

A PAKSI ATOMER M NUKLEÁRISBALESET-ELHÁRÍTÁSI RENDSZERÉNEK SUGÁRVÉDELMI CÉLÚ ÉRTÉKELÉSE

Absztrakt

A közlemény során röviden ismertetésre kerül az MVM Paksi Atomer m Zrt. nukleáris baleset-elhárítási rendszere, annak felépítése és m kódése. Ezen belül fókuszba kerül a sugárvédelmi feladatokat ellátó szervezeti egységek munkája. Végül részletesebben megismerkedhetünk az er m által használt két terjedésszámító szoftverrel a DOSE-ON-nal és a TREX-el. Bemutatásuk során kiderül, hogy jelenleg melyiket mire használjuk, milyen input adatokra van szükségük, milyen output adatok várhatók el velük szemben. Majd bemutatásra kerül egy nemzetközi ellen rz vizsgálathoz (OSART) köthet fejlesztés, ami a gyorsabb intézkedésekhez, beavatkozásokhoz nyújt segítséget. Ebben az esetben konkrét példákon keresztül kerülnek bemutatásra a TREX program által futtatott szimulációk. Következtetésképp további fejlesztésekre teszünk javaslatot a még gyorsabb, hatékonyabb intézkedéshozatalt szem el tt tartva.

Kulcsszavak: nukleárisbaleset-elhárítás, atomer m , sugárvédelem, terjedésszámító szoftver, fejlesztés.

ANALYSIS OF NUCLEAR ACCIDENT RESPONSE SYSTEM OF THE NUKLEAR POWER PLANT PAKS FROM RADIATION PROTECTION POINT OF VIEW

Abstract

In this article, will be shortly discussed the MVM Paks Nuclear Power Plant (NPP) Ltd. nuclear accident response system, its structure and functioning. Within this, the

presentation focusing on the work of the departments of radiation protection responsibilities. At the end, we can see in details two spread calculation software, „DOSE-ON” and „TRES” used by MVM Paks NPP Ltd. During the presentations of these software will be shown which software is used for what purpose, what kind of input data needed and what output data are expected against them. Then will be presented a development connected to the international verification testing (OSART), what results faster response and intervention. Therefore we will proposed our development, keeping the more faster and more efficient decision-making in mind.

Keywords: nuclear accident response system, nuclear power plant, department of radiation protection, spread calculation software, development.

1. BALESET-ELHÁRÍTÁSI SZERVEZET FELÉPÍTÉSE, M KÖDÉSE A PAKSI ATOMER M BEN

A baleset-elhárítás területére vonatkozó követelményeket az 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról [1], a 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról [2], illetve alacsonyabb szint jogszabályok tartalmazzák. Az MVM Paksi Atomer m Zrt.-nek (továbbiakban: MVM PA Zrt.) a rendkívüli események és veszélyhelyzetek (nukleáris vagy radiológiai veszélyhelyzetek, természeti és ipari katasztrófák, t z esetek, ártó szándékú cselekmények valamint a Magyarország Alaptörvény meghatározott különleges jogrend esetei) kezelése során az alábbi alapvet feladata van a balesetelhárítási tevékenységet illet en:

- Rendkívüli esemény, veszélyhelyzet fölötti uralom visszanyerése, következményeinek megelő zése, enyhítése a forrásnál.
- A telephelyen tartózkodókat, beavatkozókat, lakosságot ér determinisztikus egészségi hatások megelő zése.
- A telephelyen megsérült személyek első segély nyújtása, sugársérültek ellátása.
- Sztochasztikus egészségi hatások csökkentése és az ésszerűség határain belüli megelő zése.

- A lakosság körében nem-sugaras hatások csökkentése és ésszerűség határain belüli megelőzése.
- Anyagi javak és a környezet védelme az ésszerűség határain belül.
- Lakosság hiteles tájékoztatása, valamint a lakosság biztonságérzetének, bizalmának fenntartása.
- A helyreállítás megszervezése, felkészülés a normál üzemeltetési állapothoz való visszatéréshez. [3]

