nem az ismertetésnek, hanem a könyvnek terjedelmét kell alapul venni. Minden 15×25 cm. nagyságu oldal után 1 korona tiszteletdíj jár. Ha a nyomtatott oldalak nagysága a megadott mérettel nem egyezik, a tiszteletdíj megfelelően módosul.

Kelt Budapesten, 1922. évi október hó 27-én.

¹ A hadtudomány kandidátusa, egyetemi tanár, e-mail: llukacsv@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8569-5013>

József főherceg, tábornagy az első számot az alábbi mondatokkal bocsátotta útjára: „Maga a természet végezte a legnagyobb munkálatokat és így alkotta meg országunkat, hogy a mi hivatásunk a békés élet és nem a támadó háború, hanem a körülbástyázott önvédelem [...] Ha egyszer erőre kapott lesz e lap, akkor fogják csak látni azok, kik tán ma kételkedőleg veszik kezükbe, hogy mily igen nagy jelentősége van e szakmának.”

A lap sajnos nem „kapott erőre” és összesen egy évfolyamot ért meg.

A magyar katonai felsőoktatás műszaki tisztképzésért felelős szervezeteinél is rendszerváltás következett be az 1990-es években. A Kossuth Lajos Katonai Főiskola Műszaki Szaktanszékének és a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Műszaki Tanszékének oktató kollektívái elődeik szilárd szakmai tudásának bázisára alapozva tudományos műhelyként is kívánták szolgálni szeretett szakmájuk ügyét. Tették ezt többek között azért, mert a Magyar Honvédség szerkezeti átalakítása során eltűntek azok a nagy hagyományokkal rendelkező szakalegységek és egységek, amelyek korábban, például éves rendszerességgel tartották nagyon hasznos és fontos szakmai továbbképzéseiket, ahol beszámoltak fejlődésükről, a kiképzési és egyéb szakmai feladataik során szerzett új tapasztalataikról.²

A kezdő lépést a fenti műszaki tanszékek által létrehívott Hadtudományi Társaság Műszaki szakosztálya tette meg. 1991-ben történő megalakulásával egy időben alapította meg szakmai folyóiratát, amelynek – Rása László kollégánk kutató munkájaként „megtalált”, 1923-ban megjelent elődjéhez hasonlóan – a *Műszaki Katonai Közlöny* nevet adta. Büszke vagyok arra, hogy én vettem fel a szakosztályi szakmai folyóirat életre hívását, és mint ötletgazda egyben megbízást kaptam arra is, hogy szerkesszem a lapot. Nagy örömmel végeztem ezt a megtisztelő munkát a következő 23 évben. Az első lapszámunk borítója látható az alábbi képen.



² Az akkori MH Műszaki Főnökség évente a *Műszaki Évkönyv*ben is kiadta ezeket a tanulmányokat.

A kezdetek a mi lapunknak sem ígértek sok jót, hiszen a lelkesedésünkön és az ügy fontosságába vetett hitünkön túl semmi más nem állt rendelkezésünkre. Ezek persze nagyon fontosak, de egy folyóirat évi négy számának, mintegy 100–120 példányban történő megjelentetéséhez némi pénzügyi alap sem árt. Nekünk viszont ez nem volt sohasem, a kezdetektől a mai napig. Viszont Vörös István, az akkori Kossuth Lajos Katonai Főiskola Műszaki Szaktanszék tanszékvezető-helyettese „beajánlott” minket a Honvédelmi Minisztérium nyomdájába, hogy „maradék” papír felhasználásával térítésmentesen mégis megjelenhessen a lap. Attól kezdve ilyen és ehhez hasonló segítséggel tudtuk a nyomdai munkákat elvégeztetni. Aki áttekinti nyomtatásban megjelent lapszámainkat, az szembesülhet azzal, hogy az MHTT Műszaki szakosztály mellett még kívül, éppen melyik, a kiadást nyomdai szolgáltatással támogató szervezettel közösen jegyeztük az adott évfolyamot. Így szerepelt többek között a címlapon a volt Összhaderőnemi Logisztikai és Támogató Parancsnokság Műszaki-technikai Szolgálatfőnöksége, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) és a ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Kar is.

Az anyagi nehézségek ellenére pedig ez a lap – hála kitartó szerzőinknek, akik valóban magukénak érezték kiadványunkat – valóban „erőre kapott”, és már nemcsak évi négy számot tudunk kiadni, de pluszban tematikus különszámokat is (1993; 1994; 1995; 2001).

1995-ben újabb nagy lépést tettünk előre: az Országos Széchényi Könyvtártól ISSN-számot kaptunk.

2004 szintén fontos dátum a lap történelmében: az MTA Hadtudományi Bizottság mértékadó folyóiratává vált. A 15. évfolyam megjelenése alkalmából Ács Tibor, a Hadtudományi Bizottság akkori elnöke küldött méltató sorokat, amelyekből az alábbi mondatok is biztatást nyújtottak további munkánkhoz: „Hálásan köszönöm a nekem küldött Műszaki Katonai Közlöny XV. évfolyamának összevont számát, amely diszciplínánk egyik fontos tudományos folyóirata. Örömmel vettem kézbe és olvastam el ezt a számot, amely az értékes dolgozatok közreadása mellett, megjelentette az elmúlt 15 évfolyam bibliográfiáját is. Ez az áttekintés is bizonyítja, hogy az 1991. március 25-én alakult Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztály által másfél évtizede életre hívott periodikája [...] értékes írásaival hozzájárult a magyar hadtudomány és a katonai tudományos gondolkodás fejlődéséhez. [...]

Nagyon örülök annak, hogy az egyre nehezebb körülmények között is folytatjátok a megkezdett munkát és diszciplínánk minden művelőjének, tudományotok kutatóinak és szakembereinek fórumot biztosítva a lapotok megjelentetésével. A Műszaki Katonai Közlöny cikkeivel eddig is, és bízik abban, hogy a jövőben is elősegíti ország védelmünk és haderőnk fejlődését, elismerést szerezve a mértékadó hazai és nemzetközi tudományos körökben.”³

A biztatásra szükségünk is volt, mivel 2011-ben minden kiskapu bezárult előttünk: a nyomdai munkák költségeit a továbbiakban nem vállalta senki. Egyetlen lehetőségünk maradt, az online megjelenés, amelyhez tárhelyet az újonnan alakult Nemzeti Közszerződési Egyetem biztosított. Az új elektronikus lapot viszont nekünk kellett megalkotni,⁴ és a 21. évfolyamtól minden érdeklődő számára elektronikusan elérhetővé váltak szerzőink publikációi a Hadtudományi

³ L.: Ács Tibor köszöntője a 2007-es *Műszaki Katonai Közlöny* 1–4. számában.

⁴ Lebedy Ágnes munkáját dicséri a szép megjelenés.

és Honvédtisztképző Kar honlapján. Mivel azóta ebben a formában nem érhető már el a kiadvány, emlékeztetőül bemutatom az e-kiadvány nyitólapját.



Bármilyen kiadvány szerzői, szerkesztői számára fontos visszajelzés az olvasók, érdeklődők száma. Korábban ezzel kapcsolatban csak szóbeli megerősítést, dicséretet kaptunk. A 2012-ben létrejött Nemzeti Közzolgalmi Egyetem kari honlapján az új, elektronikus kiadású folyóiratoknál viszont egy olvasói számláló volt segítségünkre ebben. Úgy gondolom, akkor járok el helyesen, ha ennek bemutatásakor csak a mi lapunknál teszem nyilvánossá a januártól gyűjtött adatokat, a többi akkori folyóiratnál csak a számszaki eredményeket tartottam meg.



2013-ban a főszerkesztő életében történt jelentős változás. Június 30-ával, egy kormányrendelet kapcsán megszűnt a közalkalmazotti jogviszonyom az egyetemen. Ekkor vidéken laktam, és úgy gondoltam, a közvetlen jelenlét nélkül a főszerkesztői munkát nem lehet felelősséggel vállalni, ezért a 23. évfolyam 1. számának összeállításával lezártam életemnek ezt a korszakát,

elbúcsúztam az újságtól. Az ezt megelőző 22 évről számot adva: a megjelent 53 kiadványunkban 478 cikket, tanulmányt olvashattak az érdeklődők 5671 oldalon.

Azonban még egy feladatom maradt. A lap nyomtatott számai a leadott köteles példányok révén ugyan fellelhetők a Széchenyi Könyvtárban, továbbá az Egyetem Központi Könyvtárában és a Hadtörténeti Múzeum Könyvtárában, de a szakma mai művelői számára ez meglehetősen korlátozott hozzáférhetőséget jelentett. Utolsó „ötletként” az akkor ott dolgozó Bakos Tamás kollégánk biztatására 2011 őszén felkerestem a Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ, Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztály illetékesét, és felajánlottam, hogy a *Műszaki Katonai Közlöny* 1–22. évfolyamának publikációit jelentessék meg *Műszaki Katonai Tudástár* néven, DVD-n. Javaslatom meghallgatásra talált, és a lap indulásához hasonló módon „szabad kezet” kaptam a korai, még CONTEX-programmal íródott lapszámok digitalizálásához, valamint a kiadvány témajegyzék szerinti rendezéséhez. Így utolsó közszolgálati munkában töltött évem nyári szabadsága alatt vettem egy szkennert, és digitalizáltam a korábbi lapszámok általam megőrzött kéziratai alapján a cikkeket. Ennek alapján készült el 2012. év végére Bakos Tamás és a Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztályon dolgozó kollégái áldozatos közreműködésével a DVD-kiadvány. Ennek alapján olvashatók ma is a korai számok a lap mai archív gyűjteményében.

Az elmúlt hét évben örömmel láttam, hogy az újságunk él, szolgálja a szűkebb műszaki szakma és a kapcsolódó tudományterületek kutatóinak, szakembereinek a fejlődését. Aki a könyvespolcáról leemeli eddig megjelent nyomtatott számainkat, vagy elolvassa a most már elektronikusan is elérhető cikkeket, az a Magyar Honvédségben az elmúlt 30 év során bekövetkezett változásokat is nyomon tudja követni.

30 év nagy idő egy ember életében is. Egy szűk szakmai közösség, a szerzők és a szerkesztők tudományos élet iránti alázata, elkötelezettsége által támogatott folyóiratoként „megélve” ezt, talán nem tűnik szerénytelenségnek, ha kijelentem: kuriózum, megőrzendő érték. A Hadtudományi Társaság 2019-es vezetőségválasztó taggyűlésére, a régi vezetőség által írt beszámolóban egy sort sem olvashattunk az egyik szakosztályuk, akkor 29. évfolyamánál tartó kiadványáról. A mi szempontunkból azonban szakmai múltunk értékes, fontos eleme, és – örömmel látva jelenlegi állapotát – nagyon bízom benne, hogy a jövőben is szakmánk fontos segítője, egyben munkánk hűségese tükré lesz.

Még egy utolsó adalék a lap fontosságáról, a tudományos munkát és az egyetemi létet támogató szerepéről. A Nemzetvédelmi Egyetem megalakulását követően, a tisztképzés rendszerében is jelentős szervezeti és szakmai változások történtek. 1998-tól kezdődően az a megtiszteltetés ért, hogy 12 éven keresztül tanszékvezetőként is szolgálhattam a műszaki tisztképzés ügyét. Látva, tudva azt, hogy a Magyar Honvédségnél „eltűntek” azok a szervezetek, amelyek a műszaki szakma korábban eredményesen működő szakmai továbbképzéseit szervezték, a Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Katonai Műszaki Tanszékét próbáltam a szakmai összefogás fórumává, „tudásközpontjává” tenni, ezzel is támogatva a műszaki csapatok munkáját. Most utólag visszatekintve: az a nyolcfős tanszék erején felül teljesítve igyekezett megfelelni ennek a hatalmas felelősségnek. Az akkreditációs követelményeknek megfelelő létszámú tudományos fokozattal rendelkező (7 PhD, egy egyetemi doktori cím), két egyetemi tanárból, négy egyetemi docensből, egy-egy egyetemi adjunktusból és főiskolai docensből álló tanári kar a felsőoktatás teljes skáláját

lefedő oktatási tevékenységért (BSc, MSc, PhD) felelt. A műszaki tisztképzés bázisaként, elődei példájához hűen olyan mérnök-parancsnok szakembereket adott a Magyar Honvédségnek, akik az IFOR/SFOR Magyar Műszaki Kontingensben végzett munkájukkal a térségben szolgáló nemzetközi katonaközösség elismerését is kivívták. Katasztrófavédelmi mérnöki mesterképzési szakot alapított, és oktatta a kétéves képzésre jelentkező levelező szakembereket. A Katonai Műszaki Doktori Iskolán a Katonai Műszaki Infrastruktúra elmélete kutatási terület (akkor tudományszak) alapítása és vezetése is a tanszékhez kapcsolódott, és végezetül az oktatók mellett az Iskola doktorandusz hallgatóinak is nívós publikációs lehetőséget biztosított a tanszéken szerkesztett, idén 30 éves *Műszaki Katonai Közlöny* folyóiratban. Volt egyszer egy Műszaki tanszék... De ez már egy másik történet.

„Változatlan és örök csak egy marad, a műszakiak hagyományos fanatikus és bátor szíve, amely leküzd mindent...”
(Jacobi Ágost utászezredes, 1938.)

Vizi Dávid Béla¹

Felszín alatti beáramlás hatása a Tisza vízminőségére a Közép-Tisza vidékén

The Effect of the Groundwater Inflow on the Water Quality of the Tisza in the Middle Tisza District

A Tisza Magyarország egyik legjelentősebb folyójának tekinthető. Az elmúlt évtizedek során a rendkívüli árhullámok mellett a vízhiányos időszakok is egyre nagyobb kihívások elé állítják a vízügyi szakmát. A klímaváltozás ezt a folyamatot egyre inkább erősíteni fogja. A rendkívüli árhullámok, illetve aszályos időszakok valószínűsége növekvő tendenciát mutat. A folyó Szolnok térségének ivóvízellátását is biztosítja, ami alacsony mederteltség esetében veszélybe kerülhet. A folyó apadása során, amikor magasabban van a talajvíz szintje a Tiszához viszonyítva, érvényesül a folyó leszívó, megcsapoló hatása. A talajvízből ebben az esetben esély van különböző szennyezőanyagok folyóba áramlására.

Jelen írás célja, hogy bemutassa, a Tisza folyó tartósan alacsony mederteltsége esetén a felszín alatti beáramló vizek milyen mértékben jelenthetnek veszélyforrást a folyó vízminőségére. Bemutatom a mintavételezési eljárásokat, illetve a vizsgálati eredményeket is.

Kulcsszavak: vízminőség, vízhiány, talajvíz, felszíni víz, mintavétel

The Tisza is considered to be one of the most significant rivers in Hungary. In addition to extreme floods in recent decades, periods of water scarcity are challenging the water industry. Climate change will also strengthen this process. The likelihood of extreme floods and droughts is increasing. The river also provides drinking water supply to the Szolnok area, which could be endangered during low-water periods. During the recession of the river, when the groundwater level is higher than the water level of the Tisza, the draining effect of the river prevails. In this case, there is a chance for groundwater to release different pollutants into the river.

¹ Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, kiemelt műszaki referens, e-mail: vizi.david.bela@kotivizig.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-9424>

The aim of this paper is to show that the groundwater inflows may pose a threat to the quality of the river during low water periods. Sampling procedures and the water quality test results are also presented.

Keywords: water quality, water scarcity, groundwater, surface water, sampling

1. Bevezetés

A Tisza-vízgyűjtő az Európai vízgyűjtők között különlegesnek tekinthető. Bizonyos hidrometeorológiai helyzetekben a rendkívüli árhullámok kialakulására komoly az esély. A 2000-es évek elején ez különösen igaz volt, hiszen egymást követték a rekordvízállásokat produkáló árhullámok a Tisza magyarországi szakaszán.² Ezzel egy időben, az elmúlt évtizedekben a vízhiányos időszakok is egyre nagyobb kihívások elé állítják a vízügyi szakmát. Az aszályos periódusok különösen a Tisza-vízgyűjtő síkvidéki területeit érinti. E szélsőséges hidrometeorológiai szituációk kialakulásában komoly szerepet játszik a klímaváltozás hatása.³

Az elmúlt időszak európai szintű aszályjelenségeinek területi és időbeli eloszlását vizsgálva kijelenthető, hogy hazánkat valamennyi nagy európai aszály sújtotta. Magyarország területének körülbelül 90%-án magas az aszály kialakulásának a kockázata, a leginkább veszélyeztetett az Alföld térsége.⁴ Az aszályjelenségek károsító hatását lehetőség van csökkenteni a hatékonyabb vízgazdálkodási, illetve öntözési technikák alkalmazásával. Különösen fontos e módszerek feltárása, mivel a jövőben a több évig tartó, száraz időjárási jelenségek előfordulási gyakorisága egyre növekvő tendenciát mutat.⁵ Hazánkban átlagosan 10 évből 3-4 aszályosnak tekinthető. Különösen a gördülőaszály-jelenségek lettek kritikusak, amikor az egymás utáni aszályos évek többszörössé fokozzák az előző évek káros hatásait.⁶ Az átlagos éves vízhiány hazánkban a vízmérlegszámítások alapján 200-250 mm körül mozog. A szélsőségesen száraz hidrometeorológiai jelenségeknek köszönhetően az öntözésre felhasznált vizek mennyisége is növekedni fog.⁷ Hazánkban a megfelelő mennyiségű víz, megfelelő időben történő rendelkezésre állásáért a Vízügyi Igazgatóságok felelnek. A vízgazdálkodás rövid, illetve hosszú távú feladatait megfogalmazó Nemzeti Vízstratégia kiemelt figyelmet fordít arra, hogy a vízválság hazánkat elkerülje, illetve hogy kellő biztonságban legyünk a fenyegető szélsőséges hidrometeorológiai jelenségektől.⁸

A vizsgálat fő célja az volt, hogy a Tisza folyó tartósan alacsony mederteltsége esetén a felszín alatti beáramló vizek milyen mértékben jelenthetnek veszélyforrást a folyó vízminőségére.

² Szlávik Lajos: *A Duna és a Tisza szorításában*. Budapest, Közdok, 2006.

³ Bernhard Lehner et alii: Estimating the Impact of Global Change on Flood and Drought Risks in Europe: A Continental, Integrated Analysis. *Climatic Change*, 75. (2006), 3. 273–299.

⁴ Tamás János: Kihívások az aszálykutatás területén. *Hidrológiai Közlöny*, 96. (2016), 2. 13–20.

⁵ Szalai Sándor: Drought Tendencies in Hungary and Its Impacts on the Agricultural Production. *Cereal Research Communications*, 37. (2009), 501–504.

⁶ Pálfi Imre: Aszályok a Tisza-völgyben. In Fejér László – Kaján Imre (szerk.): *Mérlegen a Tisza-szabályozás*. Budapest, Magyar Hidrológiai Társaság – Országos Vízügyi Főigazgatóság, 1992. 33–40.

⁷ Somlyódy László: *Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 2011. Elérhető:

⁸ *Nemzeti Vízstratégia*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2017. Elérhető: www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/997966DE-9F6F-4624-91C5-3336153778D9/Nemzeti-Vizstrategia.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 04. 02.)

Ez a miatt is fontos feladatnak tekinthető, hiszen Szolnok térségének ivóvízellátása a Tiszán található felszíni víztisztító mű segítségével történik. Tartósan kisvízes időszak folyamán bizonyos komponensek esetében nehezen lehet tartható a 201/2001. (X. 25.) kormányrendeletben meghatározott határérték.⁹

Ehhez elsősorban meg kell határozni a hozzáfolyás mennyiségét, valamint vizsgálni annak minőségét. Maga a hozzáfolyás jelensége a Tiszai mederteltségtől függően a vízszintváltozások mértékétől az apadás ütemétől, a tartósságtól jelentős eltéréseket mutathat. Ennek legalább nagyságrendileg helyes meghatározásához rendkívül sokváltozós nagy vizsgált területre kiterjedő bonyolult számítási eljárás vagy még inkább hidrodinamikai modell felépítése és futtatása lenne alkalmas. Jelen dokumentum a különböző pontokon vett mintavételezési eljárást és a vizsgálati eredmények kiértékelését mutatja be.

2. A Tisza folyó hidrológiai jellemzése

A Tisza a Duna leghosszabb, legnagyobb vízgyűjtő területtel rendelkező mellékfolyója, Közép-Európa egyik legjelentősebb folyója. Az Ukrajnában lévő Máramarosi-havasokban eredő Fekete- és Fehér-Tisza összefolyásából keletkezik. Teljes vízgyűjtő területe 157 ezer km². A Tisza leghosszabb és végig szabályozott szakasza Magyarország területén található. Hazánk területének a fele tartozik a Tisza vízgyűjtőjéhez, 46 737 km².¹⁰

A Tisza forrásvidékének nagy esésű hegyvidéki szakaszain mederről még nemigen lehet beszélni. Az Alföldre kiért folyó már mélyen beágyazott mederben fut, esése fokozatosan csökken. Az alsó szakasz irányába a Bodrog torkolatától mederanyagként megjelenik az iszap és az agyag. Az Alsó-Tisza mederanyagára ugyancsak a rendkívül kis szemcseátmérő a jellemző. A folyó e szakaszán a mederesés 4 cm/km-re csökken.¹¹

A síksági folyók jellegzetessége a kanyargósság. A meanderezés jól megfigyelhető a Tisza felső szakaszán, ahol a Borsa torkolatáig az eredeti állapotok láthatóak. A folyó alsóbb szakaszán a folyó mederformáló képessége következtében a szabályozások óta is hozott létre kanyarulatokat.¹² Az Alföldön a folyó középvízi medrének szélessége átlagosan 100 m körüli. Egyes szelvényekben azonban ettől az értéktől jelentősen eltérhet. Szolnoknál például csupán 95 m-es a szűkület. Az árvízvédelmi töltések közötti hullámtéri területek átlagosan 1400-1800 m szélesek, azonban számos helyen az átlag felét sem érik el.

A Tisza magyarországi mellékfolyói – a Zagyva kivételével – mind külföldön erednek, és a folyó vízgyűjtő területének is csupán 30%-a tartozik hazánkhoz. A folyami lefolyásnak ennél sokkal kisebb hányada származik a hazai vízgyűjtőkről, a folyók vízjárását éppen ezért döntően nem a hazai, hanem más országok területén keletkező vizek alakítják, befolyásolják.

⁹ 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről.

¹⁰ Lászlóffy Woldemár: *A Tisza*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1984.

¹¹ Szlávik Lajos: *Vízkérelhárítási kézikönyv*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2016.

¹² Kovács Sándor: *Kisköre, déli országhatár közötti Tisza szakasz lefolyásviszonyainak jellemzése*. Kézirat. ATIKÖVIZIG – KÖTIKÖVIZIG, 2007. 1–43.

A magyarországi folyókra az árvizek előfordulása mellett az éven belüli változékonyság a jellemző. Kisvizek túlnyomórészt az őszi és a téli időszakban állnak elő. A vízhozamok és a vízjárték széles határok között ingadozik (1. táblázat).

1. táblázat. A Tisza folyó hidrológiai jellemzői

Folyó	Vízmerce	Vízjárték (cm)	Vízhozam (m ³ /s)	
			Észlelt minimum	Észlelt maximum
Tisza	Vásárosnamény	1178	47	3930 (1970.)
Tisza	Szolnok	1320	55	3320 (1895.)
Tisza	Szeged	1259	95	3820 (1970.)

Forrás: KÖTIVIZIG

A Közép-Tisza vidékén vízhiányos időszakról akkor beszélhetünk, amikor a folyó vízhozama a Kiskörei tározó felső, tiszabábolnai szelvényében 105 m³/s alá csökken. A Kisköre alatti alvízi szakaszon ekkor is biztosítani kell az élővilág számára elengedhetetlen 60 m³/s minimális vízhozamot. A 2003. évi rendkívül aszályos időszak során Szolnoknál a vízállás negatív rekordot döntött (LKV = -279 cm), a vízhozammérések tanúsága szerint ekkor 55 m³/s közeli vízhozam tartozott, amelynél a felszíni vízkivételi mű még éppen üzemképes maradt. A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény alapján az ivóvíz biztosítása a legelső szempont, ezért az utóbbit fogadták el mértékadó állapotnak.¹³

Az Alföld jelentős részét a Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszeren (röviden TIKEVIR) keresztül látják el a Tiszából származó szükséges vízkészlettel. A TIKEVIR jelenlegi rendszerének fő gerincét a Keleti-, Nyugati- Jászsági- és a Nagykovácsi-főcsatornák alkotják.¹⁴ A meglévő és a felhasznált vízhozamok arányát jól szemlélteti, hogy a Tisza kisvízi 100-120 m³/s-os vízhozamából a Keleti-főcsatornába 24-26 m³/s-ot, a Nagykovácsi-főcsatornába 26-30 m³/s-ot, a Tiszafüredi-főcsatornába 1-3 m³/s-ot, míg a Jászsági-főcsatornába 2-4 m³/s-ot (összesen mintegy 53-63 m³/s) vezetnek ki. A kisebb csatornákkal együtt behálózza az Alföldet, biztosítva a térség vízpótlását. Nélküle aszályos, száraz nyári időben ma már kiszáradna a Körös-völgy és a Tisza-völgy jelentős része. A TIKEVIR elsősorban az ökológiai vízpótlást, öntözést, halastavak vízellátását és a többletvíz elvezetését szolgálja. Szélsőségesen vízhiányos időszakban azonban a Tisza minimális vízhozamának fenntartása érdekében szükségessé válhat a térség vízpótlásának a korlátozása. Ebben az esetben a csatornába átvezetett vízmennyiséget csökkentik.

A 21. század rendkívüli árhullámai mellett egyre gyakrabban alakultak ki tartósan vízhiányos időszakok a Tisza mentén. Az elmúlt két évtized alatt kiemelendő a 2003-as, a 2012-es és a 2015-ös év, amelyek során minden esetben rendkívüli intézkedések bevezetésére került sor. A Tisza Kisköre alatti folyószakaszán a minimálisan tartandó 60 m³/s-ot a Kiskörei tározóban

¹³ 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.

¹⁴ Virágné Kóházi-Kiss Edit – Fejes Lőrinc: *A Tisza-tó szerepe az aszály mérséklésében*. Budapest, XXXIV. Országos Vándorgyűlés konferenciakiadványa, 2016. Elérhető: www.hidrologia.hu/vandorgyules/34/dolgozatok/word/0329_viragne_kohazi_kiss_edit.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 10. 12.)

visszatartott többletvíztömeg felhasználásával, valamint a TIKEVIR-be kevesebb vízmennyiség átvezetésével biztosították.

A folyó apadása során, amikor magasabban van a talajvíz szintje a Tiszához viszonyítva, érvényesül a folyó leszívó, megcsapoló hatása. Ez a jelenség a folyó parti sávjában mutatkozik meg a legerőteljesebben (1. ábra). Tartósan kisvízes időszakban lehetőség van e hozzáfolyások felmérésére.



1. ábra. Felszín alatti hozzáfolyás a Tisza 311 fkm-nél jelentős vas- és mangánkicsapódással

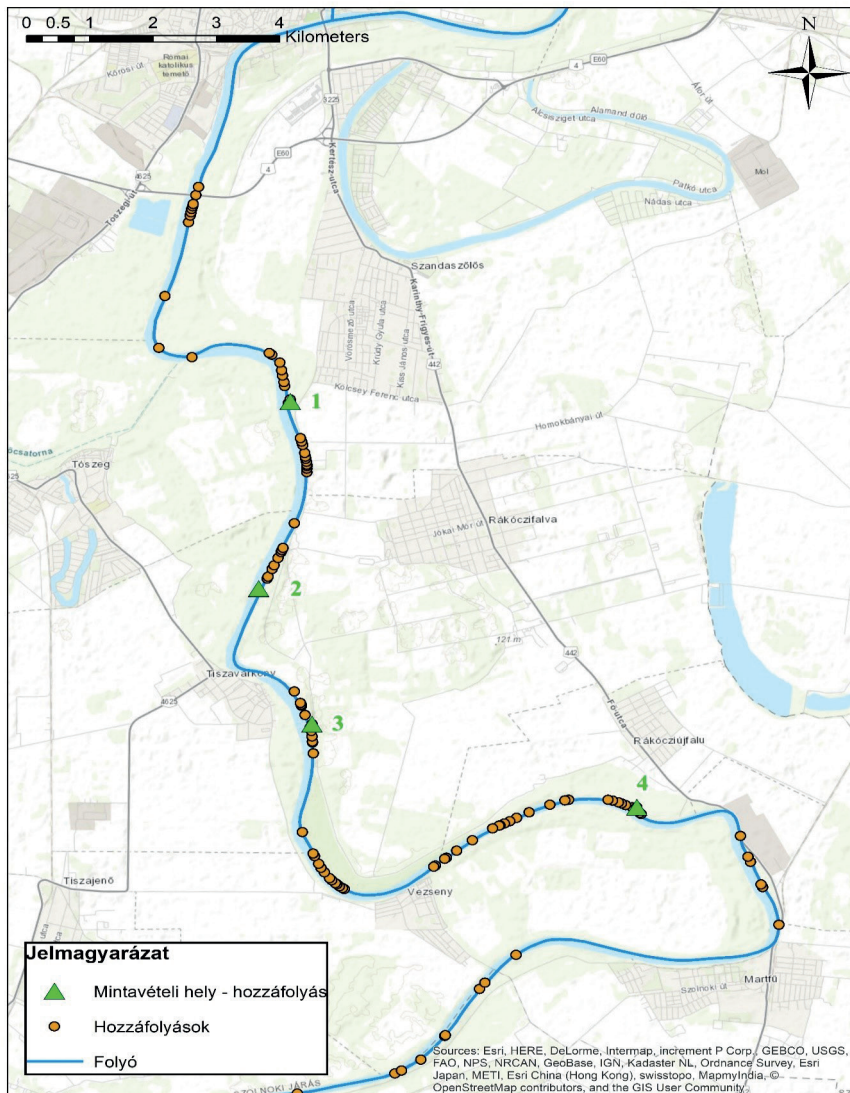
Forrás: a szerző felvétele

3. Mintavételi eljárás ismertetése

A tartósan alacsony mederteltségek esetén, pontszerűen, illetve hosszabb-rövidebb szakaszokon, ahol a vízzáró réteg a rézsűben vagy a mederfenéken kimetsződik és a vízállás ez alá a szint alá csökken, a felszín alatti vizek lepelszerű beáramlása szabad szemmel megfigyelhető. Ezekben a helyeken volt lehetőség a beáramló vizek lokális mennyiségének becslésére, illetve a vízkémiai vizsgálatokhoz szükséges minták begyűjtésére.

A mintavételre két évben is sor került a folyó ugyanazon folyószakaszán. 2016. szeptember 29-én, a szolnoki vízmércén mért –227 cm-es vízállásnál a Tisza bal part 323-as fkm-nél lévő partszakasz szivárgó vizéből (2-es számú mintavételi pont). 2019. szeptember 20-án három ponton is történt mintavételezés a Tisza folyó bal partján: a 326 fkm-nél (1-es számú mintavételi pont), a 320-as fkm-nél (3-as számú mintavételi pont) és a 311-es fkm-nél (4-es számú mintavételi pont). A mintavételek időszakában a szolnoki vízmércén –256 cm volt a vízállás.

A 2. ábra ismerteti a mintavételi helyeket, folyásiránynak megfelelő sorrendben. A 2019-es év folyamán Szolnok és Csongrád között regisztrálva lettek a part mentén látható hozzáfolyások nyomai is (térképen narancssárgával jelölve). A szeptemberi felméréskor a Tisza már közel egy hónapja ebben a vízállástartományban volt, így a legtöbb helyen már hozzáfolyás nem történt. A következő évek felmérései során már a folyó apadása alatt szükséges lenne a terület bejárására, illetve a mintavételezés megkezdésére.



2. ábra. Mintavételi helyek a Tisza Szolnok és Martfű közötti szakaszán

Forrás: a szerző szerkesztése

A 326 és 311 fkm közötti szakaszon több helyen is a korábban ismertetett jellegzetes, partról is jól megközelíthető, felszíni beszivárgás volt tapasztalható mindkét évben. A vízminta vételéhez az alábbi fényképen bemutatott módszert alkalmaztuk (3. ábra). A mederrézsűben tapasztalt szivárgás helyén a rézsűbe közel ~8 m hosszú gyűjtőárkot készítettünk, amelyet egy gyűjtő-

zsompba vezettünk. A gyűjtőzsombból a folyó felé túlfolyót ágaztattunk. A gyűjtőárkot, valamint a zsompot a mérést megelőző napon készítettük, amelyben már aznap szemmel láthatóan megindult az összegyülekezés. A mennyiségi mérés pontossága, valamint a vizsgálandó minták „zavartalansága” érdekében a mérést és mintavételezést csak az azt követő napon végeztük el. Ekkor szemmel láthatóan kiülepedett tiszta víz volt a gyűjtőzsombban és a beömlő csövön, valamint a túlfolyón keresztül egyenletes beállt áramlás volt tapasztalható. Így lehetőség volt a szükséges vízminta begyűjtésére, valamint a vizsgált szakaszon lokálisan befolyó mennyiség köbözéssel történő becslésére. Ez azonban kizárólag a gyűjtőárkba beszivárgó víz mennyiségének a becslését tette lehetővé.



3. ábra. Gyűjtőzsomp kialakítása

Forrás: a szerző felvétele

Ebből egzakt módon nem generálható az egyes szakaszokon tapasztalható hozzáfolyás mennyisége. A felszínen, azaz a mederrézsűn megjelenő hozzáfolyások kiterjedése és intenzitása jelentős eltéréseket mutatnak, valamint ezen túlmenően a vízáró réteg felszínének eltérő domborzata miatt számos szemmel nem látható víz alatti hozzáfolyás is feltételezhető.

4. Vízkémiai vizsgálati eredmények

A vizsgálat célja az volt, hogy a szivárgóvíz vizsgált paramétereinek koncentrációja mennyiben tér el a Tisza vízminőségétől.

A 2. táblázat eredményeiből jól látható, hogy a szivárgóvizek komponenseinek koncentrációja igen nagy változékonyságot mutat. A Tisza 2016-os és 2019-es mintatételeinek az eredményei között azonban egyik paraméter esetében sem tapasztalható jelentős eltérés.

2. táblázat. A Tisza és a szivárgóvizek mintavételének vizsgálati eredményei (vastaggal jelölve a jelentős eltérések)

Komponensek	Tisza 2016	Tisza 2019	1-es helyszín	2-es helyszín	3-as helyszín	4-es helyszín
pH	8,05	7,79	6,74	7,91	7,31	7,25
Fajlagos elektromos vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	490	529	3 220	1 064	772	1 378
Fenolft. lúgosság (mmol/l)	–	–	–	–	–	–
Metilnarancs lúgosság (mmol/l)	3,0	2,7	12,2	9,4	7,2	6,5
Összes keménység (mg/l)	102	90	1 227	283	238	422
Ca^{2+} (mg/l)	55	48	654	147	134	235
Mg^{2+} (mg/l)	11	9,7	133	34	21	40
Na^+ (mg/l)	36	38	121	83	21	45
K^+ (mg/l)	3,7	3,7	3,4	3,2	2,6	3,6
Összes kation (mgeé/l)	5,31	4,97	49,2	13,8	9,46	17,1
Kation típus	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca	Ca
Cl^- (mg/l)	50	54	215	50	30	86
SO_4^{2-} (mg/l)	59	57	1461	123	81	444
HCO_3^- (mg/l)	184	167	747	575	439	396
CO_3^{2-} (mg/l)	–	–	–	–	–	–
Összes anion (mgeé/l)	5,65	5,46	48,7	13,4	9,73	18,16
Anion típus	HCO_3^-	HCO_3^-	HCO_3^-	HCO_3^-	HCO_3^-	HCO_3^-
Arzén ($\mu\text{g}/\text{l}$)	2,2	1,9	38	9,5	38	12
Réz ($\mu\text{g}/\text{l}$)	2,2		3,1	<2,0	6	<2,0
Kadmium ($\mu\text{g}/\text{l}$)	<0,1	<2,0	<0,1	<0,1	0,19	<0,1
Króm ($\mu\text{g}/\text{l}$)	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Higany ($\mu\text{g}/\text{l}$)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Nikkel ($\mu\text{g}/\text{l}$)	2,2	<1,0	4,1	2	12	4,5
Cink ($\mu\text{g}/\text{l}$)	<10	<10	19	<10	42	<10
Ólom ($\mu\text{g}/\text{l}$)	<1,0	<1,0	6,8	<1,0	32	5,3
Vas ($\mu\text{g}/\text{l}$)	–	<100	11 750	–	8 310	16 740
Mangán ($\mu\text{g}/\text{l}$)	–	<20	5 061	–	9 309	1 582

Forrás: a szerző szerkesztése

A szivárgóvíz elsősorban sótartalomban tért el. A fajlagos elektromos vezetőképessége minden esetben több mint duplája a Tisza sótartalmának, ami felszín alatti víz esetében előfordulhat. A legnagyobb koncentrációt az 1-es mintavételi pontnál határoztunk meg. Lontípusváltást azonban semmiképp sem okozhat, hiszen a Tiszához hasonlóan kalcium-hidrogén-karbonátos.

Fontos megemlíteni a szivárgóvizek arzéntartalmát, amely 9,5 és 38 $\mu\text{g}/\text{l}$ közötti értéket mutat. Tekintettel arra, hogy az ivóvizek arzéntartalmának határértékét 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ -re kívánják csökkenteni, jelentős mennyiségű felszín alatti beáramlást feltételezve ez már problémát okozhat, mivel a Tisza kiemelt fontosságú vízbázis. Szolnok város és több környező település ivóvízellátása (közel 40 ezer lakás) a folyóból történik.

A 2019-es mintavételezések esetében a nikkel, cink és az ólom koncentrációja jelentősen magasabb volt a szivárgóvizeknek, amely valamilyen szennyezés jelenlétére utalhat a térségben. A nehézfém-szennyezések forrását azonban nehéz egyértelműen megállapítani. További mintavételezéssel megállapítható lehet, hogy egyszeri szennyezés történt, vagy esetleg folyamatosan fennálló terhelés jelenlétére utalnak a vizsgálati eredmények.

A 2016-os év során a vas- és mangánkoncentrációt nem határozták meg. A mintavételi helyeken azonban szemmel látható volt a vas- és mangánkicsapódás is. A 2019-es vizsgálati eredmények alapján a felszín alatti vizekre jellemző módon igen magas koncentrációt állapítottunk meg mind a kettő komponens esetében.

5. Következtetések

A vizsgálat fő célja az volt, hogy meghatározzuk, a Tiszát alacsony mederteltség esetében tápláló felszín alatti hozzáfolyás jelenthet-e vízminőségi szempontból kockázatot. Ebből a célból regisztrálva lettek a part mentén szemmel látható beáramlások nyomai, illetve ki lettek jelölve egy adott folyószakaszon mintavételi helyek. Fontos megjegyezni azonban, hogy a vízzáró réteg felszínének eltérő domborzata miatt számos szemmel nem látható víz alatti hozzáfolyás is feltételezhető.

A 2019-es év tapasztalatai azt mutatták, hogy a hozzáfolyások számbavételét már az alacsony mederteltség beállta előtt meg kell kezdeni. Ily módon lehetőség van több mintavételi pont kijelölésére is, hogy a folyó nagyobb szakaszán képet kaphasson a szivárgóvizek vízminőségéről.

A szivárgóvizek esetében a legnagyobb problémát az egyes minták magas fémtartalma jelentheti. A 2019-es mintáknál a nikkelt és az ólom minden esetben többszöröse volt a megengedettnek. A magas fémterhelés utalhat a közelben található szennyezőforrások jelenlétére.

Hazai sajátosságnak tekinthető a felszín alatti vizek magas arzéntartalma, amely a szigorodó határértékek miatt a későbbiekben jelenthet problémát a felszíni vizek ivóvízcélú felhasználása során is.

A későbbi vizsgálatok során javasolt olyan mintaterületek kijelölése, ahol lehetőség van a talajvíz mintázására egy, a partmenti hozzáfolyás közelében található talajvízkútból. Ily módon jobban összehasonlíthatóvá válnak a különböző rétegek vízminőségei a szivárgóvízzel.

A vizsgált szakaszon gyűjtött és megmért szivárgóvíz mennyisége megközelítőleg ~30 l/óra volt. Ahogyan az előzményekben említettük ez a mérési módszer, illetve eredmény nem alkalmas adott szakaszon a pillanatnyi hozzáfolyás becslésére. Meghatározható azonban adott pontszerű terhelések hozzáfolyása, illetve szennyezőanyag terhelése.

Meglátásunk szerint további vizsgálatokra, az elvárt eredmények meghatározását követően, a meglévő adatbázisok alapján kalibrálható, a valós folyamatokat legalább nagyságrendi szinten leképezni képes modellezési eljárások kidolgozása és alkalmazása során van lehetőség.

Felhasznált irodalom

Kovács Sándor: *Kisköre, déli országhatár közötti Tisza szakasz lefolyásviszonyainak jellemzése*. Kézirat. ATIKÖVIZIG – KÖTIKÖVIZIG, 2007. 1–43.
Lászlóffy Woldemár: *A Tisza*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1982.

- Lehner, Bernhard – Petra Döll – Joseph Alcamo – Thomas Henrichs – Frank Kaspar: Estimating the Impact of Global Change on Flood and Drought Risks in Europe: A Continental, Integrated Analysis. *Climatic Change*, 75. (2006), 3. 273–299. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-6338-4>
- Nemzeti Vízstratégia. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2017. Elérhető: www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/997966DE-9F6F-4624-91C5-3336153778D9/Nemzeti-Vizstrategia.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 04. 02.)
- Pálfai Imre: Aszályok a Tisza-völgyben. In Fejér László – Kaján Imre (szerk.) *Mérlegen a Tisza-szabályozás*. Budapest, Magyar Hidrológiai Társaság – Országos Vízügyi Főigazgatóság, 1992. 33–40.
- Somlyódy László: *Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 2011. Elérhető: http://old.mta.hu/data/Strategiai_konyvek/viz/viz_net.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 04. 03.)
- Szalai Sándor: Drought Tendencies in Hungary and Its Impacts on the Agricultural Production. *Cereal Research Communications*, 37. (2009), 501–504.
- Szlávik Lajos: *A Duna és a Tisza szorításában*. Budapest, Közdk, 2006.
- Szlávik Lajos (szerk.): *Vízkérelhárítási kézikönyv*. Budapest, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2016. Elérhető: www.ovf.hu/hu/hirek-ovf/vizkarkonyv (A letöltés dátuma: 2019. 04. 10.)
- Tamás János: Kihívások az aszálykutató területén. *Hidrológiai Közöny*, 96. (2016), 2. 13–20.
- Virágné Kőházi-Kiss Edit – Fejes Lőrinc: *A Tisza-tó szerepe az aszály mérséklésében*. Budapest, XXXIV. Országos Vándorgyűlés konferenciakiadványa, 2016. Elérhető: www.hidrologia.hu/vandorgyules/34/dolgozatok/word/0329_viragne_kohazi_kiss_edit.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 10. 12.)

Jogforrások

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról
2017/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről

Balla Tibor¹ – Padányi József²

Műszaki kiválóságok: Molnár Pál

Engineer Geniuses: Pál Molnár

Sorozatunk következő műszaki kiválósága Molnár Pál. Műszaki tisztként harcolt az I. világháborúban, részt vett a Tanácsköztársaság Vörös Hadseregének honvédő harcában, és szolgált a Nemzeti Hadseregben. Mindvégig műszaki szakmai beosztásokban dolgozott, eljutva az altábornagyi rendfokozatig. Sorsa mégis tragikusan ért véget, ami még inkább indokolja, hogy megemlékezzünk róla.

Kulcsszavak: *gyalogharc, átkelés, Haditechnikai Intézet, állásharc*

The next military engineer presented in our series is Pál Molnár. As a military engineering officer, he fought in the First World War, took part in the national defence campaigns of the Hungarian Soviet Republic's Red Army, and later on served in the National Army. During his entire career, he served in military engineering assignments, reaching the rank of lieutenant general at the end. His life ended tragically, which is one more reason to commemorate him.

Keywords: *infantry fight, river crossing, Institute for Military Technology, trench warfare*



1. ábra. Molnár Pál arcképe

Forrás: Hadtörténeti Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Levéltár, Budapest, Tiszti anyakönyvi lapok 1106/1892.

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, kutatóprofesszor, e-mail: balla.tibor@uni-nke.hu ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2476-8981>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi tanár, e-mail: padanyi.jozsef@uni-nke.hu ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6665-8444>

Molnár Pál 1892. december 20-án született Vácott (1. ábra). Apja Molnár Péter nyugállományú MÁV-felügyelő, édesanyja Kacz Mária Klára. 1942. július 7-én nősült meg, felesége Szepesi Margit Olga, akit másodszeri nyugállományba helyezése után, 1942-ben vett el.

Az elemi iskolát Vácott 1898-tól 1902-ig, a gimnázium öt osztályát Budapesten végezte 1902–1907 között. 1907-től 1910-ig a soproni Honvéd Főreáliskola növendéke volt, majd 1910–1913 között a császári és királyi Katonai Műszaki Akadémiát végezte Mödlingben. 1921–1923 között a budapesti József Nádor Műszaki Egyetemen szerzett okleveles mérnök diplomát. Katonai pályafutása során több szakmai tanfolyamot végzett el sikerrel, így 1918-ban a császári és királyi vezérkari tanfolyamot Belgrádban, 1929–1930-ban a honvéd törzstiszti tanfolyamot Budapesten, 1934-ben pedig a honvéd harcászati és hadműveleti tanfolyamot szintén Budapesten. Németül tökéletesen, franciául jól beszélt és írt, az orosz, valamint az olasz nyelvet olvasási szinten sajátította el.³

Tényleges tiszti szolgálatát 1913. augusztus 18-án hadnagyként kezdte a császári és királyi 5. utászsászlóalj 3. századában, Pozsonyban. Az I. világháború kitörésének időpontjától, 1914. augusztus 1-jétől szakasparancsnokként harcolt a császári és királyi 5. utászsászlóalj 5. századában a szerb hadszíntéren (2. ábra). Itt részt vett a Sabác környéki átkelés műszaki támogatásában, áthajózási kompok és egy hadihíd építésében és fenntartásában. Utóbbit – amelynek hossza 695 m volt – nyolc óra alatt építette meg hat utászsászlóalj. A híd 200 órán keresztül segítette a sabáci küzdelemben a Monarchia csapatait.⁴ A szerb ellentámadás miatt a katonai vezetés elrendelte a híd megsemmisítését. Jól mutatják a műszakiak eltökéltségét Molnár Pál következő mondatai: „[A]z utásztisztek a kapott parancs ellenére és saját kezdeményezésükből összeszedték századjaikat és minden intézkedés nélkül a hídra rohantak és megkezdték annak tagonként való lebontását. A híd percek alatt eltűnt, a tagok saját parton egy órán belül ki voltak kötve és a kereken hétszáz méteres hadihíd anyaga meg volt mentve. Még a szerb parton lévő partfát is elhoztuk!”⁵

1914 novemberében már az orosz fronton harcolt. Utászaival részt vett a „Kárpáti húsvéti csatában”, sok esetben gyalogosként szálltak szembe az előretörő oroszokkal. Az utászsászlóalj ezekben a harcokban állományának kétharmadát veszítette el. Feladataik igen sokrétűek voltak, hiszen a hagyományos műszaki munkák (védőállások kiépítése, karbantartása, tökéletesítése, utak javítása, hidak megerősítése és karbantartása) mellett részt vettek a gyalogharcokban is. Sajátos feladatuk volt továbbá azoknak az újonnan rendszerbe állított harceszközöknek az alkalmazása is, amelyeket a gyalogság kezdetben bizalmatlanul fogadott. A harcok során utászok próbálták ki az új kézigránátokat, működtették az aknavetőket, lángszórókat, gyalogsági fényszórókat.

