



**ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM**

**Bolyai János Katonai Műszaki Kar**

**Katonai Műszaki Doktori Iskola**

Alapítva: 2002 évben – Alapító: Prof. Solymosi József DSc.

---

**FORRÁSTAG MEGHATÁROZÁSA A KIBOCSÁTÁST  
MEGELŐZŐEN**

**REAKTORBALESETEK ESETÉN**

Doktori (PhD) értekezés téziszfüzet

**Készítette:**

**Horváth Kristóf Csaba**

**Tudományos témavezető:**

**Prof. Dr. Solymosi József, DSc**

**Budapest, 2005**

# **1. BEVEZETŐ**

## **1.1. A tudományos probléma megfogalmazása**

Az atomerőművi reaktorbalesetek bekövetkezési gyakorisága rendkívül alacsony, azonban a várható következmények súlyossága miatt, különösen az 1986-ban bekövetkezett csernobili reaktorbaleset után nagy jelentőséggel bírnak a baleset-elhárítási felkészüléssel és a katasztrófa-elhárítással foglalkozó szakemberek számára. A következmények csökkentése érdekében óvintézkedések meghatározására és bevezetésére van szükség. A foganatosított lakossági óvintézkedésekkel szemben támasztott legfontosabb szakmai elvárások, hogy optimalizáltak legyenek, azaz formájuk, terjedelmük, időzítésük és időtartamuk a lehető legnagyobb dózis-megtakarítást tegye lehetővé, valamint indokoltak legyenek, azaz több haszonnal járjanak, mint amennyi kárt okoznak.

A környezeti következmények értékelése szempontjából az atomerőművi balesetek legfontosabb műszaki jellemzője az úgynevezett forrástag, ami tartalmazza a kibocsátott radioaktív izotópok mennyiségét, minőségi összetételét, a kibocsátás időpontját, időtartamát és magasságát.

A Paksi Atomerőmű 30 kilométeres környezetében, a megelőző és a sürgős óvintézkedések zónájában bevezetendő óvintézkedések korai, a kibocsátást megelőző bevezetése jár nyilvánvalóan a legnagyobb dózis-megtakarítással. A következmények kibocsátás előtti értékelését és az óvintézkedési javaslatok meghatározását a sugárvédelmi szakemberek a forrástag és a meteorológiai előrejelzések alapján készített környezeti szimulációval végzik.

A forrástag kibocsátás előtti, minél pontosabb, átfogó, de ugyanakkor gyors meghatározása a forrástag szempontjából jelentőséggel bíró folyamatok átfogó elemzését, a kibocsátás megakadályozására és csökkentésére hivatott mérnöki gétek és biztonsági rendszerek állapotának értékelését igényli.

A dolgozatom elkészítése során a Paksi Atomerőmű különböző, a környezeti következmények szempontjából jelentősebb, teljesítmény üzemen bekövetkező üzemzavarait és baleseteit elemeztem. Az eredmények alapján olyan átfogó módszertant dolgoztam ki, amelynek használatával az erőművi mérési paraméterek alapján az aktuális és a jövőbeni erőművi állapot értékelhető, a forrástag gyorsan, még a kibocsátás megtörténte előtt megbecsülhető.

## **1.2. A téma aktualitása és jelentősége**

A nukleáris balesetekre való felkészülés hazánkban is egyre nagyobb hangsúlyt kapott az utóbbi időben. Ezt jól mutatják az egyre gyakrabban és egyre szélesebb körben megszervezett nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok. Közülük különös jelentőséggel bírnak a legszélesebb kör, azaz a legtöbb szervezet részvételével zajló, 5-6 évente megrendezett, a Paksi Atomerőműben bekövetkező baleset kezelését célzó nemzeti gyakorlatok (1998, 2004), de egyre nagyobb szerepet kapnak a nemzetközi szervezetek által szervezett gyakorlatok is, amikor egy külföldön bekövetkező nukleáris veszélyhelyzet kezelését gyakorolják a hazai szakemberek.