Rendkívüli események vagy veszélyhelyzetek bekövetkezése esetén a veszélyhelyzetek kezelésére, a feladatok elvégzésére az MVM PA Zrt. Balesetelhárítási Szervezetet (BESZ) hozott létre [3]. BESZ a veszélyhelyzet kinyilvánítása után lép működésbe és egy sajátos irányítási, vezetési mód szerint működik. A BESZ tagjainak kiválasztása a balesetelhárítási tevékenység feladatainak ellátására a normál működési állapot szerinti, az értesítési, illetve a szerződéses partnereinek a szakterületen dolgozó és ott megfelelő kompetenciával rendelkező személyek kerültek beosztásra. A BESZ-be történő beosztás előtt, a kijelölt személyek szakmai, fizikai és pszichikai alkalmasságát az adott beosztás ellátására megvizsgálják, szinten tartó oktatásuk folyamatos. A BESZ felépítése a nukleáris, általános polgári védelmi veszély-elhárítási feladatainak megfelelően épül fel. A BESZ az alábbi szervezetekből áll:

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| - Vezetési csoport | - Kimenekítési szervezet |
| - Törzstámogató részleg | - Létesítményi tevékenység |
| - Műszaki Támogató Központ | - Műszaki helyreállító szervezet |
| - Szakértői csoport | - Rendészeti szervezet |
| - Egészségügyi szervezet | - Sugárvédelmi szervezet |
| - Ellátó szervezet | - Tájékoztatási szervezet |
| - Híradó szervezet | - Üzemviteli szervezet [3] |

A szervezetek a veszély-elhárítási feladatoknak megfelelő alegységekre vannak osztva.

2. SUGÁRVÉDELMI SZERVEZET A BALESET-ELHÁRÍTÁSBAN

A BESZ sugárvédelmi szervezet a veszély-elhárítás tevékenység során a BESZ radiológiai, vegyvédelmi és biológiai felderítési és ellenőrzési, illetve helyzetértékelési feladatokat, valamint

mentesít feladatokat szervezi, irányítja 54 f vel. A szervezet vezető feladatait a társaság mindenkor sugárvédelemért felelős szervezet vezetője látja el. A lakossági védelmi intézkedési ajánlások elkészítését, helyzet értékelések elvégzését 2 f biztosítja. A Környezetellenőrző Laboratórium feladatok elvégzésére 1 f műszaki és 2 f fizikai készenlétes biztosított (hétvégi készenlétet adnak) [4].

2.1. Sugárvédelmi szervezet feladatai:

- A radiológiai, vegyivédelmi és biológiai helyzet folyamatos értékelése.
- A kibocsátás és a meteorológiai adatok alapján előrejelzések, számítások végzése a várható terjedéssel. Gyors lefutású esemény során a sugárvédelmi körülmények és előrejelzések alapján javaslatokat készít a lakosság sugárterhelésének optimalizálását szolgáló védelmi intézkedési ajánlások készítésére.
- Radiológiai, vegyivédelmi és biológiai felderítés végrehajtása a kijelölt útvonalakon, javaslattétel területzárásra. A veszélyeztetett zónák meghatározása.
- A kimenekítésre kerülő személyzet részleges, vagy teljes sugárvédelmi ellenőrzése.
- Az elhárításban résztvevők és a területen tartózkodók, sugárterhelésének mérése, ellenőrzése, a sugárterhelés meghatározása, bevetési dózisaik tervezése és a dózisok nyilvántartása.
- Mentésállomás felállítása, üzembe helyezése és működtetése.
- Együttműködés a külső sugárvédelmi szervezetekkel, illetékes hatóságok képviselőivel.
- Összeállítja a Helyzetismertetést és Technológiai Tájékoztatót (HITT) a Tanácsadó Ügyeletes Mérnökkel együttműködve [3].

2.2. Radiológiai, biológiai és vegyi felderítési és mérési eszközök

A nukleáris, biológiai, vegyi balesetek esetén a telephely szennyezettségének mérésére, felderítésére mérési eszközök állnak rendelkezésre. Radiológiai mérési eszközök közül az életvédelmi létesítményekben telepített külső és belső gamma-dózisteljesítmény, radiojód aktivitáskoncentrációmérő, mobil dózisteljesítmény- és aktivitáskoncentrációmérési eszközök kerültek telepítésre. Biológiai mérési eszközök között megtalálható szimultáneszt, mely 5 anyag elzetest vizsgálatai eredményét mutatja ki (Antrax, Botulin, Ricin toxin, SEB toxin és Yersinia pestis). Vegyi mérési eszközök ugyancsak az életvédelmi létesítményekben telepített gázanalizátorok, mobil gázkoncentrációmérési eszközök és veszélyes gázok kimutatását biztosító szimultánesztek (indikátorcsövek) állnak rendelkezésre. A biológiai és vegyi mobil mintavételi eszközöket a felkészülésért felelős szervezet veszélyhelyzetben a beavatkozó szervek részére biztosítja [3].