Jellemző egy mondata, amikor az új eszközökről ír: „December 9-én felvételeztük az első két aknavetőt, melyhez egy fél ívre litografált rövid használati utasítás és néhány láda lőszer volt csatolva. Tessék utászok, használjátok egészséggel eme új eszközöket, és ha tudjátok,

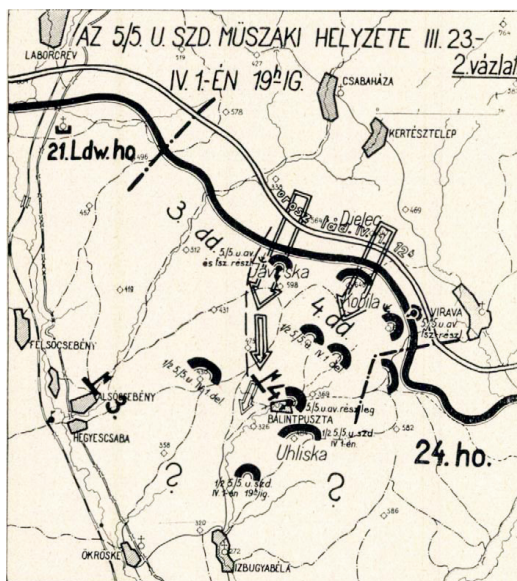
³ Hadtörténelmi Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Levéltár Budapest, Tiszti anyakönyvi lapok 1106/1892.

⁴ Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938. 91.

⁵ Uo. 92.

kedveltessétek meg a gyalogsággal is — mondta a hadosztály.”⁶ Cinikusnak is nevezhetnénk ezt a megközelítést, ha nem tudnánk, hogy vérrel írták utána a tapasztalatokat.

A nevéhez fűződik egy szokatlan műszaki vállalkozás is, amelynek célja az volt, hogy az erdőben megbújó orosz lövészeket kifüstöljék. A műszaki katonák – felszerelve egy hordó petróleummal, kis hordó kátránnyal – az éjszakai órákban észrevétlenül behatoltak az erdőbe, és megpróbálták azt felgyújtani. A feladatot végrehajtották, de a várt eredmény elmaradt, mert az erdő nem égett le. Ahogy Molnár megfogalmazza a tanulságot: „Csakis olyan műszaki harcselekmény érhet el sikert, amely nemcsak harcászatiilag van megalapozva, hanem amely egyúttal műszakilag is kellőleg alá van támasztva. Hiányosan előkészített, vagy anyagilag meg nem alapozott műszaki tevékenységtől nem lehet sikert várni és csak felesleges véráldozatra vezethet. Mert, ha a harcászat ismeri a véletlent, alkalmazza a meglepetést és számol a szerencsével is, addig a műszaki csak a biztosat ismeri, mert kétszer kettő az ellenség háta mögött is négy.”⁷



2. ábra. Az 5/5. utászs század helyzete az orosz fronton, 1915 tavaszán

Forrás: Jacobi i. m. (4. l.) 129.

1916 februárja és 1917 júliusa között az albániai hadszíntéren teljesített szolgálatot. Időközben, 1915. május 1-jén főhadnaggyá léptették elő. 1917 augusztusában hátországi beosztásba került: kiképzőtisztként szolgált a császári és királyi 51. árkász-pótzászlóaljban Pozsonyban, 1918. február 9-től pedig szakaszparancsnokként a császári és királyi 23. árkászszázalójban. 1918 augusztusától a Nagy Háború végéig a császári és királyi 1/51. árkászszázad parancsnoka volt az olasz hadszíntéren, itt érte az összeomlás. Ahogy írja: „És álljon itt emlékül megörökítve,

⁶ Molnár Pál: Jellegzetes utász harcselekmény. *Magyar Katonai Szemle*, 8. (1938), 1. negyedév. 74.

⁷ Uo. 77.

hogy az 1./51. árkászszázad zöme, melyet az október 30-iki sacilei bombatámadás az országúton szét nem sodort, mintegy 150 fő, vezetésem alatt és Bachmann Jenő zászlóssal, mint egyedüli alantos tiszttel 1918. november 18-án teljes fegyverzettel és a század pénztárával, mint zárt egység vonult be Szegedre az utászaktanyába, ahonnan 1914-ben, mint 3./7. utászszázad, dicsőséges tettekkel teleszórt útjára elindult.⁸

1918 novemberétől alakulata póttesténél szolgált Pozsonyban, 1919 februárjától pedig árkászszázad szakaszparancsnokként Kőszegen. 1919 áprilisától a székesfehérvári és a ceglédi hadtest műszaki parancsnokaként vett részt a Vörös Hadsereg harcaiban. 1919. augusztus 12-től román hadifogságban volt, majd onnan kiszabadulva, 1919. december 7-én belépett a Nemzeti Hadseregbe.

1920. január 1-jétől beosztott tisztként szolgált a budapesti katonai körletparancsnokságon, 1920. március 6-tól zászlóalj-segéd-tisztként a magyar királyi 1. hidász-zászlóaljnál Budapesten, 1921. január 20-tól a budapesti hídépítő-iskola parancsnokságán, 1921. június 1-jétől pedig a magyar királyi 1. honvéd utászzászlóaljban. 1921. szeptember 1-jén századossá lépett elő. 1921 szeptembere és 1923 szeptembere között a magyar királyi 1. honvéd utászzászlóalj, illetőleg a budapesti katonai körletparancsnokság állományába tartozott, egyidejűleg a budapesti József Nádor Műszaki Egyetemen végezte mérnöki tanulmányait. (Hivatalosan csak 1927. augusztus 1-jétől volt jogosult az okleveles mérnöki cím használatára.)

1923 szeptemberétől a budapesti Honvéd Főparancsnokság kiképzési osztályán szolgált előadóként. 1926. február 1-jétől a Honvéd Főparancsnokság műszaki szemlélőjének segéd-tisztje volt Budapesten. 1929. július 1-jétől csapatszolgálatot látott el a magyar királyi 1. honvéd gyalogezredben Budapesten. 1929. október 1-jétől 1930. március 17-ig a budapesti honvéd törzstiszti tanfolyam hallgatója volt, amelyet kiváló eredménnyel végzett el. 1930. március 18-tól különleges alkalmazású törzstisztként teljesített szolgálatot a magyar királyi 1. honvéd utászzászlóaljban, 1931. november 1-jétől őrnagyként.

1932. március 1-jén nyugállományba helyezték. 1932. szeptember 1-jétől altanácsnok lett a budapesti magyar királyi Haditechnikai Intézet állományában, 1933. április 26-tól pedig a Haditechnikai Intézet II. szakosztályának vezetője volt, 1934. november 1-jétől tényleges állományú alezredesként. 1937. május 1-jétől a magyar királyi „Bornemissza Gergely” 1. honvéd utászzászlóalj ideiglenes parancsnoka, 1938. november 1-jétől ezredesi rangban. 1939. január 23-tól a budapesti magyar királyi Haditechnikai Intézet parancsnokhelyettese (egyben a II. szakosztály vezetője is), 1939 októberétől a magyar királyi műszaki csapatok szemlélője. 1939. november 15-től a magyar királyi honvéd erődítési parancsnokságon szolgált Budapesten. 1940. március 1-jétől az esztergomi magyar királyi honvéd műszaki gyakorló és kiképzőtábor parancsnoka, 1941. január 1-jétől magyar királyi honvéd erődítési parancsnok Budapesten.

1941 augusztusától nyugdíjazásáig betegszabadságon tartózkodott Budapesten, 1942. február 1-jén pedig másodszor is nyugállományba helyezték, ezt követően a fővárosban élt.⁹ 1943

⁸ Molnár (1938) i. m. (6. lj.) 145.

⁹ Korai nyugállományba helyezésének pontos okát nem ismerjük. Lehet, hogy a háborús szerepvállalással nem értett egyet, de lehet az is ok, hogy az 1942. július 7-én Szepesi Margit Olgával kötendő házasságát az akkori vezérkari főnök nem engedélyezte. *Molnár Pál altábornagy*. Elérhető: <https://haditechnikaiintezet.hu/molnar-pal> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 06.)

márciusától 1944. november végéig a székesfehérvári Vadásztölténygyár gyárvezető igazgatói tisztét töltötte be.¹⁰

1945. április 27-én újra jelentkezett szolgálatra, majd a Honvédelmi Minisztérium ipari csoportjában szolgált ezredesi rangban. 1945. október 1-jén vezérőrnaggyá léptették elő. 1945. október 15-től az 1. műszaki hadosztály parancsnoka.

Az ország újjáépítésében végzett munkáról, a háborús pusztítást követő helyreállításról, az abban részt vevő műszaki katonákról a következőket írta: „Egy olyan világban, melyben a jognak és a kötelességnek egyensúlya nem volt meg, igyekeztem dolgozó honvédekkel mindazon kötelezettségeknek eleget tenni, melyeket az ország érdeke és demokráciánk építése érzésem szerint feltétlenül megkívántak. Helyes volt a minden körülmények között kikényszerített építő munka, a szerves bekapcsolódás az országos építő munkába és igazolnak bennünket a megindult közlekedés, a hírváltás mai magas foka, a hidakon át lebonyolódó forgalom, az elárasztástól megmentett otthonok és lakosok, az aknáktól mentesített és a termelésnek visszahódított városi és mezőgazdasági területek, valamint mindezeknek eredő következménye: az ország egyre lökhetőbb gazdasági élete.... Ez kissé a mi érdemünk is és ezért első sorban jár köszönet és elismerés a dolgozó honvédeknek, aki zord télben, egy szál alsónemű nélküli ruhában, éhesen, fagyos kézzel, rongyos bakancsban dolgozott jégtorlaszok között, állt őrt állomásokon és vonatokon, vagy bármely pillanatban aknák felszedésénél tette életét kockára a közösségért.”¹¹

1946. október 12-től a Hadiműszaki Törzskar (Műszaki Vezetési Törzs) főnöke. 1947. november 1-jétől a budapesti Katonai Műszaki Intézet – 1948. június 9-től a Haditechnikai Intézet – parancsnoka, amelyet ő szervezett meg. Munkája elismeréseképpen 1949. május 1-jén altábornaggyá léptették elő. Később az új rendszer vezetői már nem akartak vele dolgozni (annak ellenére, hogy 1947 júniusától a Szociáldemokrata Párt tagja, majd 1948-tól az MDP vezetőségi tagja volt), ezért 1950. január 19-én, immár harmadszor is nyugállományba helyezték.

Molnár Pál vitézségét, érdemeit és tehetségét a Magyarországon 1913 és 1950 (katonatiszti szolgálatának két végpontja) között létezett három különböző politikai rendszerben egyaránt elismerték. A következő (osztrák-)magyar kitüntetések birtokosa volt: 1915. március 13. Bronz Katonai Érdemérem hadiszalagon kardokkal, 1915. július 7. Ezüst Katonai Érdemérem kardokkal, 1917. január 8. Katonai Érdemkereszt III. osztálya hadidíszítménnyel, 1917. szeptember 11. Károly Csapatkereszt, 1930. február 27. Kormányzói dicséző elismerés látható jelét képező Magyar Koronás Bronzérem, 1930. április 15. Magyar Háborús Emlékérem kardokkal, sisakkal, 1933. augusztus 18. Tiszti Szolgálati Jel III. osztálya, 1936. december 4. Magyar Érdemrend tisztikeresztje, 1939. Magyar Érdemrend középkeresztje, 1941. június 18. Erdélyi Emlékérem, 1941. október 1. Nemzetvédelmi Kereszt, 1946. április 30. Kossuth Hídért Emlékérem, 1948. január 13. Magyar Köztársasági Érdemrend tisztikeresztje (utóbbi kettő az ország újjáépítése terén végzett munkájáért), 1948. 48-as Díszérem.

A külföldi kitüntetések közül az alábbiakat kapta meg: 1935. március 15. Osztrák Háborús Emlékérem (1914–1918) kardokkal, 1936. augusztus 14. Olasz Korona Rend parancsnoki

¹⁰ Hadtörténeti Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Levéltár i. m. (3. lj.)

¹¹ Molnár Pál: A dolgozó honvéd. *Hadtörténelmi Közlemények*, 2. (1955), 3–4. 267–303.

keresztje, 1937. Német Sas Rend III. osztálya, 1938. december 9. Német Sas Rend II. osztálya, 1939. január 18. Bolgár Háborús Emlékérem (1915–1918).

Végleges nyugállományba vonulása utáni sorsáról valamint halálának körülményeiről, illetőleg időpontjáról és helyéről nincsek adataink. Egy, a tisztí személyi anyagában fellelhető, saját kezűleg írt, keltezés nélküli búcsúlevelél tanúsága szerint, feltételezhetően öngyilkosságot követett el 1950. január 19-én bekövetkezett nyugdíjazása után.¹²

Személyiségéről sokat elmond bajtársa, Jacobi Ágost ezredes véleménye: „Ha munkám fokozatos fölépítésénél néha-néha kishitűség vett rajtam erőt, mellém állt buzdításával a mindig segítő, lelkes bajtárs, barát és hajdani tanítványom, aki mosolyogva evezett át velem együtt az ilyen veszélyes vizeken, jelül annak, hogy ezt a mesterséget 25 év előtt alaposan megtanulta tőlem. Az Isten áldja meg érte kedves Molnár Pál barátomat!”¹³

Molnár Pál nemcsak katonai vezetőként, parancsnokként méltó a figyelmünkre, hanem mint hadtudományi író, gondolkodó műszaki katona is. Az első világháborút követő években számos tanulmánya jelent meg, amelyekben feldolgozta háborús tapasztalatait, illetve az azt követő változásokat. Több tanulmányban foglalkozott a műszaki támogatás gyakorlati problémáival, az újonnan felmerülő harcászati–hadműveleti–hadászati kérdésekkel, de a második világhéges utáni újjáépítés során tapasztaltakat sem hagyta szó nélkül.¹⁴

Igen érdekes és előremutató írása a technikai eszközök megjelenésének hatása a harcra. Erről így vélekedik: „[V]ilágosan látható, hogy korszerű harcot haditechnika nélkül elképzelni sem lehet. Ebben rejlik tehát az a sokszor hangoztatott »technikai befolyás«. A haditechnika, azaz a katonai műszak a korszerű harcnak többé már nem egy mellérendelt tényezője, melynek számíttáson kívül hagyását következmények nélkül lehet kockáztatni, hanem olyan lényegi együttható, mely a hadrakelt sereg egész életműködését és összes tevékenységét a legmagasabb rangú vezetőtől a rohamozó csatárig minden vonatkozásban determinálja és ezért döntően befolyásolja.”¹⁵

Ugyancsak ehhez a gondolati körhöz tartozik a következő meglátása: „A természet jelenségeihez hasonlóan a harccselekmények is három tényezőtől függenek: az erőtől, a tértől és az időtől [...] Minden harccselekmény a három tényező tervszerű vagy véletlen kombinációján alapul, s az erők alkalmazása, a tér szerepe, illetve az időtényező befolyása a harccselekményeket a valóságba vetítve mozgási, fegyverhatási (tűz) és vezetési problémákká differenciálja [...] Csak akkor fogja a haderő megsemmisítő munkáját a legkisebb tömeg alkalmazása mellett elvégezni

¹² Hadtörténeti Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Levéltár i. m. (3. lj.)

¹³ Jacobi i. m. (4. lj.) 4.

¹⁴ Fellelhető munkái a következők: Jellegzetes utász harccselekmény. *Magyar Katonai Szemle*, 8. (1938), 1. 73–77.; A korszerű folyamatkezelés eszközei és azok alkalmazása. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 129–140.; Korszerű folyamatkezelési problémák. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 127–141.; Az idő jelentősége a hevenyészett erődítésnél. *Magyar Katonai Szemle*, 7. (1937), 1. 62–64.; Utászok gyalogharcban. *Magyar Katonai Szemle*, 7. (1937), 3. 61–69.; Szemelvények az 5. (pozsonyi) utászszázalój háborús történetéből. In Jacobi (szerk.) i. m. (4. lj.) 88–131.; A Piave. In Jacobi i. m. (4. lj.) 173–195.; Harc a műszaki zárakkal. *Magyar Katonai Szemle*, 9. (1939), 2. 139–143.; Néhány szó a németek átkeléséhez a Rajnán. *Magyar Katonai Szemle*, 10. (1940), 4. 435–440.; A harc és a haditechnika. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 147–153.; Hozzászólás a „híverés vagy áthajózás” című közleményhez. *Magyar Katonai Szemle*, 4. (1934), 3. 141–151.; Woyrsch átkelése Rytschwojnál. *Magyar Katonai Szemle*, 4. (1934), 4. 60–72.; Államerődítés-állambiztonság. *Magyar Katonai Szemle*, 4. (1934), 4. 145–158.; A technika és a technikus szerepe a hadviselésben. (együtt Fucsek Lászlóval) *Magyar Katonai Szemle*, 5. (1935), 3. 135–157.; A dolgozó honvéd. *Hadtörténelmi Közlemények*, 2. (1955), 3–4. sz. 267–303.

¹⁵ Molnár Pál: A harc és a haditechnika. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 147–153.

tudni, ha mozogni tud, ugyanakkor azonban az ellenséget mozgási lehetőségeitől megfosztja [...] Biztosítani kell azt, hogy a gyakorlati műszaki élet a tudományos kutatás minden eredményéről azonnal értesüljön és irányítást kapjon arra nézve, hogy az elért eredmények a technika mely ágazataiban használhatók fel. Meg kell tehát szervezni a szoros kapcsolatot a tudományos kutató és a gyakorlati élet között. Ezt egy Központi Technikai Intézet felállításával lehetne elérni.”¹⁶

Ebben a gondolatban jelenik meg először az 1947. november 1-jétől működő budapesti Katonai Műszaki Intézet – 1948. június 9-től a Haditechnikai Intézet –, amelyet ő szervezett meg, és lett első parancsnoka.

Tudományos közéleti aktivitását mutatja, hogy mind a *Magyar Katonai Szemle*, mind a Magyar Történelmi Társulat tudományos pályázatán megmérette magát írásaival, nem is sikertelenül.¹⁷

Tanulmányaiban számos olyan javaslatot fogalmazott meg, amelyek messze túlmutattak saját korán, és bevezetésük talán csökkentette volna a következő világháború műszaki veszteségeit. Érdemes kiemelni ezekből a következőt: „Célszerűnek tartanám a védelmi harc műszaki alapját képező erődítési kérdéseket nagyszabású csapatgyakorlatok alkalmával alaposan kipróbálni és ezáltal ellenőrizni, vajon még a mai viszonyok között is helytálló-e azok az elképzelések, amelyek annakidején a világháború állásharcaiban szerzett tapasztalatokból és benyomásokból szűrődtek le, és amelyek a mozgóharcban szerzett tapasztalatok hiányában talán már nem fogják fedni a korszerű mozgó védelem mai időbeli követelményeit. Egyetlen ilyen gyakorlat, különösen, ha azt gyors csapatokkal is kombináljuk, egészen biztosan nálunk is be fogja igazolni azt, hogy a modern harcban a műszaki alakulatok motorizálásának szükségessége ma már vitán felül áll.”¹⁸

Felhasznált irodalom

Hadtörténelmi Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Levéltár Budapest, Tiszti anyakönyvi lapok 1106/1892. Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938.

Molnár Pál: Államerődítés-állambiztonság. *Magyar Katonai Szemle*, 4. (1934), 4. 145–158.

Molnár Pál: A dolgozó honvéd. *Hadtörténelmi Közlemények*, 2. (1955), 3–4. sz. 267–303.

Molnár Pál: A harc és a haditechnika. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 147–153.

Molnár Pál: Harc a műszaki zárakkal. *Magyar Katonai Szemle*, 9. (1939), 2. 139–143.

Molnár Pál: Hozzászólás a „hídverés vagy áthajózás” című közleményhez. *Magyar Katonai Szemle*, 4. (1934), 3. 141–151.

Molnár Pál: Jellegzetes utász harccselekmény. *Magyar Katonai Szemle*, 8. (1938), 1. 73–77.

Molnár Pál: Az idő jelentősége a hevenyészett erődítésnél. *Magyar Katonai Szemle*, 7. (1937), 1. 62–64.

Molnár Pál: A korszerű folyamátkelés eszközei és azok alkalmazása. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 129–140.

¹⁶ Molnár Pál: A technika és a technikus szerepe a hadviselésben (együtt Fucsek Lászlóval). *Magyar Katonai Szemle*, 5. (1935), 3. 135–157.

¹⁷ A *Magyar Katonai Szemle* pályázatán „Többet ésszel, mint erővel” jeligével (Fucsek Lászlóval közösen), amíg a Magyar Történelmi Társulat pályázatán *A dolgozó honvéd* címmel nyújtott be tanulmányt. Előbbi II. utóbbi III. helyezést ért el, és mindkettőt közölték az adott lapok.

¹⁸ Molnár Pál: Az idő jelentősége a hevenyészett erődítésnél. *Magyar Katonai Szemle*, 7. (1937), 1. 62–64.

- Molnár Pál: Korszerű folyamatkezelési problémák. *Magyar Katonai Szemle*, 3. (1933), 4. 127–141.
- Molnár Pál: Néhány szó a németek átkeeléséhez a Rajnán. *Magyar Katonai Szemle*, 10. (1940), 4. 435–440.
- Molnár Pál: A Piave. In Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938. 173–195.
- Molnár Pál: Szemelvények az 5. (pozsonyi) utászászlóalj háborús történetéből. In Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938. 88–131.
- Molnár Pál: A technika és a technikus szerepe a hadviselésben. (együtt Fucsek Lászlóval) *Magyar Katonai Szemle*, 5. (1935), 3. 135–157.
- Molnár Pál: Utászok gyalogharcban. *Magyar Katonai Szemle*, 7. (1937) 3. 61–69.
- Molnár Pál: Woyrsch átkeelése Rytschwoznál. *Magyar Katonai Szemle*, 4. (1934), 4. 60–72.
- Molnár Pál: Az idő jelentősége a hevenyészett erődítésnél. *Magyar Katonai Szemle*, 7. (1937), 1. 62–64.

Internetes forrás

Molnár Pál altábornagy. Elérhető: <https://haditechnikaiintezet.hu/molnar-pal> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 06.)

Lajos Horváth¹

Characteristics of Roads Approaching Flood Protection Dikes, Factors Affecting Their Use, Main Problems and Challenges of Their Reconstruction

Az árvízvédelmi töltéseket megközelítő utak jellemzői, használatukat befolyásoló tényezők, helyreállításuk problémái és feladatai

In recent decades, a significant number of extreme-level flood waves have occurred in Hungary. In order to prevent and reduce flood damage, several intervention works have been carried out by organisations involved in flood protection. During these works the protective materials (sand, sacks, planks, stakes, and so on), human labor, heavy machinery and other equipment were transported along the flood protection dikes many times. These approaching routes have different pavements, bearing capacity and ownership, which make their use difficult. In this article, the author presents the typical features of these routes, the characteristics of their usage and its technical consequences, and also the reconstruction tasks needed following the flood protection works. The author made cost and price analysis for the reconstruction of different types of approaching routes and dike crown roads based on data collected from the operation area of the Middle-Tisza District Water Directorate (KÖTIVIZIG).

Keywords: flood protection, damage control, reconstruction, approach route

Hazánkban az elmúlt évtizedekben jelentős számban fordultak elő a nagy vízhozamú folyóinkon levonuló rendkívüli árhullámok. Az árvizek károkozásának megelőzése és csökkentése érdekében különböző beavatkozási munkák történtek a védekezésben részt vevő szervezetek részéről. Ezek végrehajtása során, számos esetben az árvízvédelmi töltések mentén folytak a szállítási feladatok

¹ Middle-Tisza District Water Directorate, technical deputy director, e-mail: horvath.lajos@kotivizig.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1499-503X>

(a védekezéshez szükséges eszközök, anyagok és személyek), valamint a nehéz munkagépek kárhelyre történő bejuttatása. Az ilyen megközelítő utak különböző burkolatúak, teherbírásúak és eltérő tulajdoni viszonyúak, amelyek sok problémát okoznak az igénybevételük során. Ebben a cikkben a szerző bemutatja az árvízvédekezések alkalmával ideiglenesen használt utak műszaki jellemzőit, az igénybevétel formáit, műszaki következményeit, valamint a kárelhárítási beavatkozásokat követően az utak helyreállításának feladatait. A szerző a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (KÖTIVIZIG) működési területének jellemzői alapján költség- és árelemzést végzett a különböző útburkolatú bekötő- és töltéskoronai utak rekonstrukciós munkáira vonatkozóan.

Kulcsszavak: árvízvédelem, kárelhárítás, helyreállítás, megközelítő útvonal

1. Introduction

After the 1990s there were several flood waves on River Tisza and its tributaries which entailed an extreme-level flood alert,² this way causing significant additional load on the flood protection infrastructure. These floods required serious financial resources, machinery and human labor during the protection and reconstruction works from the water management sector and the associated organisations. Besides the water directorates responsible for flood protection works, it was necessary to involve external organisations which could supply the needed machinery and technical equipment (for instance civil protection, military, construction companies, entrepreneurs, service companies, and so on).

KÖTIVIZIG (Middle-Tisza District Water Directorate) is responsible for flood protection works on a total of 707 km of primary-level flood protection line in case of an extreme level alert.³ This flood protection infrastructure consists of mostly unpaved earth dikes. Flood protection dikes are by nature trace-type structures following riverbanks and are located mainly in the periphery. In rainless weather there is easy access to them even by 3.5 tons trucks, however, approaching them by trucks exceeding 3.5 tons total weight or in rainy weather is difficult.

There is a chance for flood waves in the future on River Tisza which are larger than those in the past decades,⁴ therefore we have to be prepared to fight these floods and for the interventions needed to grant civil safety.

The actuality of the discussed topic is also proven by the fact that with the rising level of future flood waves and failed developments we can expect serious flood protection works in the future, which will require significant transporting capacity. In case of future floods the availability of the material needed and human resources should be provided according to the

² 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet az árvíz- és a belvízvédekezésről [KHVM regulation about flood and excess water protection], 12–16. §.

³ 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet az árvíz- és a belvízvédekezésről [KHVM regulation about flood and excess water protection], Annex 1, 579–622. rows.

⁴ Sándor Kovács, Attila Lovas and Károly Gombás, 'Magyarország árvízvédelme az integrált vízgazdálkodásban a Tisza folyó példáján' [Flood protection of Hungary in integrated water management demonstrated on the example of River Tisza], *Hidrológiai Közlöny*, no 4 (2016), 6–19.

'5 M' compliance rule⁵ of logistics (the right quantity, in the right time, in the right quality, in the right place with the right costs). At the moment the preparation plans of the water management sector contain only the material and human resource needs of the protection works for each alert level. However, an organising plan for transportation would also be needed, because approaching flood protection facilities is a special task, so the relating plans should already be available in the preparation phase.

Publications about flood protection works are common in Hungarian literature, but they don't examine either the availability of service roads needed for protection works nor the strain of their utilisation or the way and financing of their reconstruction. I found only one example for a publication directly examining the transportation (aerial, inland, maritime) of flood protection material and the construction of flood protection roads.⁶

My aim is to demonstrate the types and ownership of flood protection roads used during the flood protection works in the operation area of KÖTIVIZIG, and to make a cost analysis relating to the reconstruction of these roads.

I feel it important to draw the attention of experts to the importance of the damage and reconstruction of transportation roads during the preparation for flood protection works along primary protection lines. The organising of transportation of protection material should be done in a methodical and scheduled way, taking the available financial resources into consideration.

2. Flood protection organisational structure of KÖTIVIZIG

The basic tasks of the water management sector – thus including KÖTIVIZIG as well – are recorded mainly by the deed of foundation⁷ and also Act LVII. of 1995 on Water Management,⁸ 232/1996. (XII. 26.) Government regulation⁹ and 7/2012. (II. 10.) instruction of the Minister of Interior.¹⁰ The tasks of the water directorate within its territory are given by the state of Hungary and they include the water management of surface and ground waters such as: flood protection, river regulation, excess water management, drainage, agricultural water supply, water quality protection, environmental damage control and the operation of water management facilities.

According to the specifications of the Act on Water Management, the tasks of water related protection works – construction, development, maintenance and operation of protective structures, flood protection works – are the responsibility of the state, the local municipalities

⁵ Rudolf Tóth and Júlia Hornyacsek, 'Gondolatok a katasztrófa-elhárítás logisztikai kérdéseiről' [Thoughts about the logistics of disaster prevention], *Polgári Védelemi Szemle* különkiadás (2008), 93.

⁶ László Nagy, *Árvízvédekezés a településeken* [Urban flood protection] (Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2009), 210–222.

⁷ KÖTIVIZIG Alapító Okirat [Deed of Foundation] (Budapest, 2019), 4.3.

⁸ 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról [Act on Water Management]. Available: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500057.tv> (19. 04. 2020.)

⁹ 232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól [Gov. regulation about the rules of protection works against water damages].

¹⁰ 7/2012. (II. 10.) BM Utasítás a vízkárelhárítás országos irányításának szervezeti és működési szabályzatáról [BM instruction on the rules of organisation and operation relating to protection works against water damages].

and all those who are concerned in the prevention or protection against damages. As a result of other provisions of this law, certain tasks to be performed by those who are obliged can be identified based on the ownership of the protective structures.

KÖTIVIZIG is a middle-size directorate with a territory of 7,179.5 km² comprising 109 settlements, however, considering the magnitude of both its water damage control system and the protected area, it is one of the largest. 23% of Hungary's territory (21,200 km²) is threatened by floods, and 19% of those areas (4,057 km²) is located within the territory of KÖTIVIZIG. The area of Jász–Nagykun–Szolnok County is 5,607 km² and 4,245.5 km² of that is threatened by floods, which means 76% of the county.

These data show that in terms of excess water and flood risk the Middle-Tisza District and Jász-Nagykun-Szolnok County has one of the most unfavourable hydro- and geography in the country.

Relating to the potential damages, like those occurring during a flood, our directorate is managing the technical operations, while actions relating to civilians (evacuation, rescuing, social and healthcare, and so on) are made by local municipalities, authorities (for example, National Public Health and Medical Offer Service) and the civil protection through the management of protection committees.

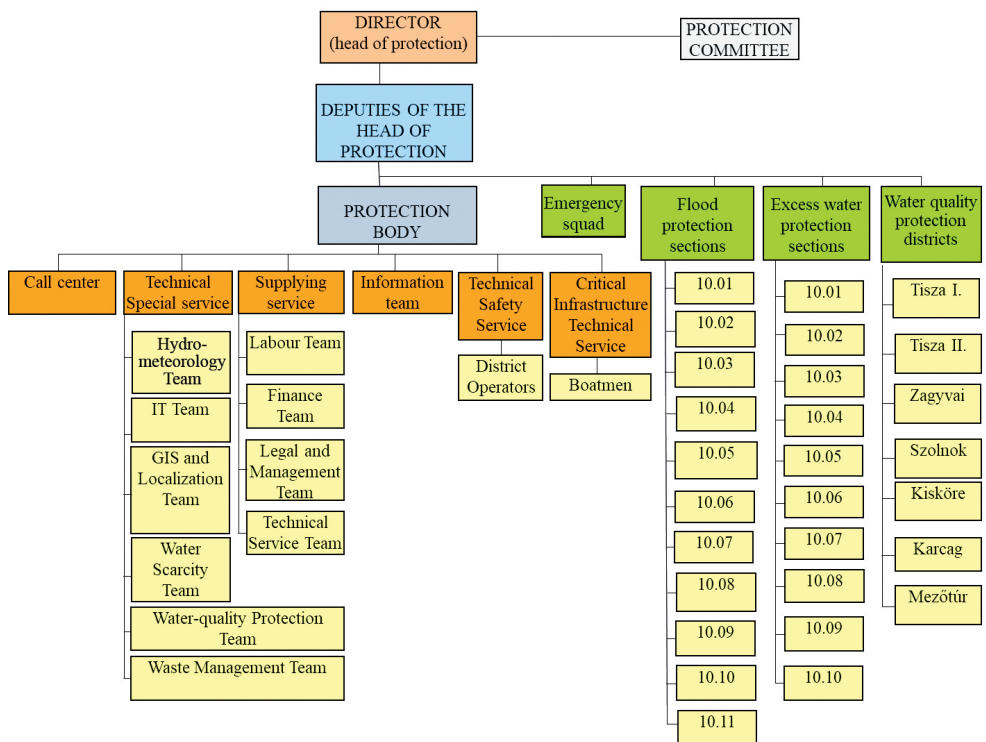


Figure 1. Protection organisation structure of KÖTIVIZIG

Source: edited by the author

Because of the length, age and state of the special protection facilities like earth dikes, it is very important to maintain a constant dike guard service and also an assisting watch service for the time of protection works. The guard system is one of the most important elements of the protection organisation during flood protection works, and the basic unit of that is the patrolled section. The general organisational structure of the water directorate is very unique, as it operates in two basic 'operation status': normal (peacetime) state, which means the period out of protection alert, and protection alert.

The present organisation structure of the directorate – as it was proven by past flood waves, including the 'Flood of the Century' – is capable of the technical management of flood protection. However, even smaller flood waves require the involvement of the local municipalities, the civilians and contracted entrepreneurs, and the contribution of the Protection Committee. Sometimes, in extreme-level alert, even the help of the army is needed.

3. Factors hindering approach to flood protection dikes. Transportation types

Technical interventions during flood protection works require significant machine power. This includes the mobilisation and transportation of protection material, but also earthwork may be needed. Heavy trucks are involved to the greatest extent. Given their location, the approach of flood protection dikes is a special task. As there is not always access to them from paved public roads, the trucks used for transportation should meet special requirements.

During the planning of flood protection works, the type of pavement and the quality of the roads to be used should be taken into consideration. In many cases the material should be moved on unpaved dike crowns or dirt roads, which require special ability trucks in rainy weather. Protection works are done parallel to the flood wave and there is no time to wait until the road conditions improve for normal trucks. In certain cases suitable machinery (bulldozer, scraper, grader, and so on) is needed for the continuous maintenance of the approach routes in order to provide the right conditions for flawless transportation.

The bearing capacity of the approach route is also critical, as it is not always possible to perform optimal transportation with the vehicles of the water directorate and its contracted partners in case of emergency. Traffic on the dike crowns in rainy weather is limited. During transportation we must not cause additional damages which could reduce the protective capacity of the flood protection facility. Where we cannot use higher loading capacity trucks without off-road abilities, a compromise is needed. This means that during the planning of intervention, in order to provide the needed protection material in the right time and right cycle, a larger number of off-road vehicles with lower loading capacity should be used. In most of the cases, pickup trucks are used, which are able to transport 1 ton of protection material safely. In case the conditions of the transport line do not make it possible to use the total loading capacity of the vehicles, we need to lower the transported volume. We cannot allow to slow down transportation as a result of improper load, to reduce safety or to block the transportation line by a vehicle stuck in the mud. While planning the transportation lines we should take into

consideration and should inform the drivers that transport on flood protection dikes is not the same as on public roads. The road is narrow, sometimes only 3 meters, the surface is unpaved, with one-way traffic and steep slope on both sides, and the water of the flooded river makes it even more dangerous. It happened several times that when the driver faced the conditions declined to participate, which is a risk the person in charge should calculate with.

If the location of certain protection works does not have any road access or can be approached only with a serious detour, a new transport road should be marked out or a flood protection road should be built. An example is the road near Tizsasüly in the year 2000 (Figure 2).



Figure 2. Construction of flood protection road of gravel at Tizsasüly in 2000.

Source: KÖTIVIZIG, inner network (intranet), 2000

Flood protection roads can be built of gravel, logs (Figure 3) or concrete sheets. When selecting the road material we should consider the shortest distance and the easiest availability in time.



Figure 3. Flood protection road made of logs in an agricultural area near Csongrád in 2006.

Source: KÖTIVIZIG, inner network (intranet), 2006

These temporary roads can cross agricultural, industrial, urban, periphery and any other type of areas, so the vehicles and machinery for the transportation of the road material should be selected carefully. The top priority is to finish transportation as soon as possible, this way enabling the start and continuous progress of further constructions. In every case the chain of

machinery should be selected and planned in a way to match this transportation line and the number of machines should be calculated in accordance with the material volume required by the given task. If the transportation road is not located on the dike crown, agricultural tractors with trailers can also be involved. When immediate intervention is necessary, the loading and unloading times need to be taken into account, which can be accelerated by using suitable machines instead of human labor and by using tip trucks for easier unloading.

Of course, this works only in certain cases, like with prefilled sandbags or granulous materials, while wooden planks will still need human labor. In case of unfavourable road conditions, when it is impossible to use the above mentioned machines – but also parallel to those – special military machinery can also be involved. Amphibious transportation tracks are universal to use in these cases (Figure 4).



Figure 4. Inland transportation of protection material near Csongrád and Kunszentmárton in 2006.

Source: KÖTIVIZIG, inner network (intranet), 2006

The other reason why transporting vehicles with different functions are also needed is the diversity of the protection materials. For example it is impossible to transport six meters long wooden planks by short platform trucks, consequently the transportation capacity should be chosen depending on the material to be transported.

Inland transportation is not always the fastest solution, so aerial and maritime transportation should also be taken into consideration for flood protection works.



Figure 5. Maritime transportation of protection material near Csongrád in 2006.

Source: KÖTIVIZIG, inner network (intranet), 2006

In case of maritime transportation the flood protection lines are accessed from the riverside (Figure 5). The vegetation of the floodplains can seriously affect the accessibility, which should be taken into consideration during the planning phase, and it might be investigated if the registered cuts for the ships are available and are in good condition. The availability of maritime transport equipment is limited, they can be found mainly in the fleet of the water directorates, the army and at private companies. It is important to locate carefully the loading areas, to where the protection materials also need to be transported.



Figure 6. Aerial transportation of protection material near Csongrád in 2006.

Source: KÖTIVIZIG, inner network (intranet), 2006

Aerial transportation of protection material is a very special task, as it is regulated by strict flight control rules, and it can be managed only by other organisations than water directorates (Figure 6). The close cooperation and continuous communication between the army and the water management sector is of vital importance. The primary aircrafts used for aerial transportation are helicopters, which are capable of lifting and moving serious weight up to 1–2 tons. This transportation method is mainly used in case of rapid interventions, as the ready-made materials can be transported to the desired location almost immediately. The protection material (mainly big-bags filled with prefilled sandbags) is hung from the helicopter on a wire cable and is put down exactly on the previously marked spot. Unloading causes severe turbulence in the working area, which requires increased attention from everyone on site, and it should also be prevented that equipment or material (for example empty sandbag) is taken up by the turbulence. The only disadvantage is that powerlines and trees can limit the movement of the aircraft and the possible unloading places. The planning, organising and managing of the transportation of protection material, equipment and personnel is an essential and very complex logistical task.

4. Types of approach routes used during protection works

The roads used for approaching protection work locations can be differentiated as constantly used, already existing public roads (occasionally private roads) or temporary roads constructed for the flood protection works.

Based on ownership they can be categorised as state-owned public roads, local municipality roads and private roads open or closed to public traffic. Roads on water directorate operated flood protection dikes spoil banks of irrigation, and excess water channels in areas operated by other water directorates are open to public traffic for vehicles under 3.5 t total weight assuming the relating licence is paid. Vehicles exceeding 3.5 t total weight are generally not allowed to use the roads operated by the water directorates. The exceptions are the vehicles with individual case-by-case licence, machinery participating in the maintenance work of the facilities and, of course, the vehicles involved in flood protection works.

Approach routes can also be distinguished by their pavement. Typically they are unpaved dike crowns and dirt roads in the periphery, however, there can be sections with solid pavement. These are paved mainly by gravel, tarmac, concrete or paving-blocks.

Gravel roads are typical for low-traffic and occasional use. At the water directorate, gravel roads are built to get access to excess water pump stations and other remote buildings, as occasionally these need to be inspected and maintained even in peacetime. In case of flood alert these roads also serve as transportation lines for fuel (diesel pump stations) and personnel.

The directorate uses tarmac pavement on road sections with higher, constant traffic, where there is daily transport needed for fulfilling everyday tasks even in peacetime. These roads lead to daily used pump stations and buildings with greater importance and also to the central flood protection storage facilities.

Concrete pavement was typically used in the past, at present we do not build such roads in our directorate. However, the concrete roads leading mainly to agricultural facilities are explicitly suitable for the transportation of protection materials, thanks to their high weight tolerance.

Recently, in urban areas, paving-blocks are commonly used, as they fit more into urban environment and can be used as pedestrian promenades. On these sections it is also important to provide the conditions needed for protection material supply, so the weight tolerance should be carefully calculated when designing the substructure.

Of course the use of all kind of roads can be considered at the event of flood protection, regardless of its type or ownership; with sufficient traffic control, even exclusive use can be granted for the vehicles participating in the protection works.

5. Damages made in the roads during protection works

The extent of the damage caused in the roads during flood protection activity depends on the weather conditions, the volume of protection material needed and the total weight of the vehicles used.

Below I will demonstrate the possible damages of certain road types through photos taken in the territory of KÖTIVIZIG.

Figure 7 shows the damage of an unpaved road, where the deep rutting caused by heavy-weight trucks is clearly visible. This happens typically in rainy weather and sodden ground. Reconstruction is cost effective, as only earth-moving machinery is needed, the material need is negligible. It is important to know though, that if rutting occurs on the dike crown, the

reconstruction should be done in accordance with the regulations specifying the solidness of dike constructions. So it is better to avoid using dike crowns for transportation in rainy weather.



Figure 7. Well maintained and damaged unpaved road (periphery of Szolnok and Pély).

Source: photos by the author (15. 04. 2020.)

In Figure 8 a damaged tarmac road can be seen, where heavy-weight transportation caused lengthwise and web-like cracking on the surface.



Figure 8. A tarmac road in good and damaged condition (periphery of Besenyszög and Pély)

Source: photos by the author (15. 04. 2020.)

The stripe with lighter color is the reconstructed part of the tarmac surface, made after the last flood protection. The reconstruction of tarmac roads has high costs relating both to material and labor.

On Figure 9 there is a damaged concrete road, where the surface broke and collapsed as a result of heavy traffic. We can see in the background that besides flood protection works there is also logging activity related transportation on this road, which also contributed to the damage. Before starting any flood protection works it is advised to make a survey of the general road conditions, to make the identification of damages possible at the reconstruction

directly relating to flood protection. The reconstruction of concrete roads has similarly high material and labour costs as that of tarmac roads, since typically the renovation of the entire surface is needed.



Figure 9. A concrete road in good and damaged condition (periphery of Besenyszög).

Source: photos by the author (15. 04. 2020.)

Figure 10 shows an approach route in urban environment, paved with concrete paving-blocks, at a location normally used as a promenade. The surface is cracked and sunk. If possible, the use of promenades for flood protection works should be avoided as there is a high risk of significant damages, the reconstruction of which is a very sensitive issue, it should be done as soon as possible due to the urban environment and the pressure from the civilians.



Figure 10. Paving-block surface in good and damaged condition (in Szolnok).

Source: photos by the author (15. 04. 2020.)

On Figure 11 we can see the damages made in a gravel road, where the heavy traffic caused potholes and sunk surface. It can be reconstructed in sections or even by spots, as the existing gravel can be easily refilled and the potholes can be repaired without significant machinery (for instance, there is no need for tarmac spreading or concrete slicking machine).



Figure 11. Gravel road in good condition and with damaged surface (periphery of Tiszasüly and Szolnok).

Source: photos by the author (15. 04. 2020.)

In general we can say that significant damages can be caused regardless of the type of the road surface, but the material costs of reconstruction are noticeably higher in case of solid surface roads. In the next chapter, I determine the specific costs of these reconstruction works.

6. Reconstruction works following protective interventions

I have made a cost analysis for the reconstruction of damages caused by flood protection related heavy traffic on different surface approach routes, based on the historical costs of reconstruction works made in the past years and the cost estimate manual¹¹ published by the Construction Information Center in 2019. The results of the cost analysis referring to the net specific square meter costs of road surface reconstruction are summarised in Table 1.

After comparing the specific costs it is easy to see and calculate that the reconstruction of approach routes entails very significant costs in the budget of each flood protection. Considering the roads of three meter width the average reconstruction cost for unpaved roads is 1–3 million HUF/km, while it is 75–110 million HUF/km in case of a concrete road. The costs of the intervention works at extreme level floods can reach up to billion magnitude, in which the proportion of costs covering the reconstruction of approach routes is very high. Unfortunately we can state that the reconstructions needed following flood protection works are not always completed entirely, mainly due to limited financial resources.

¹¹ Miklós Palugyay-Masát and Kálmán Petro, *Építőipari költségbeceklési segédlet* [Construction cost estimate manual] (Budapest: Építésügyi Tájékoztatási Központ, 2019).