A baleset-elhárítási gyakorlatok a valós veszélyhelyzetekre készítik fel, amelyek kezelése során, így nukleáris veszélyhelyzetek esetén is az egyik legfontosabb feladat a lakossági óvintézkedések végrehajtása. Ezen óvintézkedések bevezetése akkor a legsikeresebb, ha időben, a katasztrófa okozta radioaktív kibocsátás bekövetkezése után azonnal, vagy akár előtte kerülnek végrehajtásra. Az optimalizált és indokolt óvintézkedések helyének, idejének, mértékének és módjának meghatározása elemzések és értékelések végrehajtását igényli. Ezen nukleáris és sugárvédelmi elemzések elvégzésének első lépései az erőmű aktuális és jövőbeni állapotának értékelése, valamint az atomerőműből a környezetbe kerülő radioaktív forrástag meghatározása. A katasztrófa-védelmi szervek nukleáris csoportjaiban dolgozó szakemberek számára e feladat elvégzéséhez ad útmutatót a dolgozatomban kifejlesztett módszertan.

## **1.3. Kutatási célkitűzések**

1. A minimálisan rendelkezésre álló mérési adatok alapján gyorsan elvégezhető, átfogó értékelést nem igénylő, előzetesen elvégzett elemzések, forrástag meghatározások eredményein alapuló, a Paksi Atomerőműre adaptált forrástag-becselő eljárás kidolgozása, a szükséges megalapozó számítások, elemzések elvégzése.
2. A különböző fűtőelem-állapotok bekövetkezési időpontjainak becsléséhez olyan módszer kidolgozása, amelynek segítségével a balesetet értékelők számára rendelkezésre álló technológiai adatok alapján a zóna szárazra kerülésének és a zóna olvadásának időpontja előre jelezhető. A Paksi Atomerőműben rendelkezésre álló technológiai mérések alapján a törés méretének és helyének megállapítására a nemzetközi szakirodalomban szereplő gyorsértékelési algoritmusok összefoglalása és összehasonlítása, valamint VVER-440/V-213 atomerőműre adaptálása.

3. A kibocsátást megelőző forrástag-becsléshez használt, a konténment szivárgásának meghatározására jelenleg alkalmazott módszerek áttekintése. A hermetikus tér integrális tömörségvizsgálata során alkalmazott mérési és értékelési módszerek áttekintése, megfelelő gyorsértékelési módszer meghatározása a forrástag-meghatározás konzervatívizmusának csökkentése érdekében.
4. A különböző típusú, a forrástag-becslés szempontjából jelentőséggel bíró, a VVER-440/V-213 típusú reaktorokkal szerelt atomerőművekben elképzelhető reaktorbalesetek áttekintése, gyors azonosításuk és értékelésük módszerének kidolgozása, az ehhez szükséges, optimális számú erőművi mérés meghatározása.
5. A Westinghouse Electric Company által kidolgozott és a Paksi Atomerőműben az operátorok baleseti helyzeti tevékenységének támogatására létrehozott Állapotorientált Kezelési Utasítások részeként adaptált Kritikus Biztonsági Funkció Monitorozó rendszer állapotfáinak alkalmazása és továbbfejlesztése a kibocsátást megelőző forrástag-becslési tevékenység támogatására.
6. Összefoglaló módszertan kidolgozása az erőművi állapotértékelést és kibocsátást megelőző forrástag-becslés meghatározásának támogatására.

#### **1.4. Kutatási módszerek**

A téma kidolgozásának alapja a fellelhető írott és elektronikus, nemzetközi és hazai szakirodalom kutatása, kritikai elemzése, összehasonlítása; a nyugati nyomott-vizes reaktorokra meglévő elemzések és módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata. A tématerületen elsősorban az Amerikai Egyesült Államok Nukleáris Hatóságának (USNRC), valamint a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség nyilvános dokumentumaira, szakmai és tudományos konferenciák anyagaira, programleírásokra, valamint az Európai Unió által támogatott SESAME, STERPS és ASTRID nemzetközi projektek munkaanyagaira támaszkodtam. Az utóbbi három projekt magyar részvétellel zajlott, a projektekből hazánkat az Országos Atomenergia Hivatal képviselte.