2.3. Mentés eszközök és anyagok

Radioaktív, vegyi, biológiai szennyezés esetén személyek, tárgyak eszközök mentésére mentés állomások (ERDU, Cupola Decon 5, Cupola Decon 5/2), eszközök állnak rendelkezésre. A helyszínre érkezés után gyorsan üzembe helyezhet. A rendszerhez tartoznak véd ruhák, egyéni légzésvédő, vegyi és radioaktív szennyezettség mérésére pedig különböző mérőszerek. A mérőszerek felfüggeszthetőek, így biztosíthatók a munkafeltételek különböző időjárási viszonyok között is [5].

2.4. A sugárhelyzet értékelés eszközei

Veszélyhelyzeti sugárvédelmi ellenőrzés a normál üzemi körülmények között is alkalmazott telepített mérőrendszerekkel, laboratóriumi mérőeszközökkel, kézi mérőszerekkel, doziméterekkel, mobil mérő- és mintavevő eszközök felhasználásával, illetve terjedést számító szoftverekkel történik [5].

2.5. Szennyezettség ellenőrző berendezések

A felületi szennyezettséget ellenőrző mérőszerek használata lehetővé teszi a szennyezett testrészek gyors felderítését, dekontaminálását, a szennyezett véd ruhák kiválasztását, végső fokon az inkorporáció csökkentését, illetve a radioaktív szennyezés szétválasztásának megelőzését.

Az alkalmazott szennyezettség mérő típusai:

- Sugárkapuk, melyek a teljes védőruha, illetve testfelület szennyezettségét ellenőrzik.
- Cipek és kézzennyezettség mérők, melyek béta szennyezettségét ellenőrzik.
- Az utcai ruházat és a járműforgalom ellenőrzésére szolgáló eszközök az erdőmentő portáján vannak elhelyezve, elsősorban radioaktív sugárforrások véletlen kijutásának megelőzését szolgálják [6].

3. PAKSI ATOMERŐMŰ ÁLTAL HASZNÁLT VESZÉLYES ANYAG TERJEDÉSSZÁMÍTÓ SZOFTVEREK

Az erdőmentő célja a biztonságos üzemeltetés, ennek ellenére fel kell készülni olyan rendkívüli eseményekre, illetve veszélyhelyzetekre, melyek során nagyobb mennyiségű radioaktív anyag kerülhet a környezetbe, elsősorban a légkörbe. Ezen anyagok környezeti hatásának becsléséhez, a hatások lokalizálásához, mérsékléséhez ismernünk kell a kikerülő radioizotópok típusát, aktivitását,

mozgását, az aktivitáskoncentráció változásokat a légkörben, kiülepedésüket a talajfelszínre, növényekre.

A radioaktív kontaminációk ismeretében következtethetünk az egyéni és kollektív sugárterhelésre és tervezhetjük a hatások mérséklése céljából esetleg szükséges beavatkozásokat. Az er m a légköri kibocsátások modellezésére két szoftvert, az online m kódés DOZ-ON-t és az offline m kódés TREX-et alkalmazza.

3.1. DOSE-ON terjedés számító szoftver

A DOSE-ON program két egységből áll: a vezérl programból és a terjedés - és dózisszámoló programból. A DOSE-ON program által kiszámított mennyiségek adattömbjeit a vezérl program fogadja, és jeleníti meg táblázatosan, eloszlástérkép vagy sémakép formájában a felhasználó számára. A DOSE-ON program magába foglalja mind a normálüzemi, mind a baleseti számításokat. Az atomer m vi balesetek környezeti hatásainak real-time értékelésére olyan Gauss-eloszláson alapuló pöff modellt használ, melybe könnyen integrálhatók az időben és térben változó meteorológiai, valamint a kibocsátási paraméterek [7].

3.1.1. DOSE-ON program input adatai

A terjedés- és dózisszámoló program bemen adatként a meteorológiai és dozimetriai adatait, valamint a kémény-kibocsátás adatokat használja fel (az adott jelleg balesetre vonatkozó elfogadott izotóp-összetétellel), kiegészítve a normálás funkció végrehajtásához a környezeti állomások adataival [7].