Table 1. Reconstruction costs of different paving types

Type of approach road	Type of work	Net specific cost [HUF/m ²]	Net specific cost [HUF/m] (3 m width)
Agricultural area (temporary)	Landscaping, deep loosening, finishing off	300	900
Dirt road	Earth refilling, landscaping, profiling	1,100	3,300
Gravel-stabilised road	Landscaping, compression, gravel filling, splay	2,700	8,100
Road of concrete paving-blocks	Pavement reconstruction (paving-blocks removal, substructure reconstruction, 3 cm ballast layer, repaving of paving-blocks)	16,000	48,000
	Pavement construction I (15 cm antifreeze layer, 10–15 cm base layer, 3 cm ballast layer, 8 cm thick paving-block layer)	19,000	57,000
	Pavement construction II (20 cm antifreeze layer, 20 cm base layer, 3 cm ballast layer, 8 cm thick paving-block layer)	24,000	72,000
Tarmac road	Tarmac surface reconstruction I (4 cm milling, 5 cm wearing course)	7,000	21,000
	Tarmac surface reconstruction II (8 cm milling, 7 cm binder course and 5 cm wearing course)	13,500	40,500
	Constructing new tarmac surface I (20 cm anti-freeze layer, 20 cm base layer, 6 cm binder course, 4 cm wearing course)	23,000	69,000
	Constructing new tarmac surface II (20 cm anti-freeze layer, 20 cm subbase layer, 9 cm base layer, 7 cm binder course, 5 cm wearing course)	33,000	99,000
Concrete road	Reconstruction of concrete road	25,000	75,000
	Constructing new concrete road	37,000	111,000

Source: edited by the author based on Palugyay-Masát and Petro, 'Építőipari'

7. Conclusions

We can state that in the territory of KÖTIVIZIG all kinds of road types and ownerships can be potentially taken into account at the event of flood protection. Occasionally even the exclusive use of certain roads is possible, with proper traffic control provided by the police, as it is already part of the directorate's flood protection routine. The possible routes needed for protection works should be mapped and registered in the future, referring to each flood wave level.

It is also visible that the approach routes used for transportation during flood protection works may suffer serious damages, the reconstruction of which requires several hundred million, or occasionally billion Forints.

By using the specific costs defined in this study the reconstruction costs resulting from the transportation of the materials needed for the intervention works of certain flood wave levels can be planned and calculated easily in the preparation plans.

Before starting any kind of flood protection work it is highly advised to make a status survey, to avoid financing the reconstruction works of damages originating from other than flood protection related transportation.

The damages caused by transportation should be reconstructed following the flood wave, right after the temporary flood protection structures are removed. If this fails, the condition of the transportation roads will significantly decline, this way decreasing the efficiency of flood protection.

By preparing this study my goal was to use technical arguments to draw attention to the importance of the damage and reconstruction of transportation roads during the preparation for flood protection works along primary protection lines. The organising of transportation of protection material should be done in a methodical and scheduled way, taking the financial resources into consideration, this way preventing a disaster to happen.

References

- Kovács, Sándor – Lovas, Attila – Gombás, Károly: 'Magyarország árvízvédelme az integrált vízgazdálkodásban a Tisza folyó példáján' [Flood protection of Hungary in integrated water management demonstrated on the example of River Tisza]. *Hidrológiai Közöny*, no 4 (2016), 6–19.
- KÖTIVIZIG alapító okirat [Deed of Foundation]. Budapest, 2019.
- Nagy, László: *Árvízvédekezés a településeken* [Urban flood protection]. Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2009.
- Palugyay-Masát, Miklós – Petro, Kálmán: *Építőipari költségbeceklési segédlet* [Construction cost estimate manual]. Budapest, Építésügyi Tájékoztatói Központ, 2019.
- Tóth, Rudolf – Hornyacsek, Júlia: 'Gondolatok a katasztrófa-elhárítás logisztikai kérdéseiről' [Thoughts about the logistics of disaster prevention]. *Polgári Védelemi Szemle* különdiadás (2008), 88–99.

Legal References

- 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet az árvíz- és a belvízvédekezésről [KHVM regulation about flood and excess water protection]. Available: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700010.khv> (19. 04. 2020.)
1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról [Act on Water Management]. Available: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500057.tv> (19. 04. 2020.)
- 232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól [Gov. regulation about the rules of protection works against water damages]. Available: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600232.kor> (19. 04. 2020.)
- 7/2012. (II. 10.) BM Utasítás a vízkárelhárítás országos irányításának szervezeti és működési szabályzatáról [BM instruction on the rules of organisation and operation relating to protection works against water damages]. Available: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=143887 (19. 04. 2020.)

Csaba Heteyi¹ – Rudolf Nagy²

Review of Wind Turbine Failures, Highlighting Fire Accidents

Szélturbinák meghibásodásainak áttekintése, kiemelve a tüzeseteket

Modern military doctrines are increasingly emphasising the ability to autonomously use the capabilities supported by military infrastructure networks. Therefore, in the theatres of military operations, the temporary facilities should provide their own increasing energy needs. Military energetic engineers are increasingly exploring the technical solutions of energy production in camp environments.

In this article, not taking into consideration traditional fossil fuel technology, we concentrate on the renewable energy sources, especially the wind turbines. The wind energy utilisation can be a good solution for mobility and environmental aspects: released harmful material and noise level are lower than in the case of industrial generators. However, the technical safety of wind power plants requires improvement of human, environmental and fire safety. In this article, we will scope the wind turbine failures and highlight the fire accidents and the protection against them.

Keywords: energy, energy safety, fire, maintenance, smoke detector, wind turbine

Modern katonai doktrínák egyre inkább kiemelik a katonai infrastruktúrák autonóm működési képességeit. Egy adott ország infrastrukturális hálózatától távoli hadműveleti területeknek saját maguknak kell biztosítaniuk energiaforrásaikat, amely évről évre növekvő trendet mutat az elektronikai eszközök terjedésének köszönhetően. Taktikai bázisok méretétől függően a hadipari energetikai mérnökök a szükséges energiaszint biztosítására egyre nagyobb figyelmet fordítanak.

¹ Óbuda University, Doctoral School on Safety and Security Sciences, PhD Student, e-mail: hetyei.csaba@phd.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2915-4540>

² Engineer Colonel (Ret.), Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Associate professor, e-mail: nagy.rudolf@bvk.uni-obuda.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5108-9728>

Cikkünkben a hagyományos energiaforrásokat figyelmen kívül hagyva a megújuló energiaforrásokra koncentrálunk, közülük is a szélturbinákra. A szélenergia hasznosítása kellő technikai háttérrel egymobil megoldás, amelynek károsanyag- és zajkibocsátása alacsonyabb az ipari aggregátorokéhoz képest. A szélerőművek műszaki biztonságának ismeretében a humán és a környezeti biztonság javítható, az energiatermelés fenntartható. Cikkünkben a szélturbinák műszaki meghibásodásait vizsgáljuk meg, ezek közül is kiemelve a tüzeseteket és azok megelőzési módjait.

Kulcsszavak: energia, energiabiztonság, tűz, karbantartás, füstérzékelő, szélturbina

1. Introduction

In today's increased demand for energy, renewable energy sources started to be in the focus. By viewing any global trend for the renewables' market share year to year, we can observe a growing rate. For example, in a UNEP (United Nations Environment Programme) review³ we can see that the global new investment in renewable energy was in 2004 \$47 billion, in 2008 \$181 billion, in 2012 \$255 billion, in 2016 \$274 billion, in 2017 \$280 billion. On the other hand, the green, carbon-free energy demand is also increasing. The European Union has set a binding target for the energy consumption: 20% will come from renewable sources by 2020, and 32% will come by 2030.⁴

Thanks to the growing number of wind turbines, their size, mobility and usability are changing. Using the IEC 61400-2 (Wind turbines – Part 2: Small wind turbines) standard or the Canadian Wind Energy Association (CanWEA) standards we can group the wind turbines by their size and associate a possible field of use for military purpose. According to the CanWEA's study, the 'large-size' wind turbines have more than 300 kW installed capacity, the 'mid-sized' are between 30 to 300 kW, the 'small-sized' from 1 to 30 kW, and up to 1 kW they are the 'mini' or 'micro-size' turbines.⁵ The typical size of these turbines can be seen in Figure 1.

³ *Global trends in renewable energy investment 2018*, Frankfurt School – UNEP Centre, 2018. Available: www.iberglobal.com/files/2018/renewable_trends.pdf (22. 10. 2020.)

⁴ 'Renewable energy. Moving towards a low carbon economy,' European Commission. Available: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy> (06. 03. 2019.)

⁵ *Small Wind Siting And Zoning – Study Development Of Sitting Guidelines And A Model Zoning By-Law For Small Wind Turbines (Under 300 kW)*, Developed for the Canadian Wind Energy Association. Prepared by eFormative Options LLC. and Entegrity Wind Systems Inc., 2006. Available: www.toolkit.bc.ca/sites/default/files/Small_Wind_Siting_Bylaw%20and%20Guidelines.pdf (22. 10. 2020.)

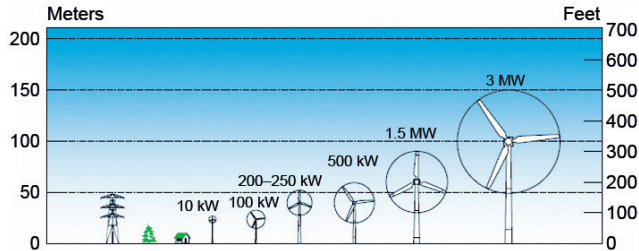


Figure 1. Typical wind turbine size by capacities

Source: 'Wind turbines size,' Electrical Engineering Portal. Available: <https://electrical-engineering-portal.com/wp-content/uploads/wind-turbine-sizes.gif> (22. 10. 2020.)

Using these size categories the large-scale and the upper two-thirds of the middle size turbines are base load power plants, the lower one-third can be used on the permanent operation fields, the small and micro-size can be on the temporary operation fields. For the last size, a tactical shelter system can be found in Figure 2.

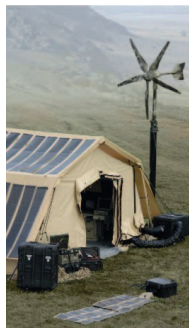


Figure 2. Tactical shelter system

Source: 'Tactical shelter system,' Energy Technologies Inc. Available: www.ruggedsystems.com/images/tss%20outside.jpg (22. 10. 2020.)

The wind turbines have a couple of components which can lose their reliability and have a failure or damage. If a turbine must stop by failure it causes huge financial damage for the energy company, because it cannot produce energy besides the cost of failure. The main components of a wind turbine are the foundation, tower, nacelle and the rotor (see Figure 3) and the electrical system.

The foundation is usually concrete reinforced by steel under the ground, the tower can be a tubular concrete or a welded or bolted steel structure. The primary components of the nacelle are the hub, bearings, gearboxes, brake, generator, shafts and the yaw system. The main parts of the rotor component group are the blades, the pitch system, the hydraulic unit and the lubrication system.

Most of the electrical components are installed in the nacelle and some are in the rotor and the tower. The electrical components of the wind turbines are the generator, transformer, inverter, rectifier, sensors and electrical control system parts.

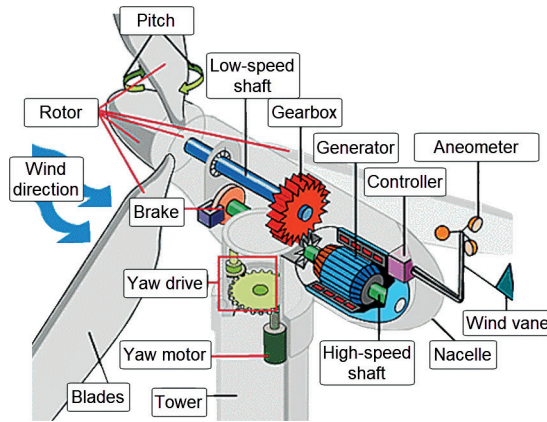


Figure 3. Wind turbine parts

Source: 'Wind turbine parts,' Wikimedia. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/EERE_illust_large_turbine.gif (12. 09. 2019.)

For a complex system, there is a complex variety of failures. For example, any sensors can corrode, the blades and any rotating or periodically loaded component can have fatigue fracture, the cooling system can be overheated, the gears can have pitting and cracking, the motors can have bearing problems, the lubrication system could clog, the oil tank can leak, the clutches can have misalignments, electric motors, transformers, controllers, components of the measurement system can have short circuits. Beyond this list there exist also some other failure issues. By this list, we can assume the wind turbine is a complex system and its maintenance should also have its complexity; according to Chan and Mo⁶ and the Caithness Windfarm Information Forum⁷ (CWIF) the cause of failure can be traced back to the lack of proper maintenance, which can be due to this complexity.

For the required availability and reliability of usage, one maintenance strategy is not enough, thus for the wind turbines, they use a maintenance mix, which is better for the structural and functional integrity (and financially). For a better understanding of the wind turbines maintenance system, Chan and Mo simulated a wind turbine with a maintenance mix and specified

⁶ Daniel Chan and John Mo, 'Life cycle reliability and maintenance analyses of wind turbines,' *Energy Procedia* 110 (2017), 328–333.

⁷ 'Summary of Wind Turbine Accident data to 31 December 2018,' Caithness Windfarm Information Forum, 2019. Available: www.caithnesswindfarms.co.uk/accidents.pdf (12. 03. 2019.)

a lifetime for the component. Heller⁸ was using statistical analysis to find a wind turbine's power curve, which can be used for precise design.

If we speak about failure, we should mention that there are some countries with the proper law or regulation for the protection of life and the urban region. For example Bavaria in 2016 passed an act according to which minimum 2 km distance between the habitable region and the wind turbines must be kept. Scotland in 2014 has suggested increasing the same distance from the current 2 km to 2.5 km.⁹

2. About wind turbines maintenance strategies

According to DIN EN 13306:2010,¹⁰ maintenance is a 'combination of all technical administrative and managerial actions during the life cycle of an item intended to retain it in, or restore it to, a state in which it can perform the required function'.

According to Chan and Mo, for the components of the wind turbine the breakdown replace, the scheduled service or replace and the condition based repair are used as maintenance strategies. We can speak about the breakdown replacement when the component's performance indicator decreases under the critical level and it cannot perform its task (continuous line in Figure 4). If we use scheduled service for maintenance strategy, we estimate the performance indicator's decrease, and at a specific time, we perform a maintenance procedure for increasing the performance indicator. In the performance indicator function, it can be a sharp increase or a longer slope (dashed line in Figure 4).

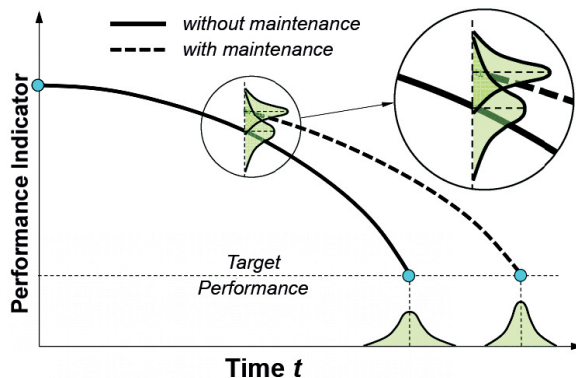


Figure 4. The change of the performance indicator over time

Source: Fabio Biondini and Dan M. Frangopol, 'Life-Cycle Performance of Deteriorating Structural Systems under Uncertainty: Review,' *Journal of Structural Engineering* 142, no 9 (2016)

⁸ Arnie Heller, 'Predicting Wind Power with Greater Accuracy,' Lawrence Livermore National Laboratory, S&TR, 2014. Available: <https://str.llnl.gov/content/pages/april-2014/pdf/04.14.1.pdf> (22. 10. 2020.)

⁹ 'Wind Turbine,' 2019, 5.

¹⁰ DIN EN 13306:2010: Maintenance – Maintenance terminology.

If we use the condition-based maintenance strategy, we must measure the component(s) performance indicator periodically or continuously depending on the importance of the parts. With the required amount and quality of data, with some statistical tool, we can estimate the component(s) lifetime and we can decrease the failure probability. This measurement can exemplify the working tolerance, vibration spectrum analysing, discontinuity density measurement and so on.

The prediction (for vibration spectrum analysis) starts with a frequency measurement in which we measure in the time domain and we decompose the measured signal with an FFT algorithm to the frequency domain. In the frequency domain, we can identify the component fundamental frequency and its harmonic components and some notable frequencies depending on the component(s). With a repeated measurement we can observe the changing of the peaks in low and high frequency ranges. Based on the change of amplitude and the available expert system's knowledge, a software can estimate us the remaining lifetime. In Figure 5 we can see the spectrum of a rotating component.

With this methodology we can decrease the errors caused by vibration, preventing problems like overheating, or we can couple this measurement system with other sensors (for example heat). Depending on the other linked data type, we can or we should use different mathematical pre-processing tools for the raw data, for example, for temperature measurements we have to measure in the time domain and we have to compare the peak value (if the peak value carries information for the failure process).

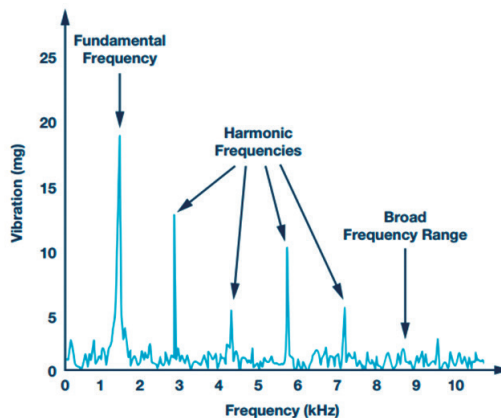


Figure 5. Vibration spectrum plot

Source: Thomas Brand, 'Demands on Sensors for Future Servicing: Smart Sensors for Condition Monitoring,' Analog Digital. Available: www.analog.com/en/technical-articles/a60151-demands-on-sensors-for-future-servicing-smart-sensors-for-condition-monitoring.html (22. 10. 2020.)

For a wind turbine farm, the management of the different types of data (measured, processed and stored data) seems a hard an almost impossible task, thus the wind farm's operators use a SCADA system (Supervisory Control and Data Acquisition).

3. The cause of failure of wind turbines

By statistics from the CWIF (Caithness Windfarm Information Forum) we can see that from 30 November 1980 there were 2372 failures until 31 December 2018. In the next figure (Figure 6), for the above mentioned time interval we can see the failure distribution versus the cumulative capacity of installed wind turbines.

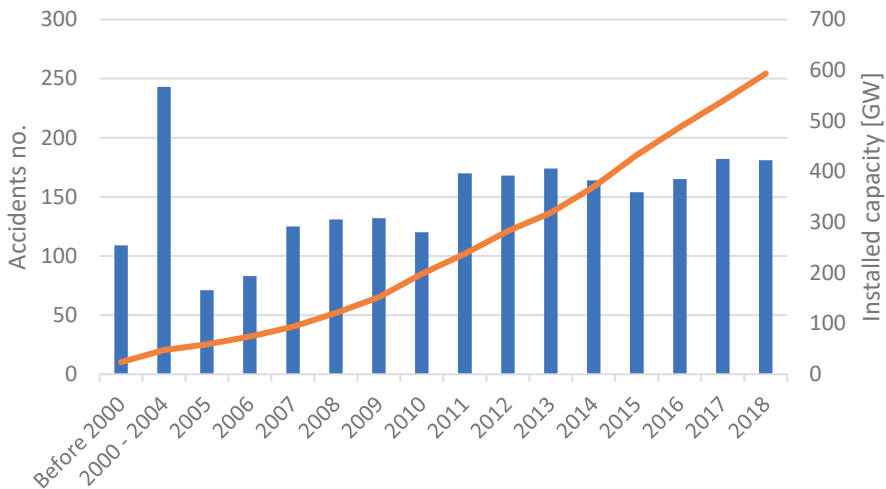


Figure 6. Wind turbines accident number vs. cumulative installed capacity

Sources: Compiled by the authors using the data of CWIF, Global Wind Energy Council, Wind Power Capacity Worldwide Reaches.¹¹

About Figure 6 we can establish that the number of failures is increasing year by year, as well as the installed capacity. If we divide the failures by the installed capacity (for a specific failure rate) we have a decreasing trend (Figure 7), which can be due to the design, manufacturing, technology and maintenance systems improvements.

¹¹ 'Wind Turbine,' 2018; 'Wind Turbine,' 2019, 5; 'Global Wind Statistics 2017,' Global Wind Energy Council, Brussels, 2018. Available: https://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf (22. 10. 2020.); 'Wind Power Capacity Worldwide Reaches: 600 GW, 53,9 GW added in 2018,' WWEA. Available: <https://wwindea.org/information-2/information/> (12. 03. 2019.)

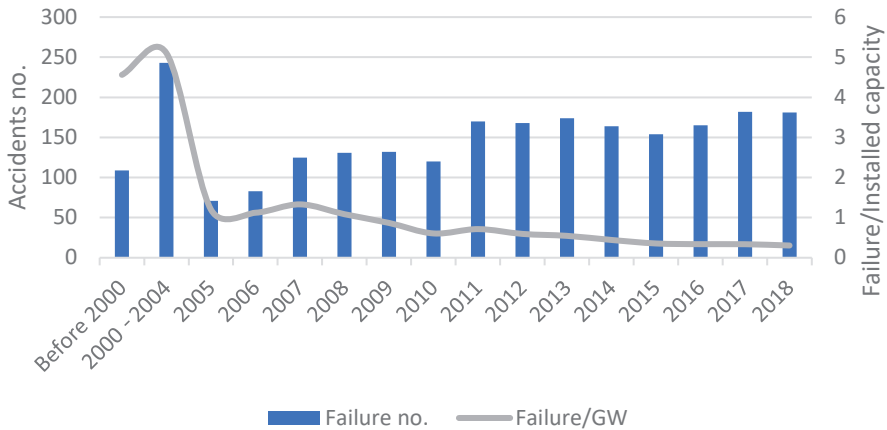


Figure 7. Wind turbines reliability: Failure number vs. Failure number/installed capacity

Sources: Compiled by the authors using the data of CWIF, Global Wind Energy Council, Wind Power Capacity Worldwide Reaches.¹²

According to the CWIF statistics about the total 2,372 failures, blade failures were the most frequent with 395, fire was the 2nd with 344, and structural failures were the 3rd with 205 reported cases. In the next figures (Figure 8, 9 and 10), we can see the last 10 years' blade, fire and structural failures with trend curves. In the next three diagrams, the blue trend curve represents a trend in the number of failures, the orange the failure number divided by the installed capacity.

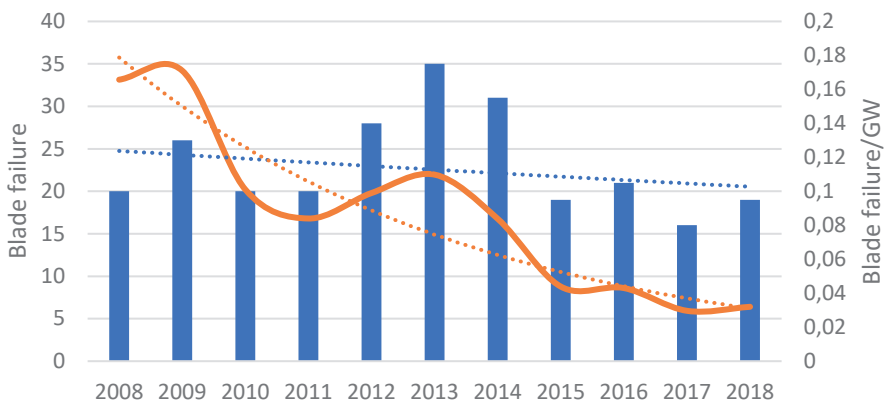


Figure 8. The last ten years' blade failures

Sources: Compiled by the authors using the data of CWIF, Global Wind Energy Council, Wind Power Capacity Worldwide Reaches.¹³

¹² 'Wind Turbine,' 2018, 8; 'Wind Turbine,' 2019, 5; 'Wind Power Capacity,' 8; 'Worldwide Reaches,' 8.

¹³ 'Wind Turbine,' 2018, 8; 'Wind Turbine,' 2019, 5; 'Wind Power Capacity,' 8; 'Worldwide Reaches,' 8.

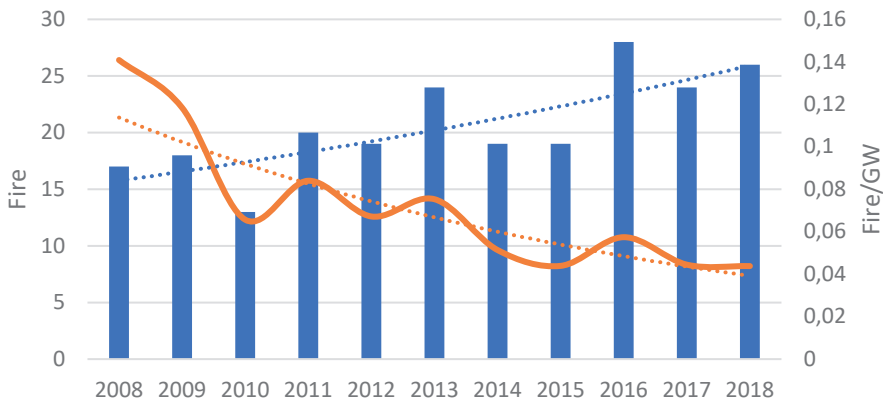


Figure 9. The last ten years' fire accidents

Sources: Compiled by the authors using the data of CWIF, Global Wind Energy Council, Wind Power Capacity Worldwide Reaches.¹⁴

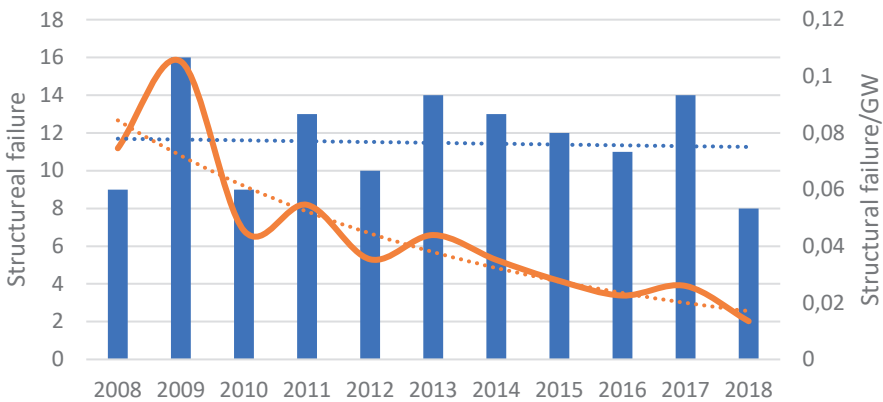


Figure 10. The last ten years' structural failures

Sources: Compiled by the authors using the data of CWIF, Global Wind Energy Council, Wind Power Capacity Worldwide Reaches.¹⁵

Viewing the trend curves, we can estimate a decreasing trend for the blade failures, a slightly decreasing curve for the structural failures and an increasing one for the fire accidents. If we observe the trend curves of the failure specific rates in each case, we find a decreasing value.

¹⁴ 'Wind Turbine,' 2018, 8; 'Wind Turbine,' 2019, 5; 'Wind Power Capacity,' 8; 'Worldwide Reaches,' 8.

¹⁵ 'Wind Turbine,' 2018, 8; 'Wind Turbine,' 2019, 5; 'Wind Power Capacity,' 8; 'Worldwide Reaches,' 8.

4. About wind turbine fire

According to the CWIF's data,¹⁶ fire accident is the second most common wind turbine failure, and according to the previous figures (Figure 8, Figure 9 and Figure 10) it is the only failure which has an increasing trend, too (for the incident frequency).

In a wind turbine, each element for the fire triangle is there, the wind provides the oxygen, the ignition source can be the light strike or an electric equipment malfunction, hot surface or hot working maintenance task (flame cutting, welding, soldering, abrasive cutting) and the fuel can contain any flammable materials, for example the hydraulic or the lubrication oil, the polymers and the insulations.¹⁷

4.1. Fire detection (active fire protection system components)

For fire detection, there are four types of detectors: heat, smoke, flame and fire gas detectors. These can measure components of fire, such as IR or UV light radiation, heat, smoke or gas.

The heat detector measures the thermal energy, it is generally less sensitive, thus they cause fewer false alarm. Generally, there are two kinds of heat detectors, the fixed temperature heat detector, which operates a heat-sensitive eutectic alloy, and the Rate-of-Rise detector, which measures the change of temperature in time.¹⁸

The smoke detectors can detect the visible (more than 5 microns) and invisible aerosol particles (like ions, gas molecules).

The smoke detectors cause more false alarms than heat detectors because they respond faster. This speed is not an advantage in dusty, dirty places with relatively high wind on the nacelle. These type of detectors can work with different technologies, like ionisation and photoelectricity.

The detector with ionisation technology ionises the air, which can flow in two different chambers in the detector. If the pairs of chamber electrodes have different voltage potential, it means there is smoke, which produces a different electrical current than the ionised air. The photoelectric (or optical smoke detectors) contains IR, visible or UV light, lens and a photoelectric receiver. If the light intensity reduces, the receiver has a different sign and sends a 'fire' alert. The ionisation smoke detectors are usually cheaper than the optical, they may be more prone to a false alarm and they have slower response time than the optical detectors.

The flame detectors can detect only the visible fire spreading. These type of detectors work with IR, UV separately, and with combined optical sensors. These sensors cannot work when there are some effects which makes difficult the sensor's vision.

The gas detectors can detect the gas molecules, usually CO. They can detect a wide range of molecules, with various methods. They can detect well in stationary, not ventilated air.

¹⁶ 'Wind Turbine,' 2018, 8.

¹⁷ Sylvester Uadiale, Évi Urbán, Ricky Carvel, David Lang and Guillermo Rein, 'Overview of Problems and Solutions in Fire Protection Engineering of Wind Turbines,' *Fire Safety Science* 11 (2014), 983–995.

¹⁸ Ibid.

4.2. Fire prevention (passive fire protection system components)

We can fight against fire with passive protection, too, like the structural redesign, for example installing fire barriers near the flammable components, simulating fire scenarios¹⁹ and reinforcing the fire extinguishing system in the required regions. Or with different material selection, like using non-combustible lubrication and hydraulic oil, and less flammable materials if it is possible. Another kind of passive protection is the more effective maintenance, planning with less sparkling reparation fieldwork and more accurate monitoring system.

4.3. Fire extinguishing system

Viewing the task of fire extinguishing from a different perspective, the wind turbine fires cannot be eliminated with 100% possibility, hence a more efficient extinguishing system is required. For the currently available wind turbine, the most difficult task is the fire elimination, because the on-shore wind turbines are located at high altitudes, and the off-shore wind turbines are located deep in the bays. If the wind turbines start to burn, they mean a high risk for human life and the environment. Installing a fixed fire extinguishing system for on-shore and off-shore places is expensive and sometimes it is almost an impossible task. With the available technologies, a fire extinguishing drone²⁰ with an installed or cable connected extinguisher system is a possibility for these places and altitudes.

5. Summary

For military and civil use, the wind turbine utilisation is a key renewable energy source. By the technological enhancements, we can find more and more mechanical and electronic devices in the wind turbines. This increasing number of components means a higher possibility to have a part with malfunctions. This part may cause life expectancy decrease in the structural or functional integrity of the wind turbine.

In this paper, we reviewed the utilisation of wind turbines, their parts, and the types of their failures. Then we presented the possible maintenance strategies and tools. Later we examined the statistical data about the wind turbine failures: according to the data, blade failures are the most frequent, fire is the second and structural damage is the third most common failure. According to the trend of these accidents (projected to installed capacity), we established that the frequency of blade failures is decreasing, that of structural failures is constant, and that of fire accidents is increasing. After the statistical analysis, we reviewed the fire protection systems.

Knowing the possible accidents, the occasional mechanical and electrical disturbances are detectable and repairable if it is necessary. An unexpected failure, depending on the location

¹⁹ Borja Rengel, Elsa Pastor, Daniel Hermida, Emiliano Gómez, Lisa Molinelli and Eulàlia Planas, 'Computational Analysis of Fire Dynamics Inside a Wind Turbine,' *Fire Technology* 53, no 2 (2017), 1–10.

²⁰ András Nagy and Ingo Jahn, 'Advanced Data Acquisition System for Wind Energy Applications,' *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 47, no 2 (2019), 124–130.

of the malfunction, may produce a loss of electricity production, which in civil use is usually an economical problem, but in military use, it may cause a temporary, partial or complete shutdown of a tactical shelter or a military base.

References

- Biondini, Fabio – Frangopol, Dan M.: 'Life-Cycle Performance of Deteriorating Structural Systems under Uncertainty: Review.' *Journal of Structural Engineering* 142, no 9 (2016). DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0001544](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001544)
- Chan, Daniel – Mo, John: 'Life cycle reliability and maintenance analyses of wind turbines.' *Energy Procedia* 110 (2017), 328–333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.148>
- Nagy, András – Jahn, Ingo: 'Advanced Data Acquisition System for Wind Energy Applications.' *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 47, no 2 (2019), 124–130. DOI: <https://doi.org/10.3311/PPtr.11515>
- Rengel, Borja – Pastor, Elsa – Hermida, Daniel – Gómez, Emiliano – Molinelli, Lisa – Planas, Eulàlia: 'Computational Analysis of Fire Dynamics Inside a Wind Turbine.' *Fire Technology* 53, no 2 (2017), 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10694-017-0664-0>
- Uadiale, Sylvester – Urbán, Évi – Carvel, Ricky – Lang, David – Rein, Guillermo: 'Overview of Problems and Solutions in Fire Protection Engineering of Wind Turbines.' *Fire Safety Science* 11 (2014), 983–995. DOI: <https://doi.org/10.3801/IAFSS.FSS.11-983>

Internet references

- Brand, Thomas: 'Demands on Sensors for Future Servicing: Smart Sensors for Condition Monitoring.' Analog Digital. Available: www.analog.com/en/technical-articles/a60151-demands-on-sensors-for-future-servicing-smart-sensors-for-condition-monitoring.html (22. 10. 2020.)
- Global trends in renewable energy investment 2018*. Frankfurt School – UNEP Centre, 2018. Available: www.iberglobal.com/files/2018/renewable_trends.pdf (22. 10. 2020.)
- 'Global Wind Statistics 2017.' Global Wind Energy Council, Brussels, 2018. Available: https://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf (22. 10. 2020)
- Heller, Arnie: 'Predicting Wind Power with Greater Accuracy.' Lawrence Livermore National Laboratory, S&TR, 2014. Available: <https://str.llnl.gov/content/pages/april-2014/pdf/04.14.1.pdf> (22. 10. 2020.)
- 'Renewable energy. Moving towards a low carbon economy.' European Commission. Available: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy> (06. 03. 2019.)
- Small Wind Siting And Zoning – Study Development Of Sitting Guidelines And A Model Zoning By-Law For Small Wind Turbines (Under 300 kW)*. Developed for the Canadian Wind Energy Association. Prepared by eFormative Options LLC. and Entegrity Wind Systems Inc., 2006. Available: www.toolkit.bc.ca/sites/default/files/Small_Wind_Siting_Bylaw%20and%20Guidelines.pdf (22. 10. 2020.)
- 'Summary of Wind Turbine Accident data to 31 December 2018.' Caithness Windfarm Information Forum, 2019. Available: www.caithnesswindfarms.co.uk/accidents.pdf (12. 03. 2019.)
- 'Tactical shelter system.' Energy Technologies Inc. Available: www.ruggedsystems.com/images/tss%20outside.jpg (22. 10. 2020.)
- 'Wind Power Capacity Worldwide Reaches: 600 GW, 53,9 GW added in 2018.' WWEA. Available: <https://wwindea.org/information-2/information/> (12. 03. 2019.)

- 'Wind Turbine Accident and Incident Compilation.' Caithness Windfarm Information Forum, 2018 and 2019. Available: www.caithnesswindfarms.co.uk/fullaccidents.pdf (12. 03. 2019.)
- 'Wind turbine parts.' Wikimedia. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/EERE_illust_large_turbine.gif (12. 09. 2019.)
- 'Wind turbines size.' Electrical Engineering Portal. Available: <https://electrical-engineering-portal.com/wp-content/uploads/wind-turbine-sizes.gif> (22. 10. 2020.)

Legal References

DIN EN 13306:2010: Maintenance – Maintenance terminology.

Olajosné Lakatos Boglárka¹

Vízbiztonság – önkormányzati/ települési éghajlati adaptációs célú vízmegtartó objektumok létesítése

Water Security – Implementing of Water Retention Facilities for Climate Adaptation by Municipalities/Settlements

A szerző célja, hogy bemutassa az éghajlati alkalmazkodás céljából tervezett természetes vízmegtartó intézkedések jelentőségét és létrehozásának lépéseit a döntéshozás szakmai háttérének és felelőseinek bemutatásával. Vizsgálja a jelenlegi vízbiztonsági és monitoring-előírások relevanciáját egy lehetséges éghajlati alkalmazkodási célú vízmegtartó létesítményre, illetve a vízbiztonságot célzó intézkedések hatékonyságát.

Kulcsszavak: éghajlati adaptáció, vízbiztonság, helyi szintű döntéshozás, vízmegtartás, monitorozás

The aim of the author is to present the importance and steps of establishing natural water retention facilities designed for climate adaptation by presenting the professional background and the decision-makers. The study examines what water safety and monitoring standards apply to a water retention facility for climate adaptation and whether the extent of water safety is satisfactory.

Keywords: climate adaptation, water security, local decision-making, water retention, monitoring

1. Bevezetés

A Katonai Műszaki Doktori Iskolában folytatott tanulmányaim és kutatási témám – az éghajlatváltozás hatása a felszín alatti vízbázisok természetes visszapótlódására – összefüggenek ezzel a területtel. Mára az éghajlatváltozás vízbiztonsági aspektusai komoly kockázattá váltak mind

¹ Országos Vízügyi Főigazgatóság, nemzetközi projekt koordinátor, HHK Katonai Műszaki Doktori Iskola doktorandusz, e-mail: lakatos.boglarka@ovf.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7760-3190>

ellátási, mind védelmi szempontból. A Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar ehhez kapcsolódó kutatásainak eredményeit felhasználva folytatom ennek a sajátos területnek a feltárását.

A tanulmány tartalma önállóan is értelmezhető, de folytatásos céllal íródott az *Éghajlati adaptáció vízmegtartással* című munkámra, amelyben az éghajlatváltozásra való felkészülést és alkalmazkodást, illetve a kockázatcsökkentéssel kapcsolatos módszereket tártam fel. A jelenlegi tanulmány célja ezeknek a kifejezetten természetes vízmegtartással kapcsolatos adaptációs intézkedések konkrét megvalósításának lépéseit bemutatni.

Az éghajlatváltozás globális folyamat, hatásai azonban a helyi közösségeket érintik. A veszélyek különféle szélsőséges időjárási eseményekben nyilvánulnak meg, a leggyakoribb problémát azonban a víz hiánya vagy túlzott mennyisége okozza. A klimatikus változás folyamata jelentős hatást gyakorolhat a hazai vízgazdálkodásra. A jelenlegi előrejelzések szerint a felszíni lefolyás időben átrendeződik, a téli időszak nagyobb csapadéka és a korai olvadás miatt az árhullámok zöme a téli, kora tavaszi időszakra fog összpontosulni, a nyár végi, őszi lefolyás várhatóan csökkeni fog. Az éghajlatváltozás további következménye a nagy intenzitású csapadékesemények gyakoriságának növekedése, amelyek növelik a helyi vízkáreseményeket is. A szokásos tavaszi és őszi árvíz mellett a legváratlanabb időpontokban is fel kell készülni hirtelen, jelentős árhullámokra.²

Magyarországon az átlaghőmérséklet emelkedése várható, növekednek a vízhiányos és aszályos időszakok, miközben a lehulló csapadék mennyisége, eloszlása és intenzitása egyre kiszámíthatatlanabbá válik, súlyosbodó árvíz- és belvízproblémákat okozva. A vízbiztonság definíciója a vízgazdálkodással foglalkozó szervezetek tevékenységét koordináló ENSZ-szervezet szerint: „A társadalom képessége az életfenntartáshoz, az emberi jóléthez és a társadalmi-gazdasági fejlődéshez szükséges mennyiségű és elfogadható minőségű víz fenntartható biztosításához, a vízszennyezés és a víztől függő katasztrófák elleni védekezésre és az ökológiai rendszerek megőrzésére béke és politikai stabilitás viszonyai között.”³ A vízgazdálkodás intézményére és a vízgazdálkodási tevékenységekre tehát nagy felelősség hárul.

Alvízi országgént különösen nagy figyelmet kell fordítani a vízbiztonságra és biztonságos vízfenntartására. Ennek egyik eszköze a víz megtartása, ezen belül pedig a természetes vízmegtartó intézkedések előmozdítása. A természetes vízmegtartó létesítmények hozzájárulnak a biztonsághoz, tekintettel arra, hogy természetes élővizeink utánpótlása külföldről érkezik, és a vízgyűjtő területeken bekövetkező tartós csapadékhány vízhozamcsökkenést eredményez, amelyek társadalmi, gazdasági hatásai is lehetnek.

Számos országban a vízhasználat jelenleg is állandó konfliktusforrás. Hazánk nincs ilyen helyzetben, de Magyarország kitettsége ezeknek a külső tényezőknek és függése a szomszédos országoktól világossá teszi azt, hogy krízishelyzetben függünk mások jóindulatától, és egy

² Halász László – Földi László: Az éghajlatváltozás hatása a természeti katasztrófákra. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2019. 386–412.

³ *UN Water* [vízgazdálkodással foglalkozó szervezetek tevékenységét koordináló Egyesült Nemzetek Szövetségéhez tartozó alszervezet] *Annual Report*. 2013. Elérhető: www.unwater.org/publications/un-water-annual-report-2013/ (A letöltés dátuma: 2020. 11. 24.)

esetlegesen bekövetkező vízhozamcsökkenés esetén minden kormány a saját érdekét fogja szem előtt tartani.⁴

Az árvízvédelmi művek, töltések, gátak, duzzasztógátak vizet tartanak meg kifejezetten árvízvédekezés, vagyis a lakosság életének és vagyonának megvédése céljából. Az emberre és környezetre nézve káros természeti folyamatok romboló hatásai ellen létesített nagy műszaki infrastruktúrák azonban konfliktusban állhatnak ökológiai érdekekkel, például a megváltozott környezeti viszonyokat elszennedő vízi élőlények egyedszámcsökkenése miatt, ami egyben a biodiverzitást is veszélyeztetheti. Egy vizes élőhely regenerálódása kifejezetten a helyi vízhez kötődő életközösségek kondíciójának javítására, visszaállítására irányul. Egy új rekreációs célú tó létesítése szintén a helyi életközösségeknek a javára, a biodiverzitás csökkenésének megállítására alkalmas a helyi lakosság szórakoztatása mellett.

Minden intézkedés saját céljának megfelelően jár el. A természetes vízmegtartó intézkedések kategóriája azonban nem egy új különálló csoportot képez, inkább egy olyan szemlélettel látta meg a meglévő műszaki és jogszabályi hátteret, amely az intézkedések integrációjával alakítja ki a win-win helyzetet. Az egy lokációban, városban, településen, vízgyűjtőn kezelendő problémákat ágazatonként és együtt is kezeli, így erősítve az oda-visszaható folyamatokat. A vízkészletek védelme és az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó kockázatok kezelése szempontjából a természetes megközelítéseknek fontos szerepe van. E természet alapú megoldásokhoz kapcsolódó intézkedések célja a környezet, a talaj és a vízvezető rétegek vízmegtartó-képességének védelme és megerősítése az ökoszisztémák és a vízfolyások természetes sajátosságainak helyreállításán és fenntartásán, valamint a természetes folyamatok alkalmazásán keresztül, ezáltal csökkentve a vízkészletek éghajlatváltozás miatti sérülékenységét.

Tehát az eddigi ágazati beavatkozások most kicsit kiszélesítve látókörüket és hatókörüket további előnyökkel működhetnek. Csökkenthetik az árvízveszélyt, miközben javítják a víz minőségét, fokozzák a szén-dioxid-elnyelést, miközben elősegítik a biológiai sokféleség megőrzését és fenntartását. Szabályozzák a vízmegőrzést, miközben javítják a vízhez való hozzáférés lehetőségét. Csökkentik az esővíz-gazdálkodáshoz szükséges költséges infrastruktúra iránti igényt, a táj képének javítása közben. Hűsítik és „zöldítik” a városokat, miközben kellemes környezetet biztosítanak azok lakosainak. Csökkenthetik az árvízzel veszélyeztetett területek arányát az Árvíz Irányelv célkitűzéseivel összhangban, illetve növelhetik a biológiai sokféleséget, és hozzájárulhatnak az EU Biodiverzitási Stratégiája célkitűzéseinek eléréséhez. A NÉS2 (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia2) IV.7.2.-es fejezete szól a vízgazdálkodásról, amelyben már a rövid távú cselekvési irányoknál leírja a gyors vízvezetésen alapuló vízrendezési gyakorlat helyetti vízvisszatartó vízrendezést, amelyek növelhetik a természeti rendszerek alkalmazkodási képességét, és hozzájárulhatnak az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz a vízhiány és az aszály együttes kezelésével. Hozzájárulhatnak a fenntartható várostervezéshez, és javítják a környezet minőségét, amelyben élünk. Ezenfelül a települési szennyvízkezelési irányelv, felszín alatti vizekről szóló irányelv, fenntartható erdőgazdálkodás, földhasználat mint erőforrás megvalósításához is hozzájárulhatnak.

⁴ Padányi József: Vízkonfliktusok. *Hadtudomány*, 25. (2015), Elektronikus különszám. 272–284.

2. A vízmegtartás irányelvi háttere

A folyamatok és intézményrendszerek kusza hálójában kell először eligazodni ahhoz, hogy megértsük az alapvetően egyszerű, mégis hihetetlenül összetett vízzel kapcsolatos folyamatokat, feladatokat. A víz állami tulajdon, és így szinte az összes vízzel kapcsolatos tervezés és engedélyezés is közintézmények között zajlik. Az éghajlati adaptációt célzó intézkedések megtételéhez – amellet, hogy alulról jövő civil kezdeményezések is egyre többen vannak – alapvetően állami lépések szükségesek. Az európai uniós tagságunkkal együtt jár az EU-s stratégiák magyar jogrendbe illesztése és így a Víz Keretirányelv (VKI) hazai jogrendbe ültetése is, amelynek a Vízyűjtő-Gazdálkodási Terv (VGT) felel meg. A VGT a VKI céljai szerint a víztestek azonosítása és állapotfelmérése után javasol intézkedéseket, amelyek a VKI hatályának lejártával is érvényesíthetők így.⁵ Ezenkívül többek között az Országgyűlés által 2008-ban elfogadott első Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia jogszabályi felülvizsgálatának eredményeképpen 2013-ban készült el a 2014–2025-re, kitekintéssel 2050-re vonatkozó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia tervezete (NÉS2). A stratégia magában foglalja az éghajlatváltozás várható magyarországi hatásainak, természeti és társadalmi-gazdasági következményeinek, valamint az ökoszisztémák és az ágazatok éghajlati sérülékenységének értékelését, az üvegházhatású gázok kibocsátásának 2050-ig tartó csökkentésére vonatkozó célokat, prioritásokat és cselekvési irányokat tartalmazó Hazai Dekarbonizációs Útitervet, valamint a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégiát. Ez utóbbi fő célja az éghajlatváltozással és a klímabiztonsággal összefüggő kockázatok megelőzése, a károk mérséklése, valamint az éghajlatváltozás megelőzését, az éghajlatváltozásra való felkészülést és alkalmazkodást szolgáló szemléletformálási tevékenységek célrendszerének bemutatása és ágazati cselekvési irányok meghatározása az emberi egészség, a mezőgazdaság és vidékfejlesztés, a vízgazdálkodás, az erdészet, a természetvédelem, az energetikai infrastruktúra, a turizmus, a településügy és a katasztrófavédelem terén.⁶

2.1. Felelősök, jogkörök és döntéshozók

Jelenleg a Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság gondoskodik többek között a vizek kártételei elleni védelem érdekében a vízkárelhárítási tevékenység megszervezéséről, irányításáról, ellenőrzéséről. Továbbá a helyi közfeladatokat meghaladó védekezésről, irányítja a vízgazdálkodási feladatok ellátását, az országos árvízvédekezést, a vízminőségi kárelhárítás végrehajtását, szakmai felügyeletet gyakorol a vízi társulatok felett, felügyeli a védekezés operatív irányítását, illetve a projektek irányítását. A vízügyi intézményrendszer tekintetében a Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság közvetlen alárendeltségében létrehozták az Országos Vízügyi Főigazgatóságot, amely országos hatáskörű középirányítói szervként funkcionál, alárendeltségében 12 vízügyi igazgatósággal.⁷

⁵ 2000/60/EK Víz Keretirányelv.

