Ronyecz Lilla

A kritikus szervezetekkel kapcsolatos kockázat- és következményelemző módszerek kutatása

Együttműködési platform alkalmazása

A kritikus (létfontosságú) szervezetek és infrastruktúrák védelme kiemelt jelentőségű a modern társadalmakban, ahol a globális összekapcsoltság és a technológiai fejlődés új típusú kihívásokkal jár. Jelen tanulmány biztonságos együttműködési platformot javasol a kritikus szervezetek vezetői és a hatóságok részére, amely információt biztosít a kritikus szervezeteket fenyegető kockázatokról, és erősíti az ágazatközi koordinációt Magyarországon. A 2025-ös szabályozási környezethez igazodva a platform valós idejű adatfeldolgozást és prediktív modellezést integrál. Célja a szervezetek és a hatóságok közötti kommunikáció javítása, valamint hozzájárul a kritikus szervezetek kockázatelemzésének felülvizsgálatához és az azzal kapcsolatos folyamatok gyorsításához.

Kulcsszavak: *kritikus entitások, együttműködés, kockázatelemzés*

Bevezetés

A kritikus szervezetek infrastruktúrái Magyarország társadalmi és gazdasági stabilitásának alapvető pillérei. Az e szektorok működését fenyegető kockázatok, különösen az éghajlatváltozásból eredő környezeti hatások, mint például az árvizek és az aszályok, valamint az infrastrukturális elavulás, egyre összetettebb kihívásokat jelentenek. A kritikus szervezetek ellenálló képességéről szóló 2024. évi LXXXIV. törvény és az Európai Parlament és Tanács (EU) 2022/2557 Irányelve a kritikus szervezetek rezilienciájáról (CER irányelv) szigorú követelményeket támaszt a kockázatelemzés és az ellenálló képesség biztosítása terén, előírva a dokumentáció szabványosítását és a szektorközi együttműködést [Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2557 irányelv (2022. december 14.) a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről].

E dinamikus kockázati környezetben a hagyományos kockázatelemzési keretrendszerek, mint az ISO 31000, nem minden esetben alkalmasak a magyar kritikus entitások specifikus igényeire, különösen a szektorok közötti függőségek és a környezeti kockázatok kezelése terén (ISO 31000:2018 Risk

https://doi.org/10.36250/01323_11 • https://orcid.org/0000-0001-5062-5488

Management – Guidelines). E kihívások kezelésére jelen kutatás felhőalapú együttműködési platformot javasol, amely integrálja a dokumentummegosztást, a kommunikációt, a kérelemkezelést és az adatvizualizációt, hogy támogassa a hibrid fenyegetések kockázatelemzésének elkészítését és felülvizsgálatát. Jelen kutatás célja a platform kockázatelemzési képességeinek vizsgálata, különös tekintettel a hibrid fenyegetések kezelésére (Pörtner et al. 2022).

A kutatási kérdés a következő: hogyan támogatható a hibrid fenyegetések kockázatelemzése műszakilag robusztus együttműködési platformon keresztül, figyelembe véve a magyar kritikus entitások ágazatspecifikus és ágazatközi igényeit? A kutatás esettanulmányokon keresztül vizsgálja a platform gyakorlati alkalmazhatóságát.

A kritikus szervezetek platformjának felépítése

A kritikus szervezetek platformja közös felületet biztosít, amely hozzájárul a magyar kritikus szervezetek, úgymint az energia-, közlekedési, honvédelmi, vízés pénzügyi ágazat szereplői, azaz az ellenálló képességért felelős vezetők és a hatóságok közötti kapcsolattartásra és információcserére. Ez komplex feladat, amely egyszerre igényel technológiai, szabályozási és szervezeti megfontolásokat. Az alábbiakban részletesen bemutatunk egy általunk kidolgozott ajánlást a platform kialakítására, figyelembe véve a magyar kontextust, a hatályos szabályozási környezetet, valamint a környezeti és infrastrukturális kockázatokra fókuszáló megközelítést. A javaslatok kialakítása során szem előtt tartottuk a gyakorlati megvalósíthatóságot és a magyar kritikus entitások igényeit.

A biztonságos, felhőalapú együttműködési platform integrálja a dokumentummegosztást, a kommunikációt, a kérések benyújtását és a hatósági interakciót. A platformot úgy szükséges kialakítani, hogy támogassa a kritikus entitások és a hatóságok közötti hatékony együttműködést.

Főbb funkciók

A platform működésének alapját képező főbb funkciók között szerepel a *dokumentummegosztás és -kezelés,* amely biztonságos feltöltési és tárolási lehetőségeket kínál kockázatelemzési dokumentumok, ellenálló képességi tervek, hatósági jelentések és egyéb releváns anyagok számára. A rendszer verziókezelési

és hozzáférési jogosultságokkal rendelkezik, ami biztosítja, hogy csak az adott szektor vagy hatóság férjen hozzá bizonyos dokumentumokhoz, valamint kereshető adatbázist nyújt a dokumentumok gyors visszakereséséhez.

A *kommunikációs csatornák* között található a kérdés-válasz fórum, ahol a kritikus szervezetek vezetői közvetlenül tehetnek fel kérdéseket szabályozási megfelelésről, árvízkockázatról, akár egymásnak, akár a hatóságok képviselőinek. A rendszer valós idejű csevegő- vagy üzenetküldő funkcióval rendelkezik a gyors interakcióhoz, valamint lehetővé teszi webináriumok és képzések szervezését a kockázatkezelési legjobb gyakorlatok megosztása céljából.

Az igények és segítségkérések benyújtása űrlapalapú rendszeren keresztül működik a hatósági kérelmek, például az engedélyezési vagy támogatási igények benyújtásakor, sürgősségi segítségkérési csatornát biztosít olyan vészhelyzetek esetére, mint az árvíz vagy az infrastrukturális meghibásodás, valamint státuszkövetési lehetőséget biztosít a benyújtott kérelmek állapotának nyomon követésére.