3.1.2. DOSE-ON program m kódése

A terjedés- és dózisszámoló program átveszi a bemen adatokat a vezérl programtól. A kémény légforgalmát figyelembe véve izotópszelektíven meghatározza a tízperces kibocsátásokat, majd a pöff-táblákat kiegészíti az adott tíz percben kibocsátott pöff adataival. Utána megtörténik a pöffök léptetése, az aktivitáskoncentráció idő integrálok, dózisok és dózisteljesítmények számítása. A számítások figyelembe veszik a száraz és nedves kiülepedési folyamatokat és a radioaktív bomlás következtében fellép aktivitás-változását is. A számított eredmények normálása következik a környezeti állomások mért értékeire. A program – baleseti ágon – minden tíz percben megvizsgálja, hogy a kéménykibocsátással számított és a környezetben mért adatok alapján feltételezhető-e a kibocsátás az épületen keresztül. A számítási eredményekről minden ciklusban biztonsági mentés készül és a program a számítások végrehajtása után visszaadja a vezérlést a fő programnak [7].

3.2. TREX terjedés számító szoftver

A TREX terjedésszámító szoftver mind normál üzemi mind baleseti kibocsátások modellezéséhez egy háromdimenziós Lagrange-típusú terjedési–ülepedési modellt használ. A modell a kibocsátás során a légkörbe kikerült radioaktív izotópokat részecskeként külön kezeli a következő hatásokat figyelembe véve: emisszió, advekción, függőleges és vízszintes diffúzió, ülepedés és radioaktív bomlás – matematikailag, mint első rend kémiai reakció. A Lagrange-típusú box-modell megadja, hogy a légáramlásokkal együtt mozgó, térben homogén összetételűnek feltételezett elemi légrétegek – box-ok – termodinamikai állapota és helyzete hogyan változik az időben. A program futtatása érdekében szükség van forrástagokra és azok időbeni lefutására, valamint a meteorológiai paraméterekre [6].

3.2.1. Input, meteorológiai adatok

A program kétféle valós meteorológiai adatbázissal képes a szimulációkat elvégezni. Alapértelmezett bemenő adata az Országos Meteorológiai Szolgálatnál futtatott ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement International) elrejelzési adatsor, melyet a szoftver automatikusan gyűjt és ment. Amennyiben nem ALADIN adatokkal dolgozunk, úgy a terjedésszámításhoz szükséges meteorológiai paramétereket az MVM PA Zrt. területén található SODAR / meteorológiai mérőtorony által 10 percenként mért állapotjelzők szolgálják [8]. Ezeket túlmenően lehetőség van tetszőlegesen megadott meteorológiai adatokkal (paksi Országos Meteorológiai Szolgálat állomás adataival) végezni a futtatást.

3.2.2. Input, kibocsátási adatok

A terjedésszámítás futtatásához a meteorológiai paramétereken kívül forrástagokra, azok időbeni lefutására és kibocsátási pontjára is szükség van. A radionuklidok légkörbe kerülését egy vagy több pontszerű forrásból feltételezhetjük. Az atomerőmű területén található kiemelten kezelendő pontforrás az I és II. kiépítés kémény teteje 120 m-en. Kibocsátási pontként jelenik meg még az I és II kiépítés fala (20 m magasságban) és szekunderköri lefúvató pontja (40 m magasságban), valamint a Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolójának (KKÁT) szellőző kéménye. Emellett lehetőség van újabb források rögzítésére is a forrás koordinátáinak megadásával. Az emisszió forrására, a kibocsátott izotópok típusára és a kibocsátott szennyező anyag mennyiségére vonatkozó adatok 2 féle módon adhatók meg; egyedi kibocsátási adatok megadásával, vagy szcenáriók segítségével. Egyedi kibocsátási adat választása esetén minden változót egyenként kell megadnunk. Szcenáriók használatakor előre definiált esetek közül lehet választanunk [8].