⁶ *Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia*. Innovációs és Technológiai Minisztérium, 2018. Elérhető: <https://nakfo.mbfisz.gov.hu/hu/node/517> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 28.)

⁷ *Belügyminisztérium, Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság*. Elérhető: <https://2010-2014.kormany.hu/hu/belugyminiszterium/kozfoglalkoztatasi-helyettes-allamtitkarsag> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 28.)

A 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról kifejti a vízügyi igazgatási szervek, valamint a helyi önkormányzatok jegyzőinek vízgazdálkodási hatósági hatáskörét és a hatósági jogkör gyakorlásának rendjét. Az 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról, valamint az e rendeletben meghatározott vízgazdálkodással összefüggő elsőfokú vízügyi hatósági jogkört a területi vízügyi hatóság, a másodfokú vízügyi hatósági jogkört az országos vízügyi hatóság gyakorolja. Az általános közigazgatási rendtartásról szóló törvény szerinti felügyeleti szervként az országos vízügyi hatóság jár el. A helyi vízgazdálkodási hatósági jogkört első fokon a települési önkormányzat jegyzője, valamint – vízi társulat – hiányában a helyi közcélú vízelésművek, illetve közcélú vízimunkák költségeinek – külön jogszabály rendelkezései szerint – az érdekeltekre történő kivetésének jogát a járási hivatal, másodfokon a fővárosi és megyei kormányhivatal gyakorolja. Felügyeleti szervként a fővárosi és megyei kormányhivatal jár el.⁸

Tehát a hatósági jogkör a vízügyi igazgatóságoké, illetve az ő felettes szervük az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF). Míg a helyi hatósági jogkör a település jegyzőjét illeti. Egy éghajlati adaptációs célú vízmegtartó intézkedéshez a szakmai irányát a felettes szervek és az általuk kiadott stratégiai dokumentumok jelentik. A kezdeményezés lehetősége azonban a helyi vezetés kezében van. A nulladik lépés tehát a helyi vizek biztonságának fokozásához a hatályos helyi szervekkel, hatóságokkal és természetesen a helyi érintettekkel való szoros együttműködés.

Az önkormányzatok legfontosabb feladatait a helyi önkormányzatokról szóló 2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól és az egyéb ágazati jogszabályok határozzák meg. Tartalmazza a települési önkormányzat feladatait: a település belterületén a csapadékvízrel történő gazdálkodás, a területi jelentőségű vízgazdálkodási, vízvédelmi feladatok, koncepciók egyeztetésére, véleményezésére területi és részvízgyűjtő hatáskörű, az országos jelentőségű vízgazdálkodási feladatok, koncepciók egyeztetésére, véleményezésére országos vízgazdálkodási tanácsot kell létrehozni. Az érintett jogszabály rendelkezése alapján a helyi közügyek, valamint a helyben biztosítható közfeladatok körében ellátandó helyi önkormányzati feladatok többek között a helyi környezet- és természetvédelem, vízgazdálkodás, vízkárelhárítás és a katasztrófavédelem.⁹

E feladatok némelyikénél szükség lenne az éghajlatváltozás figyelembevételére a fenntartóhatóság és az eredményes adaptáció biztosítása érdekében. Példaként a településfejlesztés, a területrendezés, a regionális fejlesztés, a környezetvédelem, a természetvédelem, a vízgazdálkodás, a közműszolgáltatások és a hulladékgazdálkodás említhető. Az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése és a klímaadaptáció a jogszabályokban meghatározottak szerint nem tartoznak az önkormányzatok kötelezően ellátandó feladatai közé. Viszonylag kevés önkormányzat azonban önkéntes módon foglalkozik az éghajlatváltozás kérdéseivel. Ezen erőfeszítések során két szervezet segíti őket: a Magyarországi Éghajlatvédelmi Szövetség (20 tag), valamint a Klímabarát Települések Szövetsége (33 tag). A jogszabályi feladatmeghatározás ellenére a helyi önkormányzatok sokszor nincsenek tisztában a rendelkezésükre álló természeti értékekkel, amelyek segítséget jelenthetnének az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban.

⁸ 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról.

⁹ 2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól.

Ilyenek például a többnyire a települések külterületein megtalálható gyakran több kilométernyi csatorna és vízfolyás. Egyáltalán nem, vagy nem ők tartják számon az értékeik között a vizenyős területeket, az anyagyerőhelyeket, az invazív növényekkel borított elhagyatott területeket; ugyanígy nem számolnak erőforrásként a szennyvízzel, a szennyvíztisztító telepekről kibocsátott technológiai vízzel vagy a településen le hulló esővízzel. Az egyes vízgyűjtőterületeken vagy régiókon belül az önkormányzatok és más érdekelt partnerek közötti hatékony együttműködés hiányában nagy kihívást jelent olyan hatékony megoldásokat találni, amelyek hozzájárulhatnak a rezisztens, adaptív és fenntartható közösségek létrehozásához. Mivel a település környékén, illetve a környező vízgyűjtőterületen a területhasználat döntő tényező a vízzel összefüggő éghajlati sérülékenységek szempontjából, külön problémát jelent, hogy az önkormányzatok nem ismerik a mezőgazdasági ellátólánc saját településükön tevékenykedő érdekelt szereplőit.¹⁰

2.2. A helyi vízhiányból vagy víztöbbletből adódó problémák integrált kezelése

Földrajzi, vízrajzi és települési adottságának megfelelően minden önkormányzatnak más szempontokat kell figyelembe vennie a természetes vízmegtartó intézkedések kiválasztásához. Megtervezését és megvalósítását saját szerepkörének és feladatainak és a területet körülvevő környezet jellegzetességein túl a helyi érdekeltek teljes körének meg kell feleltetni. A különböző szektorok integrált kezelésével egymást kiegészítve és kombinálva érheti el ugyanis a legoptimálisabb költség-haszon értéket. A természetes vízmegtartó intézkedések kulcsszerepet játszanak az éghajlati alkalmazkodásban, kiemelt szerepük van a helyi lakosság életkörülményeinek javításában, kedvez a helyi gazdálkodóknak, a környező természeti értékeknek, segít a biodiverzitás megtartásában és növelésében. A helyi vízügyi adottságok fenntarthatóbb, tudatosabb kezelésének első lépése ez.

Jelen cikk keretein belül most csak az éghajlatváltozás miatt megváltozott feltételek és igények kapcsolatát vizsgálom, hazai körülmények között. Ezenkívül ugyanis számos más tényező is (népsűrűség növekedése, ipari és energiaszektor vízigényei, települési vízgazdálkodás állapota, ivóvízellátás, szennyvízelvezetés fejlesztési igényei) sürgeti az integrált vízgazdálkodás mihamarabbi végrehajtását.

2.2.1. Villámárvíz-kockázat dombvidéki területeken

Az éghajlatváltozás miatt megnőtt a valószínűsége a szélsőséges időjárási eseményeknek, nevezetesen a hirtelen nagy mennyiségben lezúduló csapadéknak. Magyarország területének mintegy 55%-án dombvidéki adottságok a jellemzők, ahol az éghajlatváltozásból adódó hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék okoz károkat. A síkvidékkel ellentétben itt igen rövid, egy-két órán belüli, heves, talajpusztulást előidéző lefolyások keletkezhetnek, nagy károkat okozva településeken, műszaki létesítményekben (utak, vasutak, lakóházak). Ez egyrészt abból adódik, hogy a dombvidéki vízfolyások a hirtelen megnövekedett vízmennyiséget nem

¹⁰ A LIFE-MICACC projekt projekt indokoltága és háttere. 2017. Elérhető: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/celok_eredmenyek/hatter (A letöltés dátuma: 2020. 04. 01.)

tudják elvezetni, medrűkből kilépve előntik a környező területeket, másrészt a nagy intenzitású csapadékot vagy hirtelen olvadásból keletkező vizet a talaj felső rétege nem tudja befogadni, és a lefelszerűen lefolyó víz megbontja és a magával viszi a talajszemcséket. A dombvidéki települések, így Magyarország településeinek több mint fele esik magas villámárvíz-kockázati besorolás alá. A legnagyobb veszélyt az 5-10%-nál nagyobb lejtésű területek jelentik, ahol intenzív mezőgazdasági művelésű dombvidéken találhatóak.

A mezőgazdaság és azon belül is a növénytermesztés, amely a legjelentősebb hatást gyakorolja a környezeti elemekre (talaj, víz, élővilág). A mezőgazdaság módszere meghatározza a táj képét, a mezőgazdasági élőhely diverzitását is, és az éghajlati alkalmazkodásban is nagy szerepe van. A helyi lakosság és a környező települések biztonságának megteremtésében az extrém időjárásra való felkészülés fontos része a megelőzésnek. A helyes mezőgazdasági módszerek megválasztásával nemcsak az vízmegtartást érhetjük el, de ezzel, a talaj beszivárgó képességének növelésével csökkenthetjük az extrém csapadékok káros hatásait, amelyek már a lakott területeken és a szomszédos lejjebb fekvő területeken is jelentkeznek.

Az olyan szélsőséges időjárási események, mint a hirtelen lezúduló intenzív csapadék által kiváltott villámárvizek a talajeróziót felgyorsítják, és az intenzív nem megfelelő művelés miatt eleve leromlott talajszerkezettel rendelkező területeken a víz beszivárgása jelentősen csökkenhet a vegetációs időszakban. Azok a régiók, ahol a domborzati adottságok mellett az intenzív művelt területek aránya magas, fokozottabban kitettek a villámárvizek hatásának.¹¹

A lakott területek megfelelő kialakítása azonban ugyanolyan fontos a biztonság és az alkalmazkodás megteremtésében. Az épületek, építmények, burkolt felületek területfoglalása miatt ugyanis jelentősen megváltoznak a vízháztartási viszonyok is. A beépített, burkolt felületeken a beszivárgás lokálisan megszűnik, a lefolyási tényező kedvezőtlenebbé válik, és ennek együttes hatása miatt az összegyülekezési idő rövidülése – ugyanakkora csapadék mellett is – az árvizek hozamának növekedését okozza. A folyók felé terjeszkedő települések, nem ritkán az árvízvédelmi töltéseken belüli házsorok rontják az árvíz levezetését, továbbá ezeknek a településrészeknek a megvédése árvíz idején rendkívüli erőfeszítést, esetenként a mentett értéket messze meghaladó ráfordítást igényel.

A dombvidéki területeken még fennmaradt természetes élőhelyek, így a biológiai sokféleség csökkenése és az ökoszisztéma-szolgáltatások további hanyatlásának megállítására is figyelmet kell fordítani. A lakosság és az épített környezet, a mezőgazdasági és erdőgazdasági területek igényei, illetve a természeti környezet érdekeit szükséges együtt kezelni, így a villámárvíz-kockázat csökkentése és az aszály hatásainak mérséklése is megvalósulhat.

Ugyanez a problémakör síkvidéki területeken aszály, belvíz, süllyedő talajvízszint, elsvatagosodás, biodiverzitás-csökkenés formájában érzékelhető és mérhető. Hosszú távon jelentős ökológiai és gazdasági probléma az aszály, de az egyéb időjárási szélsőségek, például a hirtelen, özönvízszerű esőzések is óriási gondot okoznak. A klímaváltozás következtében ezek egyre

¹¹ Jakob Gergely et al.: Spatial analysis of changes and anomalies of intense rainfalls in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68. (2019), 3. 241–253.

gyakrabban fordulnak elő világszerte és hazánkban egyaránt. Az aszály, valamint az öntözés hiányának a mezőgazdasági termelékenységre kifejtett hatása szembeötlő.¹²

A mezőgazdasági ágazatban a belvizes és a vízhiányos időszakok váltakozása okoz problémát. A belvíz hatása többek között a terméshozam csökkenésében és a talajtermékenység romlásában jelentkezik elsősorban, de hosszú távon az elöntések hatására végbemenő káros hatások éveken keresztül visszafoghatják az adott terület termékenységét. A talajszerkezeti degradáció pedig növeli az aszályérzékenységet.¹³

Emiatt egyre jobban előtérbe kerül a belvízgazdálkodás. Lényege, hogy a vízrendezési művek célszerű üzemeltetésével a levezetés szabályozható, késleltethető, a belvizek medertározással, övgátolt legelőkn, belvíztározókban visszatartathatók. A belvízgazdálkodás a vízrendezési és a mezőgazdasági tevékenység egységes szemléletű alkalmazásával a belvizes és az aszályos időszakok kártételeinek csökkentésére egyaránt hatékony eszköz. A vizek újrahasznosíthatóságának alapkövetelménye a visszatartott, tározott víz megfelelő minősége. A magyar vízgazdálkodás kiemelt célja az országban visszatartott vízmennyiség növelése, ennek ellenére a csapadékvíz tudatos területi visszatartása többnyire nem vagy csak korlátozottan megoldott. A csapadékvíz-gazdálkodás és belvízgazdálkodás jó gyakorlatai nem vagy csak igen korlátozottan terjedtek el. A belterületi vízrendezés, -elvezetés feladatait az önkormányzatok maguk látják el, tapasztalat alapján megállapítható, hogy csak kevés önkormányzat esetében biztosított szervezeten belül a megfelelő végzettséggel rendelkező humán erőforrás.

Ha egy ökológiai rendszer fenntartása érdekében vízpótlásra van szükség, nemcsak a „mennyi?“, hanem a „honnan?“, a „milyen összetételű?“, sőt a „mennyiért?“ kérdésre is tudományosan megalapozott válaszokat kell adni. A nem megfelelő összetételű vízből származó vízpótlás tovább károsíthatja az életközösséget, a vízátervezéssel pedig idegenhonos fajok juthatnak az élőhelyre. Ugyanakkor számos vízi ökoszisztéma esetében a konnektivitás biztosítása: hallépcsők, mederátvágások, ökológiai folyosók kialakítása lehet az elsődleges feladat. Őshonos, védett fajok vissza-, illetve betelepítése rehabilitációs, rekonstrukciós célból (esetleg invazív élőlények visszaszorítása érdekében) csak az ökoszisztéma egészére kifejtett hatásaik ismeretében lehetséges. A rehabilitációt nemcsak a víztestre, hanem a határos parti zónára, sőt akár az egész vízgyűjtőterületre tekintve kell megtervezni és kivitelezni. Ehhez szükséges lehet pufferzónák létrehozása, a területhasználát módosítása vagy megfelelő, például szennyezőanyagok és hirtelen csapadékhullámok visszatartásában is szerepet játszó növényborítás biztosítása.¹⁴

A városi vagy települési vízgazdálkodásnak ugyanúgy meg kell küzdenie az éghajlatváltozásból adódó egyre gyakoribb hóhullámokkal. További kihívást jelent az épített infrastruktúra védelme, árvízvédelme, a megfelelő csapadékgazdálkodása kialakítása, az ivóvízellátásának biztonsága, a zöldfelület arányának szabályzat szerinti betartása, illetve a szennyvíztisztítás

¹² Berek Tamás: A víz, mint környezeti erőforrás a Kárpát-medencében, vízbázisok, vízbiztonság. In Krajnc Zoltán – Csengeri János (szerk.): *A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2015. 61–73.

¹³ Bíró Tibor: Amikor sok víz van a területen – Belvíz. *Magyar Tudomány*, 178. (2017), 10. 1216–1227.

¹⁴ *A Nemzeti Vízstudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai*. Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Kutatóközpont Vízstudományi Koordinációs Csoport, 2018. Elérhető: https://mta.hu/data/dokumentumok/Viztudomanyi%20Program/NVKP_20180331.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 04.)

megoldása. A megfelelő éghajlati alkalmazkodáshoz még a közszolgálati, vízügyi területeken is törekedni kell a gazdasági szektorban elterjedt úgynevezett körforgásos gazdálkodás alapelveinek kialakítására, alkalmazására, amelyben a legfőbb tényező az újrahasználatosság, az életciklus növelése. Néhány esetben a természetes vízmegtartó intézkedések fő szerepe a nagyszabású épített infrastruktúra kiegészítése lesz. Ez segít minimálisra csökkenteni az épített infrastruktúra méretét (és költségeit), és az épített infrastruktúra esetleges kedvezőtlen hatásait is minimálisra csökkenti vagy ellensúlyozza.

Az integrált kezelés tehát nem könnyű feladat. A végrehajtás szintjén szoros együttműködés szükséges a vízzel közvetlenül foglalkozó vízgazdálkodási és más, a vizeinkre hatással lévő intézmények között. A területhasznosítás és -fejlesztés, a mezőgazdaság, az erdőgazdaság, a környezet- és természetvédelem, ipar és turizmus/szabadidő-eltöltés szakértőinek együttes tájékozottsága és együttműködése nélkül nem valósulhat meg integrált vízgazdálkodás, sem helyileg, sem nemzetközileg.

2.2.2. Tájékoztatói lehetőségek a települési adaptáció első lépéseihez

Az éghajlati alkalmazkodás egy multidiszciplináris terület, a feljebb kifejtett integrált kezeléshez szakemberek egész csoportjára van szükség. Amikor azonban az anyagi keretek, szervezeti felépítés miatt vagy más egyéb okból kifolyólag nincs elegendő információja egy döntéshozónak, akkor más úton kell tájékozódni. A különböző hazai és nemzetközi keretprogramoknak köszönhetően erre is számos lehetőség adott ma már. A különböző szervezetek és programok arra hivatottak, hogy érthetővé és elérhetővé tegyék a legfontosabb éghajlatváltozással és vízbiztonsággal kapcsolatos információkat az érdeklődőknek, döntéshozói szinten is.

A Klímabarát Települések Szövetségének három kiadványában is megismerhetjük a klímaváltozással kapcsolatos teendők fontosságát, és nagy segítséget nyújtanak a megvalósításban is. Rendszeres és széles körű tájékoztatást (nyílt hozzáférésű honlap, közösségi oldal, szakmai kiadványok, Klímabarát Hírmondó) biztosítanak, jól kereshető tudásbázist építenek, képzési program és tananyag kidolgozásával és módszertani útmutató segítségével gyakorlati lépéseket sürgetnek, biztosítják szakértői hálózatukat, a hálózatépítést elősegítő és a különböző érdekeket képviselő felek közti dialógust ösztönző programok szervezését végzik. Elősegítik a nemzetközi projektek megvalósulását.¹⁵

Az ICLEI – Helyi Önkormányzatok a Fenntarthatóságért (ICLEI – *Local Governments for Sustainability*) több mint 1500, a fenntartható jövő megteremtése mellett elkötelezett város és régió vezető globális hálózata. A szervezet az Egyesült Nemzetek Szervezetének égisze alatt, de attól függetlenül jött létre. Jelenleg több mint 86 országban vannak tagjai a világ minden részéről. Az ICLEI technikai konzultációval, tréningekkel és információs szolgáltatásokkal segíti a tagok kapacitásépítését és az egymás közti tudásmegosztást, továbbá a helyi önkormányzatokat a lokális fenntartható fejlesztések megvalósításában támogatja. Alapelveinek tekinti, hogy

¹⁵ *Klímabarát Települések Szövetsége*. Elérhető: www.klimabaratt.hu/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 04.)

a lokálisan tervezett és vezérelt kezdeményezések hatékony és költséghatékony módon tudják biztosítani a helyi, a nemzeti és a globális fenntarthatósági célok elérését.¹⁶

A Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztály (NAKFO) a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) szervezeti egysége. Az MBFSZ a hazai klímapolitika tudományos háttér-bázisaként közreműködik az ország nemzeti szintű éghajlatvédelmi feladatainak stratégiai megalapozásában, az éghajlatváltozás hazai hatásainak értékelésére vonatkozó módszertanok kifejlesztésében az önkormányzati éghajlatvédelmi tervezést és helyi alkalmazkodást támogató tevékenységek ellátásában. Többek között olyan programokkal segítik az önkormányzatok munkáját, mint a „Településvezetői Éghajlati Akadémia” című rendezvénysorozat. Ezenkívül a városi klímastratégiák kidolgozásához készített módszertani útmutató gyakorlati, hasznosítható segítséget nyújt a helyi önkormányzatok számára a klímastratégia kidolgozásához.¹⁷

Az Európai Bizottság 2015. október 15-én létrehozta a Polgármesterek új, egységesített Klíma- és Energiaügyi Szövetségét (*Mayors Adapt* – Polgármesterek Alkalmazkodnak). A szövetség három alappillért: a CO²-csökkentést, a klímaváltozáshoz való alkalmazkodást, valamint a biztonságos, fenntartható és elérhető energiát támogatja. Az aláíró városok elkötelezték abban, hogy aktívan támogatják az EU azon célkitűzésének megvalósítását, miszerint 2030-ra az üvegházhatást okozó gázok mennyiségét 40%-kal csökkenti, valamint vállalják, hogy a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodást segítő intézkedéseket vezetnek be. Annak érdekében, hogy a politikai kötelezettségvállalást gyakorlati intézkedések és projektek kövessék, a szövetség aláíróinak ki kell dolgozniuk egy alap CO²-kibocsátási készletet, illetve egy klímaváltozási kockázat- és veszélyeztetettségértékelést. A felek vállalják, hogy a helyi közgyűlési határozattól számított két éven belül benyújtanak egy Fenntartható Energia- és Klímaakciótervet (SE-CAP – *Sustainable Energy Action Plan*), amelyben vázolják a végrehajtani kívánt legfontosabb tevékenységeket. Az alkalmazkodási stratégia a SECAP-módszertan része, a részstratégia az energia-akciótervvel együtt vagy különböző tervezési dokumentum(ok)ban is szerepeltethető. Ez a határozott kötelezettségvállalás egy hosszú távú folyamat kezdetét jelzi, amelynek során a településeknek és településközösségeknek két évente jelenteniük kell, hogyan halad a cselekvési terv megvalósítása.¹⁸

Az európai uniós támogatási konstrukciók pályázati kiírásai esetében előnyt jelent, ha az önkormányzat rendelkezik akciótervvel. A Fenntartható Energia és Klímaakcióterv alapul szolgálhat például az ELENA (*European Local Energy Assistance* – Európai helyi energiahatékonysági támogatás), illetve a JESSICA (*Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas* – Fenntartható városfejlesztési beruházásokat támogató közös európai kezdeményezés) finanszírozási támogatásának igénybevételehez. A H2020 Smart City támogatások elnyerése

¹⁶ ICLEI – *Local Governments for Sustainability*. Wikipedia the Free Encyclopedia. Elérhető: <https://en.wikipedia.org/wiki/ICLEI> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 10.)

¹⁷ *A Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztályról*. Elérhető: <http://nakfo.mbfisz.gov.hu/hu/node/29> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 08.)

¹⁸ *Alkalmazkodó Polgármesterek (Mayors Adapt) kezdeményezés ünnepélyes aláírási ceremóniája*. Elérhető: www.eghajlatvedelmiszovetseg.hu/index.php/hirek/108-alkalmazkodo-polgarmesterek-mayors-adapt-kezdemenyezes-unnepelyes-alairasi-ceremoniaja (A letöltés dátuma: 2020. 04. 06.)

során már előfeltételnek számít a SECAP (*Sustainable Energy and Climate Action Plan* – Fenntartható energia és éghajlati cselekvési terv)¹⁹ megléte.

2.3. Eszközök és finanszírozás

A vízmegtartó intézkedések finanszírozásához széles körű állami támogatások és európai uniós, alapok állnak rendelkezésre. A hazai forrásokat az operatív programok határozzák meg, ezek olyan részletes tervek, amelyekben a tagállamok meghatározzák, miképpen fogják elkölteni az európai strukturális és beruházási alapokból származó támogatást a programozási időszak során. A programok vagy egy konkrét régióra vagy egy egész országra kiterjedő tematikus célra (például a környezetvédelem) vonatkozhatnak. Az európai területi együttműködés célkitűzés teljesítéséhez határon átnyúló vagy régiók közötti operatív programokat határoznak meg. Az Európai Bizottság által a programozási időszak kezdetén elfogadott operatív programok finanszírozása az Európai Regionális Fejlesztési Alap vagy a Kohéziós Alap keretében történik.²⁰

A különböző ágazatok közül a természetes vízmegtartó intézkedések finanszírozására a Környezet- és Energetikai Hatékonysági Operatív Program (KEHOP) az egyik legfontosabb forrás, mivel a program célja a fenntartható növekedés támogatása, valamint hogy hozzájáruljon az Európa 2020 stratégia céljainak eléréséhez az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés érdekében. Javítaná az árvízvédelmet, valamint több lakos számára biztosítana jobb hulladék- és szennyvízgyártó szolgáltatásokat és jó minőségű ivóvizet, segítene a természetes élőhelyek és fajok megóvásában, illetve javítaná az energiahatékonyságot és a megújuló energiaforrások felhasználását. A program öt fő prioritásra épül:

- Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás;
- A vízellátás, a szennyvízelvezetés és a szennyvíztisztítás, valamint a szennyvízgyártó fejlesztése;
- Hulladékgyártóval és környezeti helyreállítással kapcsolatos fejlesztések;
- Természetvédelemmel és vadvédelemmel kapcsolatos fejlesztések;
- A jobb energiateljesítmény és a megújuló energiaforrások használatának előmozdítása.

A fenntartható fejlődés elősegítésére a fenti prioritásokat négy fő horizontális irányelv hatja át: A klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak megelőzése és mérséklése, az alkalmazkodóképesség javítása, az erőforrás-felhasználás hatékonyságának fokozása, a szennyezések és terhelések megelőzése és mérséklése, illetve az egészséges és fenntartható környezet biztosítása. A klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást, valamint a természeti katasztrófák megelőzését szolgáló adat- és tudásbázis megteremtésének specifikus célkitűzései a vízkészletekkel történő fenntartható gazdálkodás feltételeinek javítása, az árvizek kártételei elleni védekezés feltételeinek javítása, illetve a lakosság személy- és vagyonbiztonságának növelése érdekében magasabb minőségű katasztrófavédelem.

¹⁹ P. Bertoldi (szerk.): *Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)'*. JRC Science for Policy Report, 2018.

²⁰ *Európai uniós regionális és nemzeti programok*. Európai Bizottság. Elérhető: https://ec.europa.eu/regional_policy/hu/atlas/programmes (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

A KEHOP-pályázatok célcsoportjai prioritásonként változnak átfedésekkel. Az éghajlati alkalmazkodás főbb célcsoportjai a civil és nonprofit szervezetek, központi közigazgatási szervek, önkormányzatok, vízügyi igazgatási szervek, veszélyelhárításban dolgozó szervek. Az 5 főbb prioritás mindegyikében célcsoportonként szerepelnek az önkormányzatok.²¹

A közvetlen brüsszeli források közül az éghajlati adaptációt leginkább elősegítő projektek a 2014–2020-as pályázati időszakból többek között a LIFE pályázatok. Az alkalmazkodás az éghajlatváltozáshoz a LIFE Éghajlat-politikai Alprogram második kiemelt területe. Kiemelt feladata olyan projektötletek, új technológiák és módszerek, megoldások támogatása és összefogása, amelyek helyi, regionális és/vagy nemzetközi szinten járulnak hozzá a már légkörben lévő üvegházhatású gázok által kiváltott szélsőséges klíma- és időjárás-változáshoz való alkalmazkodáshoz.

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás kiemelt területének konkrét célkitűzései az alkalmazkodással kapcsolatos uniós szakpolitika kidolgozásának és végrehajtásának elősegítése, ideértve az ökoszisztéma-alapú megközelítéseket is, amelyek a természetes vízmegtartó intézkedéseket és megoldásokat célozzák. Ezenkívül a hatékony éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási cselekvések és intézkedések kidolgozásához, felméréséhez, monitoringjához, értékeléséhez és végrehajtásához szükséges tudásalap javítása, illetve a cselekvési tervekbe irányuló integrált megközelítések kidolgozásának és végrehajtásának elősegítése helyi, regionális vagy nemzeti szinten, adott esetben az ökoszisztéma-alapú megközelítések előtérbe helyezésével, amely szintén kifejezetten a lokális problémák megoldásának kidolgozásában segít. Ami pedig az egyik legfontosabb elvárás, a megismételhetőség, azaz az ismétlésre, átadásra vagy más területeken történő általános érvényesítésre alkalmas innovatív technológiák, rendszerek, módszerek és eszközök kifejlesztéséhez és demonstrációjához való hozzájárulás. Ez lehet kísérleti, demonstrációs vagy bevált gyakorlati projekt.²²

3. Vízmegtartásra szolgáló objektum kialakítása

A fentiekben meghatározott szempontok szerint a problémakataszter felállítása után az ágazatok összehangolásával és a lehető legszéleskörűbb megoldás és az ehhez kapcsolódó intézkedés kialakítása a soros. Érdemes meghatározni a kiterjedés nagyságrendjét, a problémák megoldásának lehetőleg teljes körű lefedéséhez, ugyanis a problémák továbbgyűrűzése elvén az alkalmazkodási intézkedéseknek a problémák kialakulásának okát célszerű megszüntetni. Tehát nemcsak egy intézkedésről lehet szó, hanem több egymáshoz kapcsolódó kisebbről is. A városi szintű tervezésnek szükséges figyelembe venni a vízgyűjtőszinten felmerülő igényeket is, mindezt szoros együttműködésben érdemes tárgyalni a szomszédos közvetlenül hatás alatt álló településekkel. A fentiekben leírt platformok tanulmányozásával még az alkalmazkodás témájában járatlan döntéshozók is fel tudják mérni az intézkedések nagyságát, összetettségét.

²¹ *Környezeti és Energiahatékonyság Operatív Program*. Elérhető: www.kehop.hu/kehop/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 12.)

²² *LIFE Éghajlat-politikai Alprogram*. Elérhető: www.lifepalyazatok.eu/home_hu.html?nyid=item20160505006 (A letöltés dátuma: 2020. 04. 12.)

3.1. Tervezés

A térképek, birtokhatárok, érintettek igényei és a település lehetőségeinek elméleti számbavételezése és az intézkedésekről való döntés meghozása után a konkrét műszaki tervezést már az erre hivatott tervező szakemberek végzik. Ez ugyanis olyan szaktudást igénylő munkafázis, amelyben a műszaki előkészítés, műszaki ellenőrzés, a különböző szakértői munkálatok járnak együtt, mint például a geotechnikai, talajmechanikai, védőidom-meghatározás, környezetvédelmi hatástanulmányok. A környezetvédelmi szakmai anyagok készítése, a hatósági kötelezések és jogszabályi előírások alapján elkészítendő felülvizsgálati, hatásvizsgálati, tényfeltáró dokumentációk, állapotfelmérés, kárelhárítási terv, engedélyezési eljárások lefolytatása, egyéb dokumentációk készítése, rekultivált hulladéklerakók utógondozási feladatainak elvégzése is idetartozik. Egy tervező szakember vagy -iroda ezeket a műszaki feladatokat, a projekt koordinációját és menedzselését elvégzi, és legtöbbször ebbe az engedélyezési folyamatok is beletartoznak, ami szintén összetett folyamat, de érdemes tisztában lenni a főbb állomásaival és típusaival.²³

3.2. Engedélyezés

A 223/2014. (IX. 4.) vízügyi igazgatási és a vízügyi, valamint a vízvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervek kijelöléséről szóló kormányrendeletben foglaltak szerint a vízügyi hatósági feladatokat 2014. szeptember 10-től a katasztrófavédelem látja el. A vízügyi és vízvédelmi hatósági és szakhatósági eljárásokat első fokon a területi vízügyi hatóságok, azaz a katasztrófavédelmi igazgatóságok speciális illetékességi területen folytatják le. Másodfokú vízügyi és vízvédelmi hatósági és szakhatósági hatáskörrel a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság rendelkezik. Ezen belül működik a Hatósági Főigazgató-helyettesi Szervezet, a Megelőzési és Engedélyezési Szolgálat és a Vízügyi és Vízvédelmi Főosztály.²⁴

3.2.1. Vízügyi engedély típusai

Elvi vízügyi engedély: Az első lépcső az engedélyek igénylésének rendszerében az elvi vízügyi engedély, amely ugyan nem kötelező, de a nagyobb beruházások esetén érdemes igényelni, első fokon az illetékes megyei katasztrófavédelmi igazgatóságnál. Az elvi vízügyi engedély célja, hogy a vízügyi hatóság, még a beruházások megvalósítása előtt, azaz a tervezési szakaszban megvizsgálja, áttekinti a beruházó, tulajdonos által elképzelt vízi létesítményeket vagy egyéb vízhasználathoz köthető beruházásokat. Fontos azonban szem előtt tartani, hogy a vízi munka elvégzésére, vízi létesítmény megépítésére, illetőleg vízhasználat gyakorlására nem jogosít.

Vízügyi létesítési engedély: Bármilyen vízi munka, így vízmegtartási célú létesítmény kivitelezése előtt a vízügyi létesítési engedélyt kell igényelni az illetékes vízügyi hatóságtól. Ebbe

²³ *Vízügyi tervezés és kivitelezés.* Tenderterv Kft. Elérhető: www.tenderterv.hu/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

²⁴ *Vízügyi és vízvédelmi hatósági tevékenység.* Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/130/vzgyi-s-vzvdelemi-hatsgi-tevkenysg (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

beletartozik a vízi létesítmény építése, átalakítása, de még a megszüntetése is. Az engedély igénylése a tulajdonos, építtető feladata.

Vízjogi üzemeltetési engedély: A különböző célú vízhasználatok megvalósításához, vízi létesítmény használatbavételéhez, üzemeltetéséhez és vízhasználathoz vízjogi üzemeltetési engedély szükséges. A vízjogi üzemeltetési engedélyt annak kell kérni, aki a vízhasználattal vagy a létesítmény üzemeltetésével járó jogokat és kötelezettségeket közvetlenül gyakorolja, illetve teljesíti (üzemeltet). A vízjogi üzemeltetési engedély a benne lefektetett feltételekkel és az üzemeltetéshez kötődő jogszabályokban, hatósági előírásokban megállapított kötelezettségek mellett feljogosít továbbá a vízi létesítmény használatbavételére. Az üzemeltetés céljából igényelt engedély kérelmében fel kell tüntetni a különbségeket a tervezett, illetve a már megvalósított vízlétesítmény között.

Vízjogi fennmaradási engedély: Az építésügyi hatóságtól kérhető fennmaradási engedély, abban az esetben, ha a vízi létesítmény építése, működtetése jogszerűtlenül, azaz engedély nélkül vagy attól eltérően történt. Az építésügyi hatóság a tulajdonos számára adhat fennmaradási engedélyt.

Vízjogi megszüntetési engedélyeztetés: Engedéllyel rendelkező vízi létesítmény megszüntetése kizárólag vízjogi megszüntetési engedély birtokában végezhető, az abban foglaltak betartásával. A vízlétesítmény megszüntetéséhez szükséges vízjogi megszüntetési engedélyt a tulajdonos, a vagyonkezelő vagy a vízlétesítmény üzemeltetésével eddig járó jogokat és kötelezettségeket közvetlenül gyakorló köteles megszerezni.

3.3. Vízügyi Objektum Azonosítás (VOR szám)

A 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet rögzíti, hogy „valamennyi vízhasználat, vízimunka, vízlétesítmény esetén – elvi vízjogi és fennmaradási engedéllynél az erre irányuló kérelemnél, vízhasználat önálló engedélyezése esetén a vízjogi üzemeltetési engedély iránti kérelemnél, különben a vízjogi létesítési engedély iránti kérelemnél – a vízügyi igazgatóság vízügyi objektumazonosítási nyilatkozata megléte” szükséges. Vízügyi Objektum Azonosító nyilatkozatot kell kérni a területileg illetékes vízügyi igazgatóságtól, ez az úgynevezett VOR szám. Ez segít a vízügyi igazgatóságnak az új objektumra kiadott engedély azonosításában és nyilvántartásában.²⁵

Az objektumazonosítási nyilatkozat kiadására irányuló megkereséshez csatolni kell az engedélyezési tervdokumentációt – elvi vízjogi engedélyezés esetén a műszaki megoldást tartalmazó dokumentációt – és a vízjogi engedélyezés tárgyának megfelelő – az engedélyezési tervdokumentáció, illetve műszaki megoldást tartalmazó dokumentáció alapján kitöltött – létesítményazonosítási űrlapokat, amelyek Excel fájl formájában bármelyik vízügyi igazgatóság honlapjáról letölthetők. A VOR szám igénylése elengedhetetlen a vízügyi hatósági és igazgatási eljárások, illetve a vízszolgáltatással kapcsolatos ügyintézés egységes rendszerben történő kezeléséhez.²⁶

²⁵ 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet

²⁶ 41/2017. (XII. 29.) BM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról.

3.4. Kivitelezés és üzemeltetés

A kivitelezés után – amit a helyi adottságoktól kezdve az intézkedés típusán át, a szakemberek elérhetőségéig még rengeteg tényező befolyásolhat – az átadáson az önkormányzat megkezdheti az objektum üzemeltetését.

3.5. Monitorozás

A környezeti monitorozás feladatai közé tartozik a szennyezőanyagok keletkezésének feltárása, a globális környezeti változás hatása a környezet elemeire, a környezeti változások nyomon követésére készített matematikai modellek paramétereinek az ellenőrzése, valamint az adat-szolgáltatás a környezet-állapotértékeléshez. Vízirajzi monitoring alatt a vízzel kapcsolatos jellemzők (mennyiség, minőség) megfigyelésére alkalmas állomások hálózatát értjük. Felszíni, felszín közeli (talajvízkutak), felszín alatti (rétegvízkutak) és hidrometeorológiai állomásokon történnek a mérések.

A vízirajzi és vízminőségi tulajdonságokat országosan méri fel az erre létesített megfigyelőhálózatok eszközei. A vízirajz megfigyeléséhez többek között a vízállás, vízhőmérséklet, vízsebesség, vízhozam, hordalékviszonyok, talajvízállás, rétegvízállás, források vízhozamának adatait gyűjtik. Ezenkívül a hidrometeorológiai mérések a csapadék, a levegő- és vízhőmérséklet, a talajnedvesség, páratartalom adatait figyelik. A magyarországi hidrológiai viszonyokat jellemző vízirajzi adatok észleltetését, az adatok gyűjtését, értékelését a területileg illetékes vízügyi igazgatóságok végzik az Országos Vízügyi Főigazgatóság koordinálásával. Az országos vízirajzi állomáshálózatot azoknak az észlelési elemeknek a mérésére hozták létre, amelyek mérése nemcsak szükséges, hanem országos előírás szerinti megbízhatósággal lehetséges is, az állomás megfelelő karbantartása és a mérés műszaki előírások technológiai szabályainak betartása mellett.

A vízirajzi észlelések és mérések az országos és regionális léptékű áttekintést biztosító törzs-állomásokon, valamint helyi üzemirányítási, illetve kutatási célú üzemi és tanulmányi állomásokon folynak. A törzshálózaton mért és észlelt adatok feldolgozása egységes elvek szerint történik.²⁷

Egy új vízmegtartó objektum vízirajzi mérése abban az esetben lehetséges, ha van a közelében már telepített mérőállomás, amely így tagja a törzshálózatnak vagy az üzemeltető, ez esetben önkormányzat saját méréseivel.

A második Vízyűjtő-gazdálkodási terv (2015) alapján a természetes medermorfológiai változások, illetve az emberi beavatkozások hatásainak viszonylag lassú időbeni lefolyása miatt a morfológiai monitoringvizsgálatokat elegendő hatévente elvégezni. A veszélyes anyagok vizsgálatát csak hatévente egyszer kell végezni, akkor azonban havi gyakoriságú mintákból. Létezik úgynevezett vizsgálati monitoring, amelyet akkor alkalmaznak, amikor ismerethiány miatt vagy rendkívüli esemény következményeinek kivizsgálására vagy az operatív monitoring ideiglenes helyettesítése miatt van szükség. Ez a módszer például célravezető lehet egy újonnan telepített vízmegtartásra szolgáló tározó tó esetében is.

²⁷ *Vízirajzi monitoring az Országos Vízügyi Igazgatóság hatáskörében.* Elérhető: www.ovf.hu/hu/vizrajzi-monitoring (A letöltés dátuma: 2020. 04. 11.)

A második Vízyűjtő-gazdálkodási terv a felszín alatti vizekre vonatkozó VKI monitoring-követelményének való megfelelés a 30/2004 (XII. 30.) KvVM rendelet a felszín alatti vizek vizsgálatának egyes szabályairól alapján történik. E szerint a felszín alatti monitoringrendszer két alrendszerből épül fel. Az egyik az állami és önkormányzati felelősségi körbe tartozó, a közérdek mértékével arányban álló részletességű és sűrűségű, úgynevezett területi (feltáró) monitoring, amely a következő főbb elemekből épül fel: a BM miniszter irányítása alá tartozó szervezetek által folyamatosan üzemeltetett rendszerek (pl. vízrajzi hálózat, rendszeresen vizsgált kutak), a speciális rendszerek (pl. távlati vízbázisok vízrajzi hálózatba nem tartozó kútjai), más állami szervezetek által folyamatosan üzemeltetett monitoringrendszerek, illetve települési önkormányzatok (elsősorban a városok) által végeztetett észlelések. Az egyes vízrajzi elemek észlelésének és mérésének szabályait egy műszaki előírás-sorozat (ME-10-231-xx) tartalmazza.²⁸

3.6. Mintaterület

A folyamatot jól demonstrálhatja egy olyan jellemzően dombvidéki település, ahol a tipikus éghajlatváltozással járó hirtelen nagy esőzésekkel adódó ár- és iszapelöntésekkel küzdenek egyre gyakrabban. Ugyanezen a településen viszont megjelenik az éghajlatváltozás miatt erősödő nyári nagy hóhullámok trendje is, amely egészségügyileg veszélyezteti a lakosság egy részét, és amelyre szintén képes választ adni a vízmegtartás azáltal, hogy javítja a mikroklímát, hűti a közvetlen környezetét. A településhez közeli mezőgazdasági területeken csapadékszegény időszakokkal szembesülnek szinte minden évben. A természetes élőhelyek és a biológiai sokféleség csökkenése pedig országos jellegű probléma, így erre mindenképpen választ kell adni helyi szinten is. Ezenkívül a település sajátosságait, közeli ipari létesítményeinek fenntartható vízellátásáról is gondoskodni kell. Az előzőekben tárgyalt integrált kezelésnél tehát akkor érhetjük el a legjobb ár-érték arányt vagy az árhatékonyság-arányt, ha az egyes adaptációs intézkedéseket kombináljuk, úgy, mint például egy jól elhelyezett ideiglenes víztároló tó, amely segítheti a többletvíz tározását és egyben vízpótlást biztosít a száraz időszakokban.

Jelen cikk keretében kifejezetten a vízzel kapcsolatos intézkedéseket vizsgálva a nagy előntések problémakörére válaszul adható megoldások kialakításának példaként tudom említeni a Püspökszilágyon elvégzett intézkedéscsoportot. A helyi vízyűjtő alsó és felső szakaszát egyaránt érintő integrált természetes vízmegtartó rendszer kialakításával mennek elébe a villámárvíz kárainak. A település célja az árhullámmal lezúduló víz és hordalék visszatartása a felső vízyűjtőn, mielőtt az elérné az épített környezetet. A terméskő hordalékfogók állítják meg a hordalék- és iszapelöntéseket, és rönkgátat használnak a vízyűjtő felső részén a csapadékvíz lassítására. Egy oldaltározó is segíti a csapadék helyben tartását.²⁹

²⁸ A Duna-vízyűjtő magyarországi része Vízyűjtő-Gazdálkodási Terv – 2015. Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2016. Elérhető: www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 10.)

²⁹ LIFE-MICACC projekt – Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében – Püspökszilágyi mintaterület. Elérhető: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszletesen (A letöltés dátuma: 2020. 04. 01.)

4. Felmerülő kérdések egy éghajlati adaptációs célú természetes vízmegtartó létesítménynél

A vízmegtartó létesítmények javíthatják a vízminőséget és csökkenthetik az árvízveszélyt, ugyanakkor az árvizes helyzeteket illetően fontos vízminőséget befolyásoló tényező az árhullám által szállított szennyeződés is, amelynek fenyegető kockázatával számolni kell.

Hazánk földrajzi helyzete miatt sérülékeny, ugyanis nagyfolyóink a határon kívül erednek, így a víz mennyiségét és minőségét elsősorban külföldi körülmények határozzák meg, ezekre kevés befolyással rendelkezünk.³⁰

A vízmegtartó intézkedések különösen az alföldi tájakon a felszín alatti rétegvizek süllyedő szintjét is hivatottak ellensúlyozni, javítani. A felszíni és felszín alatti vizek kapcsolatrendszerét a földrajzi és domborzati viszonyokon túl a vízhasználat is jelentősen befolyásolja. Ez nem csak vízkivételkor igaz, de a víz visszapótlásakor ugyanígy. A csapadék helyben tartására szánt oldaltározók, lefolyáslassítók, hordalékfogó műtárgyak segítik a beszívargást, így befolyásolják a felszín alatti vizek mennyiségét és minőségét. Kérdés, mennyi idő alatt és milyen vízminőségi és mennyiségi változásra számíthatunk? Pontosán hogyan tudjuk monitorozni a fenntartható, biztonságos vízgazdálkodás és vízmegtartás érdekében az éghajlati alkalmazkodást és a települések sérülékenységének csökkentését szolgáló természetes létesítményeket? Erre ugyanis nincs egy egységes és átfogó iránymutatás a legfontosabb indikátorokra vonatkozóan, minden bizonnyal azok szerteágazó technikákat és rendszereket igénylő volta miatt is.