Adatvizualizáció és technológiai megoldások

Az adatvizualizáció területén interaktív elemek jelenítik meg a kockázati adatokat, mint az infrastrukturális állapot és a megváltozott kockázati tényezők, térképek vagy grafikonok formájában. A szabályozási megfelelés támogatása érdekében beépített sablonok állnak rendelkezésre az ellenálló képességi tervekhez és a kockázatelemzési dokumentumokhoz, valamint auditnaplózás támogatja a hatósági ellenőrzéseket.

A platform technológiai alapjául biztonságos, skálázható felhőszolgáltatás javasolt, például Microsoft Azure Government (*2030 Smart Communities: Envisioning New Possibilities for State and Local Governments* 2019) vagy Amazon Web Services GovCloud [*How Government Technology Leaders Can Increase Efficiency with AWS GovCloud (US)* 2025], amelyek megfelelnek az Európai Unió adatvédelmi előírásainak és a magyar szabályozási követelményeknek.

Szervezeti és szabályozási megfontolások

A hatósági integráció keretében a platformot a magyar hatóságokkal együttműködve szükséges kialakítani, hogy biztosítsa a hatályos szabályozás és a CER irányelv szerinti megfelelést. Az ágazatspecifikus testreszabás során a platform különböző

modulokat kínál az egyes ágazatok egyedi kockázataihoz, például a vízágazat számára árvíz- és aszálykockázati sablonokat. A képzés és a támogatás területén a platform bevezetését képzésekkel szükséges támogatni a kritikus szervezetek vezetői és a hatósági képviselők számára, hogy biztosítsák a hatékony használatot (Stamp et al. 2003).

A platformmal kapcsolatos esettanulmányok

A platform használatának szemléltetése érdekében két esettanulmányt mutatok be. Az egyik egy fiktív vízmű, a Partvíz Zrt. kritikus szervezet vezetője által használható funkciókat mutatja be, a másik esettanulmány pedig a Magyar Védelmi Infrastruktúra Zrt. katonai létesítmények fenntartásáért és védelméért felelős cég példáját vizsgálja.

A Partvíz Zrt. esettanulmánya

A Partvíz Zrt. egy fiktív magyar vízmű, amely egy közép-magyarországi régió vízellátását és szennyvízkezelését biztosítja, kiszolgálva körülbelül 200 000 lakost és számos ipari létesítményt. A vízmű kritikus szervezetként került nyilvántartásba, mivel a vízellátás kiesése súlyos társadalmi és gazdasági hatásokkal járna (Rosato et al. 2023).

A kockázatelemzés célja a Partvíz Zrt. működését fenyegető környezeti és infrastrukturális kockázatok azonosítása, értékelése és kezelése az adaptált ISO 31000 keretrendszer alkalmazásával, figyelembe véve a hatályos magyar szabályozási környezetet. Az ISO 31000 kockázatkezelési keretrendszer adaptálása kiegészül szektorspecifikus elemekkel, például forgatókönyv-analízissel a környezeti kockázatok kezelésére.

A fiktív Partvíz Zrt. vízmű esettanulmányához igazítva a platformon elsősorban a dokumentummegosztást használná a vezető, ahol a Partvíz Zrt. feltölti árvízkockázati elemzését és ellenálló képességi tervét, amelyhez a hatóságok hozzáférnek, és visszajelzést tudnak adni. Emellett a vízmű vezetője kérdést tesz fel a fórumon az aszálykezelési legjobb gyakorlatokról, amelyre a hatóság válaszol. A Partvíz Zrt. európai uniós pályázati támogatást kér a csőhálózat felújítására egy űrlapon keresztül, és nyomon követi a kérelem státuszát. A platform térképen jeleníti meg a dunai árvízkockázati zónákat, segítve a Partvíz Zrt.-t a védművek tervezésében.

A platform használata közben kihívásként jelentkezhetnek a különböző ágazatok és hatóságok eltérő hozzáférési szintjei miatti jogosultságkezelési problémák. Ennek kiküszöbölése érdekében szigorú szerepköralapú hozzáférés (RBAC) és auditnaplózás szükséges. A platformnak integrálódnia kell a meglévő hatósági jelentéstételi rendszerekkel, így ajánlott alkalmazásprogramozási felületek (API-k) használata az adatcseréhez. A platform bevezetése költséges lehet kisebb vízművek számára, így központi finanszírozás, például európai uniós vagy állami támogatás javasolt a platform fenntartására. Emellett a kritikus szervezetek vezetői nem feltétlenül jártasak a digitális platformok használatában, így felhasználóbarát felület kialakítása és célzott képzések lebonyolítása szükséges.

A Magyar Védelmi Infrastruktúra Zrt. esettanulmánya

A Magyar Védelmi Infrastruktúra Zrt. (MVI Zrt.) olyan fiktív magyar szervezet, amely a honvédelmi szektor kritikus infrastruktúráinak (mint például katonai bázisok, logisztikai raktárak és kommunikációs rendszerek) fenntartásáért és védelméért felel. A szervezet kritikus szervezetként került nyilvántartásba, mivel működése kulcsfontosságú a nemzetbiztonság szempontjából. A platform használatának célja biztosítani a hatékony információcserét, dokumentummegosztást és kérelemkezelést az MVI Zrt., a honvédelmi ágazat más szervezetei, az ellenálló képességért felelős vezetők és a hatóságok, például a Honvédelmi Minisztérium között, különös tekintettel a 2025-ös környezeti, infrastrukturális és szabályozási kihívásokra.