3.2.3. Output, eredmények

A szimulációk lefutása után kapott eredmények 2 és 3 dimenziós nézetben térképre vetítve megtekinthetők. A futatás eredménye képen, lehet segítségünk van aktivitáskoncentráció és kapott dózis (felhőből és talajtól), valamint korosztályokra lebontott effektív és pajzsmirigy dózis megtekintésére. A kapott dózisok függvényében a program véd intézkedésekre tesz ajánlást 30 km-es körzetben található településekre. Az ajánlott véd intézkedések a következők lehetnek: nincs véd intézkedés, elzárkóztatás, jód profilaxis, elzárkóztatás és jód profilaxis együtt, kitelepítés. Minden lefuttatott szimuláció utólagosan visszakereshető és más paraméterekkel újrafuttatható.

4. OSART VIZSGÁLAT TANULSÁGAI

A Magyar kormány felkérésére a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) üzemviteli biztonságot vizsgáló, nemzetközi szakértőkből álló csoportja Operational Safety Review Teams (OSART) 2014-ben a paksi atomerőműben vizsgálaton vett részt. A misszió célja az üzemeltetési gyakorlatok felülvizsgálata volt.

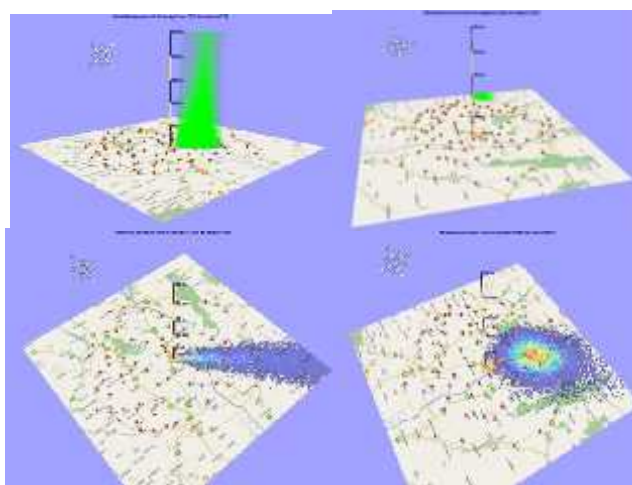
A vizsgálat kapcsán megállapítást nyert az a tény miszerint: „A légköri terjedésszámító szoftver (TREX) csak kibocsátott radiológiai paraméterekkel dolgozik. A rendszer nem veszi figyelembe a blokkok technológiai állapotára vonatkozó teljes körű jelzés elemzéseket.” [9]

Ennek tükrében az erőmű megvizsgálta, hogyan lehet hatékonyan, előre felkészülve kiküszöbölni ezt a hiányosságot és arra a következtetésre jutott, hogy a következő technológiai eseményekhez kötött üzemzavari szituációkkal kell számolni:

- SZBV szándékolatlan kihúzását követő ATWS („Anticipated Transient Without Scram” – ÜV-1 elmaradásával járó tranziens folyamat) esemény.
- Primerköri hőhordozó veszteség.
- PRISE (primerkörből víz szivárog át a szekunderkörbe) szekunderköri lefúvatással
- Nyitott reaktor természetes cirkuláció zavara.
- Pihentető medence hőhordozó veszteség.
- Pihentető medence hővesztés kimaradás.
- Üzemanyag köteg leejtése, sérülése [10, 11].

Az eseményekhez a környezetbe kikerülő izotóp leltár (izotópok db száma 22-63), az izotóptól eredő aktivitás (10^9 - 10^{17} Bq), események feltételezett időbeli lefutása (10-300 perc) valamint a

kikerülés feltételezhető magassága (40 m lokalizációs torony és/vagy 120 m kémény) között váltakozik [12]. A forrástagok és az időbeli lefutás ismeretében előre elkészíthető a TREX program által könnyen értelmezhető előre gyártott táblázatos formájú forrástagokat, amelyeket a programmal beolvastatva, jelentés meg tudjuk gyorsítani az előrejelzést, mely segítségével a döntéshozók még rövidebb idő alatt tudják meghozni a szükséges lépéseket. Az 1. ábrán láthatók a TREX programmal futatott szimulációk (primerköri hőhordozó veszteség esetén) a kezdeti kibocsátás állapotával (fent) és a kiülepedés állapotával (lent). Az ábrán jól láthatók még a meteorológiai paraméterek változása (inverziós réteg kialakulása esetén a csóva nem keveredik el vertikálisan, ábra jobb oldalán).