A beszívargás elősegítése és a talajvízkészlet kiegyensúlyozásának pozitívumai mellett kérdés, hogy egy nyílt, akár csak időleges vízfelület milyen kockázatokat hordozhat a helyi ivóvízbázisokkal kapcsolatban? Elsősorban a mezőgazdasági és más ipari vagy lakossági eredetű szennyezés előfordulásának kockázatát szükséges figyelembe venni.

Azt is vizsgálni kell, hogy az adott vízmegtartó létesítmény a fenti szennyeződések kockázatával terhelve hatással lehet-e rövid vagy akár hosszú távon a helyi ivóvízellátásra. A létesítésnek tehát járulékos következménye kell hogy legyen a helyi vízműre korábban elkészített vízbiztonsági terv felülvizsgálata. A vízbiztonsági terv ugyanakkor segíthet feltárni számos olyan tényezőt, amelyet kockázatként értékelni kell a kialakítandó vízmegtartó létesítményre is.

A vízellátás biztonságát fenyegető tényezők leírása és osztályozása ugyanis lehetővé teszi azok bekövetkezési valószínűségük alapján történő kategorizálásukat az értékelés szempontjából, hiszen nem az eseményjellegű veszélyes behatások számbavétele, hanem a hosszabb távon hatással bíró folyamatok felmérésére is sor kerül.³¹

Ez azonban közel sem ad minden kérdésre választ. A 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízilétesítmények védelméről szól, amelyben leírja például a hidrogeológiai védőidom, védőövezet rendeltetését, amely a le nem bomló szennyezőanyagok elleni védelem, amelyet vagy a vízkivétel teljes utánpótlódási

³⁰ Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus. In Krajnc Zoltán – Csengeri, János (szerk.): *A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2015. 28–46.

³¹ Berek Tamás: A vízbiztonsági tervezés szerepe a fenntartható vízgazdálkodásban. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26. (2016), 2. 32–48.

területére (vízgyűjtőjére) vagy meghatározott részére kell kijelölni, és amely a szennyeződések ivóvízbázishoz jutását akadályozza.³² Az engedélyezési folyamatban a vízügyi hatóságok ezt a kérdést minden bizonnyal figyelembe veszik a VOR szám kiadása előtt, de mégis felvetődik a kérdés, hogy pontosan milyen biztonsági fokozat érvényes a természetes vízmegtartó intézkedések halmazára mind a kivitelezés, üzemeltetés fázisában, amely így a monitorozási és adatszolgáltatási tevékenységhez is kapcsolódik.

A település vagy város villámvíz-kockázatának csökkentésére épített rönkgátak, a belvív elvezetésére vagy egy helyre koncentrálására és így vízmegtartásra használt csatornák, az iszapelöntést gátló hordalékfogók esetében felmerül a kérdés, hogy a létesítmény vagy létesítménycsoportok kritikus infrastruktúráknak számítanak-e?

A 2012. évi CLXVI. a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló törvényre vonatkozó 4. mellékletben a 2016. július 6-i (EU) 2016/1148 európai parlamenti és tanácsi irányelv szerinti ágazatok, illetve alágazatok megfeleltetésének táblázatában, a víz kategóriában az árvízi védművek, gátak szerepelnek.³³ Eszerint egy fából készült rönkgát is minősülhet kritikus infrastruktúrának, amelyet így szükséges figyelembe venni a fenntartási és üzemeltetési gyakorlatban.

5. Következtetések

Nem lehet eléggé hangsúlyozni a helyi szintű intézkedések fontosságát, mivel a hazai vízügyi igazgatóságok és szakemberek is legjobb tudásuk szerint helyi vagy kisvízgyűjtő szintű problémákra tudnak választ adni különböző projektek keretében, amellett, hogy az integrált kezelést hangsúlyozva a Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv újabb fejezetein dolgoznak. A települések vezetőinek felelőssége a biztonságos környezet, amelyben a vízbiztonság és a biztonságos víz alapfeltétel. Több kisebb rendszer fenntarthatóbb és könnyebben kezelhetőbb, „testreszabhatóbb”, mint egy nagy, így érdemes személetet váltani abban a kérdésben is, hogy a társadalmi felelősségvállalás önkormányzati szinten mire terjed ki jogszabályok, rendeletek és egyéb hivatalos hivatkozások nélkül is. Ehhez természetesen elengedhetetlen a megfelelő tájékoztatás a legfelsőbb felelős szervektől és a legújabb tudományos eredmények felhasználásával folyó fenntarthatóságot és a vízbiztonság jelentőségét hangsúlyozó szakmai továbbképzések, kifejezetten városvezetési döntéshozók körében.

A fenntartható, víztakarékos helyi vízgazdálkodás és csapadékgazdálkodás legoptimálisabb módszereinek kiválasztásában a megfelelő és integrált tervezés után az egyik legfontosabb kérdés a valódi hatás volumene és relatív gyorsasága. Az általános stratégiák ellenére még gyerekcipőben járnak a helyi víz- és csapadékgazdálkodási intézkedések. A vízügyi jogszabályok és rendeletek külön nem térnek ki ezeknek a létesítményeknek az ajánlott megfigyelési rend-

³² 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási létesítmények védelméről.

³³ 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.

szereire. Az általános környezeti hatásokból, mint a párolgás változása, helyi ökoszisztémára való hatása, a mikroklíma javulása, a mezőgazdasági területek talajtulajdonságainak változása, esetleges javulása és így a kultúrnövények terméshozamában elért eredmények mind akkor bizonyíthatók, ha adatokkal tudjuk alátámasztani. A pozitív hatás mindenképp várható, de tovább optimalizálható ezeknek a természetes beavatkozásoknak a határfoka, ha pontosabban tudjuk megmondani, hogy mekkora az az aránypár a megtartott vízmennyiség és a gazdasági és ökoszisztéma-szolgáltatások között, ami korrelál az intézkedésbe fektetett anyagi ráfordítással. További kutatási téma az „alternatív” nem műszeres monitoring például a természetes indikátorok alkalmazása, amelyek a víz és a levegő minőségét, a biodiverzitás összetettségét jelezhetik. Ahhoz, hogy a kitűzött fenntarthatósági és biztonsági célok megvalósulásának folyamata követhető és értékelhető legyen, a válaszlépések hatékonysága érdekében, nagy szükség van a folyamatok megfigyelésére, a monitoringalapú fejlesztésekre és az erre való kötelezésre.

Felhasznált irodalom

- Berek Tamás: A vízbiztonsági tervezés szerepe a fenntartható vízgazdálkodásban. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26. (2016), 2. 32–48.
- Berek Tamás: A víz, mint környezeti erőforrás a Kárpát-medencében, vízbázisok, vízbiztonság. In Krajnc Zoltán – Csengeri János (szerk.): *A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2015. 61–73.
- Bertoldi, P. (szerk.): *Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)'*. JRC Science for Policy Report, 2018.
- Bíró Tibor: Amikor sok víz van a területen – Belvíz. *Magyar Tudomány*, 178. (2017), 10. 1216–1227. DOI: <https://doi.org/10.1556/2065.178.2017.10.5>
- Halász László – Földi László: Az éghajlatváltozás hatása a természeti katasztrófákra. In Földi László – Hegedűs, Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2019. 386–412.
- Jakab, Gergely – Tibor Bíró – Zoltán Kovács – Ádám Papp: Spatial analysis of changes and anomalies of intense rainfalls in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68. (2019), 3. 241–253. DOI: <https://doi.org/10.15201/hungeobull.68.3.3>
- Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus. In Krajnc Zoltán – Csengeri, János (szerk.): *A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században*. Budapest, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2015. 28–46.
- Padányi József: Vízkonfliktusok. *Hadtudomány*, 25. (2015), Elektronikus különszám. 272–284. DOI: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2015.25.E.272>

Jogi források

2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól
2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 2000/60/EK Víz Keretirányelv
- 41/2017. (XII. 29.) BM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról
- 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról

- 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási létesítmények védelméről
- 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról

Internetes források

- Belügyminisztérium, Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság. Elérhető: <https://2010-2014.kormany.hu/hu/belugyminiszterium/kozfoglalkoztatasi-helyettes-allamtitkarsag> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 28.)
- A Duna-vízgyűjtő magyarországi része Vízyűjtő-Gazdálkodási Terv – 2015. Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2016. Elérhető: www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD-9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 10.)
- Európai Unió regionális és nemzeti programok. Európai Bizottság. Elérhető: https://ec.europa.eu/regional_policy/hu/atlas/programmes (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)
- Éghajlatvédelmi Szövetség tevékenysége. Alkalmazkodó Polgármesterek (Mayors Adapt) kezdeményezés ünnepélyes aláírási ceremóniája. Elérhető: www.eghajlatvedelmiszovetseg.hu/index.php/hirek/108-alkalmazkodo-polgarmesterek-mayors-adapt-kezdemenyezes-unnepelyes-alairasi-ceremoniaja (A letöltés dátuma: 2020. 04. 06.)
- KlímaBarát Települések Szövetsége. Elérhető: www.klimabaratt.hu/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 04.)
- Környezeti és Energiahatékonyság Operatív Program. Elérhető: www.kehop.hu/kehop/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 12.)
- A LIFE-MICACC projekt indoklása és háttere. 2017. Elérhető: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/celok_eredmenyek/hatter (A letöltés dátuma: 2020. 04. 01.)
- LIFE-MICACC projekt – Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében – Püspökszilágyi mintaterület. Elérhető: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszletesen (A letöltés dátuma: 2020. 04. 01.)
- LIFE Éghajlat-politikai Alprogram. Elérhető: www.lifepalyazatok.eu/home_hu.html?nyid=item20160505006 (A letöltés dátuma: 2020. 04. 12.)
- ICLEI – Local Governments for Sustainability. Wikipedia the Free Encyclopedia. Elérhető: <https://en.wikipedia.org/wiki/ICLEI> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 10.)
- Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia. Innovációs és Technológiai Minisztérium, 2018. Elérhető: <https://nakfo.mbfisz.gov.hu/hu/node/517> (A letöltés dátuma: 2020. 03. 28.)
- A Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főoszályról. Elérhető: <http://nakfo.mbfisz.gov.hu/hu/node/29> (A letöltés dátuma: 2020. 04. 08.)
- A Nemzeti Víz Tudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai. Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Kutatóközpont Víz Tudományi Koordinációs Csoport, 2018. Elérhető: https://mta.hu/data/dokumentumok/Viztudomanyi%20Program/NVKP_20180331.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 04. 04.)
- UN Water [vízgazdálkodással foglalkozó szervezetek tevékenységét koordináló Egyesült Nemzetek Szövetségéhez tartozó alszervezet] Annual Report. 2013. Elérhető: www.unwater.org/publications/un-water-annual-report-2013/ (A letöltés dátuma: 2020. 11. 24.)
- Vízügyi és vízvédelmi hatósági tevékenység. Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Elérhető: www.katasztrofavedelem.hu/130/vzgyi-s-vzvedelemi-hatsgi-tevkenysg (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)
- Vízrajzi monitoring az Országos Vízügyi Igazgatóság hatáskörében. 2015. Elérhető: www.ovf.hu/hu/vizrajzi-monitoring (A letöltés dátuma: 2020. 04. 11.)
- Vízügyi tervezés és kivitelezés. Tenderterv Kft. Elérhető: www.tenderterv.hu/ (A letöltés dátuma: 2020. 04. 13.)

Szabó Veronika Anna¹

Építőipari szigetelőblokk fejlesztése hulladékpalackból

Development of a Building Insulation Block from a Waste Bottle

Kutatásomban kémiai habosítás révén készítettem szerkezeti habot PET-palackból. Adalékanyagok bevonásával (láncnövelő, ütésállóság-növelő és égésgátló adalék) tovább javítottam a habok tulajdonságait. A fejlesztett anyag építőipari felhasználhatóságát 100 × 100 × 8-as négyzetes mintákon vizsgáltam. Eredményeim elemzése során megállapítottam, hogy az égésgátlószer arányának növelésével jobb cellaeloszlás érhető el, ami pozitív hatással van az anyag hőátvezetési tényezőjére. 20% égésgátlószer alkalmazása mellett a szigetelő táblák másodperceken belül lezárják a teljes önkioltódási folyamatot.

Kulcsszavak: rPET, újrahasznosítás, építőipar, szigetelés, égésgátlás

In my research, structural foam was prepared from PET bottles using chemicals. Application of additives (chain-increasing, impact-enhancing and flame retardant) further improved the properties of the foams. The usability of the developed material in the construction industry was tested on 100x100x8 mm samples. Analysing the results, it has been found that the increase of the flame retardant has a positive effect on cell distribution, which improves the heat transfer coefficient of the material. Using 20% flame retardant, an insulating board completes a complete self-extinguishing process within seconds.

Keywords: rPET, recycling, construction industry, insulation, flame retarding

¹ Széchenyi István Egyetem, egyetemi tanársegéd, e-mail: szabo.veronika.anna@ga.sze.hu

1. Irodalom

Az építészet változásának számos jele van a 21. században. Az elsődleges ok, hogy a fosszilis energiahordozó-készletek végesek. Az építőipar területén is fontos a fenntartható és gazdaságos alapanyagok keresése, amelyek hozzásegítenek az energiafelhasználás csökkentéséhez. Az energiafelhasználás csökkentésének kulcsa az épületek megfelelő, szakszerű hőszigetelése.²

A kutatók körében közös cél a megfelelő szigetelőanyagok kifejlesztése. A természetes alapanyagok bevonásával elsődleges cél, hogy már az alapanyag előállításánál során redukálni tudjuk az energiafelhasználást, továbbá egyre inkább előtérbe kerülnek az újrahasznosított anyagok az építőiparban is.

Bár az utóbbi években jelentős marketingtevékenység figyelhető meg a polimerfelhasználás visszaszorítására, világviszonylatban egyre nő a hulladékba kerülő műanyagpalackok száma. A polietilén-tereftalát (PET-) palackok nyújtotta globális környezeti-gazdasági-társadalmi problémára az alapanyag-felhasználás redukálása mellett csak a nagymennyiségben történő újrahasznosítási lehetőségek bővítése teremthet megoldást. A termikus újrahasznosításuk a magas fűtőértékük miatt már kedvezőbb, azonban igazi körforgást csak a fizikai újrahasznosítással lehet elérni.³ Egyre több kutatás zajlik a hulladékpalackok habosított újrahasznosítására,⁴ valamint az így létrehozott új anyag ipari alkalmazására.⁵

Emin M. Çinara és Filiz Kar kutatásukban kompozitanyagok előállításával kísérleteztek, rPET-palackok és márványpor felhasználásával. Céljuk volt csökkenteni a palackok által okozott környezetszennyezést. Továbbá egy olyan anyag előállításán dolgoztak, amelynek költségei alacsonyabbak a jelenleg forgalomban kapható hasonló építőanyagokéhoz képest. Fontosnak tartották megtartani a márványpor magas mechanikai jellemzőit, továbbá az égéssel szembeni ellenállását. A PET-hulladékokból nyert részecskéket egy extruderben homogenizálták a márványporral. Az így kapott anyag mechanikai, termikus és morfológiai jellemzőit vizsgálták. Eredményeikből kiderült, hogy a márványporarány növelésével javulnak az anyag égéssel szembeni ellenállási tulajdonságai. A limitált oxigénszükségleti szint (LOI) a térfogat függvényében 24–25%, ahol az rPET 29%, míg a márványpor 25% volt. A márványpor arányának növelésével az anyag Vickers keménységmérése jobb eredményt hozott. A csupán rPET-et tartalmazó minta 15 HV, a márványpor emelésével ezt 35 HV-ig tudták javítani. Az anyag hővezetési tényezője a 0,065 W/mK volt, ezért megfelelő építési anyagnak. SEM-felvételekkel alátámasztották, hogy a márványrészecskék egyenletes eloszlást mutatnak az rPET-ben.⁶

Asis Patnaik és társai tanulmányukban hulladékgyapotból és rPET-rostokból fejlesztett hő- és hangszigetelési mintákat. A kutatás célja az rPET építőipari alkalmazhatóságának vizsgálata

² Borszák Dávid: *Építési hőszigetelő anyagok*. Győr, TERC Kft., 2017.

³ Garas Sándor: Újrahasznosított műanyag hulladék és gumiőrlemény alapú, nagy műszaki értékű termékek kifejlesztése (III.). *Műanyag- és Gumiipari Évkönyv*, 6. (2008), 49–56.

⁴ Dogossy Gábor – Ronkay Ferenc: Reciklált PET habosítása. In Csibi Vencel-József (szerk.): *21st International Conference on Mechanical Engineering*. Arad, XXI Nemzetközi Gépészeti Találkozó, 2013. 97–100.

⁵ Dogossy Gábor – Ronkay Ferenc: Hulladék PET minőség-növelt újrahasznosítása. *A Jövő Járműve*, 8. (2013), 1–2. 47–49.

⁶ Emin M Çinara – Filiz Kar: Characterization of composite produced from waste PET and marble dust. *Construction and Building Materials*, (2018), 163. 734–741.

volt. A hulladék gyapjúsálak hő- és hangszigetelő alkalmazások nyersanyagai lehetnek, ugyanakkor nincs olyan mennyiségű hulladékgyapjú, hogy a teljes építőipart elláthassa. Munkájuk során kétrétegű szövetet készítettek, amelyre 50%-ban gyapjút, 50%-ban rPET-rostokat használtak fel. Ezt a kevert anyagú mintát hasonlították össze a 100%-ban gyapjút, illetve 100%-ban rPET-et tartalmazó mintákkal. Eredményeikből kiderült, hogy a kétrétegű 50%-os hulladék és 50%-os rPET-szőnyeg biztosítja a legjobb hő- és hangszigetelési, nedvszívó és tűzállósági tulajdonságokat. Az rPET és hulladékgyapjú-szőnyegek több mint 70%-os incidens zajt abszorbeáltak az 50-5700 Hz frekvenciatartományban. A fejlesztett rPET és hulladékgyapjú-szőnyegek megfelelő nedvességállóságot mutattak, magas páratartalmú környezetben anélkül, hogy romlottak volna a hang- és hőszigetelési tulajdonságaik.⁷

Kutatásom kezdetén a kémiai habosítással kívántam reciklált PET integrál habszerkezetet gyártani. Az első kísérletek eredményeként sikerült zárt cellás habot gyártanom hagyományos fröccsöntőgépen kémiai habosítószer felhasználásával.⁸ A habszerkezet fejlesztése érdekében különböző habosítókészítmények alkalmazhatóságát teszteltem az rPET habszerkezetének kialakítására. A lánc-tördelődés okozta degradáció nagyban redukálta a habfejlődést, emiatt lánc-növelőszerezrel növeltem a molekulaláncok hosszát. A habszerkezet mechanikai igénybevételekkel szembeni ellenállásának javítása céljából 10% ütésállóság-növelő adalékot adtam a keverékhez, amely a Charpy-féle ütve hajlító szilárdságát 18,48%-ban javította. Az anyag továbbfejlesztéseként különböző égésgátlószereket teszteltem, a hab égéssel szembeni ellenálló képességének javítására.⁹ Az új keverék eredményeiből kiderült, hogy az égésgátlószer kismértékű alkalmazása is nagyságrendekkel javította a minták Charpy-féle ütve hajlító szilárdságát. Az égésgátlószer növelte a minták porozitását és csökkentette a cellaátmérőket, emiatt minden mechanikai vizsgálat eredménye módosult az adalékanyag alkalmazása mellett. Jelen cikkemben a fejlesztett anyag építőipari szigetelőblokkként történő felhasználhatóságát vizsgálom.

2. Felhasznált anyagok, módszerek

A kísérletek során mátrixanyagként a kereskedelemben kapható kék kristályosított PET-regranulátumot (rPET) (Fe-Group Invest, Budapest, Magyarország) használtam 0,8 dl/g belső viszkozitás (IV) értékkel. CESA Extend NCA0025531-ZA-t (Clariant, Muttenz, Svájc), amely Joncryl ADR 4368 (Johnson Polymers, Studley, UK) típusú epoxi-alapú sztírol-akril multifunkcionális oligomer reagenst tartalmaz, alkalmaztam lánc-növelő adalékanyagként. Az Elvaloy PTW (Du-Pont, Midland, USA) típusú etilén-terpolimert (63% etilén, 31% butil-akrilát, 6% glicidil-metakrilát) használtam ütésállóság-növelő adalékanyagként. Égésgátló adalékként ICH Fl ret 01904 (ICC-Chemol, Budapest, Magyarország) 85% bróm szerves vegyület diszperziójával

⁷ Asis Patnaik et alii: Thermal and Sound Insulation Materials from Waste Wool and Recycled Polyester Fibers and Their Biodegradation Studies. *Energy and Buildings*, 92. (2015), 161–169.

⁸ Szabó, Veronika Anna – Dogossy, Gábor: Structure and properties of closed-cell foam prepared from rPET. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 426. (2018), 012043.

⁹ Szabó, Veronika Anna – Dogossy, Gábor: Investigation of Flame Retardant rPET Foam. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 64. (2020), 1. 81–87.

etilén-kopolimerben alkalmaztam. Tracell IM 7200 (Tramaco, Pinneberg, Németország) endo-term vegyület, 120 ml/g gáz expanzióval és 70% habosítószer-tartalommal kémiai habosító-szerként lett alkalmazva.

Az rPET-et 24 órán át 100 °C-on szárítottam, majd az adalékanyagokkal összekevertem (1. táblázat). Az LT 20-440 (Labtech Engineering, Samut Prakan, Thaiföld) ikercsigás extrudert alkalmazva a keveréshez 265 °C olvadási hőmérsékleten. Az előállított regranulátumot további 12 órán át 100 °C-on szárítottam, majd a 100x100x8 mm-es négyzet alakú próbatestet készítettem Allrounder Advance 420C Golden Edition (Arburg, Lossburg, Németország) fröccsöntőgéppel, lélegzőszerszám-technológiával, a következő paraméterek mellett: fúvóka hőmérséklete: 265 °C, befröccsöntési sebesség: 45 cm³/perc, szerszám hőmérséklete: 35 °C.

1. táblázat. A minták anyagösszetétele

	rPET%	Láncnövelő	Ütésállóság-növelő	Habosító	Égégátló
	[phr]				
rPET	100	0	0	0	0
rPET2LN10UN4HSEG	100	2	10	4	5
rPET2LN10UN4H2OEG	100	2	10	4	20

Forrás: a szerző szerkesztése

A minták belső struktúráját egy ipari röntgen- és CT-géppel vizsgáltam (YXLON Modular) 0,027 mm-es felbontás, 200 kV csőfeszültség és 0,1 mA csőáram mellett. A detektálást síkképernyős, 700 ms-os integrációs idővel szűrő nélkül végeztem. Összesen 1440 vetített kép készült a rekonstrukcióhoz. A cellák porozitásának és átmérőjének meghatározásához a VGStudio MAX 2.2-t használtam.

A hőszigetelési képesség mérését Taurus TCA 300 hővezetőképesség-mérő kamrában végeztem MSZ EN ISO 10456 szabvány alapján.

FMVSS 302 teszt során az égetőkamrában teszteltem a minták égéssel szembeni ellenállását. A minták 80 × 100 × 8 méretre vágását hagyományos szalagfűrészsel hajtottam végre. A teszt során gyújtáskor a tartót a próbatesttel betoltam a láng feléig, majd 15 másodperc elteltével kihúztam a lángból, ha a láng kialudt, ismételten meggyújtottam. Az égés az első jel elérésétől mérendő és a második jel elérésével kapott időintervallumból számítható a láng terjedési sebessége.¹⁰

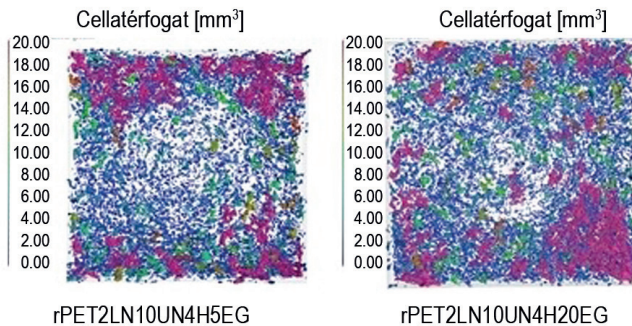
3. Eredmények és kiértékelésük

A laboratóriumi kutatómunka alkalmával megvizsgáltam a gyártott próbatestek habszerkezetét, hőszigetelő képességét és égéssel szembeni ellenálló képességét.

¹⁰ Garas Sándor: Műanyagok égésgátlása I. Alapismeretek. *Műanyag és Gumi*, 48. (2011), 3. 93–99.

3.1. A próbatetek CT-vizsgálatának eredményei

A minták CT-feltételei az 1. ábrán láthatók. A gyártás során az ömledék a középső pontban érkezett az üregbe, ezért az látható, hogy a külső területek jobban habosodtak. Ennek elsődleges oka, hogy a habosítószer bomlásának következtében a habosító ágens által képzett gázbuborékoknak nagyobb területe és több ideje volt a kitágulásra. Mind a két mintánál tapasztalható eltérés a cellasűrűségben a középső és a szélső területek között. Ezzel szemben a 20% égésgátlószert tartalmazó minták középső területein is láthatók nagyobb cellák. Ennek oka, hogy az égésgátló magasabb arányban történő alkalmazása jobb cellaeloszlást eredményezett a gyártás során. A minták felületén a temperált szerszámmal érintkezve tömör héjfal alakult ki. A CT-felvételen látható, hogy a héjfal nem egyenletes a teljes felületen. A héjfal vastagsága változik a cellaeloszlás függvényében a minta kerületén. A 20% égésgátlószert tartalmazó minta porozitása 19,15%-kal nagyobb, mint az 5% égésgátlószer-tartalmú mintáé. Az égésgátlószer növelésével a habszerkezet jobban reprodukálható, az eredmények szórása redukálódik. A cellaátmérők vizsgálatát követően megállapítottam, hogy kisebb cellaátmérők jöttek létre a 20% égésgátlót tartalmazó próbateteknél. A kapott értékeket összevetve a porozitási százalékkal az állapítható meg, hogy sok apró cella jött létre, amelyek elkülönülnek egymástól.



1. ábra. A minták CT-felvétele

Forrás: a szerző szerkesztése

3.2. A minták szigetelőképességének vizsgálata

A mintákat 6 órás tesztnek vetettem alá, amelyben 10, 20 és 30 °C mellett vizsgáltam meg a próbatetek hővezetési tényezőjét. Az égésgátlószer arányának növelésével redukálódott a hőátvezetési tényező. Ez alátámasztotta kezdeti feltételezésemet, miszerint a rendezett habszerkezet elősegíti az anyag építési szigetelőként történő felhasználhatóságát. Az 5% égésgátlószert tartalmazó minta 10 °C-os hőmérsékleten 0,0829 W/mK, 20 °C-on 0,0854 W/mK, 30 °C-on pedig 0,0878 W/mK hővezetési tényezővel rendelkezik. Összességében elmondható, hogy minden mért hőmérsékleten csökkent a hőátvezetési tényező mértéke

az égésgátlószer arányának növelésével. Ezzel szemben a hőmérséklet növelése mellett nem volt arányos a változás.

3.3. FMVS 302 teszt

A vizsgált darabok egyike sem érte el az első mérési jelölést, 60 másodperces hőközlés esetén sem. Ezért a lángterjedési sebesség mérésére nem volt lehetőség a teszt során. Vizsgálatomban az önoltási folyamat mérésére tettem kísérletet. Az égésgátló-adalék reakcióba lépése során 60 másodperc hőközlés után mértem a teljes önkioltódási folyamatot. Az égésgátló aránya hatással volt az előégetés során kialakuló elszenesedett terület nagyságára. A 20% égésgátlószeret tartalmazó mintáknál a teljes szenesedett terület peremhatára 2,82 mm volt. Az anyagroncsolódás is itt volt a legalacsonyabb mértékű. Az 5% égésgátlószeret tartalmazó próbatest beégési határa 8,81 mm. A 20% égésgátlószeret tartalmazó próbatestek esetében gyakorlatilag a hőközlés megszűnését követően azonnal lezárult az égési folyamat, a teljes önkioltódás 1,03 másodperc alatt végbement.

4. Konklúzió

Az elvégzett mérések és a termékgyártást követően megállapítottam, hogy a rendelkezésre álló kristályosított kék színű palackregranulátum alkalmas zárt cellás habszerkezet kialakítására, az égésgátló adalék alkalmazása mellett is. Az égésgátló adalékanyag megfelelő használatát követően sikerült javítani a kialakult cellaszerkezetet. A szigetelőképeség mérése során azt tapasztaltam, hogy az égésgátlószer arányának növelésével redukálódott a hővezetési tényező, ez összefüggésbe hozható a porozitási arány növekedésével. Az FMVSS 302 tesztet 20%-os égésgátló-alkalmazás mellett a minta 1,03 másodperc alatt lezárta az égést. A kutatás folytatásaként fontosnak tartom a pontos égésgátlóarány meghatározását a minél nagyobb rPET-felhasználás érdekében.

5. Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvány hozzájárulásával, az Ökotudatos fiatalok támogatása program keretében, a Kutatási munka ösztöndíj pályázat finanszírozásával készült.

Felhasznált irodalom

Bozsaky Dávid: *Építési hőszigetelő anyagok*. Győr, TERC Kft., 2017.

Dogossy Gábor – Ronkay Ferenc: *Reciklált PET habosítása*. In Csibi Vencel-József (szerk.): *21st International Conference on Mechanical Engineering*. Arad, XXI Nemzetközi Gépészeti Találkozó, 2013. 97–100.

Dogossy Gábor – Ronkay Ferenc: *Hulladék PET minőség-növelt újrahasznosítása. A Jövő Járműve*, 8. (2013), 1–2. 47–49.

- Çınara, Emin M. – Filiz Kar: Characterization of composite produced from waste PET and marble dust. *Construction and Building Materials*, 163. (2018), 734–741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.155>
- Garas Sándor: Újrahasznosított műanyag hulladék és gumiőrlemény alapú, nagy műszaki értékű termékek kifejlesztése (III.). *Műanyag- és Gumiipari Évkönyv*, 6. (2008), 49–56.
- Garas Sándor: Műanyagok égésgátlása I. Alapismeretek. *Műanyag és Gumi*, 48. (2011.) 3. 93–99.
- Patnaik, Asis – Mlando Mvubu – Sudhakar Muniyasamy – Anton Botha – Rajesh D. Anandjiwala: Thermal and Sound Insulation Materials from Waste Wool and Recycled Polyester Fibers and Their Biodegradation Studies. *Energy and Buildings*, 92. (2015), 161–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.056>
- Szabó, Veronika Anna – Dogossy, Gábor: Structure and Properties of Closed-Cell Foam Prepared from rPET. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 426. (2018), 012043. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/426/1/012043>
- Szabó Veronika Anna – Dogossy Gábor: Investigation of Flame Retardant rPET Foam. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 64. (2020), 1. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.3311/ppme.14556>

Nepusz Adrienn¹

Cementált talajok jelenlétének előrejelzése helyszíni vizsgálatokkal

Observation of Cemented Soil Structures Based on In Situ Test Results

A cementált talajok viselkedése jelentősen eltér a megszokottól, így fontos azok jelenlétének minél pontosabb előrejelzése a leggyakrabban alkalmazott helyszíni vizsgálatok segítségével. Ez azonban nem egyszerű feladat, mivel a helyszíni vizsgálatok elvégzése során a talaj szerkezete, a cementációs kötések károsodnak. A szakirodalomban számos ajánlás található a statikus nyomószondázás (CPT) és lapdilatatóméteres (DMT) mérési eredmények felhasználására, a két vizsgálat fő paramétereinek közti korrelációkra, illetve hogy e paraméterek miként alkalmazhatóak a cementáltság előrejelzésére. Célom összefoglalni a szakirodalmi ajánlásokat, majd elvégzem néhány, a várttól eltérő eredményt adó cölöp-próbaterheléshez köthető CPT-eredmény feldolgozását, amelyeknél a cölöp környezetében meszes közepes/kövérgyagok jellemzőek.

Kulcsszavak: helyszíni vizsgálatok paramétereinek, CPT, cementáció

There is a significant difference in the behaviour of cemented and uncemented soils, so it is important to detect the cemented structures using the common in situ tests. But, as a result of the implementation of the in situ tests, the structure of the soil and the cementing bonds become damaged. There are a lot of recommendations for the interpretation of Cone Penetration Test (CPT) and Flat Plate Dilatometer Test (DMT), and how these are applicable to observe the cementation. The aims of this article are to give a review of these recommendations and to perform the analysis of some CPT tests related to pile load tests with unusual results. In these cases, calcareous medium/high plasticity clay was present in the soil profile.

Keywords: parameters of in situ tests, CPT, cementation

¹ Széchenyi István Egyetem, Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: adrienn.nepusz@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2636-9821>

1. Bevezetés

A talajok szerkezetének ismerete, egyes talajfajták azonosítása fontos feladat az építkezések megkezdése előtt, ugyanakkor katonai szempontból is jelentős kérdés.² Jelen cikk tartalmi követelményeit meghaladná az összes talajtípus részletes vizsgálata, ezért a következőkben csak a cementált meszes talajokkal foglalkozom. A cementált, meszes talajok számos geotechnikai probléma elé állítják a mérnököket. A cementáció a szemcsék közti hézagokban és a szemcsék érintkezési felületén kötelékként szolgál, ezáltal megakadályozva a szemcsék elmozdulását, többletszilárdságot biztosítva a talajnak. Ez a többletszilárdság azonban viszonylag kis elmozdulás hatására megszűnik, a talaj és a cementáció alkotta szerkezet tönkremegy, és ezután már csak egy kisebb nyírószilárdság jellemzi a talajt.

Épp ez a megszokottól eltérő viselkedés teszi fontossá, hogy az elterjedt helyszíni vizsgálatokkal minél pontosabban kimutathassuk a cementált talajok jelenlétét, és felhasználhassuk a modellezés során a helyszíni vizsgálatok paramétereit. Viszont sok nehézséget okoz a talajazonosításban és a paraméterek felvételében a természetesen cementált talajok inhomogén szerkezete és a cementáció ismeretlen mértéke is.

2. A CPT- és a DMT-vizsgálat, paramétereik és felhasználásuk a cementáltság megállapítására

Hazánkban a legelterjedtebb helyszíni közvetett vizsgálat a CPT-szondázás, amelyet az 1960-as években fejlesztettek ki Hollandiában. A vizsgálat során egy kúpos szondát nyomnak egyenes sebességgel a talajba, és általában 2 cm-enként mérik a szonda csúcsán (q_c) és palástján (f_c) a talaj ellenállását. Lehetőség van továbbá pórúsvíznyomás (u_2) mérésére is. A CPT-szondázási eredményeket széles körben alkalmazzuk, lehetőséget adnak többek között talajazonosításra, talajparaméterek becslésére, cölöpök nyomási ellenállásának számítására.

Peter K. Robertson³ ⁴ ajánlása szerint a csúcshellenállás és a palástellenállás normalizált értékének viszonya tájékoztatást ad a talajfajtaról, (lásd normalizált csúcshellenállás [Q_c] – normalizált palástellenállás [F_c] diagram), amelyek határait a normalizált értékekből számítható talajviselkedési tényező (I_c) jellemez. Mindez az 1. ábrán látható.

² Beke Dóra – Földi Alexandra – Kuti Rajmund: Közúti balesetek során bekövetkező talajszennyezések és kárelhárítási eljárások vizsgálata. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 13–20.

³ Peter K. Robertson: Soil classification using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal*, 27. (1990), 1. 151–158.

⁴ Peter K. Robertson – C. E. Wride: Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal*, 35. (1998), 3. 442–459.

A CPT-eredményekből számítható paraméterek:

- normalizált csúcsellenállás:

$$Q_t = (q_t - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0} \quad (1)$$

$$Q_{tn} = \left(\frac{q_t - \sigma_{v0}}{p_a} \right) * \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}} \right)^n \quad (2)$$

- normalizált súrlódási arányszám:

$$F_r = [f_s / (q_t - \sigma_{v0})] 100\% \quad (3)$$

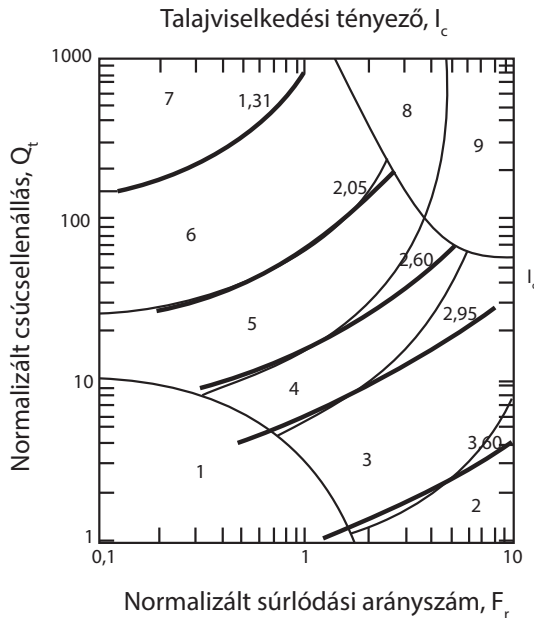
- pórusvíznyomási viszonyszám:

$$B_q = \Delta u / q_n \quad (4)$$

- talajviselkedési tényező:

$$I_c = [(3,47 - \log Q_t)^2 + (\log F_r + 1,22)^2]^{0,5} \quad (5)$$

- agyagtalajok $I_c > 2,95$
- iszapos talajok $2,05 < I_c < 2,95$
- homoktalajok $I_c < 2,05$



1. ábra. A talajviselkedési tényező kontúrjai a Q_t - F_r diagramon

Forrás: Robertson–Wride i. m. (4. l.)

A lapdilatométeres (DMT-) vizsgálat során a dilatométert, vagyis egy acéllapot, a CPT-hez hasonlóan statikusan a talajba nyomnak, majd gáznnyomással az acéllapon lévő membránt nekifeszítik a talajnak. A DMT tehát magában foglalja a CPT- és a presszióméteres vizsgálat elvét. A vizsgálatot Marchetti dolgozta ki Olaszországban 1980-ban, azóta számos országban alkalmazzák, Magyarországon azonban kevésbé elterjedt. Az adatrögzítés 20 cm-enként történik, először leolvassák a kezdeti p_0 nyomást, majd a membrán megfeszítéséhez szükséges p_1 nyomást. Ezek felhasználásával három paraméter számítható:

ID index, amely a talajtípusról, a talaj mechanikai viselkedéséről ad tájékoztatást:

$$I_D = (p_1 - p_0)/(p_0 - u_0) \quad (6)$$

agyagok: $I_D < 0,6$

iszapok: $0,6 < I_D < 1,8$

homokok: $I_D > 1,8$

K_D vízszintes feszültségi index:

$$K_D = (p_0 - u_0)/\sigma'_{v0} \quad (7)$$

E_D dilatométeres modulus:

$$E_D = 34,7 * (p_1 - p_0) \quad (8)$$

Robertson⁵ vizsgálta a CPT–DMT-korrelációkat, a normalizált csúcscellenállás (Q_t) és az előterheltségi viszonyszám (OCR), a vízszintes feszültségi index (K_D), illetve a dilatométeres modulus (E_D) között az alábbi egyenleteket fogalmazta meg:

$$OCR = 0,24 * Q_t^{1,25} \quad (9)$$

$K_D = 0,8 * Q_t^{0,8}$, tovább pontosítva: $K_D = 0,3 * Q_t^{0,95} + 1,05$, ha $I_c > 2,60$ ha $I_c > 2,60$ (10)

$$E_D/\sigma'_{v0} = 5 * Q_t \quad (11)$$

⁵ Peter K. Robertson: CPT-DMT Correlations, Technical Note. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 135. (2009), 11. 1762–1771.

Rabarijoely és Garbulewski⁶ egy varsói helyszínt vizsgálva módosították az első két összefüggést:

$$OCR = 0,28 * Q_t^{0,82} \quad (12)$$

$$K_D = 2,1 * Q_t^{0,4} \quad (13)$$

A leginkább cementációra érzékeny paraméter a vízszintes feszültségi index (K_D), amelynek normálisan konszolidált, nem strukturált agyagokra széles körben elfogadott értéke 2, azonban egyes ajánlások szerint 1,3–1,97 közötti értékek jellemzőek a mechanikai tulajdonságoktól függően.⁷ A cementált talajok esetén K_D értéke nagyobb 2-nél, jellemzően 5 és 15 közötti.⁸

A CPT-eredményeket felhasználó diagramok is lehetőséget adnak a cementáció kimutatására. A 2. ábra homokok esetén ad tájékoztatást a cementációról, a 3. ábra pedig alkalmazható cementált agyagok és iszapok esetén is.

Robertson ajánlása szerint a 3. ábrán látható diagram alkalmas a cementált talajok azonosítására, amelynek alapja a normalizált csúcscellenállás (Q_{tn}) és a kis alakváltozások tartományában érvényes merevségi index, amely:

$$I_G = G_0/q_n, \text{ ahol:} \quad (14)$$

G_0 a nyírási modulus, q_n a korrigált csúcscellenállás.

A diagramot először homoktalajok jellemzésére használták, majd kiterjesztették az érvényességét finomszemcsésű talajokra is. A normalizált, kis alakváltozási tartományban érvényes merevségi index:

$$K_G = I_G * Q_{tn}^{0,75}, \quad (15)$$

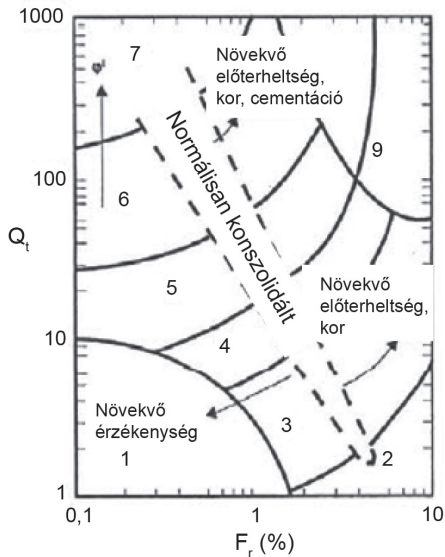
amelynek jellemző értéke a strukturált és nem strukturált talajok határán 330, normálisan konszolidált, nem vagy enyhén cementált talajoknál ennél kisebb értékek jellemzőek, míg 330 felett a cementáltság, mértékével arányosan nő K_G értéke.⁹

⁶ Simon Rabarijoely – K. Garbulewski: Simultaneous interpretation of CPT/DMT tests to ground characterisation. *Conference Paper, Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Paris, 2013. 1337–1340. Elérhető: www.cfms-sols.org/sites/default/files/Actes/1337-1340.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 16.)

⁷ George P. Kouretzis et alii: Numerical evaluation of clay disturbance during blade penetration in the flat dilatometer test. *Geotechnique Letters*, 5. (2015) 3. 91–95.

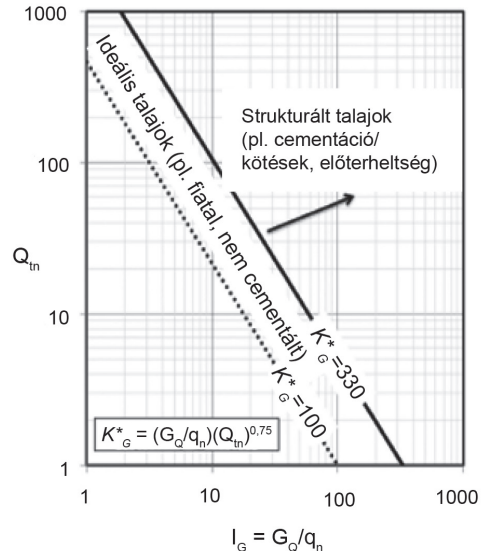
⁸ Nuno Cruz et alii: Detecting the presence of cementation structures in soils, based in DMT interpreted charts. In Roberto Quental Coutinho – Paul W. Mayne (szerk.): *Geotechnical and Geophysical Site Characterisation 4*. London, Taylor & Francis, 2013. 1723–1728. Elérhető: www.researchgate.net/publication/277347897_Detecting_the_presence_of_cementation_structures_in_soils_based_in_DMT_interpreted_charts (A letöltés dátuma: 2019. 11. 19.)

⁹ Peter K. Robertson: Cone penetration test (CPT)-based soil behaviour type (SBT) classification system – an update. *Canadian Geotechnical Journal*, 53. (2016), 12. 1910–1927.



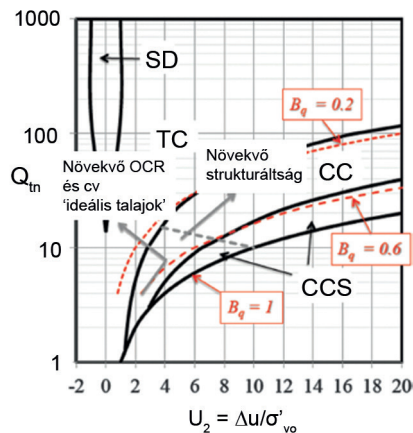
2. ábra. A $Q_t - F_r$ diagram a talajok azonosításához, egyéb jellemzőkkel (OCR, kor, cementáció, érzékenység)

Forrás: Robertson–Wride i. m. (4. l.)



3. ábra. $Q_{tn} - I_c$ diagram a strukturált talajok azonosításához

Forrás: Peter K. Robertson: Cone penetration test (CPT)-based soil behaviour type (SBT) classification system – an update. *Canadian Geotechnical Journal*, 53. (2016), 12. 1910–1927.



4. ábra. $Q_{tn} - U_2$ diagram

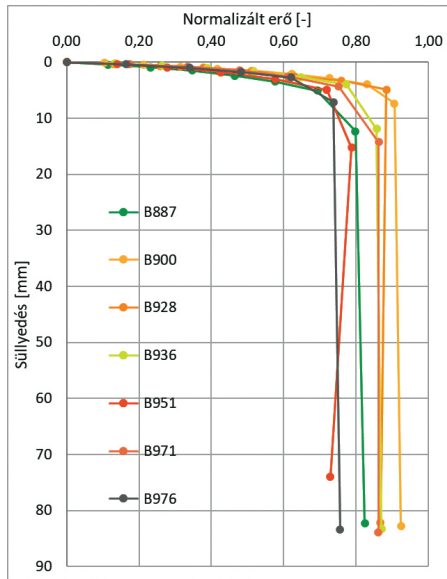
Forrás: Robertson i. m. (9. l.)