Az MVI Zrt. infrastruktúrái közé tartoznak a katonai bázisok, mint a laktanyák és a légibázisok, a logisztikai raktárak fegyverek, üzemanyag és élelmiszer tárolására, valamint a kommunikációs rendszerek. Országos hatáskörrel rendelkezik, kiemelt fontosságú létesítményekkel Budapest, Székesfehérvár és Debrecen környékén. Működési környezetében megtalálhatók a környezeti kockázatok, például az árvizek és a viharok, az elavult infrastruktúra, mint a 30–40 éves épületek és rendszerek, valamint a szigorú szabályozási követelmények.

A platform funkciói a honvédelmi ágazat és az MVI Zrt. igényeihez igazítva a következő módon működnek:

- Az MVI Zrt. feltölti a laktanyák árvízkockázati elemzését és infrastrukturális felújítási tervét a platformra.
- A Honvédelmi Minisztérium ellenőrzi a dokumentumokat, és visszajelzést ad a CER irányelv szerinti megfelelésről.

- A zárt fórumon a vezető kérdéseket tesz fel a katonai létesítmények környezeti kockázatairól vagy szabályozási követelményekről.
- A valós idejű csevegő révén vészhelyzeti helyzetekben, például viharkárok esetén gyors kommunikáció biztosított a vezetők és a hatóságok között. Az MVI Zrt. vezetője kérdést tesz fel a platform fórumán a katonai bázisok árvízvédelmének finanszírozási lehetőségeiről, amelyre az SZTFH szakértője válaszol.
- Webináriumokat és képzéseket szerveznek az ellenálló képességi legjobb gyakorlatokról, például a logisztikai raktárak védelméről.
- A platformon keresztül az MVI Zrt. kérelmet nyújt be európai uniós finanszírozásra egy elavult katonai raktár felújításához, és a platformon keresztül nyomon követi a kérelem elbírálását.
- Árvízi vészhelyzetben az MVI Zrt. sürgősségi segítséget kér a Belügyminisztériumtól vagy a Honvédelmi Minisztériumtól a platformon keresztül.
- Státuszkövetés a benyújtott kérelmek állapotának nyomon követésére.
- Interaktív műszerfalak a kockázati adatok megjelenítésére, például térképek a katonai létesítmények árvízkockázati zónáiról vagy grafikonok az infrastrukturális állapotokról. A platform térképen mutatja a dunai árvízkockázati zónákat, segítve az MVI Zrt.-t a védelmi intézkedések tervezésében.
- Automatizált jelentéskészítés a szabályozási megfeleléshez. Az MVI Zrt. automatikusan kockázatelemzési jelentést generál a platformon, amelyet benyújt a Honvédelmi Minisztériumnak.
- A beépített sablonok az ellenálló képességi tervekhez és a kockázatelemzési dokumentumokhoz segítik a gördülékeny munkamenetet. Az MVI Zrt. a platform sablonjait használja egy katonai bázis ellenálló képességi tervének kidolgozásához, amely megfelel a CER irányelvnek.
- Az auditnaplózás a hatósági ellenőrzéseket támogatja, például a dokumentumok hozzáférési előzményeinek nyomon követését. A platform naplózza, hogy a Honvédelmi Minisztérium mikor és hogyan fér hozzá az MVI Zrt. dokumentumaihoz, biztosítva az auditálhatóságot.

Kockázatelemzési integráció a platformon

Az ISO 31000 keretrendszert alkalmazva a platform támogatja a honvédelmi szektor kockázatelemzését. A kockázati kontextus magában foglalja a környezeti kockázatokat, mint az árvizek és a viharok hatása a katonai létesítményekre,

az infrastrukturális kockázatokat, mint az elavult épületek és rendszerek meghibásodása, valamint a szabályozási kockázatokat, mint a hatályos jogszabályok előírásainak nem teljesítése.

A kockázatok azonosítása során az árvíz valószínűsége 3/5, hatása 4/5, ami magas kockázati szintet jelent. Az infrastrukturális meghibásodás valószínűsége 4/5, hatása 3/5, ami közepes-magas kockázati szintet jelent. A szabályozási megfelelési hiány valószínűsége 2/5, hatása 4/5, ami közepes kockázati szintet jelent.

11.1. táblázat. *Kockázati mátrix az MVI Zrt. esetében*

A kockázat típusa	Valószínűség	Hatás	Kockázati szint
Árvíz	3/5	4/5	Magas
Infrastrukturális meghibásodás	4/5	3/5	Közepes-magas
Szabályozási megfelelési hiány	2/5	4/5	Közepes

Forrás: a szerző szerkesztése

A kockázatok kezelése során az árvíz esetében védművek építése és vészhelyzeti evakuálási tervek kidolgozása szükséges. Az infrastrukturális elavulás esetében a felújítási projektek priorizálása és az európai uniós finanszírozás igénylése a platformon keresztül javasolt. A szabályozási megfelelés területén a platform sablonjainak használata ajánlott a kockázatelemzési dokumentációhoz.

Gyakorlati kihívások és megoldások

A biztonság és a hozzáférés a legfőbb szempont, mivel a honvédelmi ágazat bizalmas adatokat kezel, így a platformnak szigorú hozzáférési kontrollokat kell biztosítania. Ennek érdekében szerepköralapú hozzáférés, titkosítás és auditnaplózás szükséges (Alcaraz–Zeadally 2015).

A másik gyakori kihívás az interdependencia, mivel a honvédelmi ágazat függ az energia- és a közlekedési ágazattól, például az áramellátás és a logisztikai útvonalak terén. Ennek kiküszöbölése érdekében a platform támogatja az ágazatok közötti adatcserét, például az MVI Zrt. és egy energiaszolgáltató közötti koordinációt. A platformot felhasználóbarát felületként szükséges kialakítani és célzott képzéseket szükséges tartani a Honvédelmi Minisztériummal együttműködve.