A forrástag-becslési eljárás lépéseinek adaptációját nukleáris elemző szoftverekkel történt saját futtatások és az elérhető szakirodalmi elemzések eredményeivel is alátámasztottam.

## 2. ÖSSZEFOGLALÁS

A doktori munkámban a teljesítményen működő reaktorok balesetei során a környezetbe kerülő radioaktív kibocsátásokat jellemző forrástagnak a kibocsátást megelőző meghatározásával foglalkozom.

A dolgozat **1. fejezete** a tudományos probléma megfogalmazásával, a kutatási célkitűzések és a kutatási módszerek bemutatásával kezdődik. A bevezetés során rámutattam a radioaktív kibocsátást megelőzően végzett forrástag-becslés jelentőségére, megadtam az általam használt forrástag fogalmának definícióját, valamint összefoglaltam a forrástag-becslési eljárás alapjait és a későbbi fejezetekben részletesen elemzett, a forrástag szempontjából jelentőséggel bíró folyamatokat. Bemutattam a dolgozat témája szempontjából jelentős nukleáris biztonsági megfontolásokat és rendszereket, és bevezettem a későbbi fejezetekben használt szakkifejezéseket, ezáltal segítve elő a dolgozatban leírt elemzések megértését. Ebben a fejezetben mutattam be a mérnöki gátakat, kifejtettem a mélységi védelem elvét és kapcsolatát a veszélyhelyzetek kezelésével és a forrástag-becsléssel. Röviden bemutattam a Paksi Atomerőműben működő VVER-440/V-213 típusú reaktorok működését és a baleset-elhárítási szervezet által végzett erőművi állapotértékelés szempontjából jelentőséggel bíró primer és szekunder köri, valamint biztonsági rendszereket. A törvényi háttér feldolgozása révén röviden bemutattam az Országos Nukleáris Baleset-elhárítási Rendszer működését, valamint az Országos Atomenergia Hivatal nukleáris veszélyhelyzetekben folytatott tevékenységét különös tekintettel az erőművi állapot értékelését, előrejelzését és a forrástag becslését végző nukleáris csoport, és a forrástagot az óvintézkedési javaslatok előkészítéséhez felhasználó sugárvédelmi csoport működésére. Ezekon túl ebben a fejezetben mutattam be a dolgozat kidolgozása során felhasznált, az Országos Atomenergia Hivatal CERTA krízisközpontjában rendelkezésre álló elemző kódokat. Az **2. fejezetben** az előre kiszámított forrástagok használatára általam kidolgozott, minimális erőművi információt és szakember-kapacitást igénylő, a Paksi Atomerőműre adaptált módszert mutattam be. Az így kidolgozott módszerrel kapott eredményeket elsősorban a veszélyhelyzet korai fázisában kell a sugárvédelmi elemzések input adataként felhasználni, amikor korlátozott a rendelkezésre álló információ és a telephelyen kívüli baleset-elhárítási szervezet sem érte el teljes készülségi fokát. A lehetséges baleseti eseményeket négy fő scenárió (nagy csőtöréses baleset, teljes feszültség-kimaradás, interfész hőhordozóvesztés, primerkörből szekunder körbe történő átfolyás) alá csoportosítottam. Meghatároztam a forrástag szempontjából kritikus zóna-állapotok várható