A 4. ábra alkalmas a finom szemcséjű, cementált talajok azonosítására a normalizált csúcstelenség (Q_{tn}) és a normalizált pórusvíznyomás (U_2) ábrázolásával. A legtöbb agyagtalajnál nincs érdemi különbség a Q_t és Q_{tn} értékek között. A $Q_{tn} - F_r$ diagram alapján az ideális finom szemcséjű talajok esetében $Q_{tn} > 12$ mellé negatív pórusvíznyomás-értékek párosulnának, azonban strukturált talajok esetén, a nagyobb szilárdságnak és merevségnek köszönhetően, egészen nagy,

pozitív U_2 értékek társulhatnak hozzá. Amennyiben tehát növekvő Q_{tn} -hez növekvő pozitív U_2 párosul, az a cementáltságra utal.¹⁰

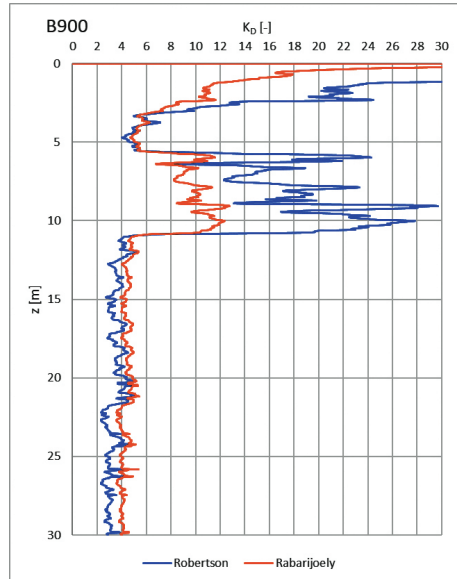
3. A választott CPT-eredmények elemzése

Az ország különböző területein végzett nagyszámú cölöp-próbaterhelés közül néhány esetben a cölöp viselkedése jelentősen eltért a megszokottól, ezen cölöpök környezetében meszes közepes/kövér agyagok voltak jellemzőek. A palástellenállás kb. 1 cm-es süllyedésnél kimerült, és ezután a cölöp nem tudott több erőt felvenni. Feltételezhető, hogy e mértékű deformációnál a cementált kötések megszüntek, és a palástellenállás lecsökkent. E próbaterhelések esetében a mért és Szepesházi¹¹ szerint a CPT-szondázási eredményekből számított teherbírás között is tapasztalhatunk különböző mértékű eltérést.



5. ábra. A vizsgált próbaterhelések eredményei

Forrás: a szerző szerkesztése



6. ábra. A vízszintes feszültségi index mélység szerinti változása

Forrás: a szerző szerkesztése

Ezen cikk keretein belül az M4 autópálya Csabacsúd–Kondoros közötti szakaszán végzett próbaterhelésekhez tartozó CPT-eredményeket vizsgálom, az e szakaszon végzett próbaterhelési görbéket szemlélteti az 5. ábra. A próbaterhelések során a tönkremenetel viszonylag gyorsan

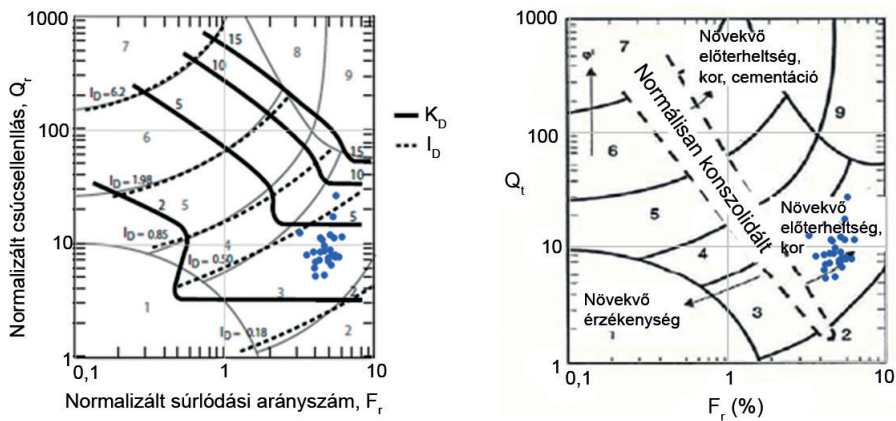
¹⁰ Robertson i. m. (9. l.)

¹¹ Szepesházi Róbert: *Cölöpalapok méretezése az Eurocode 7 követelményei szerint*. Doktori (PhD-) értekezés. Miskolci Egyetem, 2011. Elérhető: www.sze.hu/~szepesr/anyagok/kutatas+fejlesztes/Szepeshazi%20Colomeretes%20PhD-ertekezés.pdf (A letöltés dátuma: 2018. 02. 22.)

következett be, a süllyedési sebességek hirtelen nőttek. Ez a gyors viselkedésbeli változás és tönkremenetel jelentős különbséget eredményez(het) a várt és próbaterhelés során tapasztalt talaj-szerkezet kölcsönhatásban. A jelenséget szemléltetik a szokványostól eltérő, egyenesen letörő vagy akár „visszatörő” próbaterhelési görbék. A normalizált erőhöz a terhelő erőt a CPT alapján számított erővel normalizáltam, így az ábra azt is jól mutatja, hogy a számíthatóhoz képest kb. 20%-kal kisebb mért erő adódott.

Elsőként a CPT- és DMT-vizsgálatok közti korrelációk felhasználásával kiszámítottam a vízszintes feszültségi indexet (K_D), amely egyike a cementációra legérzékenyebb paramétereknek. A 6. ábrán K_D mélység szerinti változását láthatjuk az egyik vizsgált cölöp esetében, késsel Robertson, narancssárgával Rabarijoely et al. ajánlása szerint számítva. Körülbelül 11 méteren kezdődik a vizsgált meszesagyag-réteg, amely szakaszon a két számítási mód eredménye jó egyezést mutat, Robertson képletével 3-4 körüli, míg Rabarijoely ajánlását követve 4-5 körüli értékeket kapunk. Mindkét számítási mód nagyobb értékeket eredményez, mint a normálisan konszolidált, nem cementált agyagokra jellemző érték (kb. 2). A meszes agyag felett iszapos homok, homokréteg található, amelyben a magasabb Q_t értékek eredményezik a magasabb K_D értékeket.

A 7. ábrán az összes vizsgált helyszín meszesagyag-rétegeire jellemző átlagos CPT-eredmények láthatók a Q_t - F_r talajazonosításra szolgáló diagramon, az ábra bal oldalán a Robertson által ajánlott K_D -határvonalakkal, a jobb oldalon pedig a normálisan konszolidált (NC) talajok tartományával kiegészítve. A pontok minden esetben az NC tartományon kívülre, a 3. (kötött) talajosztályba esnek, és a vízszintes feszültségi index rendre $K_D \geq 4$.



7. ábra. K_D határvonalak és a normálisan konszolidált talajok tartománya a Q_t - F_r diagramon, a területre jellemző értékekkel

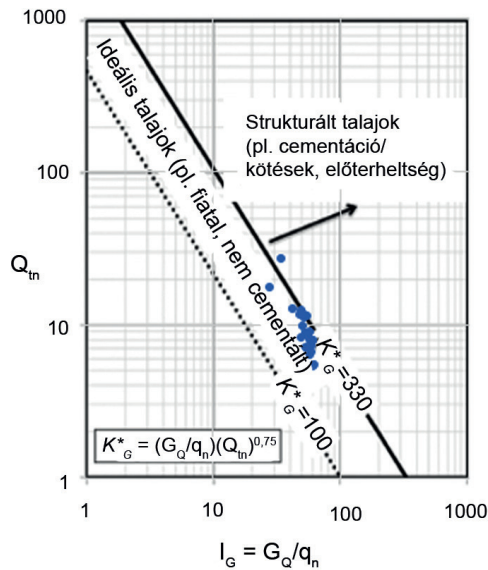
Forrás: a szerző szerkesztése

A 8. ábrán Robertson Q_{tn} - I_c diagramja látható a vizsgált meszesagyag-rétegekre jellemző értékekkel, amelyek a $K_C = 330$ -as határvonal mentén sorakoznak. Ez utalhat enyhe cementációra, amely összhangban van a 4 körüli K_D értékekkel, vagy arra, hogy normálisan konszolidált, nem cementált a talaj, ez viszont ellentmond a 7. ábrán látottaknak.

A 9. ábra bal oldalán a korábban bemutatott, finom szemcsésű talajok strukturáltságának megállapítására szolgáló diagram látható, a jobb oldalon pedig a szokásos talajazonosításra szolgáló diagram látható (szaggatott vonalak), kiegészítve a talaj viselkedését leíró tartományok határvonaláival.¹² Az egyes tartományokat az alábbi módon jelölik:

- CC – kontraktív agyag;
- CD – dilatív agyag;
- CCS – kontraktív, érzékeny agyag;
- TC – kontraktív átmeneti talaj;
- TD – dilatív átmeneti talaj;
- SC – kontraktív homok;
- SD – dilatív homok.

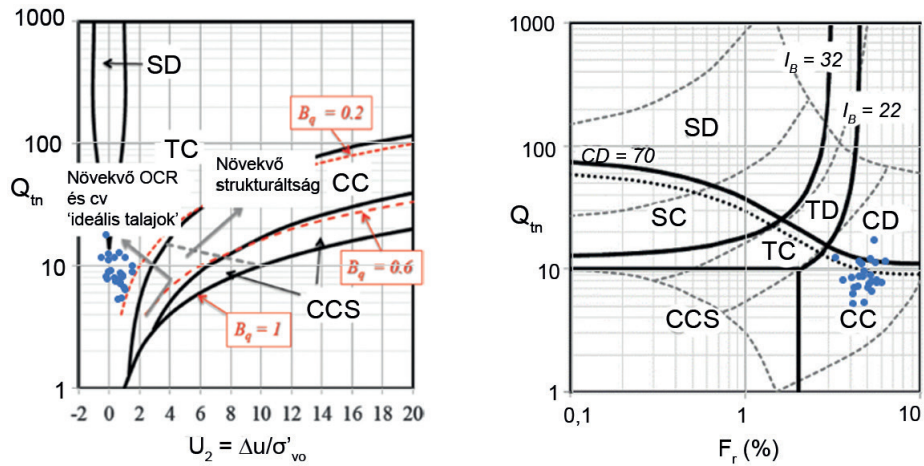
Látható, hogy a 9. ábra jobb és bal oldala nincs összhangban, a vizsgált ponthalmaz a jobb oldali diagramon a kontraktív (CC) – dilatív (CD) agyagok határvonala mentén helyezkedik el, a bal oldali diagramon viszont teljesen kívül esik a kontraktív agyagok tartományán –, amely így nem utal cementáció okozta strukturáltságra. A bal oldali diagramhoz kapcsolódóan szükséges megemlíteni, hogy a hazai CPT-gyakorlatban a pórusvíznyomás-mérést mindig bizonytalanság övezi, ezért elképzelhető, hogy ezen ellentmondás ezzel van összefüggésben.



8. ábra. A vizsgált területre jellemző értékek a Q_m – I_G diagramon

Forrás: a szerző szerkesztése

¹² Robertson i. m. (9. l.)



9. ábra. $Q_{tn} - U_2$ és $Q_{tn} - F_r$ diagram a jellemző értékekkel

Forrás: a szerző szerkesztése

4. Összegzés

A szakirodalom számos lehetőséget kínál a helyszíni vizsgálatok eredményeinek feldolgozására, és azok felhasználásával a cementált talajok jellemzésére, leírására. Azonban ezek alkalmazhatóságát, megbízhatóságát nehezíti a cementált talajok sokfélesége. Többek között az eltérő szerkezet, a cementáltságot adó kötések különbözősége, a cementáció mértéke, a talajban lejátszódó kémiai folyamatok mind eltérő eredményekhez és a mérési eredmények feldolgozásában ellentmondásokhoz vezethetnek.

Jelen cikkben bemutattam a leggyakoribb helyszíni vizsgálatokat és azok eredményeiből számítható paramétereket, majd összefoglaltam a szakirodalmi ajánlásokat, amelyek lehetővé teszik a cementált szerkezetek észlelését, jellemzését.

Kutatómunkám során elvégeztem hét CPT-szondázási eredmény elemzését, amelyek a szokásostól eltérő viselkedést mutató próbacölöpök környezetében készültek. A próbaterhelések során jelentős viselkedésbeli változást és viszonylag gyors tönkremenetelt tapasztaltunk, amelynek oka feltételezhetően a cementációs kötések tönkremenetele a meszes közepes/kövérgyagokban a cölöpök mentén (technológiai hibára utaló jelek nem voltak).

A CPT-szondázási eredmények feldolgozása során ellentmondásra jutottam, ez valószínűleg a cementált talajok eltérő jellemzőiből, esetleg a bizonytalan póruszívnyomás-mérésből adódik. A vizsgált meszes közepes/kövérgyagok CPT-eredményeiből számított vízszintes feszültségi index (K_p) átlagos értéke és a 8. ábra enyhe cementációra utal, viszont a 9. ábra nem jelez cementált szerkezetet.

Összegzésként elmondható, hogy a feldolgozás során előforduló ellentmondások kiküszöbölése érdekében ajánlott a bemutatott diagramokat és paramétereket együtt értékelni, és ezekre egymástól nem független elemzési lehetőségként tekinteni.

A téma további kutatást igényel az eredményt befolyásoló tényezők sokfélesége okán, hogy a cementált talajok jelenlétét, viselkedését minél pontosabban leírassuk.

Felhasznált irodalom

- Beke Dóra – Földi Alexandra – Kuti Rajmund: Közúti balesetek során bekövetkező talajszennyezések és kárelhárítási eljárások vizsgálata. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 13–20. DOI: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.2>
- Cruz, Nuno et al.: Detecting the presence of cementation structures in soils, based in DMT interpreted charts. In Roberto Quental Coutinho – Paul W. Mayne (szerk.): *Geotechnical and Geophysical Site Characterisation 4*. London, Taylor & Francis, 2013. 1723–1728. Elérhető: www.researchgate.net/publication/277347897_Detecting_the_presence_of_cementation_structures_in_soils_based_in_DMT_interpreted_charts (A letöltés dátuma: 2019. 11. 19.)
- Kouretzis, George – P. Y. Ansari – J. Pineda – R. Kelly – D. Sheng: Numerical evaluation of clay disturbance during blade penetration in the flat dilatometer test. *Geotechnique Letters*, 5. (2015), 3. 91–95. DOI: <https://doi.org/10.1680/jgele.15.00026>
- Rabarijoely, Simon – K. Garbulewski: Simultaneous interpretation of CPT/DMT tests to ground characterisation. *Conference Paper, Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Paris, (2013), 1337–1340. Elérhető: www.cfms-sols.org/sites/default/files/Actes/1337-1340.pdf (A letöltés dátuma: 2019. 11. 16.)
- Robertson, Peter K.: Cone penetration test (CPT)-based soil behaviour type (SBT) classification system – an update. *Canadian Geotechnical Journal*, 53. (2016), 12. 1910–1927. DOI: <https://doi.org/10.1139/cgj-2016-0044>
- Robertson, Peter K.: CPT-DMT Correlations, Technical Note. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 135. (2009), 11. 1762–1771. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0000119](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000119)
- Robertson, Peter K.: Soil classification using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal*, 27. (1990), 1. 151–158. DOI: <https://doi.org/10.1139/t90-014>
- Robertson, Peter K. – C. E. Wride: Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal*, 35. (1998), 3. 442–459. DOI: <https://doi.org/10.1139/t98-017>
- Szepesházi Róbert: *Cölöpalapok méretezése az Eurocode 7 követelményei szerint*. Doktori (PhD-) értekezés. Miskolci Egyetem, 2011. Elérhető: www.sze.hu/~szepesr/anyagok/kutatas+fejlesztés/Szepeshazi%20Colopmeretezes%20PhD-ertekezés.pdf (A letöltés dátuma: 2018. 02. 22.)

Tóth András¹ – Bleszity János² – Restás Ágoston³

A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési lehetőségei – 2. rész

The Improvement Possibilities of Fire Research Activities Connected to Hydrocarbon Processing Accidents – Part II

A tűzvizsgálati tevékenység fontos része a katasztrófavédelem komplex rendszerének, a feltárt tűzkeletkezési okok és a megszerzett tapasztalatok visszahatnak a tűzvédelemre, az iparbiztonságra és a polgári védelemre. A szerzők hipotézise, hogy a szénhidrogén-feldolgozás során keletkezett tüzek vizsgálata merőben más szemléletet kíván, mint az élet különböző területein lefolytatott tűzvizsgálatok. A 2. rész a fejlesztési lehetőségeket, a technikai újdonságokat, a tűztáblázat használhatóságát és a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához alkalmazható kiterjesztett valóságot vizsgálja.

Kulcsszavak: szénhidrogén-feldolgozás, tűzvizsgálat, tűztáblázat, kiterjesztett valóság

Fire research activities are an important part of the complex system of disaster management; the found causes of fires and the experience gained can effect fire prevention, industrial safety and the protection of citizens. The hypothesis of the authors is that the research of fires happening during hydrocarbon processing requires to be looked at from a completely different point of view than the fire researches carried out in other areas of life. The second part investigates improvement opportunities, new technologies, the usability of the fire spreadsheet and the extended reality of incidents of hydrocarbon-processing applicable to fire examination.

¹ Zala MKI, Zalaegerszegi Katasztrófavédelmi Kirendeltség polgári védelmi felügyelő, e-mail: Andras.Toth@katved.gov.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7365-6620>

² Nemzeti Közszerológiai Egyetem, professzor emeritus, e-mail: Bleszity.Janos@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6803-3154>

³ Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék tanszékvezető egyetemi docens, e-mail: Restas.Agoston@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4886-0117>

Keywords: *hydrocarbon-processing, fire examination, fire spreadsheet, extended reality*

1. A tűzvizsgálati tevékenység további fejlesztési lehetőségei

Az előző tanulmányban Tóth András első szerző a kérdőívek alapján összegyűjtötte a tűzvizsgálók kompetenciáit, elemezte a szénhidrogén-feldolgozáshoz kapcsolódó tüzesetek vizsgálatát. A feldolgozott kérdőíves felmérésből kiderült, hogy Magyarországon 16 megye érintett és veszélyeztetett a szénhidrogén-feldolgozás szempontjából. Az olajipari tűzvizsgálatokat végzők a megszokott hétköznapi tüzesetek közül belesöpöntenek egy teljesen új világba, ahol az olajipari szakszavakból szinte szótárt kell összeállítani annak érdekében, hogy megértsék és átlássák a technológiai folyamatokat, majd ebből meg tudják állapítani a lehetséges tüzeletkezéshez vezető történéseket.

Az első cikk tűzvizsgálatait tanulmányozva kitűnik, hogy a tűzvizsgálók szakmai felkészültsége magas, a szénhidrogénipari eljárásokba, a technológiai folyamatokba a tűzvizsgálattal eltöltött hónapok alatt beletanultak. A harmadik tűzvizsgáltnál a Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálat (KMSZ) két munkatársa szemlebizottságot alkotva hatékonyabban tudta az ügyfeleket nyilatkoztatni és a tanúkat meghallgatni. Legalább ketten jobb és hatékonyabb tűzvizsgálati stratégiával dolgoznak, mint a korábbi egy fős tűzvizsgálói szolgálat.⁴

A szerzők véleménye, hogy azt a tűzvizsgálót, aki több szénhidrogéniparral kapcsolatos tűzvizsgálatot lefolytatott és beletanult, ismeri ennek a különleges területnek a fortélyait, emeljük ki és legyen az olajipari tüzek szervezeten belüli szakértője. A belső szakértőnek a tűzvizsgálati és igazságügyi szakértői jogosultság nem feltétel, de jó, ha ezekkel a kompetenciákkal is rendelkezik. A kérdőíves felmérés alapján a tűzvizsgálók gyakorlati ideje hullámlázó, átlagosan 6 év. A válaszadók szöveges kiegészítése alapján van, aki több éve volt tűzvizsgáló, illetve két évtizede nem vett részt szénhidrogénipari eseménynél. Gondoljunk csak bele, ilyen és hasonló tüzesetek nem minden évben fordulnak elő Magyarországon.

A metódust lehet alkalmazni a feldolgozóipar más területeire is élelmiszer-, gyógyszer-, könnyű- és vegyipar stb. A tűzvizsgálóknak tisztában kell lenniük az üzemek összetett be rendezéseivel, a technológiával, amit csak a folyamatos képzés, az üzemekben végrehajtott gyakorlatok, szemlék során a tűzoltási, hatósági és iparbiztonsági, valamint a polgári védelmi területtel közösen, egymást segítve lehet elsajátítani.

1.1. Elektronikus jegyzőkönyvek és aláírások bővítése

A jövő a katasztrófavédelmet sem kerülheti el. A HAMAR⁵-rendszer bevezetését követően a cél szakterületek által végrehajtott, nyomtató és papír nélküli helyszíni szemlék végrehajtása. A szerzők véleménye, hogy a tűzvizsgálók munkájának megkönnyítése érdekében a digitálisan

⁴ Nagy László Zoltán: *A tűzvizsgálat taktikája*. Budapest, Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2010. Elérhető: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-a-tuzvizsgalat-taktikaja.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 07.)

⁵ HAMAR a BM OKF fejlesztés alatt álló digitális hatósági ügy- és dokumentációkezelő rendszere. *KÖFOP-1.0.0-VE-KOP-15-2016-00023* jelű, „Mezőgazdasági Vízhasználat Információs és Ellenőrzési Keretrendszer (VIZEK)” projekt

elkészített helyszínrajzot és szemlejegyzőkönyvet közvetlenül a HAMAR-rendszerbe integrálják, rögzítik. A szoftveres fejlesztés óhatatlanul magával vonja a hardveres fejlesztés igényét, érintőképernyős laptop, Onyx BOOX Note vagy a Sony DPT-RP1/CP1 és a legújabb fejlesztésű, reMarkable e-papír kijelzőméretű tablet, phablet, iPad tesztelése, beszerzése, integrálása. Az eszközök integrálása szükséges a jegyzőkönyv és a helyszínrajzok szabadkezü elkészítésére az eljárásban részt vevők digitális aláírásának rögzítésére.

Tóth András első szerző úgy gondolja, hogy a katasztrófavédelem komplex tűz-, ipar- és polgári védelmi feladatainak végrehajtása során az ügyfelek, tanúk meghallgatására szánt idő is jelentősen lerövidíthető, a hatékonyság növelhető a fenti digitális eszközök segítségével abban az esetben, ha az események rögzítése egyszerre történik, nem kell külön-külön jegyzőkönyvet felvenni tűzvizsgálóknak és a szakterületek munkatársainak.

A fent említett helyszínezemle-jegyzőkönyvet, ügyfélnyilatkozat és tanúmeghallgatás jegyzőkönyvének elektronikus/digitális sorait, kérdéseit alkalmassá kell tenni arra, hogy komplexen, a tűzvizsgálat kérdéseit kibővítve a többi szakterület iparbiztonsági, polgári védelmi speciális kérdéseire is választ adjon. A jegyzőkönyvrögzítést követően a HAMAR-rendszerbe bekerült adatok az adott szakterület saját felületén jelennek meg, alapját képezve például az üzemmel szemben megindítható iparbiztonsági eljárásnak és a későbbi szankciónak vagy egy elzárkózás elrendelésére okot adó tény megállapítását a polgári védelem területén. Az eljárás megindítását követően a hiányzó vagy a további pontosításra szoruló adatokat már a szakterület ügyintézője kéri be. Természetesen ehhez egy sor szabályzót módosítani kell, többek között a Katasztrófavédelem Szervezeti és Működési Szabályzat a veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek, a küszöbérték alatti üzemek hatósági ellenőrzése, valamint a veszélyes áruszállítás körében bekövetkező balesetek, üzemzavarok körülményeinek kivizsgálására vonatkozó pontját.

1.2. Az oktatás és képzés korszerűsítése

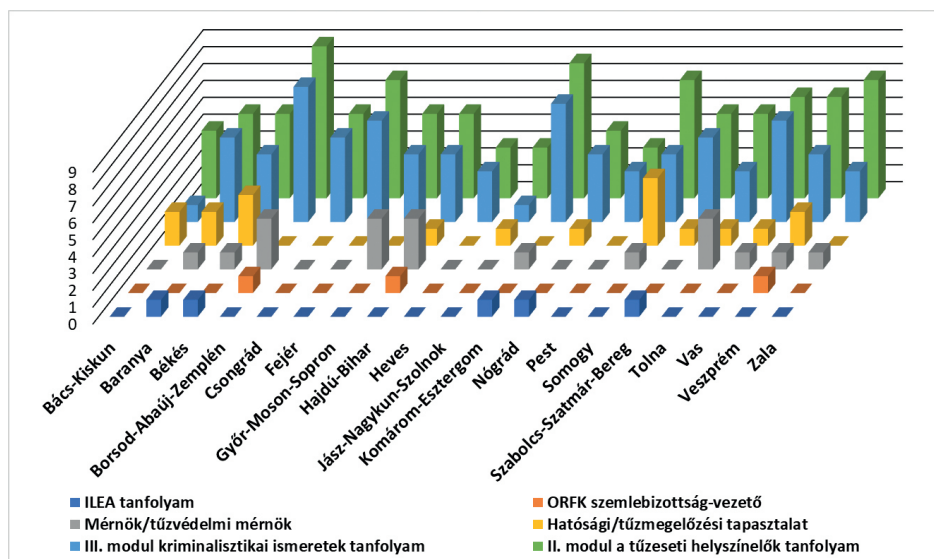
Bérczi és Varga korábbi cikkükben megállapították, hogy a magyar tűzvizsgálók Európa élmezőnyébe tartoznak. Igényként merült fel a rendőrséget támogató szakértői munka mellett a tűzoltó szakma tapasztalatainak összefoglalása. Célként tűzték ki a tűzvizsgálatot végzők felkészültségének fejlesztését, illetve a tűzvizsgálattal nyert tapasztalatok hasznosításának lehetőségét.⁶

A tűzvizsgálat II. modul a tüzeseti helyszínelők továbbképző és a tűzvizsgálat III. modul kriminalisztikai ismeretek tanfolyamot a kérdőív tanúsága szerint a tűzvizsgálók nagy része elvégezte. A megyei főügyeleti osztályvezetők és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) főügyeleti osztályvezetője nagy gondot fordítanak a tűzvizsgálók utánpótlására és folyamatos képzésére.⁷

keretében integrált hatósági ügyviteli rendszer kialakítása két részben. Elérhető: www.kozbeszerzes.hu/ertesito/2018/0/targy/portal_403/megtekint/portal_6523_2018/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)

⁶ Bérczi László – Varga Ferenc: Nemzetközi tűzvizsgálat gyakorlati elemzése. *Védelemtudomány*, 1. (2016), 3. 28–45. Elérhető: www.vedelemtudomany.hu/articles/03-berczi-varga.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 08.)

⁷ Hesz József: *A főügyeleti osztályvezető a cikk írásakor állította össze a tűzvizsgálati eljárás lefolytatásához szükséges tanfolyami modulokra történő beiskolázási tervet a 2020-as évre.* Feljegyzés (2019. 12. 23.)



1. ábra. A KMSZ tűzvizsgálóinak képzettsége és a mérnök végzettségük ábrázolása megyénként

Forrás: kérdőíves felmérés, készítette: Tóth András, 2020

A kérdőíves felmérésből kiderült, hogy a mérnök végzettséggel rendelkezők száma országosan 19 fő. Tóth András első szerző véleménye szerint az ipari üzemek, veszélyes üzemek, a szénhidrogénipar tűzvizsgálatainak magasabb szintű és színvonalú végrehajtásához⁸ szükség van a Nemzeti Községi Egyetem Katasztrófavédelmi tanszék felsőfokú képzéseire, például a most induló tűzvédelmi mérnök képzés keretében, vagy ahhoz kapcsolódva.⁹

A tűzvizsgálattal kapcsolatos tudományos ismeretek és az ezzel összefüggő tudásbázis egyre fontosabb szerepet kap a védelmi szférában.¹⁰ Fontos lenne a módszertant beilleszteni az egyetem katasztrófavédelmi képzési rendszerébe.¹¹

A tűzkezelés, az égés fizikáját jól ismerik, de a kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatása létfontosságú a tűzvizsgálók számára, hogy alkalmasak legyenek többek között a tűzvizsgálati, az ezzel kapcsolatos felkészítés és az elsődleges katasztrófaelhárítási tevékenységek keretében jelentkező feladatok elvégzésére.¹²

⁸ Bleszity, János – Kátai-Urbán, Lajos – Grósz, Zoltán: Disaster Management in Higher Education in Hungary. *Administrativa Un Kriminala Justicija – Latvijas Policijas Akademijas Teoretiski Praktisks Zurnals*, 67. (2014), 2. 66–70.

⁹ Cséplő Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: A tűzvédelmi mérnöki képzéshez szükséges szakmai feltételek vizsgálata. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 153–167. Elérhető: http://hadmernok.hu/181_12_cseplo.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 09.)

¹⁰ Érces Gergő – Restás Ágoston: A komplex tűzvédelem fejlesztése – mérnöki módszerek a tűzvizsgálatban. *Védelem- Katasztrófa- Tűz és Polgári Védelmi Szemle*, 13. (2016), 1. 19–23.

¹¹ Bleszity János et alii: *Nemzeti Községi Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, Önértékelés program akkreditáció*. Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2016.

¹² Dobor József: A kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatásának fontossága a katasztrófavédelmi képzésben. *Bolyai Szemle*, 23. (2014), 3. 223–229.

1.3. A tűzvizsgálói eszközök, felszerelések korszerűsítése

A tűzvizsgálóknak országosan közel egységes eszköz- és informatikai rendszer áll rendelkezésre. A megyére jellemző tűzvizsgálat típusához és megkönnyítéséhez, valamint a pontos tűzkeletkezési ok meghatározásához szükséges speciális és extra kiegészítő eszközöket is alkalmazhatnának.

1.3.1. Tűzvizsgáló készlet

Az ION Science fotoionizációs detektorral szerelt kézi műszereket (2. ábra) kifejezetten arra tervezték, hogy egy tüzeset során kényelmes, könnyen használható megoldást nyújtson az illékony szerves vegyületek felismerésére. Bűncselekmény gyanúja esetén a tűzvizsgáló készlet felhasználható égésgyorsító szerek, szénhidrogén-vegyületek kimutatására: például benzin, alkánek és cikloalkánok stb.

A műszerek robusztus kialakításúak, másodpercek alatt készen állnak a használatra, kesztyűben könnyen kezelhetők. Mindkét modell magában foglalja az Ion Science piacvezető PID technológiáját és szabadalmaztatott elektródavédelmi rendszert. A fejlett háromelektrodás kialakítás fokozottan ellenáll a párának és a szennyeződéseknek, ezzel garantálva a megbízhatóságot és pontosságot a használat során.



2. ábra. ION Science Tiger tűzvizsgáló készlet

Forrás: Fire Investigation Kit. Elérhető: www.ionscience.com/products/fire-investigation-kit
(A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

1.3.2. Red Hawk hőszkenner

A 955L RedHawk™ hőszkenner (3. ábra) a legújabb és legfejlettebb darab a Dyn-Optics által gyártott hőszkenner sorozatához, amely évek óta segíti a tűzoltókat. A vörös lézer a forró pontok pontos helyének meghatározására szolgál. Forróság érzékelése esetén hangos figyelmeztetést

ad, és a TIC¹³-kel ellentétben nincs szüksége keresőre, amely elvonhatja a tűzoltó figyelmét az eseményekről. A fejlett technológia lehetővé teszi a hőszkenner számára, hogy erős napfényben is maximális érzékenységgel működjön, olyan kicsi hőforrásokat képes felderíteni, mint egy égő cigaretta egy aszfaltúton, erős napfényben. A hőkamerától és az infrahőmérőktől eltérően a hőszkenner a napfény nem akadályozza, így kültéren páratlan teljesítményt nyújt. Az egyik legfontosabb előnye a hőkamerákhoz képest, hogy az üvegen keresztül is alkalmazható.



3. ábra. Red Hawk hőszkenner, 955L modell

Forrás: Model 955L Red Hawk™. Elérhető: http://dyn-optics.com/?page_id=294 (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)

1.3.3. Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet

A tűzvizsgáló mesterkészlet (4. ábra) a tűzvizsgálathoz szükséges szisztematikus módszertan követésének eszközeit tartalmazza. A 6 külső zsebbel ellátott taktikai hátizsákba csomagolt eszközök egy-két kivétellel megegyeznek a mai KMSZ egységcsomag részeivel, és biztosítják a tűzvizsgálók számára a helyszín dokumentálását. A bemutatott egységcsomagból a hátizsákot emelném ki, mivel a KMSZ eszközeit jellemzően kofferekben és ládáknak helyezték el. A hátizsák a gépjárművel nem megközelíthető helyszínen jól használható lenne, a készletből az ujjlenyomat-garnitúra és az infravörös hőmérő rendszeresítése a KMSZ előnyére válna.



4. ábra. Master Fire, tűzvizsgáló mesterkészlet

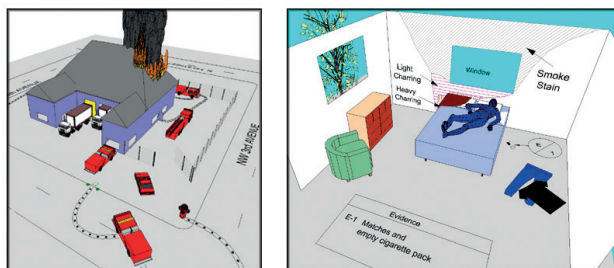
Forrás: Master Fire Investigator's Kit. Elérhető: www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-3709kit-master-fire-investigator-s-kit.html (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)

¹³ Thermal Imaging Camera – magyarul: termikus képalkotó, hőkamera.

2. Fejlesztési lehetőségek a tűzvizsgáló alkalmazások területén

2.1. Korábban használt háromdimenziós számítógépes programok

Tóth András kivételével a KMSZ tűzvizsgálói ritkán használnak, használtak a tűzvizsgálatot támogató alkalmazásokat. A 2016 előtti tűzvizsgálatokhoz használt ausztrál grafikus program több modulból áll, köztük egy rajzszoftver, amely lehetővé teszi a szükséges tűzvizsgálati információkkal ellátott rajzok gyors és egyszerű létrehozását. A kiegészítésekkel különféle berendezési tárgyakat, eszközöket, objektumokat, formákat lehet hozzá ingyenesen letölteni.



5. ábra. A 3D tűzzóna rajzprogram

Forrás: *The Fire Zone, 3D Features*. Elérhető: http://users.chariot.net.au/~firesafe/firesafe/Fire_Zone-3D_Features.html (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)

2.2. A modern létesítést és tűzvizsgálatot támogató programok

A tűzvizsgálók számára ingyenesen elérhető a Fire Dynamic Simulator, amelynek a legfrissebb változata: 2019. november 1. A szoftvert az Amerikai Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézete fejlesztette ki a finn VTT Műszaki Kutatóközponttal együttműködve.¹⁴

A Thunderhead Engineering szoftverfejlesztő cég három számítógépes szimulációs programot is készített a tudomány és a mérnökök számára. Az alkalmazások a létesítés, használat és a tűzvizsgálat során hasznos segítséget nyújtanak a tűz- és füstterjedés, a kiürítés szimulálásával. A próbaverzióban az internetes, telefonos konzultáció és a támogatás fizetős.¹⁵

¹⁴ Kevin McGrattan et alii: *Fire Dynamic Simulator User's Guide*. NIST Special Publication 1019, 2017.

¹⁵ *Simulation Software for Science and Engineering*. 2020. Elérhető: www.thunderheadeng.com/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 11.)

2.3. A holisztikus szemlélet

Az ördög mindig a részletekben rejlik. A részletek: aprólékos munkával szétválasztani a lényegtelen a lényegestől. A részletek azok, amelyek valamerre billenthetik a mérleget. Egy tűzvizsgálat sikere a legkisebb részleten múlhat.

A tűzvizsgáló képes minden mástól megkülönböztetni a lényegét, a folyamatos, részletekre történő odafigyeléssel a vizsgálat egésze alatt. Van olyan tűzvizsgálat, amely az első pillantásra egyszerűnek tűnhet, de a vártnál több idő és erőfeszítés szükséges a részletek pontos feldolgozásához. A részletek különféleek lehetnek, mikroszkopikus méretűek vagy épületnagyságúak, illékony anyagúak, holisztikusak. A tűzvizsgálat maga is holisztikus: a részleteket felsoroljuk, táblázatba foglaljuk és rendszerbe állítjuk, ahogyan a hadtudomány a katasztrófaelhárítás során is alkalmazza a holisztikus elméletet.¹⁶

2.4. A tűzkeletkezés táblázata

A tűzvizsgáló által kitöltött táblázat az összes gyújtóforrást és a közelében lévő éghető anyagokat figyelembe véve megmutatja, hogy közülük melyik az elsődleges gyújtóforrás, ahonnan a tűz továbbterjed.¹⁷ A tűzvizsgálat tudományos alapokra helyezésében a táblázatnak is jelentős szerepe volt, az elektromos tüzek keletkezésének vizsgálatához használták (1. táblázat).¹⁸

A táblázat módszeresen összehasonlítja az összes lehetséges tűzkeletkezési gyújtóforrást és az éghető, tüzet terjesztő, fokozó anyagokat a helyiségben. Kiértékeli és dokumentálja, hogy ezek közül melyik képes az adott sorban lévő éghető anyag meggyújtására.

A táblázat felső sora: a lehetséges gyújtóforrások, oldala: elsődleges éghető anyagok.

A középső négyzetek: az egyes éghető anyagok és a gyújtóforrások közötti kölcsönhatások közös, páros értékelése.

A tűzkeletkezéssel kapcsolatos feltételezések: a) Képes-e a gyújtóforrás az éghető anyagot meggyújtani? b) A gyújtóforrás elég közel van-e az éghető anyaghoz? c) Van-e bizonyíték a gyulladásra? d) A gyújtóforrástól az égés kifejlődésére van lehetőség?

Színkódok: piros = lehetséges és valószínű; kék = nem lehetséges; sárga = lehetséges, de kizárt.

¹⁶ Nagy Zoltán: A 21. század fegyveres küzdelmeinek irányai és kihívásai a NATO szemszögéből. *Hadtudomány*, 15. (2005), 4. Elérhető: https://web.archive.org/web/20081215084711/http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2005/4/2005_4_4.html (A letöltés dátuma: 2020. 01. 12.)

¹⁷ Lou F. Bilancia: *This video is about Ignition Matrix*. Presentation 2014. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=jK-8DZlvmPwM (A letöltés dátuma: 2020. 01. 22.)

¹⁸ David J. Icov: *When Things go Wrong in Electrical Power Plants*. ECE620, Fall University of Tennessee, 2015. Elérhető: http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT_DIcove.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 13.)

1. táblázat. A tűzkeletkezés táblázata

		Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás					
		rádiós óra	mobiltelefon-töltő	cigaretta	gyertya	kompakt fénycső	konktorba dugható légfrissítő
Első számú éghető, tüzet fokozó, terjesztő anyagok	Csipke éjjeliszekrény- fedő	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen, terjedhet	1. igen (a, c) 2. nem, távol 3. 4. igen	1. 2. igen, közel 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. igen 3. talán 4. igen	1. igen (a, c) 2. igen 3. nem (d) 4. igen, gravitáció	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	Ágynemű vagy ágyneműhuzat	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. igen, gravitáció	1. igen (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. 4.	1. igen (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. nem	1. igen (a) 2. igen, közel 3. 4.
	Függöny	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. igen, terjedhet	1. igen (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. 4.	1. igen (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. igen, árnyék	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	Műanyag virágok	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4.	1. igen (a, c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. nem	1. nem alkalmas 2. 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. nem (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. igen, árnyék	1. nem (a, c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem
	Lámpaernyő	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. nem (d) 4. igen, terjedhet	1. igen (a, c) 2. nem, távol 3. nem (d) 4. nem	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. közvetetten 4. igen, terjedhet	1. nem (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. nem (c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem

1. Megfelelő gyújtóforrás I / N?
2. Az éghető anyagok közelében keletkező gyulladás I / N?
3. Bizonyíték a gyulladásra I / N?
4. A gyulladás előtt meglévő tüzterjedés lehetősége I / N?

Színleírás

- Piros = lehetséges és valószínű
Kék = nem lehetséges
Sárga = lehetséges, de kizárt

Jelölések

- T = lángcsóva vagy kiteljesedett tűz
V = volt szemantú
L = nyílt láng
N = nincs áram

Jegyzetek

- a. ha az eszköz meghibásodott
b. ha az éghető anyag könnyű cellulózos szerkezetű
c. csak nyílt lánggal
d. az eszköz ép volt

Forrás: David J. Icov: *Forensic Engineering: When Things Go Wrong in Electrical Power Plants*. ECE620, Fall University of Tennessee, 2015. Elérhető: http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT_DIcov.pdf alapján készítette Tóth András, 2020

A tűzvizsgálókat és a kutatókat arra ösztönzi a táblázat, hogy vegyenek fontolóra minden lehetséges feltételezést, és mérleljenek. A táblázatot Haynes is alkalmazta, és tudományos kiegészítéseket tett hozzá, például az alternatív feltételezések széles körét, majd vizsgálta:

- a hőbocsátás sebességét,
- a hőáramot,
- az elválasztási távolságokat,
- a termikus tehetetlenséget,
- a tűz terjedésének útjait.

A vizsgálatok során megállapította azt, hogy egy vélemény megbízhatósága függhet a tesztelt és kizárt feltevések számától.¹⁹

¹⁹ Gerald Haynes: *Need for Science for in Fire Scene Investigation and Reconstruction*. 20th Annual Fire Investigative Approaches Seminar Myrtle Beach, SC October 20. 2016. Elérhető: www.nciaai.com/conferences/document-s/2016-conference-class-materials/130-01-kirk8-principles-2015-gah/file (A letöltés dátuma: 2020. 01. 14.)

Tóth András elkészítette az első cikkben feldolgozott harmadik tüzeset a T-1110-es bitumentároló tartály tűzkeletkezés-táblázatát (2. táblázat). A lehetséges gyújtóforrások és az éghető anyagok beírása után a feltételezések kitöltését követően a piros négyzetben megjelent a lehetséges tűzkeletkezés forrása.

2. táblázat. A T-1110-es tartály tűzkeletkezés-táblázata

		Tűzkeletkezés forrása / gyújtóforrás				
		páravezeték olaj-származeinek kémiai folyamatai	nafténes bitumen VOC komponensei	a tartálypalástra folyt bitumen termikus bomlása	statikus feltöltődés	fém-fém ütéstől/elmozdulástól keletkező szikra
Elsődleges éghető, tüzet fokozó, terjesztő anyagok	hőszigetelés	1. nem 2. igen, közel 3. nem (c) 4. igen, terjedhet	1. nem 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. nem 2. igen, közel 3. nem (c) 4. nem	1. nem 2. igen, közel 3. nem 4. igen, csőszűrlődés	1. nem 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	bitumennel átitatott hőszigetelés	1. igen 2. igen, közel 3. talán 4. igen, terjedhet	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. igen 2. nem 3. nem 4. nem	1. igen (a) 2. igen, közel 3. 4.
	a kifolyt bitumen	1. igen 2. igen, közel 3. talán 4. igen, terjedhet	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. 4.	1. igen 2. nem 3. nem 4. igen	1. igen (a) 2. igen, közel 3. nem (d) 4.
	hőközlő olaj vezetéke	1. nem (c) 2. nem, távol 3. nem 4. nem	1. nem alkalmas 2. 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. igen, közel 3. talán 4. igen	1. nem (a, c) 2. nem 3. nem (d) 4. igen, árnyék	1. nem (a, c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem
	aluminium-szigetelés	1. nem 2. nem, távol 3. nem 4. nem	1. 2. nem, távol 3. nincs bizonyíték 4.	1. igen, alkalmas 2. nem, távol 3. közvetetten 4. igen, terjedhet	1. nem (a, c) 2. igen, közel 3. nem (d) 4. igen	1. nem (c) 2. nem, közel 3. nem (d) 4. nem

1. Megfelelő gyújtóforrás I / N?
2. Az éghető anyagok közelében keletkező gyulladás I / N?
3. Bizonyíték a gyulladásra I / N?
4. A gyulladás előtt meglévő tűzterjedés lehetősége I / N?

Színleírás

- Piros = lehetséges és valószínű
Kék = nem lehetséges
Sárga = lehetséges, de kizárt

Jelölések

- T = lángcsóva vagy kitérjedt tűz
V = volt szemtanú
L = nyílt láng
N = nincs áram

Jegyzetek

- a. ha az eszköz meghibásodott
- b. ha az éghető anyag könnyű cellulóz szerkezetű
- c. csak nyílt lánggal
- d. az eszköz ép volt

Forrás: T-1110-es tartály tűzvizsgálati dokumentuma, készítette: Tóth András, 2020

A tűzkeletkezés forrása és az éghető, tüzet fokozó terjesztő anyagok közé bekerültek a hőközlőolaj hőáramához és a termikus tehetetlenség tudományos vizsgálatához szükséges sorok is.

A táblázat kitöltését követően a rendelkezésre álló adatok alapján a hőfluxus-definíció szerint kiszámolható, hogy a hővezető anyagban adott keresztmetszeténél egy időegység alatt a hőmennyiség mennyivel változott meg, és okozhatta-e a tűz kifejlődését.

A táblázatot például egy táblagépen kitöltve azonnal látható a tűzkeletkezés lehetséges oka. Online rendszeren országosan megosztva a tűzkeletkezés-táblázat további következtetések levonására is lehetőséget ad, tűzvizsgálók, szakértők kapcsolódhatnak a vizsgálatba. A rögzített adatok például a keletkezési okok, tűzterjedés stb. a tűzvizsgálók számára lehetőséget biztosítanak a korábbi tapasztalataik megosztására, a hasonló esetek felismerésére, feltárására, ezáltal a tűzvizsgálat hatékonyságának és pontosságának növelésére.

3. Az olajipari létesítmények tűzvizsgálatának támogatása 3D eszközökkel

3.1. 3D lézerszkennelés a csővezeték-tervezés és -építés során

A 3D lézeres szkennelés viszonylag új technológia, amelyet többfajta olaj- és gázipari infrastruktúra tervezéséhez, építéséhez és javításához használnak. A 3D lézeres szkennelési technológia alkalmazásának előnyei között szerepel az „ütközések észlelése” az új tervek és a meglévő feltételek között, valamint a csövek bekötési pontjainak és távolságának pontos azonosítása. A szerkezeti eltérések figyelése és a precíz adatok megadása a mérnöki csapatok támogatására szintén ideálissá teszi a különféle tervezési projektekhez.²⁰

3.2. 3D felhasználási lehetőségek a szénhidrogén-feldolgozó iparban

Egy üzem létesítése során, például a megvalósulási tervdokumentáció, a modern 3D technológiával pontosabban és gyorsabban elkészíthető. A gyártás során a folyamattervezéssel kapcsolatos feladatokat megkönnyíti a 3D technológia alkalmazása. Technológiai rendszerek tervezésénél, átalakításoknál, karbantartásoknál, illetve új beruházásoknál is széles körben használható, Autodesk-programok segítségével tökéletes pontosságú 3D tervek készíthetők, virtuális séták, animációk és fényképtérképek készülnek.