Előnyök és hozzáadott érték

A platform bevezetése és használata a következő előnyökkel járna a kritikus entitások vezetői és a hatóságok számára: a centralizált platform csökkenti a kommunikációs és adminisztratív terheket; a hatóságok és a kritikus entitások valós idejű hozzáférést kapnak a releváns információkhoz; a platform támogatja a gyors döntéshozatalt és a kockázatok proaktív kezelését, például árvízi vészhelyzetekben; a platform segít a kapcsolódó jogszabályok és a CER irányelv előírásainak teljesítésében.

Ajánlás a megvalósításra

Próbaprojekt keretében egy kiválasztott hatóság bevonása megfelelő kiindulópont. Egy releváns hatóság és ágazat kiválasztása javasolt a platform funkcióinak tesztelésére. A platform kialakítását megelőzően a technológiai megvalósításhoz szükséges együttműködni magyar informatikai cégekkel. A platform fejlesztésének és fenntartásának finanszírozása végett javasolt felmérni az európai uniós forrásokat és a hazai pályázatokat. A fejlesztés során kiemelten szükséges figyelmet fordítani az adatvédelemre (GDPR) és a kiberbiztonságra. A próbaprojekt végét követően összegezni szükséges a tapasztalatokat, majd ezt követően más ágazatokra kiterjeszthető a használat. Emellett a kritikus szervezetek szereplőinek bevonása növelheti a platform elfogadottságát.

A platform használatával járó előnyök és gyengeségek

A platform használatának előnyei

A hatékony információcsere terén a platform centralizált felületet biztosít a dokumentummegosztáshoz, a kérdések feltevéséhez és a kérelmek benyújtásához, csökkentve a kommunikációs időt és az adminisztratív terheket. Például az MVI Zrt. gyorsan megoszthatja árvízkockázati elemzéseit a Honvédelmi Minisztériummal, míg a Partvíz Zrt. aszálykockázati jelentéseket tölthet fel a hatóság számára.

A valós idejű kockázati monitorozás területén az interaktív műszerfalak, mint a kockázati mátrix és az árvízkockázati térkép, lehetővé teszik a környezeti és infrastrukturális kockázatok valós idejű nyomon követését. Például a platform

figyelmeztethet a Duna mentén várható árvizekről, segítve a gyors döntéshozatalt a honvédelmi vagy a vízágazatban.

A szektorközi együttműködés terén a platform támogatja az ágazatok közötti függőségek kezelését, például az energiaellátás és a honvédelem vagy a vízszektor és a közlekedés közötti koordinációt. Ez növeli az ellenálló képességet, például árvízi vészhelyzetben, ahol a Partvíz Zrt. és az MVI Zrt. együtt dolgozhat az erőforrások megosztásán.

A felhasználóbarát hozzáférés területén az egyszerű navigáció, például a gyorselérési gombok, lehetővé teszi, hogy a digitálisan kevésbé jártas felhasználók is hatékonyan használják a platformot. Képzési modulok bevezetése javasolt, amelyek tovább növelik a használhatóságot.

A platform használatának akadályai

A magas kezdeti költségek területén a platform fejlesztése és fenntartása jelentős beruházást igényel, különösen a biztonságos felhő-infrastruktúra esetében. A felhasználói elfogadás és képzési igény terén az új felület bevezetése hibás használatot okozhat, mivel a felhasználók kezdetben nehézkesen tudják használni a rendszert.

Az adatbiztonsági és hozzáférési kockázatok területén, bár a kiberbiztonság minimális hangsúlyt kapott, a honvédelmi ágazat bizalmas adatainak kezelése szigorú hozzáférési kontrollokat igényel. Bármilyen hozzáférési hiba vagy jogosulatlan hozzáférés súlyos következményekkel járhat, például nemzetbiztonsági adatok kiszivárgása.

Az ágazatspecifikus testreszabás komplexitása miatt a különböző ágazatok, például a honvédelem és a vízszektor eltérő kockázati profiljai és szabályozási követelményei miatt a platform testreszabása bonyolult lehet. Például a honvédelmi ágazat szigorúbb biztonsági előírásokat igényel, mint a vízágazat, ami növeli a fejlesztési és karbantartási költségeket.

A platform és a kockázatelemzés összefüggései

A magyar kritikus szervezetek, mint a honvédelmi, a víz-, az energia-, a közlekedési és a pénzügyi ágazat működését fenyegető környezeti és infrastrukturális kockázatok kezelése strukturált kockázatelemzési folyamatokat igényel, amelyeket a jogszabályok szigorúan szabályoznak [Az Európai Parlament és a Tanács (EU)

2022/2557 irányelv (2022. december 14.) a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről].

A javasolt felhőalapú együttműködési platform, amely integrálja a dokumentummegosztást, a kommunikációt, a kérelemkezelést és az adatvizualizációt, hatékony eszközt nyújt a kockázatelemzés elkészítéséhez és rendszeres felülvizsgálatához, jelentősen növelve a kritikus szervezetek és infrastruktúrák ellenálló képességét (ISO 31000:2018 Risk Management – Guidelines).

A kockázatelemzés elkészítésének támogatása

A platform a kockázatelemzés elkészítését több dimenzióban támogatja. Először, a centralizált dokumentummegosztó funkció lehetővé teszi a kockázati adatok, például az árvízkockázati elemzések és az infrastrukturális állapotfelmérések strukturált tárolását és hozzáférését, biztosítva a szektorspecifikus sablonok használatát. Például a Partvíz Zrt. a platformon keresztül feltöltheti aszálykockázati jelentéseit, amelyeket a hatóság valós időben ellenőrizhet, csökkentve az adminisztratív terheket. Másodszor, a valós idejű adatvizualizációs eszközök, mint a kockázati mátrixok és az árvízkockázati térképek, lehetővé teszik a kockázatok kvalitatív és térbeli elemzését, támogatva a döntéshozatalt (Pörtner et al. 2022). Az MVI Zrt. például a platform térképein azonosíthatja a dunai árvízkockázati zónákat, elősegítve a védművek tervezését. Harmadszor, a fórum és a tudástár modul elősegíti az ágazatközi tudásmegosztást, például az árvízkezelési legjobb gyakorlatok cseréjét, ami növeli az elemzések minőségét (Kovács 2007).