bekövetkezési időpontjait a szakirodalomban található, részletes modelleket használó kódokkal végzett futtatások alapján. Elvégeztem a forrástagok meghatározását a különböző scenáriókra a sprinkler rendszer rendelkezésre állása, a kibocsátás útvonala, a törésen keresztüli forgalom és a konténment szivárgás függvényében. Bemutattam azt az eljárást, amelyik megadja, hogy mikor melyik előre kiszámított forrástagot kell választani. A **3. fejezet** foglalkozik az erőművi állapot-értékelés és előrejelzés nemzetközi módszereivel és bemutatja a VVER-440/V-213 blokkokra az előbbiek felhasználásával adaptált módszer alapelveit. A fejezetben bemutattam az atomerőművi üzemeltetés során használt mérnöki gát, kritikus biztonsági funkciók és funkciókat ellátó rendszerek hármasanak a nukleárisbaleset-elhárítási erőművi állapotértékelésben való, nem üzemeltetési szemléletű felhasználási módszerét. Meghatároztam az egyes mérnöki gátakhoz, valamint az alapvető tervezési követelményekhez tartozó kritikus biztonsági funkciókat. Részletesen bemutattam az egyes kritikus biztonsági funkciók jelentését és jelentőségét, meghatároztam a kritikus biztonsági funkciókat fenntartó rendszerek szerepét. Az értékelő és előrejelző módszer használatát példaalkalmazáson keresztül mutattam be. A **4. fejezet** a környezeti radioaktív kibocsátást megakadályozó mérnöki gátak (fűtőelem, primer köri nyomáshatároló rendszer, konténment) aktuális és jövőbeni állapotának átfogó értékelési módszerét foglalja össze. Az első mérnöki gát kapcsán meghatároztam annak lehetséges állapotait, bemutattam a különböző zónaállapotokat jellemző folyamatokat, mérési paramétereket, üzemeltetési korlátokat. A primer köri termohidraulikai paraméterek, a primer köri hőhordozó aktivitása, a hermetikus téri dózisteljesítmény és a kéményben mért aktivitások változásának felhasználásával kidolgoztam az első mérnöki gát kvalitatív értékelésének módszerét. A második mérnöki gát vonatkozásában meghatároztam a lehetséges állapotait és lehetséges sérülési módjait, pontjait. Részletesen elemeztem a primer köri hőhordozó nyomástartó határ sérüléseit és a sérüléssel járó különböző baleseti folyamatok felismerésének és azonosításának módszerét. Részletesen bemutattam a szakirodalomban fellelhető, a törés méretének és a törésen átáramló közeg mennyiségének meghatározását célzó modelleket, amelyek kifejlesztésében és tesztelésében magam is részt vettem. A modelleket a Paksi Atomerőmű lehetséges üzemzavaraira, baleseteire vonatkoztatva meghatároztam az egyes modellek korlátait és javaslatot tettem azok megfelelő használatára, elemzéseim eredményét grafikonokon foglaltam össze. A harmadik mérnöki gát lehetséges állapotait elemezve bemutattam a különböző szivárgási módokat. A szakirodalomban szereplő módszerek által konzervatíván használt tervezési szivárgási érték használata helyett egy, a hermetikus téri integrális tömörségpróbák mérési eredményeit alkalmazó módszert javasoltam. A mérnöki gátak állapotának értékelési módszere után

összefoglaltam a forrástag meghatározása során jelentőséggel bíró, a kibocsátás nagyságát csökkentő, úgynevezett visszatartási folyamatokat. Az **5. fejezet** a mérnöki gáttal szorosan összefüggő kritikus biztonsági funkciók aktuális és jövőbeni állapotának, valamint az ellátó rendszerek rendelkezésre állásának értékelési módszerét foglalja össze. A Westinghouse Electric Company által kidolgozott, majd a Paksi Atomerőműre adaptált Kritikus Biztonsági Funkció Monitorozó rendszert továbbfejlesztettem annak érdekében, hogy a forrástag-beclés során a funkciók és az őket ellátó rendszerek aktuális és jövőbeni állapota értékelhető legyen.

### 3. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

Tudományos kutató munkámból levonható fontosabb következtetések az alábbiakban foglalhatóak össze:

1. Atomerőművi reaktorbalesetek esetén, a kibocsátást megelőzően végzett forrástag-becslés összetett feladat, a zóna állapotának, a kibocsátási hányadnak, a visszatartási folyamatok eredményeinek és a konténment viselkedésének együttes értékelését jelenti.
2. Az atomerőmű működése során a környezeti következmények kialakulásának megelőzését és a bekövetkezés utáni csökkentését a nukleáris biztonság mélységi védelmének öt szintje együttesen akadályozza. Mind az öt védelmi szintnek meg kell sérülnie ahhoz, hogy elfogadhatatlan környezeti következmények álljanak elő.
3. Az atomerőműben bekövetkező üzemzavarok, balesetek esetén a biztonsági rendszerek legfontosabb feladatai a láncreakció leállítása, majd a zónában termelődő maradványhő hosszú távú elszállításának biztosítása.
4. A Paksi Atomerőműben bekövetkező reaktorbalesetek esetén az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerben, a telephelyen kívüli szervezetek közül az Országos Atomenergia Hivatal Baleset-elhárítási Szervezetének feladata az erőmű aktuális és jövőbeni állapotának értékelése, a forrástag meghatározása, valamint a forrástag és a meteorológia előrejelzések alapján óvintézkedési javaslatok meghatározása és felterjesztése.
5. A 4. pontban leírt feladatai elvégzésének támogatására az Országos Atomenergia Hivatal létrehozta a CERTA Baleset-elhárítási Intézkedési, Gyakorló és Elemző Központot, amely rendelkezik a feladat ellátásához szükséges modern hardver és szoftver eszközökkel.
6. A nyugat-európai, telephelyen kívüli nukleárisbaleset-elhárítással foglalkozó szervezetek mindegyike kidolgozta az előre kiszámított forrástagokon alapuló forrástag-becslés módszerét. A módszer hazai alkalmazása, a Paksi Atomerőműre való adaptálása, a nyugati és a VVER-440 blokkok eltérései miatt teljes felülvizsgálatot és továbbfejlesztést igényelt.
7. Az általam kifejlesztett módszer alkalmas a minimális információn alapuló, gyors, a kibocsátást megelőző forrástag-becslés elvégzésére, továbbá alkalmas a részletes



módszerrel végzett elemzésekkel való összehasonlításra, ezáltal a részletes eredmények esetleges túl konzervatív voltának megítélésére.

8. A radioaktív környezeti kibocsátást akadályozó három mérnöki gát aktuális és jövőbeni állapotának értékelése a kapcsolódó kritikus biztonsági funkciók aktuális és jövőbeni teljesülésének, valamint a kritikus biztonsági funkciókat fenntartó rendszerek aktuális és jövőbeni rendelkezésre állásának elemzésével lehetséges.
9. A rendelkezésre álló szakirodalmi adatok, kísérleti tapasztalatok, részletes modellekkel rendelkező számítógépes kódok eredményei, valamint a dolgozatban bemutatott elemző szoftverekkel végzett saját számítások alapján olyan módszertant dolgoztam ki, amely segítségével VVER-440/V-213 reaktorok balesetei esetén a környezetbe történő kibocsátás átfogó módon, a kibocsátás szempontjából jelentőséggel bíró összes folyamatot figyelembe véve, még a kibocsátás megtörténte előtt értékelhető.
10. A mérnöki gátak aktuális és jövőbeni állapotának kvalitatív értékelése az általam összeállított mérési paraméterlista alapján elvégezhető.
11. A megfelelően bevezethető lakossági óvintézkedések szempontjából a forrástag-bebecslés során az egyik legnagyobb jelentőséggel bíró paraméter az első mérnöki gát sérülésének bekövetkezési ideje. Ennek megállapítása a második mérnöki gát sérülését okozó törés, a törés méretének és a törésen elvesztett közeg mennyiségének meghatározása, mivel ezáltal lehet a reaktortartály vízszintjének alakulását elemezni. Mivel a VVER-440/V-213 reaktorban nincs üzemi vízszintmérés a reaktortartályban, ezért a reaktortartály vízszintjét csak számítási módszerrel lehet meghatározni. Több, gyors, mérési adatokon alapuló módszer létezik, amelyek fejlesztésében magam is részt vettem. Az általam elvégzett és bemutatott elemzések eredményei alapján azonban a módszerek egyike sem nyújt pontos eredményt minden baleseti scenárióra, ezért a módszerek alkalmasságát is vizsgáltam, és használatukra javaslatot tettem.
12. A konténment normál szivárgását a jelenlegi forrástag-bebecslési gyakorlatban nagyon konzervatívan veszik figyelembe. A dolgozatban bemutatott, a hermetikus téri integrális tömörségvizsgálat értékelő módszerén alapuló megközelítés, a baleseti folyamatok többségében fél-egy nagyságrenddel pontosabb forrástag-meghatározást tesz lehetővé.
13. A Westinghouse Electric Company által kifejlesztett, az operátorok üzemzavari stratégiáit támogató Kritikus Biztonsági Funkció Monitorozó rendszerben alkalmazott állapotfák,