A karbantartás szempontjából lényeges információk pontfelhőben jelennek meg, így a valódi térben koordináták segítségével pontosan megtalálható a kívánt hely. Ilyen lehet például egy esedékes szűrőcsere utasításokkal ellátott megjelenítése, útmutatóval és fényképekkel, valamint a szűrő elhelyezkedésének pontos adataival.²¹

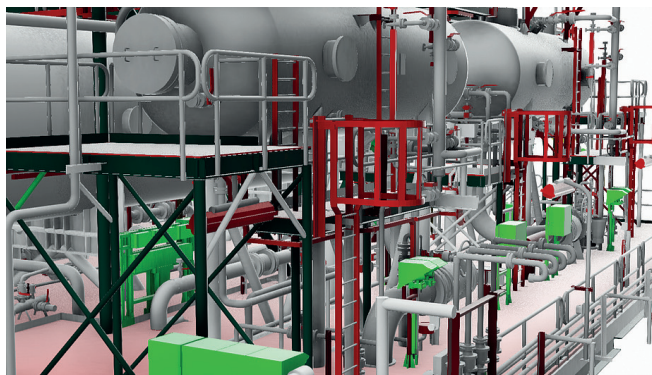
A 3DS Technologies Inc. kifejlesztette a felhők új nemzedékét. Egy felületen vagy felhőn oszthatják meg a 3D-s modelleket. Akár több partner együttműködhet egymással. Az adatokkal VR²²-környezetet hoznak létre, és akár sétálhatnak benne.²³

²⁰ *3D Laser Scanning Becoming an Invaluable Tool for Pipeline Design and Construction*. Audubon Companies, 2014. Elérhető: <https://auduboncompanies.com/3d-laser-scanning-becoming-an-invaluable-tool-for-pipeline-design-and-construction/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)

²¹ *A 3D lézerszkennelés alkalmazásának lehetőségei az ipari szektorban*. 2015. Elérhető: www.techmonitor.hu/termek-megoldas/cad-cam-plm/a-3d-lezerszkennel-alkalmazasanak-lehetosegei-az-ipari-szektorban-20150502 (A letöltés dátuma: 2020. 01. 15.)

²² Virtual Reality – magyarul: virtuális valóság.

²³ *Precise, high speed measurements*. 2020. Elérhető: <https://3dstechnologies.com/3d-modeling> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 16.)



6. ábra. TreisTek 3D által készített olajüzem modellje

Forrás: *Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services*. 2019. Elérhető: www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

3.3. 3D-s modellek előnye az olajfinomító üzemekben

Ma a fő hiányt az olajfinomító-üzemek vezetésében, az üzem tevékenysége során használt adatok, ábrák és dokumentumok értelmezésének elégtelensége okozza. A manuális és félig automatizált módszerek, amelyeket e kihívások legyőzésére alkalmaznak általában nem gazdaságosak. A 3D-s modellek lehetővé teszik a csövek szinkódolását, hogy megmutassák a gyors korrózióval szembeni ellenálló képesség magas, közepes és alacsony tartományait. A 3D-s modellek végrehajtják a terv felülvizsgálatát, összehasonlításokat végeznek, és optimalizálják a rendszert. A modellek az „automatikus ütközésérzékelést” használják a 3D csővezetékrendszerben, a szerkezetben, a berendezésben és az elektromos csatlakozásokon keresztül, amely lehetővé teszi számunkra, hogy a hibákat azonnal észleljük.²⁴

3.4. Olaj- és gázfinomítás, valamint petrokémiai adatok 3D-s megfigyeléssel és modellezéssel

Az olaj- és gázipar sikerének alapja a naprakész tényeken alapuló képalkotó és feltérképező adatok integrálása 3D lézeres scan technológiával annak érdekében, hogy valós idejű épületinformációs modelleket készítsünk (BIM) a finomítók átalakításához, csövek kiépítéséhez és a fűrotornyok modernizálásához. A LIDAR²⁵-szkenelés lehetővé teszi a régi adatok és az új szkennelések összehangolását valós idejű másolatok létrehozása vagy új tervek készítése céljából. Vizuális eszközzel, a HDS²⁶-letapogatás a teljes berendezést digitálisan képes rögzíteni

²⁴ *Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services*. 2019. Elérhető: www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

²⁵ Light Detection and Ranging – magyarul: lézer alapú távérzékelés.

²⁶ High Definition Survey – magyarul: nagy felbontású felmérés.

3D-ben, megkönnyítve a helyszíni vizsgálatok elvégzését és az előrehaladás nyomon követését az irodából. A beolvasásokat ezután meg lehet osztani a felhasználók között a vállalati intraneten. A vizuális eszközközeli szoftver segítségével a karbantartási dokumentumok összekapcsolhatók a digitális 3D modellekkel.²⁷

3.5. Az olajipari tartályok deformációinak mérése lézeres szkenneléssel

A lézerszkennelés fő előnye, hogy a tárolótartály-felméréseket követően megkönnyíti a szóban forgó tartály átfogó elemzését, mivel a tartály teljes felületéről képet kapunk. A szkennelés lehetővé teszi a teljes tartályhéj deformációjának ellenőrzését.²⁸

3.6. A 3D modellezés lehetősége a szénhidrogén-feldolgozó iparban

A folyamattervezés modern eszközei a 3D lézerszkennerek és a hozzá kapcsolódó Autodesk-programok. A lézerekamera segítségével tökéletes pontossággal végezhetnek térszkennelést. Több millió pontból álló pontfelhőt generál, majd több száz fényképet készít, majd a fényképeket gömbpanoráma-képpé illeszti össze. A térszkennerek lézersugarak segítségével helyez el pontokat a térben. A pontokból egy pontfelhőt állítunk össze, amely milliméter pontosan megegyezik a vizsgált területtel. A szkennelés előtt magunk állíthatjuk be a kamera által felmért pontok sűrűségét, ami fontos tényező, hiszen ezen múlik a felmérésünk pontossága és részletessége.

A szerzők véleménye alapján a tűzvizsgálat szempontjából lényeges, hogy a vizsgált nagyobb magyarországi szénhidrogénipari létesítmények rendelkezzenek a fentiek alapján elkészített 3D felméréssel, a meghatározott területnek vagy egy részletének a pontos leképezésével és az adatok elektronikus tárolásával. A káreseményt követő 3D modellezés a helyszínt dokumentálja, és a bizonyítékok gyűjtése érdekében lehetővé teszi a helyszín valós idejű áttekintését. A tűzvizsgálatot segítő szakértők és elöljárók számára lehetőséget biztosít arra, hogy a korábbi 3D-s modelleket összehasonlítsák a tüzesetet követő állapottal, így nagy távolságból is vizsgálhatják az eseményeket, nem kell elhagyniuk az irodájukat.

4. A virtuális és a kiterjesztett valóság

Az ezredfordulót követően a szórakoztató- és játékipart kibővítve több iparág, köztük az olajipar, építészet, oktatás, egészségügy, turizmus, sport számára fontos fejlesztőeszközzé vált a virtuális és kiterjesztett valóság.

²⁷ *Digitizing Energy Streams and Footprints*. 2020. Elérhető: www.realityimt.com/services/oil-gas/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)

²⁸ Billy Rooney: *Measuring Deformations with Laser Scanning – Storage Tank Surveys*. 2019. Elérhető: <https://merrettsurvey.com/blog/measuring-deformations-with-laser-scanning-storage-tank-surveys/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)

4.1. A virtuális valóság

A robottechnikában a VR segítségével lehetőség nyílik arra, hogy a veszélyes területeken robotok dolgozzanak emberek helyett, hiszen irányításuk nagyon könnyűvé vált.²⁹

A jövő trendje pedig azok az úgynevezett standalone, azaz különálló eszközök lesznek, amelyekhez már számítógép és konzol sem kell: a sisakban, szemüvegben benne lesz minden szükséges elem, egyszerűen csak fel kell rakni a fejre.³⁰

A 2020-as év legújabb fejlesztése a Panasonic VR-szemüvege már a sisakot is mellőzi, és egy hegesztőszemüvegre emlékeztet. Egy ilyen kis méretű virtuális eszközt a bevetési sisak vagy a légzőálc alá is fel lehet venni. A szemüveg átlátszó, tehát a tűzvizsgálat során a valóságot, például egy kiégett helyiséget és a helyiség korábbi digitalizált képét is látja maga előtt a viselője. A falon lévő kormozódásra a szemüveg rávetíti az elégett tárgyat akár a helyiség kamerája utolsó képkockájának képével ötvözve, és a tűzkeletkezés oka a vizsgáló számára láthatóvá válhat ebben a kevert valóságot megelevenítő térben.



7. ábra. A világ első HDR-képességű UHD VR-szemüvege

Forrás: *Panasonic Develops World's First HDR Capable UHD VR Eyeglasses*. Elérhető: <https://news.panasonic.com/global/press/data/2020/01/en200107-5/en200107-5.html> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

²⁹ Tóth András: *A szénhidrogén-feldolgozás káresetek tűzoltói beavatkozásának fejlesztése tűzoltó robotokkal*. Konferenciakiadvány „Tűzoltó Szakmai Nap 2018” Tudományos Konferencia, Budapest, 2018. 120–123. Elérhető: <https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/TSzN%202018%20Kiadvány%20%20ISBN%20978-615-80429-6-3%20AAX.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 23.)

³⁰ *A virtuális valóság nem a jövő technológiája*. 2018. Elérhető: <https://24.hu/tech/2018/11/19/a-virtualis-valóság-nem-a-jovo-technologiaja/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 26.)

4.2. A digitális ipari forradalom

A negyedik ipari forradalom (4.0) megváltoztatja a termékek előállításának és az emberekkel folytatott kommunikáció módját, ahogy az AR megváltoztatja a körülöttünk lévő világ szemléletmódját. Ebben az új információs korszakban a gépek és az emberek mindig kapcsolatban állnak, elősegítve az ipari folyamatokat. A negyedik ipari forradalom nem egy technológiától függ, hanem többtől, e technológiák kombinációja valóban javíthatja az iparágak módszereit és hatékonyságát.

Az AR-technológia lehetővé teszi a felhasználók számára egy kibővített világ megismerését a virtuális információk átfedésével a való világban. Így a felhasználó kapcsolatba léphet mind a valós, mind a virtuális világgal, és valós idejű adatokat fogadhat. A 4.0 ipar számára ennek számos előnye lehet.

Tökéletes módja lehet a releváns információk bemutatásának a műszaki szakemberek és a vállalat munkavállalói számára, lehetővé téve számukra, hogy valós idejű információkat nézzenek az elvégzett munkájukról.

A technikusoknak információt nyújt a gép meghibásodásáról, lehetőséget adva számukra a felhasználói útmutató megtekintésére, vagy akár szakértővel való kapcsolatfelvételre, valós idejű segítségért. Az AR további nagy előnye az ipari képzés és tanulás fejlesztésének lehetősége, a kockázatok és a költségek csökkentése.³¹

4.3. A kiterjesztett valóság

A kiterjesztett valóság digitális eszközök segítségével a virtuális valóság elemeinek valós világra történő rétegezésével jön létre.³² Egy AR³³-felhasználó átlátszó szemüveget visel, amely egy képernyőt is tartalmaz; ekkor egyrészt látja a valós világot, másrészt a számítógéppel megjelenített képek is láthatók számára.

A kiterjesztett valóság lényege, hogy valós és virtuális világ elemeit is tartalmazza egyszerre, és valós idejű interakció végezhető benne. A virtuális objektumok lehetnek állandók vagy időben változók. A virtuális világból származó hozzáadott tartalom például segítheti a valós világban lévő tárgyak megértését. A kiterjesztett valóságban található virtuális objektumokkal történő interakciót a felhasználó a valós világban meglévő érzékelők és kijelzők segítségével tudja elvégezni.

³¹ *The key of Augmented Reality in Industry 4.0.* 2018. Elérhető: www.seaberyat.com/key-augmented-reality-in-industry-4-0/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)

³² Ronald T. Azuma: *A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6. (1997), 4. 355–385.

³³ Argument Reality – magyarul: kiterjesztett valóság.

4.4. A kevert valóság

Ha önmagában a virtuális szó jelentését vesszük alapul, igen szabadon, talán túllontúl önkényesen is dönthetjük el, hogy mit tekintünk virtuális valóságnak: lehet az tényleges, nem valós, látszólagos, lappangó vagy lehetséges.³⁴

A közvetített valóságok két főcsoportját a módosított vagy csökkentett valóságok és a kevert valóságok alkotják.³⁵ A kevert valóságok jellemzője, hogy nem feltétlenül és egészében virtuálisak, de virtuális technológiához kötődnek.³⁶ A kevert valóság magában foglalja a kiterjesztett valóságot, amelynek része a virtuális valóság is, amely így a megfelelő eszközök és alkalmazások bevonásával, használatával a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához alkalmazható.

5. Összefoglalás, következtetések, javaslatok

A cikk második részében a szerzők bemutatták a KMSZ tűzvizsgálati tevékenységének további fejlesztési lehetőségeit, az elektronikus jegyzőkönyvek és aláírások, oktatások, képzések, valamint a tűzvizsgálóeszközök tekintetében.

Konkrét példán keresztül a tűzvizsgálókkal kipróbáltuk a tűztáblázat (virtuális tűzvizsgáló) alkalmazhatóságát. A 3D-s technológiák és a negyedik ipari forradalom bemutatását követően a szénhidrogén-feldolgozás káreseményeinek tűzvizsgálatához is alkalmazható, virtuális és kiterjesztett, valamint kevert valóság megfelelőségét vizsgáltuk.

A szénhidrogén-feldolgozáshoz kapcsolódó tűzvizsgálati eljárások fejlesztése 2. rész új tudományos ismereteinek alapján a korszerűsítésre tett javaslatok: a) A modern tűzvizsgálatot támogató szabadfelhasználású programok alkalmazásának elősegítése, telepítés, képzés. Az (e-papír) táblagépek alkalmazása a helyszínrakoz, jegyzőkönyvek elkészítéséhez, digitális megjelenítéséhez, a tűzkeletkezés táblázatának kitöltéséhez, alkalmazásához. b) Egységes, kampányszerű javaslattétel a szénhidrogén-feldolgozással érintett létesítmények digitalizálásának elősegítése érdekében: építmény, épület, műtárgy és a szabad terek vonatkozásában. A digitális objektum virtuális térben történő elhelyezése és használata veszélyhelyzet, tűzoltói beavatkozás, tűzvizsgálat dinamikus szakaszában. c) A cikkben bemutatott új tűzvizsgálatot segítő eszközök alkalmazhatóságának vizsgálata, egy-egy példány beszerzése, tesztelése, használhatóságának elemzése, később országos „egységcsomag” kialakítása. d) E-learning képzések a jogszabályi és szakmai ismeretek felfrissítésére, kondicionáló tesztek. A külföldi tűzvizsgálati

³⁴ Kriskó Edina: Új kihívások a virtuális és a kiterjesztett valóságok korában. *Médiakutató*, 18. (2017), 1–2. 125–137. Elérhető: https://mediakutato.hu/cikk/2017_01_tavaszi_nyar/08_uj_kihivasok_a_virtualis_es_kiterjesztett_valóságok_koraban.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 28.)

³⁵ Steve Mann: *Mediated Reality with implementations for everyday life*. Presence Connect, 2002. Elérhető: <http://wearcam.org/presence-connect/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 25.)

³⁶ David Grover: *A survey of Mixed Reality, with an emphasis on Augmented Reality*. Sidney, Australia Macquarie University, 2013. Elérhető: <https://wiki.mq.edu.au/display/ar/AR+background+history+and+terminology> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 24.)

jó gyakorlatok, képzések kiterjesztése, minden megyéből egy-egy tűzvizsgáló beiskolázása az ILEA és NFPA képzésekre.

Tóth András véleménye szerint, amennyiben a szénhidrogén-feldolgozás nyit a kevert valóság adta lehetőségek felé, a műveletirányítóknak, beavatkozóknak, tűzvizsgálóknak nagyobb esélyük lesz egy adott káreset irányítása, felszámolása, majd a helyszíni szemle lefolytatása és a további tűzvizsgálati cselekmények elkészítése terén.

A tűzvizsgálat dinamikus szakaszában a virtuális vagy kiterjesztett valóságot látó szemüveg segítségével az eredeti helyszínen és a tüzeset utáni állapot összehasonlítása is megtörténhet a kevert valóság segítségével.

Minden egyes lépés mérőföldkő lesz a tűzvizsgálatot végzők számára. Megfelelő szoftverrel társítva egy szénhidrogén-feldolgozó üzemben a 3DS és folyamatirányító rendszerekkel összekapcsolt képmegjelenítő eszköz megmutatja a karbantartottság hiányából adódó csapágymegszorulás, az emberi mulasztások vagy túlfeszültség miatt keletkezett tűz pontos helyét és okát, a tűz kifejlődésének ütemét és intenzitását.

Felhasznált irodalom

- 3D Laser Scanning Becoming an Invaluable Tool for Pipeline Design and Construction.* Audubon Companies, 2014. Elérhető: <https://auduboncompanies.com/3d-laser-scanning-becoming-an-invaluable-tool-for-pipeline-design-and-construction/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)
- A 3D lézerszkennő alkalmazásának lehetőségei az ipari szektorban.* 2015. Elérhető: www.techmonitor.hu/termek-megoldas/cad-cam-plm/a-3d-lezerszkennor-alkalmazasanak-lehetosegei-az-ipari-szektorban-20150502 (A letöltés dátuma: 2020. 01. 15.)
- Azuma, Ronald T.: A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6. (1997), 4. 355–385. DOI: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Benefits of 3D models in Oil Refinery Plants, An End to End Solution for all your Engineering and GIS Services.* 2019. Elérhető: www.treistek.com/post/benefits-of-3d-models-in-oil-refinery-plants (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)
- Bérczi László – Varga Ferenc: Nemzetközi tűzvizsgálat gyakorlati elemzése. *Védelemtudomány*, 1. (2016), 3. 28–45. Elérhető: www.vedelemtudomany.hu/articles/03-berczi-varga.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 08.)
- Bilancia, Lou F.: *This video is about Ignition Matrix.* Presentation, 2014. Elérhető: www.youtube.com/watch?v=jk8DZlvmPwM (A letöltés dátuma: 2020. 01. 22.)
- Bleszity, János – Kátai-Urbán, Lajos – Grósz, Zoltán: Disaster Management in Higher Education in Hungary. *Administrativa Un Kriminala Justicija – Latvijas Policijas Akademijas Teoretiski Praktiski Zurnals*, 67. (2014), 2. 66–70.
- Bleszity János – Dobor József – Endródi István – Grósz Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Krizsán Zoltán – Restás Ágoston: *Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, Önértékelés program akkreditáció.* Budapest, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, 2016.
- Cséplő Zoltán – Kátai-Urbán Lajos – Vass Gyula: A tűzvédelmi mérnöki képzéshez szükséges szakmai feltételek vizsgálata. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 153–167. Elérhető: http://hadmernok.hu/181_12_cseplo.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 09.)
- Digitizing Energy Streams and Footprints.* 2020. Elérhető: www.realityimt.com/services/oil-gas/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)
- Dobor József: A kémia és a kémiával kapcsolatos tárgyak oktatásának fontossága a katasztrófavédelmi képzésben. *Bolyai Szemle*, 23. (2014), 3. 223–229.

- Érces Gergő – Restás Ágoston: A komplex tűzvédelem fejlesztése – mérnöki módszerek a tűzvizsgálatban. *Védelem- Katasztrófa- Tűz és Polgári Védelmi Szemle*, 13. (2016), 1. 19–23.
- Grover, David: *A survey of Mixed Reality, with an emphasis on Augmented Reality*. Sidney, Australia, Macquarie University, 2013. Elérhető: <https://wiki.mq.edu.au/display/ar/AR+background+history+and+terminology> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 24.)
- Haynes, Gerald: *Need for Science for in Fire Scene Investigation and Reconstruction*. 20th Annual Fire Investigative Approaches Seminar Myrtle Beach, SC October 20. 2016. Elérhető: www.nciaai.com/conferences/documents/2016-conference-class-materials/130-01-kirk8-principles-2015-gah/file (A letöltés dátuma: 2020. 01. 14.)
- Hesz József: *A főügyeleti osztályvezető cikk írásakor állította össze a tűzvizsgálati eljárás lefolytatásához szükséges tanfolyami modulokra történő beiskolázási tervet a 2020-as évre*. Feljegyzés (2019. 12. 23.)
- Icove, David J.: *When Things go Wrong in Electrical Power Plants. ECE620*, Fall University of Tennessee, 2015. Elérhető: http://web.eecs.utk.edu/~dcostine/ECE620/Fall2015/lectures/CURRENT_Dicove.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 13.)
- The key of Augmented Reality in Industry 4.0*. 2018. Elérhető: www.seaberyat.com/key-augmented-reality-industry-4-0/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)
- Kriskó Edina: Új kihívások a virtuális és a kiterjesztett valóságok korában. *Médiakutató*, 18. (2017), 1–2. 125–137. Elérhető: https://mediakutato.hu/cikk/2017_01_tavasz_nyar/08_uj_kihivasok_a_virtualis_es_kiterjesztett_valosagok_koraban.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 01. 28.)
- Mann, Steve: *Mediated Reality with implementations for everyday life*. Presence Connect, 2002. Elérhető: <http://wearcam.org/presence-connect/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 25.)
- McGrattan, Kevin – Simo Hostikka – Randall McDermott – Jason Floyd – Craig Weinschenk – Kristopher Overholt: *Fire Dynamic Simulator User's Guide*. NIST Special Publication 1019, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.1019>
- Nagy László Zoltán: *A tűzvizsgálat taktikája*. Budapest, Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2010. Elérhető: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-a-tuzvizsgalat-taktikaja.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 07.)
- Nagy Zoltán: A 21. század fegyveres küzdelmeinek irányai és kihívásai a NATO szemszögéből. *Hadtudomány*, 15 (2005), 4. Elérhető: https://web.archive.org/web/20081215084711/http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2005/4/2005_4_4.html (A letöltés dátuma: 2020. 01. 12.)
- Precise, high speed measurements*. 2020. Elérhető: <https://3dstechologies.com/3d-modeling> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 16.)
- Rooney, Billy: *Measuring Deformations with Laser Scanning – Storage Tank Surveys*. 2019. Elérhető: <https://merrettsurvey.com/blog/measuring-deformations-with-laser-scanning-storage-tank-surveys/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)
- Tóth András: *A szénhidrogén-feldolgozás káresemények tűzoltói beavatkozásának fejlesztése tűzoltó robotokkal*. Konferenciakiadvány „Tűzoltó Szakmai Nap 2018” Tudományos Konferencia, Budapest, 2018. 120–123. Elérhető: <https://kvi.uni-nke.hu/document/kvi-uni-nke-hu/TSzN%202018%20Kiadvány%20%20ISBN%20978-615-80429-6-3%20AAX.pdf> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 23.)
- A virtuális valóság nem a jövő technológiája*. 2018. Elérhető: <https://24.hu/tech/2018/11/19/a-virtualis-valosag-nem-a-jovo-technologiaja/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 26.)

Internetes források

- Fire Investigation Kit*. Elérhető: www.ionscience.com/products/fire-investigation-kit (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)
- KÖFOP-1.0.0-VEKOP-15-2016-00023 jelű, „Mezőgazdasági Vízhatszám Információs és Ellenőrzési Kezdetrendszer (VIZEK)” projekt keretében integrált hatósági ügyviteli rendszer kialakítása két részben. Elérhető: www.kozbeszerzes.hu/ertesito/2018/0/targy/portal_403/megtekint/portal_6523_2018/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 27.)

Model 955L Red Hawk™. Elérhető: http://dyn-optics.com/?page_id=294 (A letöltés dátuma: 2020. 01. 18.)

Master Fire Investigator's Kit. Elérhető: www.arrowheadforensics.com/products/arson-investigation/collection-kits-fire-and-arson/a-3709kit-master-fire-investigator-s-kit.html (A letöltés dátuma: 2020. 01. 19.)

The Fire Zone, 3D Features. http://users.chariot.net.au/~firesafe/firesafe/Fire_Zone-3D_Features.html (A letöltés dátuma: 2020. 01. 20.)

Panasonic Develops World's First 1 HDR Capable UHD VR Eyeglasses. Elérhető: <https://news.panasonic.com/global/press/data/2020/01/en200107-5/en200107-5.html> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 17.)

Simulation Software for Science and Engineering. 2020. Elérhető: www.thunderheadeng.com/ (A letöltés dátuma: 2020. 01. 11.)

Ember István¹ – Petruska Ferenc²

A felderítő-tűzszerészek alkalmazásának jogi szempontjai

Legal Aspects of Employment of Reconnaissance Explosive Ordnance Disposal Soldiers

A tűzszerész-szaktevékenység során a katonák legtöbbször életveszélyben végzik munkájukat. Ez a feladat megköveteli, hogy a biztonságot folyamatosan növeljük és keressük azokat a megoldásokat, amelyek ezt elősegítik. A felderítő-tűzszerészek alkalmazása ilyen lehetőség. Figyelembe véve, hogy ez egy új tevékenységi forma, az alkalmazásuk előtt szükséges beazonosítani a lehetséges problémákat. A szabályozási háttér elemző vizsgálata segíthet megtalálni azokat a sarokpontokat, amelyek ezt megakadályozhatják. Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy a szakfeladat szabályozási háttére adekvát választ ad-e a felderítő-tűzszerészek veszélyes feladataira. Feltételezésünk szerint a jövőben kiképzett felderítő-tűzszerészek alkalmazása a jelenleg hatályos szabályzati és jogszabályi háttér figyelembevételével lehetséges ugyan, de az eseti díjazások vonatkozásában diszharmónia azonosítható. Ezen a gondolatmeneten tovább haladva feltételezzük, hogy lehetséges az összhang megteremtése olyan módon, hogy sem jogi, sem szakmai érdekek nem sérülnek.

Kulcsszavak: *tűzszerészet, felderítés, jog, díjazás, veszély*

During every explosive ordnance disposal task, soldiers are doing their job in life-threatening circumstances. This task demands continuously enhancing safe background and searching for solutions which can help this process. One of the possibilities is the involvement of reconnaissance explosive ordnance disposal soldiers. With regard to the fact that this is a new form of activity, we must identify the possible difficulties before their active service. Examination of the legal background can help to find those requirements which stand in the way of their involvement. We examine in our study whether this legal background is able to provide adequate answer to these

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék, egyetemi tanársegéd, e-mail: Ember.Istvan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-0366>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Honvédelmi Jogi és Igazgatási Tanszék, adjunktus, e-mail: petruska.ferenc@uni-nke.hu; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2625-7317>

dangerous tasks. Our assumption is that according to the present legal regulations, these operators trained can be employed in the future, but there will be a disharmony between tasks and payment options. Furthermore, we think that it is possible to create a proper legal background which is able to dissolve this disharmony.

Keywords: *explosive ordnance disposal, reconnaissance, law, payment, danger*

1. Bevezetés

A tűzszerész-szakfeladatok során számos szaktevékenységgel találkozhatunk. A műszaki támogatás részeként sokan nem is feltételezik, hogy mennyi különleges területe létezik ennek a tevékenységnek, amely kifejezetten speciális gondolkodásmódot és megdöbbentő mennyiségű ismeretet vár el művelőitől.

A felderítő-tűzszerész-kiképzés bevezetése és a kiképzett állomány későbbi alkalmazása megköveteli, hogy az esetleges jogi nehézségeket idejében beazonosítsuk, ilyen módon elkerülve a későbbi nehézségeket.

2. A tűzszerész-szakfeladatok és a felderítő tűzszerész-szaktevékenység viszonya

Ennek a viszonyrendszernek az összefüggéseit már több tanulmányban elemezték, azonban a jogi oldal vizsgálata szempontjából elengedhetetlen összegezni az eredményeket. Ezek az eredmények és lehetőségek az alapjai a felderítő-tűzszerészek alkalmazásának, amely tevékenység több vizsgálandó kérdést vet föl.

A felderítő-tűzszerésztevékenység végzéséhez szükséges követelményeket részletesen szabályozza a szövetségi rendszerünk egyik sztenderdje.³ Ezek az elvárások nem véletlenül szigorúak, hiszen egy életveszélyes feladatot megelőző információbegyűjtő, -összegző és -jelentő tevékenységről, képességről beszélhetünk. Mivel multilaterális műveleteknél kizárólag ezek a normák, sztenderdek szolgálnak iránymutatást a részt vevő nemzetek között, ezért elengedhetetlen, hogy ezeknek megfelelően képezzük ki, készítjük fel katonáinkat.

A műszaki támogatás rendszerében több olyan terület van, ahol a tűzszerész-szakfeladatok alkalmazása előfordulhat, vagy éppen elvárás. Minden ilyen tevékenység esetében számolhatunk a felderítő-szakkiképzés munkájával is, amelyet műveleti területen általában központilag szerveznek meg.⁴

³ NATO Standard, AEODP-10, *Explosive Ordnance Disposal (EOD) Principles and Minimum Standards of Proficiency*, Edition B, Version 1, Annex-A – *Minimum Standards of Proficiency for an Explosive Ordnance Reconnaissance Operator*, A-1, A-2, NATO Standardization Office (NSO), 2014.

⁴ Ember István: A tűzszerész-szakkiképzés rendszerének fejlesztése felderítő-tűzszerész-felkészítés kialakításával. *Honvédségi Szemle*, 148. (2020), 1. 67–68.

Mivel egy viszonylag jelentősen igénybe vehető feladatról van szó, ezért érdemes megfontolni a felderítő-tűzserészek felkészítésének kialakítását. Mindezt úgy, hogy illeszkedjen a jelenleg meglévő tűzserészkiképzési folyamatba. A lehetséges integrációval kapcsolatban az alábbi változatokat dolgoztam ki korábbi írásomban:⁵ 1. A felderítő-tűzserész felkészítés opcionális a tűzserész alaptanfolyam előtt, tehát akár önálló kiképzési szintként is értelmezhető. 2. A felderítő-tűzserész-felkészítés kötelező lépcső a tűzserész alaptanfolyam előtt, ebben az esetben is lehetséges önállóan kezelni a képzettséget, mert nem kötelező folytatni a további kiképzési elemek teljesítését. 3. Nincs önálló felderítő-tűzserész-felkészítés. Az ismeretanyagot beépítik a tűzserész alaptanfolyam képzési anyagába, így megszüntetve egy lehetőséget az önálló felderítő-tűzserész-kiképzésre. Kizárólag a minimum III. osztályú tűzserészfokozatot szerzett katonák végezhetnek ilyen jellegű szakfeladatokat.

Amint azt a hivatkozott írásomban elemeztem, ezek mindegyikének van előnyös és hátrányos tulajdonsága, amelyek rövid vagy hosszú távon nyújtanak megoldást. A második változat bevezetése mellett – hibrid megoldásként – a tűzserész alaptanfolyam tananyagának ilyen irányú fejlesztésére is javaslatot tettem.

Így tehát látható, hogy lehetséges igény a felderítő-tűzserészek alkalmazására, mert az a tűzserész-szaktevékenység fontos része. Mindezek mellett a meglévő, alkalmazott felkészítési, kiképzési rendszerbe beilleszthető képzés, amely akár egy önálló felkészítési modulként is kezelhető.

3. A felderítő-tűzserészek alkalmazási lehetőségei

Alapesetben tehát a felderítőtevékenység meghatározó információs forrása lehet a hétköznapi és a különleges tűzserész-szakfeladatoknak is. A Magyarország területén folytatott közszolgálati munka során az alkalmazás lehetőségeit és gazdaságosságát Círáki Tamás őrnagy a MH 1. Honvéd Tűzserész és Hadihajós Ezred egykori törzsfőnöke diplomamunkájában⁶ már megvizsgálta és alaposan kielemezte. A vizsgálat eredményeit időszerű lenne felülvizsgálni, mert a jogszabályi háttér közben némileg megváltozott, de ez nem eredményezi egyenesen, hogy a kimutatott eredmények már nem állják meg a helyüket.

A fentiek alapján tehát a közszolgálat vonatkozásában is számolhatunk ilyen jellegű „megerősítéssel”, hiszen, ha a korábban jelzett pozitív hatása azonosítható a folyamatra és a hatástalanításra, az túl kell, hogy mutasson a pénzügyi kérdéseken. Ez egy különösen veszélyes munka, amely során minden információ fontos lehet, és életet menthet. Ezen a nyomon továbbhaladva az egyik legfontosabb lehetőségnek ezt az irányvonalat látom.

⁵ Ember István: Lehetőségek a tűzserész-szakkiképzés fejlesztésére. *Műszaki Katonai Közlöny*, 30. (2020), 1. 99–110. 105–108.

⁶ Círáki Tamás: *A Robbanószervezet Felderítő (EOR) erők alkalmazásának lehetőségei*. Diplomamunka. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, 2006.

Mivel hazánkban a lőterek mentesítése a honvédelmi törvény⁷ alapján tűzszerész-szakfeladat, ezért ezen a vonalon is érdemes lehet további lehetőségeket keresni. Ezek a tevékenységek hatalmas volumenűek, amelyek esetenként megkövetelik az extrém magas végrehajtói létszámot.⁸

Ilyen jellegű lőtérmentesítési feladatoknál szintén bevethetők lennének a felderítő-tűzszerész-képzettségű katonák. A lőterek személyi állományából is előnyös lenne, ha néhányan rendelkeznének ezzel a végzettséggel, mert egy esetlegesen előkerülő feltételezett robbanóttest esetén képesek lennének azt szakszerűen felkutatni, részlegesen azonosítani, megjelölni és bejelenteni. Mindezekon túl a helyszíni parancsnokoknak javallatokat tehetnének a további rendszabályok foganatosítására. Ez a lőtér személyzetéhez kapcsolódó feladat, bár nem tűnik jelentősnek, tapasztalataim alapján nagyban segítené a később helyszínre érkező szakemberek munkáját, többek között a pontos helyszín és az előzetes intézkedések bemutatásával.

A tűzszerész katonák több speciális képzettséggel is rendelkezhetnek. A kutyavezető-tűzszerészek például képesek robbanóanyagokat felkutatni szolgálati kutyáik segítségével. Véleményem szerint érdemes átgondolni, hogy ehhez a munkakörhöz szükséges-e megszerezni a III. osztályú tűzszerész fokozatot. Alapvetően ezek a szakemberek valódi felkutatást végeznek, amely során az eb „helyettesíti” a műszert vagy detektort. Ezen az analógián továbbhaladva, ha csupán erre a feladatra alkalmazzuk ezeket a szakembereket, elegendő lehet a tűzszerész alaptanfolyamnál jóval rövidebb idő alatt elsajátítani a felderítő-tűzszerész-ismereteket. Erre azonban csak akkor ajánlatos áttérni, ha a hazai alkalmazás jogi kérdéseit is tisztázták, és abban lehet további szerepet találni számukra.

A feladatkört tágabb értelmezésében is vizsgálunk kell. Sokat segíthet egy-egy lokális probléma felszámolásában, ha van a közelben néhány bevethető felderítő-tűzszerész katona. Minden alakulat állományában ajánlott ezzel számolni, mert elkerülhetetlen, hogy ne legyen egy-egy olyan helyzet, amikor robbanótestekkel kapcsolatos kérdések merülnek fel, vagy előzetes rendszabályokat kell bevezetni azok előtálalása esetén. Ez utóbbi főleg lőtereken fordulhat elő, de akár egy laktanyában folyó építési projekt során is felmerülhet ilyen probléma.

Van egy további lehetséges alkalmazási vonala is ennek a szaktevékenységnek. A különleges műveleti katonák felkészítésük során többféle kiképzést kapnak, feladataikat kizárólag összetett ismeretekkel képesek végrehajtani. A tűzszerészeti ismeretek beemelését a különleges műveleti katonák kiképzési rendszerébe Dr. Forray László alezredes, egyetemi docens már korábban vizsgálta.⁹ A műveleti csoportokban kifejezetten előnyös lehet, ha a fel nem robbant robbanóttestekkel, improvizált robbanóttestekkel¹⁰ kapcsolatban rendelkezik valaki ismeretekkel. Egy-egy bevetés során a csoport tagjainak élete múlhat az ilyen jellegű szaktudáson.

⁷ A honvédek jogállásáról szóló 2012. évi CCV. törvény (Hvt.) 36. § (1) bek. g) pontja alapján.

⁸ A tűzszerész-szakfeladatokhoz számítva például századerő egyidejű alkalmazása egy adott területen extrém méretűnek számít.

⁹ Forray László: A Magyar Különleges Műveleti Katonák kiképzésének, felkészítésének fejlesztési lehetőségei. *Hadtudományi Szemle*, 4. (2011), 2. 63–73.

¹⁰ Kovács Zoltán – Daruka Norbert: IEDD: Improvised Explosive Device Disposal. International Conference on Military Technologies: ICMT 2013, Brno, University of Defence, 2013. 383–390.

Mivel a Magyar Honvédség továbbra is részt vesz külföldi műveleti feladatokban, és ebben nem is várható visszalépés, számba kell venni az ilyen vonatkozású alkalmazás lehetőségét is. Ebben az esetben továbbra is számolni kell a terrorista módszerek és fegyverek alkalmazásával, amelyek ellen – bár csak a terrorizmus elleni harc „tüneti kezeléseként”¹¹ – a tűzserész-szakállomány képes hatékonyan fellépni.¹² Ilyen műveleti feladatoknál szinte elvárás, hogy legyen kielégítő információ ez egyes hagyományos vagy bűnös célú robbanótestekről,¹³ és azok a meghatározott módon és formában¹⁴ jussanak el az érintettekhez.

Nem csak a tűzserész-szakállomány előtti alkalmazás segíthet sokat a biztonsági környezet javításában. Műveleti területen létszám függvényében hatásos lehet, ha nem is szervezetszerűen, de rendelkezik az egység vagy alegység felderítő-tűzserész kiképzettségű katonával. Különösen improvizált robbanótestek előkerülésekor lenne hatékony, ha valaki képes lenne átfogóan és helyesen értelmezni a helyzetet, majd javaslatot tenni a bevezetendő rendszabályokra és előírásnak megfelelően jelenteni a kialakult helyzetről.

4. Joghézag

A tűzserész-szakfeladatok során az állomány azon tagjai, akik a helyszínen vagy annak közelében végeznek feladatokat, külön juttatásra jogosultak. Ez az eseti illetménypótlék a végzett feladatokhoz képest differenciált, annak veszélyessége mértékében, amelyet a honvédek illetményéről és illetményjellegű juttatásairól szóló 7/2015. (VI. 22.) HM rendelet (Rendelet) részletez:

„13. § (1) Az állománynak az aknazár telepítését, elaknásított terület mentesítését, lőtér lövészet utáni mentesítését, ismeretlen fizikai állapotú lőszer, robbanóanyag vagy robbanótest felkutatását – ideértve a külföldön műveleti területen feltételezett robbanótestek felkutatása céljából tűzserészeti tevékenység keretében végzett személy- és gépjármű átvizsgálást is –, hajtástanítását, megsemmisítését, továbbá szállítását végző aknakutató, aknász vagy tűzserész beosztást betöltő, valamint a felsorolt feladatokban közvetlenül résztvevő és robbanásveszélyes helyen tartózkodó tagja az előzőekben felsorolt tűzserész tevékenységért veszélyességi pótlékra jogosult.”¹⁵

Ennek az idézett szakasznak az értelmezésében: a) A jogosultság szempontjából irreleváns a feladatok helyszíne, egyaránt lehetséges belföldön és missziós feladatok során jogosultságot szerezni többletjuttatásra. b) Gyakorlatilag a tűzserész katonák mellett tevékenykedő nem

¹¹ Csúpan az eszközök hatástalanításával nem lehetséges a terror ellen harcolni, mert az egy igen összetett tevékenység, és magát a szervezetet célozza.

¹² Horváth Tibor: A műveleti környezet műszaki támogatásának kihívásai. In Krajnc Zoltán – Csengeri János: *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése (Tanulmánygyűjtemény I., e-book)*. Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2016. 256–300. 258–259. Elérhető: http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmánygyujtemeny%20_ujratervezes_Csj_KZ_1.5.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 10. 07.)

¹³ Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közöny*, 22. (2012), 2. 37–52. Elérhető: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 10. 12.)

¹⁴ NATO Standard, AEODP-6, Explosive Ordnance Disposal Reports and Messages, Edition B, Version 1, The NATO Standardization Office (NSO), 2014.

¹⁵ 7/2015. (VI. 22.) HM rendelet a honvédek illetményéről és illetményjellegű juttatásairól 13. § (1) bek.

tűzserész segéderő is jogosult illetménypótlékra. c) A jogosultság az aknatelepítés, akna- és lőszermentesítés, valamint veszélyes anyagok felkutatása, hatástalanítása, megsemmisítése és szállítás feladatai esetén jár. d) A feladatok során az állományok kizárólag a robbanásveszélyes területen tevékenykedő része jogosult a díjazásra. Ez a szakmai környezetben a biztonsági zónán belül tartózkodó állományra értelmezendő.

Rögtön egy jelentős probléma látható, amint elolvassuk a fenti sorokat. A felderítés nem szerepel az eseti díjazásra jogosító feladatok között. Ez ugyan okozhat némi értelmezési nehézséget, de a felkutatás és a felderítés ebben a vonatkozásban megegyező értelemmel és szakmai tartalommal bír. Ennek a problémának a további kiküszöbölésére a vonatkozó szakutasításokban¹⁶ tisztázni szükséges a két fogalom értelmi és tartalmi elemeit, amellyel kiküszöbölhető a jogi félreértés.

Ennek a problémának egy másik lehetséges megoldása, ha a szakfeladatot elrendelő parancsban van nevesítve a felkutatási feladat. Ez szintén megoldást jelenthet, bár ebben az esetben is kizárólag a Rendelettel együtt értelmezve lesz kielégítő a jogi háttér.

Mindkét előző esetben fontos megemlíteni, hogy a felderítő-tűzserész-beosztású katonák nevesítve nem szerepelnek a Rendeletben. Ezek a katonák az elnevezésüktől függetlenül értelmezhetők tűzserészként vagy egyéb állományként, akik robbanásveszélyes helyen tartózkodnak. Mindkét esetben jogosultak az eseti díjazásra.

Az előbbi elnevezési probléma hordozhat további nehézségeket. A tűzserész-szaktevékenységet tűzserész katonák végzik – nem felderítő-tűzserészek –, tehát a vonatkozó szabályzatokban ezt is tisztázni szükséges, mert egy hazánkban merően régi-új elem kerülhetne a szakfeladatok rendszerébe. A szabályzatok harmonizációjával kiküszöbölhető több félreértés, és elkerülhető számos jövőbeli vizsgálódás, amely rengeteg erőforrást emésztene fel.

Melyek lehetnek tehát azok az esetek, amikor a felderítő-tűzserészek olyan feladatokat látnak el, hogy a Rendelet szerint többletdíjazásra jogosultak? Tapasztalataim és a fent leírtak alapján az alábbi esetek lehetségesek: a) A riasztás helyszínén korábban már előtalált katonai eredetű robbanótestet derítenek fel, akár magyarországi közszolgálati tevékenység során, a hatástalanítást megelőzően: ebben az esetben a helyszínre érkezéstől (belépés a biztonsági zónába) addig az időpontig, amíg a részleges azonosítást elvégezték és a helyszínt (biztonsági zónát) elhagyták. b) A riasztás helyszínén korábban már előtalált improvizált robbanótestet derítenek fel, a hatástalanítást megelőzően: ebben az esetben az improvizált robbanótest felderítésének időszakára, amíg a biztonsági zónában tevékenykednek. Amennyiben a felderítést biztonságos távolságból, technikai eszközök alkalmazásával végzik, kiegészítő díjazásra nem jogosultak. c) Robbanótestek felkutatásakor lőtérmentesítés során a feladat megkezdésétől annak befejezéséig jogosultak a veszélyes munkáért járó díjra.

Fontos kérdés tisztázni a fenti ellentételezés mértékét, mert a tűzserész-szakfeladatok esetén több, egymástól jelentősen eltérő díjazás közül kell a megfelelőt megtalálni. A Rendelet idevágó 14. § (1) bekezdése szerint:

¹⁶ Mú/41 A Magyar Honvédség Tűzserész szabályzata I. rész. A Magyar Honvédség kiadványa, 2014. és Mú/45 A Magyar Honvédség Tűzserész szabályzata II. rész. A Magyar Honvédség kiadványa, 2015.

- „A 13. § szerinti pótlék óránkénti mértéke a honvédelmi illetményalap százalékában
- a) annak, aki az aknazár telepítését, elaknásított terület mentesítését, lőtér lövészet utáni mentesítését, ismeretlen fizikai állapotú lőszer, robbanóanyag vagy robbanótest felkutatását, hatástalanítását vagy megsemmisítését közvetlenül végzi, 17%,
 - b) az ismeretlen fizikai állapotú lőszer, robbanóanyag, robbanótest szállítását végző gépjármű, hajó vezetőjének 8,5%, és
 - c) annak, aki nem tartozik az a) és b) pont hatálya alá, de a 13. § (1) bekezdése szerinti feladatellátás során robbanásveszélyes helyen tartózkodik, 5,3%.”¹⁷

A paragrafus értelmezésében az alábbi megállapításokat tehetjük: a) a 17%-os díjazás kizárólag a legveszélyesebb tevékenységek végzéséért járó alkalmi jellegű pótlék; a 17%-os díjtételhez tartozó feladatok nincsenek végzettséghez vagy beosztáshoz kötve; a 8,5% kizárólag gépjárművezetőknek vagy a hajó vezetőjének jár, bár második esetben véleményem szerint ez nem minden hajó esetében egyetlen katona; az 5,3% minden egyéb „segéderőnek” jár, akik a felsorolt veszélyes tevékenységet nem végzik, és nem vezetnek olyan gépjárművet vagy hajót az adott időszakban, amely robbanótestet szállít.

Ezekből a megállapításokból további tisztázandó kérdések fakadnak. Mivel a Rendeletben nincs kijelentve, hogy kizárólag a tűzszerészállomány jogosult a 17%-os díjra, így ezt a szakaszt szintén az érvényes tűzszerész-szakutasítások közös értelmezésével kell vizsgálni. A tűzszerész-szakállomány alkalmazása a hatástalanítás vagy megsemmisítés esetében még érthető, de a felkutatás vonatkozásában már nem feltétlenül érezhető maradéktalannak. Előfordulhat, hogy nem tűzszerészállományt is bevonnak (gépközleket, gépjárművezetőket stb.) a felkutatás egyes mozzanataiba, amikor nem csupán robbanásveszélyes helyen tartózkodik. Ilyen esetben véleményem szerint megvizsgálandó a jogosultság a magasabb pótlékkategóriára, vagy a Rendeletet szükséges pontosítani.