A kockázatelemzés felülvizsgálatának támogatása

A kockázatelemzés felülvizsgálatát a platform dinamikus és együttműködést támogató funkciói biztosítják. A kommunikációs csatornák, például a fórum és a valós idejű csevegő, lehetővé teszik a hatóságok (mint a Honvédelmi Minisztérium) (Kovács et al. 2024) és a kritikus szervezetek közötti gyors visszajelzést, például a kockázati jelentések megfelelőségéről.

Az auditnaplózási funkció nyomon követi a dokumentumok módosításait és hozzáféréseit, biztosítva a jogszabályok szerinti átláthatóságot. Továbbá, a kérelemkezelési modul lehetővé teszi a kockázati intézkedések, például az infrastrukturális felújítások finanszírozási igényeinek benyújtását és nyomon követését,

amely a felülvizsgálati folyamat szerves része. Például az MVI Zrt. a platformon keresztül kérelmezhet támogatást egy elavult katonai raktár felújítására, és a kérelem státuszát valós időben ellenőrizheti.

Összességében a platform integrált megközelítése jelentősen növeli a kockázatelemzés hatékonyságát és pontosságát, miközben támogatja a szabályozási megfelelést és a szektorközi együttműködést. A platform alkalmazása különösen releváns a magyar kritikus entitások számára, amelyek az éghajlatváltozás (Padányi 2021) és az infrastrukturális elavulás okozta kihívásokkal szembesülnek, így hozzájárul a nemzetbiztonsági és társadalmi stabilitás fenntartásához (Hadji-Janev 2016).

Gyakorlati alkalmazás a hibrid fenyegetések kezelésében

A platform integrált eszközei, úgymint a dokumentummegosztás, a kommunikáció, a kérelemkezelés és az adatvizualizáció, nemcsak a szabályozási megfelelést támogatják, hanem a hibrid fenyegetések komplexitásának kezelésére is megoldást nyújtanak, elősegítve a gyors és adatvezérelt döntéshozatalt.

A platform gyakorlati alkalmazása a hibrid fenyegetések kockázatelemzésének elkészítésében különösen az ágazatspecifikus és ágazatközi igények kielégítésében mutatkozik meg. A dokumentummegosztó modul lehetővé teszi, hogy a kritikus szervezetek, mint az MVI Zrt., strukturált formában gyűjtsék és osszák meg a hibrid fenyegetésekre vonatkozó adatokat, például az árvízkockázatok és az elavult katonai infrastruktúra együttes hatásait. A platform sablonjai biztosítják, hogy az elemzések egységesek és auditálhatók legyenek, így a hatóságok számára azonnal ellenőrizhetők. Az adatvizualizációs eszközök, például a kockázati mátrixok és az árvízkockázati térképek, valós idejű betekintést nyújtanak a hibrid fenyegetések térbeli és súlyossági dimenzióiba. Például a Partvíz Zrt. a platform térképein keresztül azonosíthatja azokat a csőhálózati szakaszokat, amelyek egyszerre vannak kitéve aszálynak és infrastrukturális elavulásnak, lehetővé téve a célzott intézkedések tervezését. A fórum támogatja az ágazatközi kommunikációt, például a honvédelmi ágazat árvízvédelmi tapasztalatai adaptálhatók a vízágazatra, növelve az elemzések gyakorlati relevanciáját (*EU-NATO Task Force on the Resilience of Critical Infrastructure. Final Assessment Report* 2023).

A kockázatelemzés felülvizsgálatában a platform gyakorlati előnyei a dinamikus visszacsatolási mechanizmusokban és az intézkedések nyomon követésében rejlenek. A kommunikációs csatornák, mint a fórum és a valós idejű csevegő, lehetővé teszik a hatóságok és a szervezetek közötti közvetlen interakciót, például az MVI

Zrt. hibrid fenyegetésekre vonatkozó jelentéseinek validálását. Az auditnaplózási funkció részletesen dokumentálja a kockázati jelentések módosításait, biztosítva a szabályozási átláthatóságot és a hibrid fenyegetések folyamatos monitorozását (Vass 2015). A kérelemkezelési modul kulcsfontosságú a felülvizsgálati folyamatban, mivel lehetővé teszi a hibrid fenyegetések kezelésére irányuló intézkedések, például az árvízvédművek vagy az infrastrukturális felújítások finanszírozási igényeinek benyújtását és státuszuk nyomon követését. Például a Partvíz Zrt. a platformon keresztül kérelmezhet támogatást az aszály és az elavult csőhálózat együttes kockázatainak csökkentésére, és a kérelem előrehaladását valós időben ellenőrizheti, ami közvetlenül kapcsolódik a kockázati intézkedések hatékonyságának felülvizsgálatához (Földi–Padányi 2022).

A platform gyakorlati alkalmazásai a hibrid fenyegetések kockázatelemzésében a szektorközi koordináció, az adatvezérelt döntéshozatal és a szabályozási megfelelés szinergiáján alapulnak. A magyar kritikus szervezetek számára, amelyek a klímaváltozás és az infrastrukturális elavulás összetett fenyegetéseivel szembesülnek, a platform nélkülözhetetlen eszköz a kockázatelemzés hatékonyságának növelésére és a nemzetbiztonsági infrastruktúra védelmére (*EU-NATO Task Force on the Resilience of Critical Infrastructure. Final Assessment Report* 2023).