további általam meghatározott paramétereket figyelembe véve alkalmasak a Kritikus Biztonsági Funkciók állapotának, a kibocsátást megelőző forrástag-beclsési eljárásban alkalmazott értékelésére.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. **A Paksi Atomerőmű blokkjaira elsőként fejlesztettem ki** a nukleárisbaleset-elhárítási döntéstámogató tevékenység korai fázisában használható, korlátozott mennyiségű információt igénylő, **előre kiszámított forrástagokon alapuló forrástag-becslési eljárást**. A különböző baleseti helyzetekhez tartozó forrástagok meghatározásához az USA Nukleáris Biztonsági Hatósága (NRC) által kidolgozott, majd a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által továbbfejlesztett InterRAS szoftvert használtam.
2. **Elsőként alkalmaztam** a szakirodalomban található, **nyugati nyomott-vizes reaktorokra kifejlesztett**, a térfogatkompenzátor vízszintjének vizsgálatán, valamint a hermetikus téri nyomás változásán alapuló **törésméret becselő eljárásokat a különböző VVER-440/V-213 típusú reaktorbalesetekre**. A törésméret vizsgálatára **elsőként fejlesztettem ki a primer körbe betáplált tömegáramok összegének, illetve a térfogatkompenzátor leürülési idejének vizsgálatán alapuló módszereket**.
3. A nemzetközi szakirodalom, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, valamint az Európai Unió gyorsértesítési rendszerének követelményei, valamint az általam kidolgozott értékelési módszer igényei alapján **elsőként állítottam össze és rendszereztem** a Paksi Atomerőműre vonatkozóan a nukleáris veszélyhelyzeti értékeléshez szükséges **legfontosabb paraméterek listáját**. **Elsőként dolgoztam ki** a Paksi Atomerőmű által veszélyhelyzetben, az on-line adatkapcsolat meghibásodása esetén küldendő **formalapot**, amely támogatja *az általam kidolgozott* forrástag-becslési módszer elvégzését és a fenti jelentési követelmények teljesítését.
4. A dolgozatban hivatkozott nemzetközi felmérés alapján a VVER-440/V-213 típusú reaktorokkal szerelt atomerőművekben bekövetkező reaktorbalesetknél, a kibocsátás megtörténtét megelőzően végzett forrástag becslési-folyamat során a nukleárisbaleset-elhárítási szervezetek által alkalmazott konzervatív, a konténment tervezési nyomásához tartozó tervezési szivárgással való számítás helyett **elsőként javasoltam egy új, jóval realiztikusabb szivárgási értékeket figyelembe vevő, az óvintézkedési javaslatok konzervativizmusát csökkentő gyorsértékelési módszert a pillanatnyi szivárgás meghatározására**. Az általam javasolt módszer alapján, a forrástag-becslés során felhasznált konténment szivárgási értékét a baleseti folyamat során kialakuló hermetikus

téri nyomás határozza meg a blokkok integrális tömörségvizsgálatai során végzett mérések eredményire illesztett szivárgás-nyomás grafikon alapján.

5. A Westinghouse Electric Company által kidolgozott **Kritikus Biztonsági Funkció Monitorozó Rendszer állapotfáit** továbbfejlesztve **elsőként tettem** azokat **alkalmassá** a nukleárisbaleset-elhárítási tevékenység során végzett, **az erőmű jövőbeni állapotának értékelését célzó elemzésben** és a kibocsátást megelőző forrástag-becslésben **való használatra**. Az előrejelzés elvégezhetősége érdekében a diagnosztizáló rendszert kiegészítettem a kritikus biztonsági funkciók jövőbeni állapotát befolyásoló paraméterek (bóros víztartalékok, rendszerek jövőbeni állapota, betáplálási útvonalak) vizsgálatával.
6. A rendelkezésre álló szakirodalmi adatok, kísérleti tapasztalatok, részletes modelleket alkalmazó számítógépes kódok eredményei, valamint a dolgozatban bemutatott elemző szoftverekkel végzett saját számítások alapján **elsőként állítottam össze olyan módszertant**, amely segítségével a VVER-440/V-213 reaktorok balesetei esetén a **környezetbe történő kibocsátás átfogó módon**, a kibocsátás szempontjából jelentőséggel bíró összes folyamatot figyelembe véve, **még a kibocsátás megtörténte előtt értékelhető**.

## **5. AJÁNLÁSOK, KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA**

Az értekezésemben leírtak felhasználhatóak a nukleáris veszélyhelyzet esetén értékelést és elemzést végző szervezeteknél a Paksi Atomerőműben vagy a külföldi azonos típusú VVER-440/V-213 atomerőművekben előforduló reaktorbalesetek esetén az erőmű állapotának értékelésére és a kibocsátást megelőzően végzett forrástag-bebecslés elvégzésére. Ez alapján az általam kifejlesztett módszertan célszerűen alkalmazható az Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Veszélyhelyzeti Intézkedési, Elemző és Gyakorló Központjában (CERTA), az Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóság Nukleáris Baleseti Elemző és Értékelő Központjában, a Magyar Honvédség Vegyivédelmi Információs Központjában és a paksi, de akár a mohi és a bohunicei atomerőmű hatáskörzetében lévő Megyei Védelmi Bizottságok Nukleáris Csoportjaiban a nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatok és – hangsúlyozottan nagyon kis valószínűséggel bekövetkező – reaktorbalesetek során.

## 6. PUBLIKÁCIÓK

1. K. Horváth, K. Herviou, International activities in the field of nuclear emergency response preparedness, Rapport scientifique et technique Paris, France, 2000, p.229-235
2. Horváth K, Rónaky J, Solymosi J., Determination of the Root Cause of the Serious Incident at Paks NPP on 10 April, 2003, AARMS 2005/4. szám, 2005
3. K.Horváth, K. Herviou, A SESAME-VVER nukleáris baleseti értékelő szoftver alkalmazása az INEX-2 HUN gyakorlat során, Magyar Energetika, 1999/4, Budapest, 1999, 45-48. oldal
4. Horváth Kristóf, 2004. évi nemzeti nukleárisbaleset-elhárítási törzsvezetési gyakorlat, Magyar Energetika, 2005/2, 19-20.oldal
5. Horváth K. Éghajlati paraméterek szerepe az atomerőművek üzemeltetésében, Magyar Energetika, 2005/4. szám, 2005
6. K. Herviou, K. Horváth The SESAME-VVER system and its integration into the emergency centre of the Nuclear Safety Directorate of the Hungarian Atomic Energy Authority, Proceedings of the American Nuclear Society 7th Topical Meeting on Emergency Preparedness and Response, Santa Fe, New Mexico, 1999
7. K. Horváth, G. Petőfi Determination of break size based on pressurizer water level in VVER-440 type reactors, Severe Accident Management Operator Training and Instrumentation Capabilities, Lyon, France, 2001, CD of proceedings
8. K. Horvath HAEA NEPO tools used in nuclear emergency response, International Youth Nuclear Congress, Bratislava, Slovakia, 2000, Book of abstracts and CD of proceedings
9. Horváth K., ECURIE, az EC nukleáris-baleseti gyorsértékelési rendszere, Nukleáris Technika Szimpózium, Budapest, 2002, Absztrakt gyűjtemény és a cikkeket tartalmazó CD
10. Horváth K. 2004. évi Nemzeti Nukleárisbaleset-elhárítási Törzsvezetési gyakorlat, Nukleáris Technika Szimpózium, Budapest, 2004, Absztrakt gyűjtemény és a cikkeket tartalmazó CD

11. L. Koblinger, K. Horváth and others Decision support techniques used in Hungary in cases of nuclear emergencies, Proceedings of IRPA Hiroshima, Japan, 2000
12. Horváth K., Zagyvai P. Forrástag összeállítása mérnöki gátakon végbemenő terjedés modellszámításaihoz egy radioaktív hulladéktárolóban, MNT konferencia, Balatonkenese, 1999, Absztrakt gyűjtemény
13. Horváth K., Petőfi G. Nukleáris- vagy radiológiai veszélyhelyzetben használt szoftverek, MNT Konferencia, Balatonkenese, 2000, Absztrakt gyűjtemény
14. Petőfi G., Horváth K. Baleset-elhárítási gyakorlatok szervezése az OAH-ban, MNT Konferencia, Balatonkenese, 2000, Absztrakt gyűjtemény
15. Végh J., Major Cs., Horváth Cs., Hózer Z., Adorján F., Lux I., Horváth K.: Building Up an On-Line Plant Information System for the Emergency Response Centre of the Hungarian Nuclear Safety Directorate, Nuclear Technology (Vol. 139, August 2002, pp. 156-166.)

## **7. SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZ**

### **7.1. Iskolai végzettségek**

- 1997 Budapesti Műszaki Egyetem Természet- és Társadalomtudományi Kar, okleveles mérnök-fizikus
- 1997 Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, okleveles fizika-tanár
- 2001 Budapesti Gazdasági Főiskola Külkereskedelmi Főiskola Szak, külkereskedelmi pénzügyi menedzser

### **7.2. Szakmai előrehaladás**

- 1997-2004 Nukleáris Biztonsági Felügyelő, köztisztviselő, Országos Atomenergia Hivatal
- 1997-1998 nevelő-tanár, Budapesti Műszaki Egyetem, Wigner Jenő Kollégium
- 2004-2005 Osztályvezető, CERTA Osztály, Országos Atomenergia Hivatal
- 2003- Magyarország képviselője az EU ECURIE radiológiai veszélyhelyzeti gyorsértesítési rendszerben
- 2004- Kormányzati főtisztviselő
- 2005- Osztályvezető, Baleset-elhárítási és Képzési Osztály, Országos Atomenergia Hivatal

### **7.3. Szakmai-tudományos tevékenység**

- 1998- Magyar Nukleáris Társaság tagja
- 1998 Részvétel az INEX-2 HUN nemzetközi nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlat előkészítésében és lebonyolításában
- 1999 Fialatok a Nukleáris Energetikáért alapító tagja
- 2000 2 hónap a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ösztöndíjasaként a Francia IPSN kutatóintézetnél



- 2000- Magyar Tudományos Akadémia Gépszerkezettani Bizottság Méretezési Albizottság titkára, majd tagja
- 2000 Nuclear Young Generation Network konferencián (Pozsony) a magyar delegáció vezetője
- 2002-2005 ASTRID, EU projekt magyar koordinátora
- 2004 Részvétel a 2004. évi Nemzeti Nukleárisbaleset-elhárítási Törzsvezetői Gyakorlat előkészítésében, lebonyolításában és értékelésében
- 2005 A CONVEX-3 (2005) nemzetközi nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlat nemzetközi előkészítő és értékelő bizottságának tagja, a hazai részvételt Előkészítő Bizottság tagja, Elismerő Oklevél a Kormányzati Koordinációs Bizottság elnök-helyettesétől
- 2005 A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség OSART csoportjának tagja, Brunswick Atomerőmű, USA

#### **7.4. További ismeretek**

- 1989 Orosz alapfokú C nyelvvizsga
- 1998 Közigazgatási alapvizsga
- 1999 Angol felsőfokú C típusú nemzetközi nyelvvizsga
- 2000 Angol felsőfokú C típusú ORIGO nyelvvizsga
- 2002 Atomerőművi primerkörü gépész, Paksi Atomerőmű
- 2002 Közigazgatási szakvizsga
- 2004 ECDL bizonyítvány
- 2005 Német alapfokú C típusú nyelvvizsga
- 2005 Átfogó sugárvédelmi ismeretek tanfolyam

Budapest, 2005. október 11.

Horváth Kristóf Csaba