A felderítő-tűzszerészek véleményem szerint mindenképpen bevonhatók a feladatba, legalább is a felkutatásba, amely 17%-os díjazást von maga után. A magas illetménypótlék bevezetése a felderítő-tűzszerésztevékenység visszaélészerű igénybevételéhez vezethet, illetve méltánytalan lehet a hatástalanítást és megsemmisítést azonos illetménypótlék ellenében végző tűzszerészekkel szemben. Ennek feloldására két javaslatot teszünk.

Az első értelmében a felderítőtevékenységet végzők a honvédelmi illetményalap 5,3%-ára legyenek jogosultak. Ez igaz a feladatba esetileg bevont teljes állományra is. A felderítést követően az illetménypótlék összege a Rendelet 13. §-a szerint számítandó.

A második javaslatom, hogy amennyiben a felderítőtevékenység eredményre vezetett, a Rendelet 13. §-ában részletezett illetménypótlékra való jogosultságot már a felderítőtevékenység megkezdésétől kell számítani. Az eredményes felderítés önmagában bizonyítja, hogy a felderítés robbanásveszélyes területen történt.

A szállítási feladatok során nem merül fel ilyen jellegű anomália. Tisztázott, hogy kinek jár a 8,5%-os pótlék, a feladatban részt vevő többi katona a gépjárművön vagy hajón robbanásveszélyes helyen tartózkodónak minősül.

¹⁷ 7/2015. HM rendelet 14. §.

A robbanásveszélyes helyen tartózkodók esetében szakmai kérdések merülnek fel, amely a helyszínen tartózkodó vezető, a helyszíni parancsnok vagy járőrparancsnok hatáskörében kristályosodik ki. Ő az a személy, aki felelős, hogy minimalizálja a veszélyeztetettek számát, és csak a minimálisan szükséges állományt tartsa a biztonsági zónán belül.

Ezek tehát azok az azonosított gócpontok, amelyek, ha meg nem is akadályozzák a felderítő-tűzserészek alkalmazását, de egyes esetekben komoly kihívás lehet a több szabályzó és jogszabály komplex értelmezése. Ennek érdekében kell mérlegelni a további teendőket a tűzserész-szaktevékenység hátterét biztosító dokumentumok vonatkozásában.

5. Összefoglalás és javaslatok

Esetünkben a speciális tevékenység díjazása és a feladatok szakmai megítélése között szükséges kialakítani egy olyan könnyen értelmezhető helyzetet, amely hosszú távon is biztosítja a szükséges hátteret.

Az elemzés végén kijelenthető, hogy sikerült egy átfogó képen keresztül megvizsgálni a felderítő-tűzserészek alkalmazásának hátterét és lehetőségeit. Egy kifejezetten széles körben alkalmazható képességről van szó, amely mindazon túl, hogy szövetségi kötelezettségvállalásunk során felmerülhet, mint szakfeladat, a Magyar Honvédség hazai tevékenységében is hordoz előnyöket, amelyek kiaknázása minimális erőforrással lehetséges.

Nem lehet említés nélkül hagyni a felderítő-tűzserészek alkalmazásának egyes jogi kérdéseit. Ugyan a jelenlegi jogszabályi háttérben is fellelhető olyan komplex értelmezés, amely lehetőséget teremt mind a hazai, mind a műveleti területen történő alkalmazásra és annak díjazására, de előremutató lenne ezen jogszabályok harmonizációja. Mindez úgy, hogy a feladatba tűzserész-szakemberek is bevonásra kerülnek, segítve a jogalkotók munkáját egyes tevékenységek és folyamatok értelmezésével. A Rendelet és a tűzserész-szakutastások ilyen módú jogharmonizációja megteremtheti azt a biztos hátteret ehhez az új képességhez, amely életveszélyessége miatt eseti kiegészítő díjazásra érdemes.

Tanulmányunk végén három javaslatot teszünk. Elsőként javaslom, hogy mivel a felderítő-tűzserészek véleményünk szerint mindenképpen bevonhatók a felkutatásba, amely a honvédelmi alapilletmény 17%-ának megfelelő illetménypótlékra jogosítson. E magas illetménypótlék bevezetése a felderítő-tűzserésztevékenység visszaélészerű igénybevételéhez vezethet, illetve méltánytalan lehet a hatástalanítást és megsemmisítést azonos illetménypótlék ellenében végző tűzserészekkel szemben. Ennek feloldására további két szabályozási javaslatot teszünk. Az első értelmében a felderítőtevékenységet végzők a honvédelmi illetményalap 5,3%-ára legyenek jogosultak. Ez igaz a feladatba esetileg bevont teljes állományra is. A sikeres felderítést követően az illetménypótlék összege a Rendelet 13. §-a szerint számítandó. A következő javaslatunk, hogy amennyiben a felderítőtevékenység eredményre vezetett, a Rendelet 13. §-ában részletezett illetménypótléka való jogosultságot már a felderítőtevékenység megkezdésétől kelljen számítani. Az eredményes felderítés önmagában bizonyítja, hogy a felderítés robbanásveszélyes területen történt.

A jogharmonizáción túl természetesen nem kizárólag a dokumentumokban lévő szavakat kell felülírni, átfogalmazni. A szakmai gondolkodást is ehhez az új képességhez és lehetőséghez kell majd szabni a biztonságosabb munkavégzés érdekében.

Felhasznált irodalom

- Ciráki Tamás: *A Robbanószerkezet Felderítő (EOR) erők alkalmazásának lehetőségei*. Diplomamunka. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, 2006.
- Ember István: Lehetőségek a tűzserész-szakkiképzés fejlesztésére. *Műszaki Katonai Közlöny*, 30. (2020), 1. 99–110. DOI: <https://doi.org/10.32562/mkk.2020.1.7>
- Ember István: A tűzserész-szakkiképzés rendszerének fejlesztése felderítő-tűzserész-felkészítés kialakításával. *Honvédségi Szemle*, 148. (2020), 1. 66–77. DOI: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2020.1.5>
- Forray László: A magyar különleges műveleti katonák kiképzésének, felkészítésének fejlesztési lehetőségei. *Hadtudományi Szemle*, 4. (2011), 2. 63–73.
- Horváth Tibor: A műveleti környezet műszaki támogatásának kihívásai. In Krajnc Zoltán – Csengeri János: *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése (Tanulmánygyűjtemény I., e-book)*. Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2016. 256–300. Elérhető: http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmanygyujtemeny%20_ujratervezes_Csj_KZ_1.5.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 10. 07.)
- Kovács Zoltán – Daruka Norbert: *IEDD: Improvised Explosive Device Disposal*. International Conference on Military Technologies: ICMT 2013, Brno, University of Defence, 2013. 383–390.
- Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 2. 37–52. Elérhető: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf (A letöltés dátuma: 2020. 10. 12.)
- Mű/41 A Magyar Honvédség Tűzserész szabályzata I. rész. A Magyar Honvédség kiadványa, 2014.
- Mű/45 A Magyar Honvédség Tűzserész szabályzata II. rész. A Magyar Honvédség kiadványa, 2015.
- NATO Standard, AEODP-6, *Explosive Ordnance Disposal Reports and Messages*. Edition B, Version 1, The NATO Standardization Office (NSO), 2014.
- NATO Standard, AEODP-10, *Explosive Ordnance Disposal (EOD) Principles and Minimum Standards of Proficiency*, Edition B, Version 1, Annex-A – *Minimum Standards of Proficiency for an Explosive Ordnance Reconnaissance Operator*, A-1, A-2, NATO Standardization Office (NSO), 2014.

Jogforrások

2012. évi CCV. törvény a honvédek jogállásáról
7/2015. (VI. 22.) HM rendelet a honvédek illetményéről és illetményjellegű juttatásairól

Gergely Kovács¹

Possibilities and Dangers of the Use of Digital (VR, AR) Devices in the Training System of the Defence Personnel

A kiterjesztett valóság és virtuálisvalóság-alapú eszközök felhasználásának lehetőségei és veszélyei a védelmi szféra kiképzési rendszerében

Modernising the methods of adult education is an essential issue not only because of the generational change and the pertaining transformation of its learning style, but also because of the current digital changes and the reduction in costs and efficiency gains. In the civil sector, this change has already started, but the use of modern procedures and digital tools in education and training in the defence sector is just as important. Effectiveness and security depend not only from indicators known in the civil sphere, but also from a number of other conditions, due to a much more complex system. Due to the digital nature of modern training solutions and tools, it is also important to look at the issue of cyberspace security separately before future application and deployment. The author will review the development potential of the defence bodies' training system in IT tools. This study also analyses the use of modern procedures and digital devices, such as augmented reality and virtual reality goggles, and what potential security issues are raised during training.

Keywords: disaster management, fire department training, training, digitisation, cybersecurity, augmented reality, virtual reality

A felnőttképzés módszereinek modernizálása nemcsak a generációk változása és tanulási stílusának átalakulása miatt létkérdés, hanem a jelenlegi digitális változások és a költségek csökkenése és a hatékonyság növelése miatt is elengedhetetlen. A civil szférában ez a változás már elindult, de modern eljárások és digitális eszközök felhasználása a védelmi szférában történő oktatásban, képzésben ugyanolyan fontos. Itt az eredményesség és a biztonság nemcsak a civil szférában ismert

¹ University of Public Service, Doctoral School of Military Technology, e-mail: kovacs.gergely@uni-nke.hu, ORCID: 0000-0002-1995-394X.

mutatókon múlik, hanem – a jóval komplexebb rendszerből adódóan – több más feltételen is. A modern képzési megoldások és eszközök digitális jellege miatt fontos, hogy a későbbi alkalmazás és bevezetés előtt külön vizsgáljuk a kibertér biztonságának kérdését is. A szerző a cikkben áttekinti, hogy a védelmi szervek állománya képzési rendszerében milyen fejlesztési lehetőségek rejlenek az informatikai eszközökben. Elemzi, hogy a korszerű eljárások és digitális eszközök használata, mint például a kiterjesztett valóság és a virtuálisvalóság-szemüveg, milyen lehetséges kiberbiztonsági kérdéseket vetnek fel a képzés során.

Kulcsszavak: katasztrófavédelem, tűzoltóság, felkészítés, kiképzés, digitálizáció, kiberbiztonság, kiterjesztett valóság, virtuális valóság

1. Introduction

Reading the daily news one can see that the challenges we face over the next decade will have a significant impact on the lives and health of the population. Protection against threats is a social task, so all states respond to this. Current security challenges, such as natural disasters, migration, new modern chemical plants and the associated increased road, air and water transport, the accelerated pace of life, create a changing environment in which resilience to threats is a prerequisite for survival. Over the past decade, our country has responded adequately to the threats to our security. The complex system of domestic protection works, and an integral part of it is preparation. Whether we are talking about defence or disaster management tasks, it is the responsibility of professional bodies and the defence management to train and prepare those involved in the performance of defence tasks. The question arises, if the responses to the new challenges mentioned above are available, what kind of new and efficient methods and tools can be used to encourage the specialised personnel to utilise them, and whether, in the era of the Fourth Industrial Revolution, we have integrated into training all sophisticated digital tools which NGOs routinely use in education. The question is what tools can be included in the training system that can increase the efficiency of education, and what dangers we need to address when using these tools. Because of the digital nature of these devices, we need to think most about the security challenges of cyberspace. It is known that as soon as a new technology develops, one tries to exploit it and in many cases attack or weaken it. This was also true for the internet, smartphones, social media networks and online games.² It is important to understand these vulnerabilities and find a solution.

² In the information society, information is collected from many sources, which are layered and overlapped. The qualitatively new and compressed information, which is multi-controlled and synchronised with automatic data fusion and correlation information technology, is a so-called 're-enactment' for society or for certain groups and organisations. Information superiority, the long-term existence of information control, ultimately provide driving superiority over the other party. The holder of the information superiority enables him/her to gain advantage in different areas of social life by taking advantage of his/her information communication systems and their capabilities, or to constantly control the situation in such a way that the other parties are deprived of these abilities. László Üveges, *A Magyar Köztársaság katasztrófa-veszélyeztetettsége és az arra adandó válaszok*, doktori értekezés (Budapest: ZMNE, 2002).

In this article, I set out to examine the possibilities of using digital educational tools in the framework of domestic and international e-learning methods in the training of defence personnel that are not yet prevalent in all areas of current training. The main focus of this study is the application of virtual reality solutions (hereinafter referred to as VR)³ during training. I am also looking for answers to cybersecurity questions about the use of these new tools. In order to be able to propose ways to apply these digital⁴ procedures, it is important to know what we want to use and what training system we want to include. The defence organisations operating in our defence system are diverse and therefore it is not possible to examine all of them within the framework of this article. Therefore, in the next chapter I will examine the modern techniques that can be used in the training and preparation of those involved in disaster eradication and the performance of defence tasks.

This analysis is based on the processing of relevant legislation and other regulators (for example educational strategies) and an evaluation of studies and analyses related to the subject. Below I examine the 'traditional' teaching methods currently used in the defence sphere, analysing the applicability, effectiveness and security challenges of modern e-learning and some digital tools. Due to limitations in text length, I have not explored in a greater detail those possibilities of adult education and e-learning that cannot be linked to the field of civil protection and firefighting 'vocational training'. In addition, I have not analysed the supporting digital solutions related to the topic, such as applications, smart devices, and IoT⁵ capabilities; and I have not studied extensively those areas of cybersecurity that are fundamental to the use of e-learning, such as DoS⁶ attacks or malware; they will be the subject of a further research.⁷

2. Disaster training system and current challenges

Hungary's disaster risk is not particularly high, but events that have occurred in the past and recently have to be constantly kept in mind. According to the website of the National Directorate-General for Disaster Management, the dangers and types of disasters currently available

³ VR: virtual reality.

⁴ László Kovács, *Kiberbiztonság- és stratégia* (Budapest: Dialóg Campus, 2018).

⁵ The 'Internet of Things' or 'IoT' in English, with which devices like household appliances, cars, cash machines can also be used via the Internet available, and they are able to interact and also communicate with each other. Digitalhungary conference, 2018. Available: www.digitalhungary.hu/konferenciak/ (22. 01. 2020.)

⁶ Denial of Service (DoS) attacks, which are denial of service or overload attacks, are of paramount importance among security problems on the Internet. During DoS attacks, the attacker attempts to prevent the network from working properly and in operation. This is achieved by paralysing the respondent system with false requests, so that it can no longer serve real requests from other sources. These attacks are difficult to prevent as it is very difficult to decide which request is real and which is not. On the other hand, their implementation is not too complicated, as an attacker only needs an adequate amount of automated systems, which is sufficient to disable the target. Among DoS there are two large types of attacks: protocol attacks and so-called flooding attacks. Kovács, *Kiberbiztonság- és stratégia*, 26.

⁷ Computer network attack tools include various malicious malware. Malware is the collective name of software whose common feature is that they enter the system without being authorised by the user. Any software that does not ensure the proper functioning of the computer system or network can be considered malicious. Kovács, *Kiberbiztonság- és stratégia*, 28.

in Hungary can be divided into two main groups: natural and civilisational hazards.⁸ Natural disasters in Hungary, including flooding, are the most significant hazards, but the global environmental changes and recent socio-political transformations do not leave Hungary untouched, thus drawing attention to new or less pronounced aspects of the defence system. It is natural that this need affects the way that knowledge of tools and skills are acquired and transferred, that is, any form of institutionalised or organised education and training.

In addition to the emergence of new risks in hazard preparation, the development of education and training and its methodology make it essential to plan and organise training and the process of further training in the defence area in a continuous review of previous strategies and methods. The new didactic and methodical methods that appear offer a number of options for preparing for protection, including professional disaster management and the preparation of the personnel of related civil protection organisations, but also those working in the interest of defence. Prioritising and securing digitisation will also allow greater space for digital, modern solutions, e-learning systems and motivational models such as 'gamification'.⁹ E-learning, for example, can be an effective tool for addressing the challenges of adult education, as it motivates and helps adults adapt their learning to their current lives.

The question arises as to how e-learning as a form of training and the up-to-date digital tools can be used in this field and what new security challenges we must face. Here, the safety and security issues of the use of the procedures and tools are most important, because, bearing in mind how important cyber security is, we have accumulated quite a few question marks. We already have responses to many challenges in this area, but researchers and specialists have yet to find solutions to 'cover' the new security gaps. New procedures are emerging in this area every year or even day by day.

3. Current forms of disaster management training

Professional disaster management personnel are involved in the planning, organisation and implementation of the tasks from three large areas. These are fire protection, civil protection and industrial security. The reform of the preparation of professional staff for civil protection tasks and the redesign of related processes in parallel with the reform of the preparation of civil protection organisations are based on citizenship and have achieved significant success. Preparation for fire protection – preventive and rescue – tasks also has a long history. Traditional forms of training were well combined – as a result of reform pedagogical research – with elements already prevalent in the civil sphere, which were comparable to training objectives. However, research into didactic and methodical areas is a constant demand, moreover, new scientifically based options may always arise.

⁸ Zsolt Haig and László Kovács, *Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák* (Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012).

⁹ Gamification: playing.

In order to propose new procedures and to look at the application of their authority, it is important to see what methods and themes are currently used. The recent act, Act CXXVIII of 2011, was created to increase the security of the country, to increase the effectiveness of civil protection from disasters and to increase the effectiveness of the protection measures. Coming into effect on 1 January 2012, it created a unified system of legal, institutional and instrumental industrial security. The relevant regulators accurately describe the expectations and objectives which form the basis of the current training methods and themes.¹⁰

The current training system for professional disaster recovery protection is based on both the former firefighter and civil protection systems, and it combines theoretical and practical training. During the training, the participants will acquire the knowledge, skills and capabilities essential to the performance of the professional tasks.¹¹ The disaster management training system is both a school system and extracurricular system (adult training). Each form of training can be daytime, correspondence and distance learning. If you look at it according to the level of image, we can talk about basic vocational training. In this way, we must also mention university-level training. Specialist training takes place in the framework of the KOK (Katasztrófavédelmi Oktatási Központ)¹² and NKE (Nemzeti Közszolgálati Egyetem)¹³ Disaster Management Institutes. The Task of KOK and the Institute of Disaster Management is to train and prepare firefighters to respond to professional tasks and challenges arising from diverse dangers of interventions, and the ability to professionally manage modern high-value technical equipment.

In addition to initial and tertiary training, various forms of preparation are used which are adapted to the trainee and the theme of the material to be transferred. Examples include vocational courses – where special requirements, specific workspaces are prepared within different disciplines – or courses which take place outside a school system. An important form of implementation is practical training, which is the main form of preparation for the core vocation of leaders, governing bodies and organisations. Looking at training and teaching methods, and at training tools, the effectiveness of training can be further enhanced by the use of new opportunities in IT. Training raises the question of how practices already used in the civil sphere could be applied in this area as well.

4. The importance, methods and tools of modern adult education

The professional knowledge and skills of defence professionals to respond to the complexity of education is also affected by a number of other factors, as well as a change in the process and system of learning in this context. Therefore, this is closely linked to the field of adult

¹⁰ 62/2011 OF 2. BM rendelet (regulation by the Ministry of Interior), 9/2015 OF 25. BM, KOK rendelet (regulation by the Ministry of Interior and the Disaster Management Education Centre). See <https://kok.katasztrofavedelem.hu/32423/jogszabalyi-hatter>.

¹¹ Gyula Vass, 'Gondolatok a katasztrófavédelmi felsőoktatásról,' *Védelem Tudomány*, no 2 (2017), 193.

¹² Disaster Management Education Centre.

¹³ University of Public Service.

education, distance learning, e-learning, which are of course also related to each other as modern training methods.¹⁴

Due to the implementation of protection tasks, the rapid change in the challenges and tools and methods used mainly affects the adult target group, so preparation mainly applies to them. One of the defining features of adult training and training in the public education sector is that workplace constraints make it difficult for adults entering the labour market to participate in traditional education. Thus, e-learning in adult education enables you to learn flexibly in space and time and to spread knowledge, and the demand for an efficient, high-quality but cost-effective form of learning has now increased. It is therefore no coincidence that relatively new educational opportunities have undergone a surge, such as open training or distance learning, including e-learning; and the so-called 'ICT' have been created in the rapid development of information and communication technologies.¹⁵ These forms of education and areas have been created in response to needs that can also be used in the education system of the defence sector.

The main determinant of electronic distance learning is its device system which makes it electronic. The benefits of e-learning, such as cost-effectiveness, motivated learner and new types of tools such as the VR simulator (as a possible tool for practical training), show benefits compared to traditional methods, which are increasingly prevalent not only in the civil sphere but also in the defence sector for the development of an effective training system. There are many good solutions to the use of the aforementioned areas, but I do not have access to all of these, so I will show you the possibilities of using VR and gamification through a few examples below. VR and gamification – that is, playfulness – are among the most popular forms of digital solutions in adult education. Gamification in different areas of life (for example learning, sports, work, shopping) means the use of game elements and game mechanisms. Brian Burke's definition already shows the advantage of the mechanism in the given area: 'Gamifies the motivation of people with digital tools for gaming mechanisms and gaming experiences, and to develop their commitment to achieve their goals.'¹⁶ Various applications and programs encourage them to learn more strongly, so gamification is almost essential for them. One of the good examples is the VR earthquake simulator for adults in Japan in which you can earn points and medals after well-completed tasks and tracks – and thus gain an ever higher rank in the game. This example is interesting not only because of the playfulness used, but also because of the VR – that is, virtual world – used, and its motivational power.

¹⁴ Gyula Vass, Lajos Kátai-Urban, and Zoltán Cséplő, 'A katasztrófavédelmi felsőoktatási képzés gyakorlat-orientált felkészítési tevékenységének elemzése,' *Védelem Tudomány* no 2 (2017), 227.

¹⁵ Distance learning (d-learning): an educational form in which the teacher is at a distance from the students, not in the same space during the educational process. Distance learning may combine or use exclusively traditional correspondence, emailing and satellite transmitted video systems. E-learning is teaching and learning via information technology tools. M-learning is the latest version of distance learning, when one can learn permanently without being connected to the Internet. The tools used are: laptop, notebook, Intact Tablet PC, PDA, mobile phone and so on.

¹⁶ Brian Burke, *Gamify: How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things* (New York: Routledge, 2018), 112.



Figure 1. Japan Virtual Reality Earthquake Simulation Game

Source: 'Japan Virtual Reality Earthquake Simulation Game Source,' Virtual World. Available: <https://virtualworld.co.kr/board/review/article/1685?exin=1> (26. 12. 2019.)

When using VR technology, you are more likely to maintain ongoing interest in participants, and the tool also helps to unlock the monotony of traditional lessons. Unlike traditional education tools, VR makes it easier to keep participants' attention, so that the information provided on this platform is retained in the minds of students. VR technology also offers new learning dimensions for educational participants. At the same time, VR is a good opportunity to replace the practice as an alternative classroom pedagogical method.

In recent years, many companies have used VR technology to make the learning process more efficient and shorter. For example, UPS has launched training for its drivers that uses VR technology to realistically simulate emergencies on public roads and to teach trainees to detect and identify them.

5. Possibilities of application of the VR systems during defence training

The examples in this article highlight an extremely wide range of possibilities for e-learning and VR. Predicting the direction and future of the training of those involved in the performance of defence tasks is very difficult, but new e-learning methods and innovative digital tools such as VR can have a very large and positive impact on the effectiveness of education, training and preparation. Its advantages include collaborative learning communities, the possibility of rapidly variable knowledge, measurable and customisable training, rapid monitoring, immediate feedback, and the curriculum that can be shaped by the individual. The advantage is also efficient training resource allocation, continuous availability, simultaneous preparation of many people, fast and consistent accountability, efficient communication, and knowledge available from anywhere. The advantage of VR simulators is also to complement and replace practical training. VR can be useful for defence agencies to simulate and practice specific, special events because of the often unexpected and unique precedent-free nature of exceptional situations. The VR simulator can be used to ensure a more pragmatic and higher degree of preparedness of the defence personnel in cases that have not been before or cannot be tested at a real event.

This technology can also help to raise industrial safety to a higher level, as simulation practices for defects and malfunctions associated with the operation of certain hazardous plants and facilities can be used to develop safer protection capabilities.

6. The bohemia interactive VR simulator



Figure 2. Bohemia VR Simulator during use

Source: VBS4.com. Available: www.bisimulations.com/ (26. 12. 2019.)

The following is an investigation into the possibility of using a software that could be a possible alternative to defence training. Bohemia Interactive Simulation (BISim) is a company that manufactures simulation software for the defence sphere for simulation tactical training. The company's main product is Virtual Battlespace 3 (VBS 3), which has now been organised by more than 50 armies worldwide.



Figure 3. Bohemia VR Simulator Virtual Space

Source: VBS4.com. Available: www.bisimulations.com/ (26. 12. 2019.)

The simulation software offers various tasks to perform in a realistic virtual environment during training. The software contains all realistic models of vehicles and weapons that are used in the user's armies, and it is very useful for newer customers that the interoperability of the software is extremely wide. The system is modularly structured, that is, the basic simulator can be supplemented by the module needed to simulate all types of tasks. VBS 3 is suitable for simultaneous management of up to 200 soldiers – that is, connected computers – in combat simulation centres, where each soldier operates a computer and performs the task from his own

perspective, which can be either cleaning a building from enemy forces or securing a convoy. The goal during the use of the program is to practice communication, decision-making and strategic thinking. BISim recently announced their latest product, specially developed for the U.S. Army under the name VBS STE (synthetic training environment).¹⁷ This software is already capable of carrying out the training task anywhere in the world, as it contains a complete realistic virtual map of the Earth. VBS is suitable for VR glasses, that is, soldiers perform the task in a 360-degree virtual reality world during exercise. To model missions as realistically as possible, operators have an extremely wide range of options to parameterise the mission. You can adjust the weather, the number and role of the enemy and civilian population in the mission – powered by artificial intelligence – and any means that is deployed in that army can support our mission. Of course, one of the basic conditions for using such software in the disaster management training system is to learn about the possibilities of the program and to map its modular system. Due to the scope of this article, I do not have the opportunity to do so here, but it may be useful to examine the use of VBS or another type of VR simulator for further research in the future.

7. The possible dangers of using the VR simulator in cyberspace during the training of the defence personnel

In order to examine the e-learning solutions used in training, including the security issues of the use of the VR simulator, it is important to mention essential and special areas of the defence sphere, such as national defence. Since these modern procedures are essentially carried out using the information space, we can assume without any evidence that the 'traditional' attack methods that arise here can also be applied to the means used in the defence sector education system. Furthermore, it will be important to examine the dangers of using the VR simulator as an e-learning platform, possible attack surfaces and possible motives for attacks.¹⁸

As for information about VR simulators, and especially collaborative VR technology based on multi-user collaborations, there is still a long way to go for security research. Since it is a complex system, it is worth examining the vulnerability of each component separately. Moreover, in the defence sphere, and in particular in defence and risk management and data protection against threats that exploit the vulnerability of VR technology, hardware and software components are of paramount importance, as they are also capable of obtaining a strategic advantage in transnational competition. That is why it is appropriate for vulnerabilities and attack vectors to take into account beyond an operator's information security also a cybersecurity approach.

¹⁷ A. Muspratt, 'VBS STE: The future of simulated training,' Defence IQ, 12. 11. 2018. Available: www.defenceiq.com/defence-technology/articles/vbs-ste-bohemia-simulations-on-creating-a-cloud-based-synthetic-training-environment (27. 10. 2020.)

¹⁸ László Kovács, 'Az információs terrorizmus eszköztára,' *Hadmérnök*, special issue (Robothadviselés 6. konferencia), 22 November 2006. Available: http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/kovacs_rw6.html (27. 10. 2020.); Iván Sibalin and Gyula Vass, 'Az ENISA által meghatározott aktuális technológiai kihívások kezelése a katasztrófavédelem szemszögéből,' *Védelem Tudomány* 3, no 2 (2018), 124.

The VR technology and users correspond to the triple division of cyberspace, such as physical, logical and cognitive layers, so threats and vulnerabilities can be interpreted from the perspective of cyber operations.¹⁹ Potential attackers are organisations, governments, armies or non-state actors, hackers, hacktivists, industrial spies or terrorists, and so on.²⁰ Obtaining or influencing information superiority within information operations can be physical destruction²¹ against hardware components of VR technology, a logical threat to the software layer that affects the user, or the armed force at the cognitive capability level.²²

The following are the security issues of the use of VR simulator in the training of the defence sector, using a triple split: 1) VR components based on different dimensions of cyberspace; 2) based on some attack vectors; 3) based on the possible motives for the attack, in particular in the context of cyber operations between nation states.²³ In the case of each hazard, we will also propose a possible protection measure.²⁴

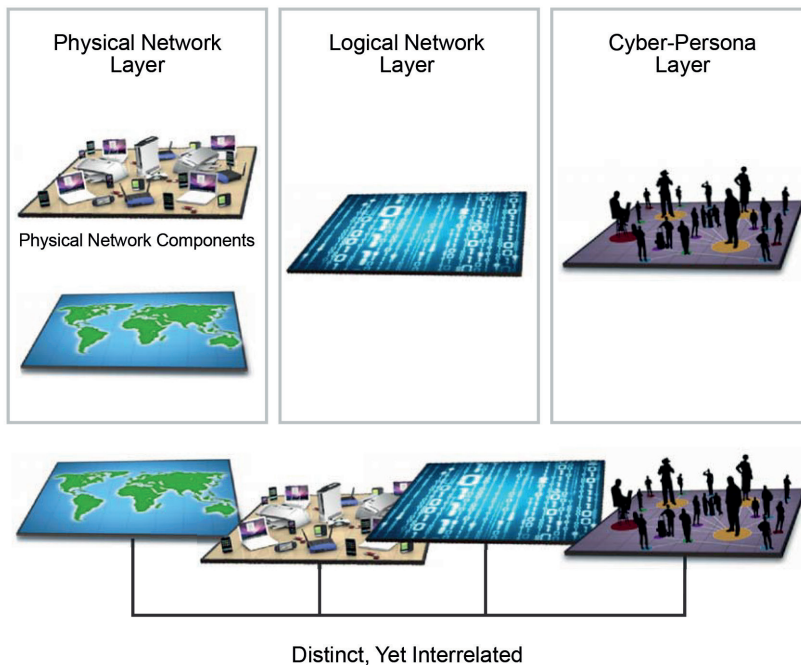


Figure 4. Three interconnected layers of cyberspace.

Source: *Cyberspace Operations*, JP 3-12. Joint Staff, U.S. Department of Defence, June 2018, I-3. Available: www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3_12.pdf (22. 01. 2020.)

¹⁹ Haig and Kovács, *Kritikus infrastruktúrák*, 16.

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

²² See www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3_12.pdf (22. 01. 2020.).

²³ Ibid.

²⁴ Zsolt Haig, *Információs műveletek a kibertérben* (Budapest: Dialóg Campus, 2018).

The VR device and its user fit into the three-way division shown above, which has become decisive in cyberspace security policy and military approach based on American literature. Furthermore, geographical and network components within the physical layer can be distinguished, within which the network component indicates the types of network hardware and infrastructure.²⁵ VR technology includes platforms, sensors, data storage centres, servers, routers, wires, optical cables, radio frequency data transmission devices, satellite devices, and so on. The logical layer is a virtual space in the network, which basically contains software-based elements of cyberspace. The logical layer can be mind-treated information, transmission and addressing protocols, software applications, network service providers and users' data, internet domain names, information security solutions, virtual reality content and software, and so on.²⁶

The layer of cyber personality consists of the interface, the user and the community components. This layer displays the identity of cyberspace actors that are used, for example, to obtain and influence information, while their true identities and affiliations remain hidden. In the cyber personality layer, the interface component connects people with and through the logical and physical layers of cyberspace with the users' own hardware and software tools. This includes the user's own personal information communication tools related to the network, such as personal computers, laptops, tablets, smartphones, navigation devices, and so on.²⁷ For virtual reality, this includes, for example, VR (headset), treadmill, gloves, and so on. The cyber personality layer is the third social component, that represents interactions of people in the network. The community component is therefore related to human interaction.²⁸

Since VR technologies used for training in the defence sector are in many cases the same as commercially available technologies and devices, they can easily become an attack target, even though they are not used in combat situations. Therefore, in the light of the information assurance vulnerabilities associated with these technologies, it is worth taking stock of some potential threats and motivational factors in the context of cyber warfare.

In this study, we use the term INFOSEC introduced by NATO, which is formed by merging the words of *information security*. It is used in the relevant Hungarian literature in the form of electronic information protection and, in some cases, electronic document protection. The NATO INFOSEC means 'application of security arrangements in communication, information and other electronic systems against the accidental or intentional loss of confidentiality, integrity or availability of processed, stored or transmitted information and against the loss of integrity or availability of those systems.'²⁹ This definition concerns the protection of IT systems and the data processed therein.³⁰

Cyberspace operations can be defined as follows: 'Cyberspace operations are a set of activities for the integrated, coordinated and harmonized application of cyberspace information

²⁵ Haig, *Információs műveletek*.

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

²⁹ 'Security within the North Atlantic Treaty Organisation (NATO),' NATO Document C-M (2002) 49. Available: www.cni.es/comun/recursos/descargas/DOCUMENTO_21_-_Security_within_NATO_-_C-M49-COR1-12.pdf (22. 11. 2020.)

³⁰ Lajos Muha, 'Az informatikai biztonság egy lehetséges rendszertana,' *Bolyai Szemle* 17, no 4 (2016), 146.

capabilities, which, in order to achieve the objectives of operations, using networked information systems, directly with cognitive capabilities and indirectly with technical capabilities, have impacts on the target audience involved in the operations.³¹ For example, you can include the following activities within the technical capabilities:

- access to and detection of computer networks;
- access to databases, modifying them, destroying them;
- preventing access by overloading servers;
- interception of telecommunications networks;
- interference with data-recording and communication tools and systems;
- similar activities of the opposing party, as detailed above;
- protection against the environment.

Cognitive capabilities in cyberspace can be achieved through networked ICT systems to deliver real and false messages to the target audience, as well as information and collaborative information. The VR simulator requires a huge real-time data flow from many data sources, so in most cases this is done on a cloud basis.³² Therefore, it can be a priority target for electronic discovery or reconnaissance computer network operations to gain access to them and detect them. Cloud-based technology can be attacked at both the physical and logical layers, and in the case of defence, only a closed private cloud solution built up from its own devices would have a *raison d'être*. As the military application of the cloud service still faces many difficulties,³³ this can definitely slow the military application of VR technology – and this also affects its use in education. VR systems continuously collect data from the environment through a variety of sensor networks. Communication between sensors, nodes and data processing centres is usually done using wireless technologies. From this point of view of information protection, the fact should be highlighted that sensors are fully open to the processing system on the Internet, which may result in a significant risk to data confidentiality.³⁴ As a result, the VR sensor network also includes typical vulnerabilities in technology, which most often include:

- detect network traffic and determine the location of network sensor nodes, gateways, data processing centers;
- modifying and compromising sensor data;
- overload attack of the sensor network;
- destruction in the case of physical access.³⁵

The VR simulator is particularly suitable for cognitive influence and psychological work through logical and interface layers. VR simulators are the most immersive among multimedia digital devices that we know of and that affect perception. At the same time, experiments have

³¹ Haig, *Információs műveletek*, 94.

³² Ibid.; Géza Vasvári, 'A katonai szervezetek elektronikus információvédelmi képességeinek fejlesztésével kapcsolatos feladatok,' *Honvédelmi Szemle* no 5 (2018), 73–89.

³³ Haig, *Információs műveletek*.

³⁴ Vasvári, 'A katonai szervezetek.'

³⁵ Haig, *Információs műveletek*.

shown that security was not a primary concern in the development of VR systems and thus is particularly vulnerable to certain malware attacks. For example, researchers at The New Haven University in Connecticut demonstrated that a malware submitted via e-mail can be used to change the virtual reality content that is perceived by the user. This can fail the training itself, and the user can be physically or mentally injured.³⁶

As mentioned above, simulators can be particularly good scouts and intelligence targets because they collect and store an extraordinary amount of sensitive data. There is a huge threat, among other things, in the designs of map bases or critical infrastructure systems that are the basis for the scenarios used for simulator practices, which are the same as the databases and IT systems used by that defence organisation for real-world planning and operations. At the same time, the simulator continuously collects data about users, including its biometric data, such as pupil movement, or the so-called skeleton movement, which allows you to analyse the user's behavior and status. On the basis of these ADT's, however, it is possible to use false personalities or so-called *deep fake persona* as well. VR's 360-degree space scanner data is also available, enabling the data holder to reconstruct a site realistically. With the help of some malwares, attackers can penetrate the VR system and even map the physical space surrounding it.³⁷ From the data collected about how to train, and the performance of the participants, opponents can learn about the skills, knowledge, current performance and operational planning of the training staff.

The interface with civil Internet networks is particularly sensitive in the context of data leaks and malicious programmes. Researchers have already demonstrated that the content of a commercially available VR simulator can be manipulated through an e-mail malware, which should limit direct network communications to encrypted networks closed for military or national security purposes. A separate problem connected with VR simulation systems is that their closed, encrypted communications also need to be solved.³⁸

It is a significant danger and security risk factor that the global supply chain cannot be controlled. In terms of cost-effectiveness, the production and development of certain hardware or software components is the so-called 'commercially available' software *off-the-shelf* devices, where it is very difficult to guarantee the reliability of all components. At the same time, manufacturers are trying to keep up with the very rapid development of the technology, and therefore there is not enough time and capacity to test the safety of the developments.³⁹ To eliminate this, electronic information security requirements should be a priority in the public procurement procedure of the defence sector.

³⁶ Alfred Ng, 'VR systems Oculus Rift, HTC Vive may be vulnerable to hacks,' Cnet, 2018. Available: www.cnet.com/news/hack-a-vr-system-lead-a-player-astray-yes-say-researchers/ (22. 01. 2020.)

³⁷ Leif Johnson, 'Someone Could Be Watching You Through Your Oculus Rift's Tracking Sensors,' Motherboard, 2017. Available: www.vice.com/en_us/article/jpdpm4/should-you-worry-about-the-oculus-sensor-spying-on-you-we-asked-the-expert (22. 01. 2020.)

³⁸ Ng, 'VR systems.'

³⁹ Steven T. Kroll, 'Is Virtual Reality The Next Generation in Security Awareness Training?' *Cybercrime Magazine*, 2019. Available: <https://cybersecurityventures.com/is-virtual-reality-the-next-generation-in-security-awareness-training/> (27. 10. 2020.)

In summary, the use of VR technology during training as a complex IT system carries the risks from the physical, logical and cognitive dimensions. Because of these vulnerabilities and the large amount of data stored here, electronic or computer network discovery operations can be a particularly suitable target, so ensuring confidentiality among electronic information protection requirements can be the biggest challenge. Thus, the development of electronic information security requirements should play a key role in this aspect.

8. Conclusion

The above thoughts can be summarised stating that as challenges become more diverse, the preparation of defence professionals must also be more diverse. This may affect not only the content issues, but also the methods used. In addition to traditional forms of learning and teaching, new ones appear. Some of the new methods used in civil society education and farming organisations, based mainly on pedagogical research, can be applied well in initial conservation and further training. For example, e-learning opportunities can be useful as a complement to teaching methods in initial education and as a major form of education in further education.

However, it is important to note that the aim here is not only to acquire theoretical knowledge, but also to acquire practical knowledge in order to become familiar with the subject and to acquire applicable knowledge. The benefits of e-learning include a constant and direct individual relationship with a teacher or instructor and the possibility to collaborate with other members of the group. In addition, modern e-learning systems focus on the learning process, the needs and capabilities of the individual to be prepared, unlike previous models of education. The use of the state-of-the-art IT tools presented in this article is becoming increasingly important in VR, for example, they can be highly efficient in the field of training. However, particular attention should be paid to cyber security. In addition, these devices, such as VBS software, provide field opportunities without live practice, as they provide a hands-on experience through VR simulation, which are essential for such training in real life. When using VR devices, traditional ICT devices are a security experience challenge of cybersecurity.

It can be concluded that methodological innovations, VR instruments and the development started to have a major impact on the preparedness of those assigned to defence organisations in the field of training of defence personnel. Curriculum, teaching tools and methods must be constantly modernised, using the latest tools presented, mainly in IT. However, the use of tools, particularly in defence education, should pay particular attention to the security aspects of the applicability of hardware and software and the new cybersecurity implications of its application.

Overall, modern forms of education, such as e-learning and VR solutions, are new educational opportunities that, due to their benefits, have a *raison d'être* in defence-themed training. VR and AR tools are useful and can provide new opportunities for knowledge transfer, but their application requires rethinking of the forms and methods of education systems, developing appropriate software, and last but not least, keeping cybersecurity rules in mind at all times.

References

- Burke, Brian: *Gamify: How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things*. New York, Routledge, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315230344>
- Haig, Zsolt – Kovács, László: *Kritikus infrastruktúrák és kritikus információk infrastruktúrák*. Budapest, Nemzeti Közszerkeleti Egyetem, 2012.
- Haig, Zsolt: *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest, Dialóg Campus, 2018.
- Kovács, László: *Kiberbiztonság- és stratégia*. Budapest, Dialóg Campus, 2018.
- Kovács, László: 'Az információs terrorizmus eszköztára.' *Hadmérnök*, special issue (Robothadviselés 6. konferencia), 22 November 2006. Available: http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/kovacs_rw6.html (27. 10. 2020.)
- Muha, Lajos: 'Az informatikai biztonság egy lehetséges rendszertana.' *Bolyai Szemle* 17, no 4 (2016), 137–156.
- Sibalin, Iván – Vass, Gyula: 'Az ENISA által meghatározott aktuális technológiai kihívások kezelése a katasztrófavédelem szemszögéből.' *Védelem Tudomány* 3, no 2 (2018), 119–134.
- Üveges, László: *A Magyar Köztársaság katasztrófa-veszélyeztetettsége és az arra adandó válaszok*. Doktori értekezés, Budapest, ZMNE, 2002.
- Vass, Gyula – Kátai-Urbán, Lajos – Cséplő, Zoltán: 'A katasztrófavédelmi felsőoktatási képzés gyakorlatorientált felkészítési tevékenységének elemzése.' *Védelem Tudomány* no 2 (2017), 223–236.
- Vass, Gyula: 'Gondolatok a katasztrófavédelmi felsőoktatásról.' *Védelem Tudomány*, no 2 (2017), 188–203.
- Vasvári, Géza: 'A katonai szervezetek elektronikus információvédelmi képességeinek fejlesztésével kapcsolatos feladatok.' *Honvédelmi Szemle* no 5 (2018), 73–89.

Internet references

- Cyberspace Operations*. JP 3-12. Joint Staff, U.S. Department of Defence, June 2018, I-3. Available: www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3_12.pdf (22. 01. 2020.)
- Digitalhungary conference, 2018. Available: www.digitalhungary.hu/konferenciak/ (22. 01. 2020.)
- 'Japan Virtual Reality Earthquake Simulation Game Source.' Virtual World. Available: <https://virtual-world.co.kr/board/review/article/1685?exin=1> (26. 12. 2019.)
- Johnson, Leif: 'Someone Could Be Watching You Through Your Oculus Rift's Tracking Sensors.' Motherboard, 2017. Available: www.vice.com/en_us/article/jpdpm4/should-you-worry-about-the-oculus-sensor-spying-on-you-we-asked-the-expert (22. 01. 2020.)
- Kroll, Steven T.: 'Is Virtual Reality The Next Generation in Security Awareness Training?' *Cybercrime Magazine*, 2019. Available: <https://cybersecurityventures.com/is-virtual-reality-the-next-generation-in-security-awareness-training/> (27. 10. 2020.)
- Muspratt, A.: 'VBS STE: The future of simulated training.' Defence IQ, 12. 11. 2018. Available: www.defenceiq.com/defence-technology/articles/vbs-ste-bohemia-simulations-on-creating-a-cloud-based-synthetic-training-environment (27. 10. 2020.)
- Ng, Alfred: 'VR systems Oculus Rift, HTC Vive may be vulnerable to hacks.' Cnet, 2018. Available: www.cnet.com/news/hack-a-vr-system-lead-a-player-astray-yes-say-researchers/ (22. 01. 2020.)
- 'Security within the North Atlantic Treaty Organisation (NATO),' NATO Document C-M (2002) 49. Available: www.cni.es/comun/recursos/descargas/DOCUMENTO_21_-_Security_within_NATO_-_C-M49-COR1-12.pdf (22. 11. 2020.)
- VBS4.com. Available: www.bisimulations.com/ (26. 12. 2019.)

Legal references

62/2011 OF 2. BM rendelet (regulation by the Ministry of Interior).

9/2015 OF 25. BM-KOK rendelet (regulation by the Ministry of Interior and the Disaster Management Education Centre).

Tartalom

LUKÁCS LÁSZLÓ: <i>A Műszaki Katonai Közlöny</i> 30. évfolyamának köszöntése	5
VIZI DÁVID BÉLA: <i>Felszín alatti beáramlás hatása</i> a Tisza vízminőségére a Közép-Tisza vidékén	11
BALLA TIBOR – PADÁNYI JÓZSEF: <i>Műszaki kiválóságok:</i> <i>Molnár Pál</i>	21
LAJOS HORVÁTH: <i>Characteristics of Roads Approaching</i> <i>Flood Protection Dikes, Factors Affecting</i> <i>Their Use, Main Problems and Challenges</i> <i>of Their Reconstruction</i>	29
CSABA HETYEI – RUDOLF NAGY: <i>Review of Wind Turbine</i> <i>Failures, Highlighting Fire Accidents</i>	43
OLAJOSNÉ LAKATOS BOGLÁRKA: <i>Vízbiztonság –</i> <i>önkormányzati/ települési éghajlati adaptációs</i> <i>célú vízmegtartó objektumok létesítése</i>	57
SZABÓ VERONIKA ANNA: <i>Építőipari szigetelőblokk</i> <i>fejlesztése hulladékpalackból</i>	77
NEPUSZ ADRIENN: <i>Cementált talajok jelenlétének</i> <i>előrejelzése helyszíni vizsgálatokkal</i>	85
TÓTH ANDRÁS – BLESZITY JÁNOS – RESTÁS ÁGOSTON: <i>A szénhidrogén-feldolgozás káreseményeihez</i> <i>kapcsolódó tűzvizsgálati tevékenység fejlesztési</i> <i>lehetőségei – 2. rész</i>	97
EMBER ISTVÁN – PETRUSKA FERENC: <i>A felderítő-</i> <i>tűzszerészek alkalmazásának jogi szempontjai</i>	117
GERGELY KOVÁCS: <i>Possibilities and Dangers of the Use</i> <i>of Digital (VR, AR) Devices in the Training System</i> <i>of the Defence Personnel</i>	127