Külföldi tapasztalatok

A hibrid fenyegetések, amelyek környezeti és infrastrukturális kockázatok kombinációjából erednek, globális szinten kihívást jelentenek a kritikus szervezetek védelmében. Az ágazatközi együttműködést és adatvezérelt kockázatelemzést támogató felhőalapú együttműködési platformok kulcsfontosságúak e fenyegetések kezelésében. Az általam javasolt platform nemzetközi példákon alapul. Az alábbiakban három releváns külföldi platformot mutatok be: az Egyesült Államok, Németország és Kanada rendszerét, amelyek műszaki és kockázatelemzési szempontból adaptálhatók a magyar kontextusra, például az ágazatok igényeire.

Egyesült Államok: CISA Critical Infrastructure Threat Information Sharing Framework

Az Egyesült Államokban a Cybersecurity and Infrastructure Security Agency (CISA) által üzemeltetett *Critical Infrastructure Threat Information Sharing*

Framework platform a kritikus ágazatok (például víz, energia és közlekedés), valamint a hatóságok közötti együttműködést támogatja (*Critical Infrastructure Threat Information Sharing Framework: A Reference Guide for the Critical Infrastructure Community* 2016). A platform funkciói közé tartozik a dokumentummegosztás: például kockázati jelentések, valós idejű fenyegetési értesítések és adatvizualizációs eszközök, például kockázati mátrixok és GIS-alapú térképek, amelyek a hibrid fenyegetések, mint az árvizek és az infrastrukturális kiesések elemzését segítik (CARPIGNANO et al. 2021).

Például a vízágazat árvízkockázati adatait a platform integrálja a szövetségi és állami hatóságokkal, lehetővé téve a gyors döntéshozatalt, hasonlóan a magyar platform javasolt térképfunkciójához. Műszakilag a platform Amazon Web Services (AWS) felhő-infrastruktúrán fut, REST-ful API-kat használ az adatcseréhez és szerepköralapú hozzáférés-ellenőrzést (RBAC) alkalmaz az érzékeny adatok védelmére, például a vízszektor infrastrukturális állapotjelentéseinek kezelésére. A platform skálázhatóságát Kubernetes-alapú konténerkezelés biztosítja, amely nagy adatmennyiségek, például valós idejű árvízszintadatok feldolgozására alkalmas (*EU-NATO Task Force on the Resilience of Critical Infrastructure. Final Assessment Report* 2023). A CISA-platform auditnaplózási rendszere nyomon követi a kockázati jelentések módosításait, biztosítva a szabályozási megfelelést.

Németország: Allianz für Cybersicherheit és KRITIS platform

Németországban a Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) által koordinált Allianz für Cybersicherheit és a kapcsolódó KRITIS (Kritische Infrastrukturen) platform a kritikus infrastruktúrák védelmét támogatja, beleértve a környezeti és infrastrukturális kockázatok elemzését (ROSATO et al. 2023). Bár a platform eredetileg a kiberbiztonságra fókuszált, az ágazatközi függőségek miatt kiterjed a hibrid fenyegetésekre, például az árvizek és az elavult vízellátási rendszerek kombinációjára.

A platform fórumokat, tudástárat és adatvizualizációs eszközöket kínál, például GIS-alapú térképeket a Rajna menti árvízkockázatok elemzésére, amelyek a magyar platform tudástárához és térképfunkciójához hasonlók. A platform Microsoft Azure környezetben működik, és Open Geospatial Consortium (OGC) szabványokat használ a térbeli adatok kezelésére, biztosítva a vízszektor és a tartományi hatóságok közötti interoperabilitást. A műszaki architektúra REST API-kat és adatbázisokat, például PostgreSQL alkalmaz, amelyek lehetővé teszik

a kockázati jelentések, mint az infrastrukturális állapotfelmérések valós idejű megosztását (Skopik–Settanni–Fiedler 2016). A platform auditnaplózási és titkosítási protokolljai, például AES-256 és TLS 1.3, védik az érzékeny adatokat, például a vízszektor csőhálózati kockázatait.

Kanada: Canada–United States Action Plan for Critical Infrastructure (CUSCI)

Kanadában a Canada–United States Action Plan for Critical Infrastructure (CUSCI) keretében működő platform az Egyesült Államokkal közös kockázatelemzést és adatmegosztást támogat a kritikus szektorok, például a víz- és az energiaszektor védelmére (Hadji-Janev 2016). A platform valós idejű adatmegosztást, kommunikációs csatornákat, például fórumokat és kérelemkezelést kínál, például infrastrukturális felújítási kérelmek kezelésére árvízkockázatok esetén. Például a kanadai vízszektor Nagy-tavak menti árvízkockázati adatai a platformon keresztül érhetők el, hasonlóan a magyar platform kérelemkezelő és tudástár funkciójához (De Laat 2012).

Műszakilag a platform Google Cloud Platform (GCP) környezetben fut és GIS-alapú vizualizációkat (például Leaflet.js) használ a kockázatok térbeli elemzéséhez, például az árvízkockázati zónák kijelölésére. A platform API-kon keresztül integrálódik a kanadai és amerikai hatóságokkal, JSON-adatcsere-protokollokat alkalmazva. A skálázhatóságot GCP autoscaling funkciói biztosítják, amelyek nagy adatmennyiségek, például valós idejű árvízszint-érzékelők kezelésére alkalmasak (Da Silva et al. 2025). A platform adatbiztonsági protokolljai, például az OAuth 2.0 és az auditnaplózás, megfelelnek a kanadai szabályozási követelményeknek, amelyek az Európai Unió CER irányelvéhez hasonlók. A CUSCI platform adaptálása a magyar kontextusra, például a Partvíz Zrt. aszály- és árvízkockázati elemzéseihez, lokalizált adatforrásokat és a Microsoft partnerségét igényelheti.