1. ábra. TREX program által szimulált radioaktív kibocsátási modell

[készítette: Manga László]

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikkben a szerzők ismertetik a Paksi Atomerőmű baleset-elhárítási rendszerét, működését és szervezeti felépítését.

A cikk első része bemutatja, hogy nukleárisbaleset esetén a sugárvédelemi szervezetnek mik a feladatai, teendői. Felsorolja milyen eszközök és berendezések állnak rendelkezésre, kitérve a biológiai- és vegyi felderítésre is.

A cikk második fele pedig az erőmű által használt terjedésszámítási szoftverekkel ismerteti meg az olvasót. Ezek a szoftverek on-line vagy off-line üzemmódban képesek működni, így segítség

nyílik az aktuális helyzetet bemutatni az aktuális meteorológiával, vagy elrejelzéseket prognosztizálni a várható kibocsátásokkal és a várható meteorológiával. Ezek a terjedésszámító szoftverek kimondottan az erdő és közvetlen környezetére vannak specifikálva, így ebben a régióban tudják a legpontosabb számításokat végezni.

A cikkben az is látszik, mely területeket lehet és szükséges szer fejleszteni, illetve milyen lehetőségek állnak még rendelkezésre, hogy a döntéshozók a lehető leggyorsabban és legpontosabban meghozhassák döntéseiket.

6. HIVATKOZÁSOK

- [1] 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról.
- [2] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.
- [3] MVM Paksi Atomerőmű Zártkörös Működésű Részvénytársaság Átfogó Veszélyhelyzetkezelési és Intézkedési Terv, I. modul: Általános kötet
- [4] Paksi Atomerőmű Végleges Biztonsági Jelentés 13.3.3.1.2.2. alfejezet. 2016. Verziószám: 11
- [5] MVM Paksi Atomerőmű Zártkörös Működésű Részvénytársaság Átfogó Veszélyhelyzetkezelési és Intézkedési Terv, II. modul: Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv
- [6] Paksi Atomerőmű Végleges Biztonsági Jelentés 13.3.3.2.3.1.. alfejezet. 2016. Verziószám: 11
- [7] KFKI Atomenergia Kutatóintézet DOSE_ON Terjedés- és Dózisszámoló Programegység Leírása. Bp. 2004.
- [8] MVM PA ZRT ÁVIT_VU75_V01 TREX baleseti kibocsátás modell kezelésének módszertani útmutatója
- [9] IAEA Üzemeltetési Biztonsági Felülvizsgálat (OSART) Műszaki Jegyzetei, Paksi Atomerőmű 2014. október 27 – november 13.
- [10] Pázmándi T., Szántó P., Trosztel I.: Környezeti következmények számítása. Bp., 2013.
- [11] Hózer Z., Somfai B., Deme S., Földi A., Mészáros M., Zagyvai P., Jancsó G., Vér N., Vértes P.: A pihentető medence és a nyitott reaktor üzemzavarainak felülvizsgálata az aktivitás kibocsátás szempontjából, 2011.
- [12] MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Végleges Biztonsági Jelentésének 15.2.5.10.3-1-5 táblázat.

Manga László, doktorandusz,

Nemzeti Közszerológati Egyetem Katonai M szaki Doktori Iskola

László Manga, PhD student National University for Public Service Military Technical Doctoral School

mangalaci@indamail.hu

ORCID azonosító: 0000-0003-1672-7629

Dr. habil. Kátai-Urbán Lajos t zoltó ezredes, PhD, tanszékvezet egyetemi docens, Nemzeti

Közszológati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet Iparbiztonsági Tanszék

Col. Lajos Kátai-Urbán PhD, head of Department for Industrial Safety for the Institute of Disaster Management, NUPS

lajos.katai@uni-nke.hu

orcid.org/0000-0002-9035-2450

Dr. habil. Vass Gyula t zoltó ezredes PhD, szológátvezet , BM Országos Katasztrófavédelmi

F igazgatóság Megel zési és Hatósági Szológát

Col. Gyula Vass PhD, head of the Prevention and Licensing Inspectorate, National Directive General for Disaster Management

gyula.vass@katved.gov.hu

orcid.org/0000-0002-1845-2027

A kézirat benyújtása: 2017.02.08.

A kézirat elfogadása: 2017.03.10.

Lektorálta:

Dr. habil Szakál Béla ny. pv. ezredes, PhD

Dr. Cimer Zsolt, PhD