Magyar kontextus és adaptálási lehetőségek

A bemutatott platformok, úgymint a CISA, az Allianz für Cybersicherheit/KRITIS és a CUSCI funkciói (például dokumentummegosztás, adatvizualizáció és kommunikáció), valamint műszaki alapjai (például felhő-infrastruktúra, API-k és

GIS) párhuzamba állíthatók a magyar platform javasolt képességeivel, például a kockázati mátrixszal és térképpel. Azonban a magyar kontextusban a helyi szabályozási követelmények és ágazatspecifikus igények, például a Duna menti árvízkockázatok testreszabást igényelnek.

A platform leírása

A platform szemléltetése érdekében javasolt látványtervet készítettünk. A kezdőoldal az alábbi elemeket tartalmazza.

A navigációs sávon található a bejelentkezés, az ágazat kiválasztása és a gyorslinkek a fő funkciókhoz, úgymint dokumentumok, fórum és kérelmek. A kezdőoldalon található meg az üdvözlőszekció, majd a kiemelt hírek és a figyelmeztetések. Ezek valós idejű értesítések, például árvízkockázati figyelmeztetések vagy szabályozási frissítések. Ez alatt található az interaktív műszerfal egyszerű kockázati mátrixszal és térképpel, amely a felhasználót a részletes elemzésekhez irányítja.

A bejelentkezési oldalon az ellenálló képességért felelős vezető vagy a kritikus szervezet vezetője bejelentkezhet saját oldalára. A dokumentumok oldalon új dokumentumokat tölthet fel a vezető, vagy megtekintheti a korábban feltöltötteket, amelyeket az általa kiválasztott hatóság számára tud beküldeni. A kérelmek oldalon új kérelmet tud benyújtani a vezető, amely lehet kérvény finanszírozásra, segítségkérés információról vagy tájékoztatás infrastrukturális felújításról.

A következő oldalon, a fórumon a vezetők kérdéseket tehetnek fel az aktuális változásokkal kapcsolatban, úgymint kockázatkezeléssel kapcsolatos kérdések vagy jogszabályi változások. A platform utolsó oldalán található a tudástár, ahol számos információ között lehet keresni, az aktuális jogszabályok és a fontosabb minták a tervezéshez mind megtalálhatók itt.

Összegzett következtetések és javaslatok

Következtetések

A platform bevezetése a hibrid fenyegetések kockázatelemzésének fejlesztésében jelentős előnyökkel járna a magyar kritikus szervezetek és hatóságok számára. Az alábbiakban a platform három kulcsfontosságú előnyét és azzal kapcsolatos javaslataimat fejtem ki.

A centralizált platform csökkenti a kommunikációs és adminisztratív terheket. A platform egyetlen hozzáférési pontot biztosít a kockázati adatok, a jelentések és a kommunikációs csatornák számára, megszüntetve a széttagolt rendszerekből eredő redundanciákat. Ez lehetővé teszi az ágazatközi koordináció hatékonyabbá tételét.

A hatóságok és a kritikus entitások valós idejű hozzáférést kapnak a releváns információkhoz. A platform valós idejű adatfeldolgozást és vizualizációt biztosít, lehetővé téve az árvízkockázati adatok vagy az infrastrukturális állapotjelentések azonnali elérését. Ez a funkcionalitás kritikus a hibrid fenyegetések dinamikus kezeléséhez.

A platform támogatja a gyors döntéshozatalt és a kockázatok proaktív kezelését, például árvízi vészhelyzetekben. A platform prediktív modellekkel és kockázati mátrixokkal támogatja a döntéshozatalt, például az árvízvédművek prioritásának meghatározásakor. Az automatizált értesítések lehetővé teszik a proaktív intézkedéseket. Ez csökkenti a reakcióidőt és növeli a kritikus infrastruktúrák ellenálló képességét.

Javaslatok

A platform kialakításával összefüggésben az alábbi javaslatokat fogalmaztam meg:

- *Pilotprojekt indítása:* pilotprojekt kezdeményezése a víz- vagy közlekedési ágazatban és az érintett hatósággal a platform funkcionalitásának, például a kockázati mátrixnak és a térképeknek a tesztelésére, három fázisban: elkészítés, implementáció és értékelés.
- *Partnerségek kialakítása:* együttműködés magyar informatikai cégekkel és szükség esetén nemzetközi platformszolgáltatókkal az értesítési rendszerek fejlesztésére.
- *Finanszírozási források bevonása:* európai uniós források felhasználása a platform fejlesztésére és fenntartására, költségvetési tervvel és költséghaszon elemzéssel.
- *Kockázatelemzési keretrendszer kidolgozása:* az ISO 31000 szabvány alapján olyan kockázati mátrix és metodológia fejlesztése, amely kvantitatív modellekkel elemzi a hibrid fenyegetéseket.
- *A képzés és a tudatosság növelése:* a felhasználók képzése workshopokkal és kézikönyvekkel a platform és a kockázatelemzés hatékony használatára.

Összegzés

A kritikus szervezetek működését fenyegető környezeti és infrastrukturális kockázatok kezelése szükségessé teszi a centralizált, felhőalapú együttműködési platform bevezetését. A platform, amely dokumentummegosztást, kommunikációt, kérelemkezelést és adatvizualizációt (például kockázati mátrix és árvízkockázati térkép) integrál, hatékony megoldást kínál a jogszabályok által meghatározott szigorú követelményeknek való megfelelésre.

A platform elősegíti a valós idejű információcserét, például az árvízkockázati figyelmeztetések megosztását, ami növeli a kritikus szervezetek ellenálló képességét. Továbbá a szektorközi függőségek kezelésére szolgáló funkciók, például az energia- és a honvédelmi ágazat közötti koordináció, csökkentik a rendszerszintű kockázatokat. A platform automatizált jelentéskészítési és sablonalapú dokumentációs eszközei biztosítják a szabályozási megfelelést, minimalizálva a bírságok és a reputációs veszteségek kockázatát.

A felhasználóbarát felület és képzési modulok támogatják a platform elfogadását még a kevésbé digitálisan jártas felhasználók körében is, így elősegítve a hatékony kockázatkezelést és a nemzetbiztonsági infrastruktúra védelmét. A nemzetközi tapasztalatok, mint az amerikai CISA, a német KRITIS és a kanadai CUSCI platform, alátámasztják a javasolt megoldás megvalósíthatóságát és hatékonyságát a magyar kontextusban.

RESEARCH ON RISK AND CONSEQUENCE ANALYSIS METHODS RELATED TO CRITICAL ORGANIZATIONS: APPLICATION OF A COLLABORATION PLATFORM

The protection of critical organizations and infrastructures is of paramount importance in modern societies, where global interconnectedness and technological advancement create new types of challenges. This study proposes a secure collaboration platform for the leaders of critical organizations and authorities, providing information on risks threatening critical entities and strengthening cross-sectoral coordination in Hungary. Aligned with the 2025 regulatory environment, the platform integrates real-time data processing and predictive modeling. Its goal is to improve communication between organizations and authorities, as well as to support the review of risk assessments and accelerate related processes within critical organizations.

Keywords: *critical entities, collaboration, risk analysis*

Felhasznált irodalom

2030 Smart Communities: Envisioning New Possibilities for State and Local Governments (2019). Microsoft Corporation. Online: https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/2030Smart-Communities-e-book.pdf

Alcaraz, Cristina – Zeadally, Sherali (2015): Critical Infrastructure Protection: Requirements and Challenges for the 21st Century. *International Journal of Critical Infrastructure Protection,* 8, 53–66. Online: https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2014.12.002

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2022/2557 irányelv (2022. december 14.) a kritikus szervezetek rezilienciájáról és a 2008/114/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről. Online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32022L2557

Carpignano, Andrea et al. (2021): Resilience of Critical Infrastructures: A Risk Assessment Methodology for Energy Corridors. In Rosato, Vittorio – Di Pietro, Antonio (szerk.): *Issues on Risk Analysis for Critical Infrastructure Protection.* [H. n.]: IntechOpen. Online: https://doi.org/10.5772/intechopen.94755

Critical Infrastructure Threat Information Sharing Framework: A Reference Guide for the Critical Infrastructure Community (2016). Homeland Security. Online: https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/ci-threat-information-sharing-framework-508.pdf

Da Silva, Edvan Gomes et al. (2025): International Perspectives on Critical Infrastructure. *International Journal of Critical Infrastructure Protection,* 49, 100761. Online: https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2025.100761

De Laat, William (2012): The Beyond the Border Action Plan: A Tool for Enhanced Canada–U.S. Cooperation on Critical Infrastructure and Cyber Security - or More Window Dressing? *Canada–United States Law Journal,* 37(2), 451–468. Online: https://scholarlycommons.law.case.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1073&context=cuslj

EU-NATO Task Force on the Resilience of Critical Infrastructure. Final Assessment Report (2023). Online: https://commission.europa.eu/system/files/2023-06/EU-NATO_Final%20Assessment%20Report%20Digital.pdf

Földi László – Padányi József (2022): Climate Change as a Challenge to the Armed Forces. *Sodobni Vojaški Izzivi / Contemporary Military Challenges,* 24(4), 37–50. Online: https://doi.org/10.33179/BSV.99.SVI.11.CMC.24.4.2

Hadji-Janev, Metodi (2016): NATO's Role in Critical Infrastructure Protection and Cyber Security. In Caşın, Mesut Hakkı – Gluschke, Guido (szerk.): *Critical Energy Infrastructure Protection and Cyber Security Policies.* Istanbul: Hazar İletişim, Tanıtım ve Yayıncılık A.Ş., 207–225.

How Government Technology Leaders Can Increase Efficiency with AWS GovCloud (US) (2025). Amazon Web Services. Online: Online: https://d1.awsstatic.com/GovCloud-Efficiency-Whitepaper-AWS-041825.pdf

ISO 31000:2018 Risk Management – Guidelines. Online: https://www.iso.org/standard/65694.html

Kovács László (2007): Kritikus információs infrastruktúrák Magyarországon. *Hadmérnök,* 2(Különszám). Online: http://www.hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles7/kovacs_rw7.html

Kovács Tünde Anna et al. szerk. (2024): *Critical Infrastructure Protection in the Light of the Armed Conflicts.* Cham: Springer. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-031-47990-8

PADÁNYI József (2021): Az éghajlatváltozás hatásai, mint a katonai erő előtt álló biztonsági kihívások. *Hadtudomány,* 31(1), 31–43. Online: https://doi.org/10.17047/HADTUD.2021.31.1.31

PÖRTNER, Hans-Otto et al. szerk. (2022): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge – New York: Cambridge University Press.

ROSATO, Vittorio et al. (2024): Decision Support System for the Monitoring and Risk Analysis of National Critical Entities. In PICKL, Stefan et al. (szerk.): *Critical Information Infrastructures Security. CRITIS 2023.* Cham: Springer, 174–185. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-031-62139-0_10

SKOPIK, Florian – SETTANNI, Giuseppe – FIEDLER, Roman (2016): A Problem Shared Is a Problem Halved: A Survey on the Dimensions of Collective Cyber Defense Through Security Information Sharing. *Computers & Security,* 60, 154–176. Online: https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.04.003

STAMP, Jason Edwin et al. (2003): *Common Vulnerabilities in Critical Infrastructure Control Systems.* Albuquerque: Sandia National Laboratories.

VASS Gyula (2015): *Veszélyes üzemekkel kapcsolatos veszélyeztetettség elemzési eljárás- és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon.* PhD-disszertáció. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem.