



ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
Bolyai János Katonai Műszaki Kar
Katonai Műszaki Doktori Iskola
Alapítva: 2002. évben – Alapító: Prof. Solymosi József DSc.

dr.univ Sági László

**RADIOAKTÍV ANYAGOK LÉGKÖRI
KIBOCSÁTÁSAINAK ELEMZÉSE**

című doktori (PhD) értekezésének szerzői ismertetője
(TÉZISFÜZET)

Tudományos témavezető:

Dr. Vincze Árpád

-2007-

I. A KUTATÁSI FELADAT ÖSSZEFOGLALÁSA, CÉLKITŰZÉSEI ÉS MÓDSZEREI

ÖSSZEFOGLALÁS

Nukleáris létesítmények üzemeltetése során kisebb-nagyobb mértékben radioaktív anyagok kerülhetnek ki a környezetbe. Céлом volt, hogy megvizsgáljam e légkörbe kibocsátott radioaktív anyagok környezeti hatásait a normál üzemtől kezdve, a tervezési üzemzavarokon keresztül egészen a súlyos baleseti eseményekig. Dolgozatomban bemutatom – az általam kidolgozott és a hazai viszonyokra adaptált nemzetközi modellek segítségével végzett elemzéseim eredményeit, bemutatóva azokat az Egyetemi Oktatóreaktor (a továbbiakban Oktatóreaktor), a Budapesti Kutatóreaktor (a továbbiakban Kutatóreaktor), illetve a Paksi Atomerőmű (továbbiakban Atomerőmű) normál üzemére, tervezési üzemzavaraira, valamint a súlyos, az ún. nagy radioaktivitás kibocsátásával járó baleseteire.

Normál üzem esetére vonatkozóan közreműködtem a hazai légköri kibocsátási kritériumok kidolgozásában, majd megvizsgáltam, hogy a hazai kiemelt létesítmények közül az Oktatóreaktor, illetve a Kutatóreaktor hogyan feleltethető meg ezen követelményeknek. A Kutatóreaktor és az Atomerőmű feltételezett ún. tervezési üzemzavarainak esetére a dóziskritériummal, az Atomerőmű súlyos balesetei esetére pedig a valószínűségi kritériumokkal összevetve mutatom be a környezeti következményeket. Súlyos – nagy radioaktív kibocsátásokat eredményező – baleseti helyzetekre vonatkozóan megvizsgálom a védőintézkedések hatékonyságát. Munkám eredménye egyrészt alkalmazható a hazai nukleáris létesítmények biztonságos üzemeltetése során, valamint a hazai és nemzetközi balesetelhárítási gyakorlatban, másrészt - az "eurokonform" módszerek kidolgozásával és alkalmazásával - az atomreaktorok környezetbiztonságának egyöntetű összevethetőségét is biztosítja térségünkben.

CÉLKITŰZÉS

A munkám során célul tűztem ki, hogy kiemelt létesítmények normálüzemétől a tervezési baleseteken keresztül a súlyos balesetekig megvizsgáljam a környezetbe kikerülő radioaktív anyagok mennyiségét, azok terjedését és dózisterhelését és végül megvizsgáljam a hazai és nemzetközi kritériumok teljesülését. Vizsgálataim a következő területekre terjedtek ki:

A normál üzemre vonatkozó kritériumok kidolgozása és ezen kritériumok teljesülésének vizsgálata (Oktatóreaktor, Kutatóreaktor és Izotóp Intézet Kft.).

Az üzemzavari helyzetek kibocsátási modelljének létrehozása és alkalmazásának bemutatása (Kutatóreaktor).

Determinisztikus elemzések. Üzemzavari helyzetekben történő kibocsátásból eredő következmény modelljének teljes körű hazai adaptálása és alkalmazása (Kutatóreaktor és az Atomerőmű). A becsült sugárzási értékek összevetése a hazai kritériumokkal.

Valószínűségi elemzések. Súlyos baleseti kibocsátások esetén a sugárzási, egészségügyi, balesetelhárítási és gazdasági következmények elemzése. A becsült valószínűségi mutatók nemzetközi kritériumokkal történő összevetése az Atomerőműre vonatkozóan.

MÓDSZER

A probléma megoldására az alkalmazott kutatási módszereim több lépésből álltak. Ezen lépések a következők voltak: irodalmazás, adatgyűjtés, nemzetközi együttműködés, modellkészítés, kísérleti munka, elemzés, értékelés és az eredmények bemutatása, elfogadtatása a nemzetközi és a hazai tudományos körökben.

Irodalmazás

A radioaktív anyagok légköri terjedésének modellezése során áttekintettem a hazai és a nemzetközi irodalmat. Megvizsgáltam, hogy a nukleáris létesítmények környezetében a következmények elemzésére milyen modellek állnak rendelkezésre. Ehhez elemeztem a rendelkezésre álló szakmai folyóiratokat, bekapcsolódtam nemzetközi konferenciák munkájába, ezáltal gyarapítva ismereteimet.

Nemzetközi együttműködés

A nemzetközi fejlesztésű terjedési modellek elkészítése során bekapcsolódtam a modellek fejlesztésébe, illetve programok írásába, tesztelésébe majd azok hazai adaptálásába.

Adatgyűjtés

Elemeztem, hogy a környezeti következmények számításához milyen adatokra van szükség és ezek az adatok milyen forrásokból szerezhetők be. A nukleáris létesítmények specifikus adatait az üzemeltetőktől kaptam meg, a környezetre vonatkozó adatokat pedig egyéb forrásokból nyertem ki. A programok hazai adaptálásához számos (meteorológiai, népességi, termelékenységi) hazai adat begyűjtését végeztem el. Ehhez felhasználtam a létesítmény környezetében rögzített meteorológiai paramétereket, amelyeket a program számára megfelelő formára dolgoztam át. A népességi és a termelési, valamint a fogyasztási adatok

begyűjtése és végső formára történő átalakítása hazai, pl. statisztikai kiadványok feldolgozásával történt.

Modellkészítés

Az Európai Unió Bizottsága által létrehozott projekt keretében készült programok létrehozásában, tesztelésében közreműködtem. A kidolgozott modelleket hazai körülményekre adaptáltam, amennyiben nem volt megfelelő modell, akkor matematikai modelleket dolgoztam ki interdiszciplináris módszereket felhasználva.

Kísérleti munka

Tekintve a probléma összetettségét, valamint a helyi specialitásokat az épületközeli terjedés- és dózisszámításra nem álltak rendelkezésre számítógépi programok. Ugyanakkor általános irányelvek a szakirodalomban léteznek, melyek alkalmazhatóságát szélsőhatáron kísérletekkel pontosítottam.

Elemzés

Hazai intézetekkel együttműködve számos kiindulási paraméter (forrástag, kibocsátási paraméterek, valószínűségek, szcenáriók stb.) és hazai (meteorológiai, népességi, gazdasági stb.) adat ismeretében a kidolgozott modellekkkel, illetve hazai körülményekre adaptált kódokkal elvégeztem a környezeti következmények elemzését. Az elemzések eredményét – a reprodukálhatóság érdekében – a kiindulási adatokkal együtt archiváltam.

Értékelés

Az elemzések eredményeit tanulmányokban foglaltam össze, a környezeti következményeket összevettem a hazai előírásokkal, illetve a nemzetközi ajánlásokkal.

Publikálás

Az eredményeket hazai és nemzetközi folyóiratokban közöltem és nemzetközi konferenciákon mutattam be.

II. AZ ELVÉGZETT VIZSGÁLATOK RÖVID LEÍRÁSA ÉS AZ AZOKBÓL LEVONT KÖVETKEZTETÉSEK

A tudományos kutatómunkám során létrehozott disszertációm *nyolc* fejezete foglalkozik az elvégzett feladatok részletes leírásával.

A *bevezető* fejezetet követően a *második fejezet* a kiemelt létesítmények kibocsátás szabályozásával foglalkozik. Ennek keretében *nem kiemelt és a kiemelt létesítmények* esetére meghatározásra kerültek a légköri kibocsátás szabályozásának irányelvei. Ezt követően három *kiemelt létesítmény* esetén (Oktatóreaktor, Kutatóreaktor és Izotópintézet Kft) – a dózismegszorításból kiindulva határoztam meg a kibocsátási korlátokat és a kibocsátási kritériumok teljesülését. Megállapítható, hogy a tervezett kibocsátások esetén a kibocsátási korlátok betarthatóak és a kibocsátási kritérium is messzemenően teljesül.

A dolgozat *harmadik fejezete* foglalkozik az üzemzavari elemzések során alkalmazott modell leírásával. Ezen fejezet részletesen tárgyalja a későbbi fejezetekben alkalmazásra kerülő légköri terjedési ill. dózisszámítási modellt, az egészségügyi és ökonómiai következmények számítását a védőintézkedések figyelembevételével. Tekintve, hogy a modell megfelel a nemzetközi elvárásoknak így ennek alkalmazása „eurokonform” módon biztosítja a későbbi fejezetekben vizsgált nukleáris létesítmények környezetbiztonságának összevethetőségét térségünkben.

A dolgozat *negyedik fejezete* a Kutatóreaktor és az Atomerőmű feltételezett üzemzavarai során a környezetbe kikerülő radioaktív anyagok környezeti hatásainak elemzésével foglalkozik. A Kutatóreaktor esetén az *I. Mellékletben* részletesen kidolgozott modell segítségével történik a környezetbe kikerülő radionuklidok mennyiségének meghatározása. A kibocsátott radionuklidok mennyiségének ismeretében bemutatásra kerül a két kiemelt létesítményre vonatkozó determinisztikus elemzések eredménye. Megállapítható, hogy mind a

Kutatóreaktor, mind az Atomerőmű esetén a kritikus lakossági csoport dózisterhelése messze a megállapított dóziskritérium értéke alatt marad.

A dolgozat *ötödik fejezete* a két kiemelt nukleáris létesítmény súlyos baleseteinek elemzését tárgyalja. A Kutatóreaktor esetén az 1. Mellékletben bemutatott modell segítségével meghatározott kibocsátások és a szélcsatorna kísérletek eredményei alapján meghatározásra kerülnek a várható dózisek épületközelben és a kezdeti diszperziós paraméterek. Ezen utóbbi értékeket felhasználva történt meg távolabbi környezetben élők dózisterhelésének meghatározása és a sürgős óvintézkedések határának kijelölése. Megállapítható, hogy a zónahatár ezen súlyos baleseti helyzetben sem nyúlik túl létesítmény határán. Ebben a fejezetben történik meg az Atomerőmű súlyos baleseteinek valószínűségi elemzése. A rendelkezésre álló kibocsátási kategóriák felhasználásával valószínűségi alapon bemutatásra kerülnek a sugárzási, egészségügyi és gazdasági következmények. A fejezet foglalkozik a sikeres védőintézkedések elmaradásának és időbeni végrehajtásának következményeivel. Megállapítható, hogy a védőintézkedések sikeres végrehajtása esetén mind az egyéni mind a társadalmi kockázat a nemzetközi kritériumokat kielégíti.

A *hatodik fejezet* összefoglalóan áttekintést ad az előző fejezetekről, a *hetedik fejezet* ajánlásokat tesz a normálüzemre, tervezési és súlyos balesetekre vonatkozóan.

A *nyolcadik fejezet* tartalmazza összefoglalóan a dolgozatban szereplő új tudományos eredményeket.

III. A TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA, AJÁNLÁSOK

A normálüzemi elemzések

A közreműködésemmel kidolgozott normálüzemi légköri kibocsátás új szabályozási elve biztosítja a lakosság sugárterheléséből származó egészségügyi kockázat minimálisra csökkentését. A három kiemelt nukleáris létesítmény (Oktatóreaktor, Kutatóreaktor és Izotóp Intézet Kft.) esetében – a tanulmányban bemutatott módszerekkel meghatározásra kerültek a normál üzem során a környezetbe kibocsátható nuklidspecifikus aktivitások értékei. A biztonsági tényezők alkalmazásával kidolgozott kibocsátási határértékek betartása maximálisan biztosítja a dózismegszorítás teljesülését a kritikus lakosság körében.

Javaslatok

A kiemelt létesítményeknél a származtatást úgy kell elvégezni, hogy a kibocsátási *határérték* betartása, illetve a *kibocsátási határérték kritérium* teljesülése esetén a lakosság éves sugárterhelése ne haladja meg a dózismegszorítást. Az Európai Unió jogrendszerével történő harmonizáció megvalósulásaként fontos irányelv, hogy az egységnyi kibocsátás dóziszárulékát *nemzetközileg elfogadott modellek* segítségével kell meghatározni, a felhasznált paraméterek értékeit reális közelítéssel kell megállapítani.

A tervezési üzemzavarok elemzései

A Kutatóreaktor üzemzavarai esetében – egy általam kidolgozott terjedési modellel – meghatározásra kerültek a légkörbe kikerülő nuklidspecifikus aktivitások a reaktor különböző szellőzési állapotokban. Különböző fűtőelem károsodások és meteorológiai viszonyok esetén megbecsültem az épület közelében elhelyezett gamma-szondák várható jelzéseit, mely eredmények bekerültek a reaktor balesetelhárítási tervébe. Nagyobb távolságokra a várható sugárzási következményeket nemzetközileg elfogadott modellekkel határoztam meg. Az eredmények alapján a kritikus lakosság csoportnak, az üdülőkörzet felnőtt lakosságának dózisterhelése messze alatta marad a sürgős óvintézkedésekre vonatkozó kritériumértékeknek.

A termohidraulikai és aktivitásterjedési számításokra épülve elkészültek az Atomerőmű főrendszerbeli meghibásodásai esetére vonatkozóan a környezeti következmények becslései. A részletes analíziseket nemzetközileg elfogadott kódrendszer alkalmazásával készítettem el, biztosítva a biztonság egyöntetű összevethetőségét térségünkben. A számítások eredményei beépültek az erőmű jelenleg érvényes Végleges Biztonsági Jelentésébe és az üzemidő hosszabbítással kapcsolatos tanulmányokba. A kritikus lakossági csoport dózisterhelése alatta marad a jogszabályokban meghatározott – a korai védőintézkedésre vonatkozó, azzal javaslatom szerint megegyező – dóziskritérium értéknek.

Javaslatok

A tervezési balesetek esetén nukleáris létesítményekből kikerülő aktivitások környezeti következményeinek becslését a kritikus lakossági csoportra (A KFKI telephelyénél 1km-en az üdülőkörzetben élő, az atomerőműnél a csámpai felnőtt lakosságra) kell elvégezni, figyelembe véve valamennyi – a korai intézkedést kiváltó – terhelési útvonalat. *A nukleáris létesítmény tervezési üzemzavarának úgy kell lezajlania, hogy ne legyen szükség korai védőintézkedések életbeléptetésére.*

A súlyos balesetek elemzései

A dolgozatomban bemutatásra kerül a Kutatóreaktor igen kis valószínűséggel bekövetkező, teljes zónaolvadással járó súlyos balesetének determinisztikus elemzése. Az aktivitásterjedési számításokkal meghatározott nuklidspecifikus kibocsátások képezték alapját az épületközeli dózisteljesítmény meghatározásának. Szélcsatorna kísérletekkel a detektorjelzésekből – a meteorológiai állapot ismeretében – a kibocsátott aktivitások megbecsülhetők. Az eredmények beépültek a Kutatóreaktor biztonsági jelentésébe és a balesetelhárítási tervébe. A távolabbi környezeti következmények számítása során meghatározásra került a sürgős óvintézkedések határának kijelölése.

A valószínűségi analízis 2-es szintjének eredményeire épülve – a kibocsátási kategóriák és ehhez tartozó valószínűségek ismeretében – elkészült az Atomerőmű 3-as szintű valószínűségi elemzése. Az Európai Unió Bizottsága által javasolt – a hazai viszonyokra teljes körűen adaptált programcsomag segítségével – térségünkben egyedülállóan – elkészült az erőmű súlyos baleseteiből származó sugárzási, egészségügyi, balesetelhárítási és gazdasági következményeinek valószínűségi elemzése. A becsült kockázati értékek kielégítik az amerikai erőművekre (az USNRC által) javasolt egyéni kockázatra vonatkozó, valamint a társadalmi kockázatra kidolgozott holland kockázati kritériumokat.

Javaslatok

A súlyos balesetek környezeti következményeinek analízisét kutatóreaktornál determinisztikus, atomerőműnél pedig valószínűségi alapon kell elvégezni. A determinisztikus elemzéseket a Kutatóreaktor környezetében *legvalószínűbb meteorológiai kategóriára* kell elvégezni. Az eredményekből a sürgős óvintézkedések zónája meghatározható. A valószínűségi elemzéseket egy teljes évre vonatkozó meteorológiai adatbázis felhasználásával – súlyozott mintavételi eljárást alkalmazva – kell elvégezni. A kapott feltételes valószínűségeket a forrástagok valószínűségeivel súlyozva, majd ezeket valamennyi súlyos baleseti kategóriára összegezve határozandó meg az egyéni és társadalmi kockázat, melyeknek igazodniuk kell *az átlagos ipari kockázati értékekhez*, ellenkező esetben balesetkezelési eljárásokat kell kidolgozni.

TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Munkám során széleskörűen elemeztem a radioaktív anyagok légköri kibocsátását és az ebből adódó környezeti következményeket a hazai nukleáris létesítmények valamennyi üzemállapotában: normál üzemben, üzemzavari állapotban és súlyos baleseti helyzetekben

Javasolt tudományos eredmények:

1. A nukleáris létesítmények normálüzemi esetére elsőként dolgoztam ki a nuklidspecifikus kibocsátás szabályozás új alapelveit, minimálisra csökkentve ezáltal a lakosság sugárterhelésének kockázatát. Ennek keretében két régóta megoldandó fontos feladatot oldottam meg: a számítási eljárás elveinek kidolgozását kiemelt létesítményekre, illetve a kibocsátási határértékek kidolgozását nem kiemelt létesítményekre.
2. Három kiemelt létesítménynél (Oktatóreaktor, Kutatóreaktor és Izotóp Intézet Kft.) esetében – az előzőekben kidolgozott kibocsátás szabályozás elveinek alkalmazásával – részletesen meghatároztam a nuklidspecifikus normálüzemi kibocsátási határértékeket, biztosítva ezáltal kibocsátási határérték kritérium és így a dózismegszorítás betartását és betartatását a kritikus lakosságra vonatkozóan.
3. Elsőként elemeztem a Kutatóreaktor üzemzavari állapotaiban a sérült fűtőelemből kikerülő aktivitásmennyiségeket. A kidolgozott aktivitásterjedési modell segítségével megbecsültem a reaktor különböző szellőzési állapotaiban az épületből kikerülő nuklidspecifikus aktivitásokat. A kikerülő aktivitásokból számításokkal elsőként határoztam meg a reaktor épület közelében elhelyezett mérőszondák helyén – a különböző meteorológiai viszonyok esetén - várható dózisteljesítményeket. Nemzetközileg elfogadott modellekkel határoztam meg a környezetben kritikus lakosság várható dózisterheléseit.
4. Elsőként elemeztem teljes körűen a paksi atomerőmű főrendszereinek meghibásodásából származó kibocsátásainak környezeti következményeit. Az eredmények nemzetközi és hazai elfogadtatásához előzőleg közreműködtem az elemzések eszközének – egy Európai Unió programcsomag (PC COSYMA) elkészítésében, tesztelésében és hazai adaptálásában. A kritikus lakosság várható dózisterhelésének becslésére determinisztikus elemzéseket végeztem, majd a kapott eredményeket összevettem az általam előzőleg kidolgozott kritériumértékkel.
5. Az általam létrehozott aktivitásterjedési modell alkalmazásával elsőként elemeztem a Kutatóreaktor igen kis valószínűséggel bekövetkező súlyos balesetének – a teljes zónaolvadás – következményeit a reaktorépület környezetében és a kritikus lakosság körében. Szélcsatornában végzett kísérletekkel a kezdeti diszperziós paramétereket, valamint az épület közeli pontokban az egységnyi aktivitás kibocsátásra vonatkozó dóziskonverziós tényezőt határoztam meg. Ennek ismeretében a detektorjelzésből a kibocsátott

aktivitás – vagyis a környezeti elemzésekhez baleseti helyzetben szükséges forrástag – jó közelítéssel megbecsülhető. A reaktor ezen legsúlyosabb baleseténél kiszámoltam a kritikus lakosság dózisterhelését és meghatároztam a sürgős óvintézkedések zónahatárát.

6. A Paksi atomerőmű 2-es szintű valószínűségi elemzésire (PSA Level 2) épülve – vagyis a súlyos balesetek forrástagjainak felhasználásával – elsőként végeztem el az erőmű biztonsági elemzésének 3-as szintjét (PSA –Level 3). Hazai meteorológiai adatokból súlyozott mintavételi eljárást alkalmazva határoztam meg az egyes kibocsátási kategóriákra vonatkozó sugárzási, egészségügyi és gazdasági következmények feltételes, – a kibocsátási kategóriák gyakoriságának ismeretében az abszolút – valószínűségi értékeit. Elemeztem a védőintézkedések hatékonyságát a determinisztikus és a stochasztikus egészségügyi következményeket illetően.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

Az értekezés témájával összefüggő publikációk:

1. **L. Sági:** Hungarian Regulation. Technical Committee Meeting to review National Experience on the Regulatory Control of Discharges to the Environment. IAEA Vienna, 14-18. 05.2001.
2. **Sági László:** Tanulmány a Kibocsátási határértékek meghatározására a BME Oktatóreaktor tevékenységére vonatkozólag. Budapest 2002 február.
3. **Sági László:** Tanulmány a Kibocsátási határértékek meghatározására az Izotóp Intézet Kft. tevékenységére vonatkozólag. Budapest 2001. november .
4. **Sági László:** Tanulmány a Kibocsátási határértékek meghatározására Budapesti Kutatóreaktor tevékenységére vonatkozólag. Budapest 2001 november.
5. **L. Sági:** Determining the source term for emission of radioactive material from the faces of a building, International Conference on Monitoring, Assessments and Uncertainties for Nuclear and Radiological Emergency Response. Rio de Janeiro November 21-25, 2005.
6. **L. Sági, I. Goricsán, S. Deme, E. Láng and Zs. Szepesi:** Determining the source term for emission of hazardous material from the faces of a building, AARMS, Vol. 5, No. 4. (2007).
7. **L. Sági and L. Koblinger:** Calculation model for Radiation Doses Caused by DBA, AGNES Project. Budapest, 1992.
8. Gy. Ézsöl, L. Perneczky, **L. Sági**, R. Taubner and P. Vértes: Analysis of the LOCA scenario with a 90 mm diameter cold leg break of spray line in loop No. 6. AGNES Project 1992.
9. Gy. Ézsöl, L. Perneczky, **L. Sági**, R. Taubner and P. Vértes: Analysis of the LOCA scenario with a 73 mm diameter cold leg break of make-up water line in loop No. 5. AGNES Project 1992.
10. Gy. Ézsöl, L. Perneczky, **L. Sági**, R. Taubner and P. Vértes: Analysis of the LOCA scenario with a 111 mm diameter cold leg break in the HPIS pipeline of loop No. 5. AGNES project. Task No. B07.2. 1992.
11. **Sági L.**, Szabó Z., Bérci K., Mórocz I., Ozorai J., and Ördög M.: Radioaktív kibocsátás alrendszerekből és komponensekből. AEKI Kutatási Jelentés Budapest 1993. szeptember.
12. Gy. Ézsöl, L. Perneczky, **L. Sági**, R. Taubner and P. Vértes: Analysis of the LOCA scenario with a 233 mm diameter cold leg break in the HPIS pipeline of loop No. 4. AGNES project Task No. B07.1. 1993.
13. Gy. Ézsöl, L. Perneczky, **L. Sági**, R. Taubner and P. Vértes: Analysis of the LOCA scenario with 100 per cent cold leg break of the 492 mm diameter pipe of loop No. 4. AGNES project Task No. 1993.
14. **Sági László, Vértes Péter:** Aktivitásterjedés és környezeti következmények számítása AEKI-DBAC-2005-736/33/M3.
15. **Sági László and Vértes Péter:** A Paksi Atomerőmű biztonságának értékelése nagy radioaktív kibocsátások szempontjából D4-5-6. A kibocsátások következményeinek elemzése Budapest 2005.

16. **L. Sági**: Source term determination and consequence calculation analysis at research reactors IAEA Workshop 2003. September.
17. **L. Sági** and L. Koblinger: Consequence Analyses of Hypothetical Nuclear Accident by the COSYMA Code (PSA - Level 3). 21st Workshop on Radiation Protection, 22-24, May 1996, Balatonkenese.
18. **L. Sági** and L. Koblinger: MACCS Calculations for the VVER- type Reactor at the Paks NPP (HUNGARY). Proceedings of the Technical Committee Meeting organised by the IAEA and held in Vienna, Austria 21-25 November 1994.
19. **L. Sági** and L. Koblinger: Comparing the Environmental Consequences of Hypothetical Accidents at VVER Installations of Hungary. Proceedings of the 2nd COSYMA Users Meeting, Budapest 19-21 June 1995.
20. L. Koblinger and **L. Sági**: Calculations for the VVER-type reactor at the Paks NPP (Hungary) with the COSYMA and MACCS codes. Proceedings of the 2nd COSYMA Users Meeting, Budapest 19-21 June 1995.
21. **L. Sági** and L. Koblinger: PRA Level-3 Calculations for the VVER-type-reactor in Hungary. Proceedings of Probability Safety Assessment Methodology and Applications. Seoul, Korea November 26-30,1995. ISBN 89-950024-17-94550.
22. L. Koblinger and **L. Sági**: PSA Level-3 Calculations for the VVER-type Reactor in Hungary. Fourth Annual Two day Conference on Probabilistic Safety Assessment in the Nuclear Industry (Invited paper). Edinburgh 29/30 November 1995.
23. **L. Sági** and L. Koblinger: Probability Safety Assessment (PSA Level 3) and Emergency Planning. IRPA9 1996 International Congress on Radiation protection. Vienna, Austria, 1996. ISBN 3-9500255-4-5.
24. Fehér István, Gadó János, Macsuga Géza, **Sági László**, Szabó Zoltán, és Vigassy József: A KFKI Kutatóreaktorban kis valószínűséggel bekövetkező balesetek elemzése Budapest 1992. augusztus.
25. L. Pernecky, **L.Sági**,and P. Vértes : Opening of stem generator collector cover Contract No. MFFO 53/93-0769 Project Task No. B8/9. Budapest 2003.
26. **Sági László** : Alrendszer meghibásodások következményei. AEKI jelentés Budapest 2003.
27. **L. Sági**, I. Balásházy, N. Fülöp, and A. Kerekes: Providing Site Specific Data around Paks NPP Budapest 1993.

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

Az érettségi és felvételi vizsgát követően nyertem felvételt a Veszprémi Vegyipari Egyetem Vegyészmérnöki Szakára. Az első év sikeres befejezése, majd a különbözeti vizsgák letételét követően tanulmányaimat az Eötvös Lóránd Tudományegyetem kémia fizika szakán folytattam.

A diploma megszerzése után a Központi Fizikai Kutató Intézet doktori ösztöndíját elnyerve űrdozimétra témakörben egy félvezető detektoros űrteleszkóp tervezését és bemérését végeztem el hazai gyorsító berendezések felhasználásával. Munkám addigi eredményeit disszertációban foglaltam össze, amellyel 1985-ben 'summa cum laude' minősítéssel egyetemi doktori fokozatot szereztem.

1986-tól az Atomenergia Kutató Intézet Sugárvédelmi Laboratóriumában helyezkedtem el, ahol a nukleáris környezetellenőrzés témakörében végeztem kutató munkát. Ennek során bekapcsolódtam a csernobili atomerőmű hazai következményeit elemző csoport munkájába. A pajzsmirigy jódtartalmának meghatározása mellett az ún. forró részecskék transzurán tartalmának alfa-spektrometriai módszerekkel történő meghatározását dolgoztam ki. Ezzel párhuzamosan résztvettem az Atomenergia Kutató Intézet Kutató Reaktorának rekonstrukciós munkálataiban, amelynek eredményeképpen a reaktor biztonsági analízisének sugárvédelmi vonatkozású számításait készítettem el.

1990-ben a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ösztöndíjasaként 4 hónapig Németországban (München, GSF) végeztem kutató munkát gamma-spektrometria témakörben. Az ösztöndíjas munkámat kamatoztatva 1991-től résztvettem az intézet nukleáris környezetellenőrző rendszerének üzemeltetésében, ill. folyamatos fejlesztésében.

1992-től sugárvédelmi projektvezetőként résztvettem a paksi atomerőmű biztonságának újraértékelésére indított ún. AGNES projektben. A projekt során számos tanulmány elkészítésében vettem részt. Ezeket az eredményeket egy előadássorozat keretében ismerttettem hazai és külföldi szakértők előtt.

1995-től egy Európai Közösségi projektbe (MARIA) kapcsolódtam be, ahol egy a reaktorbalesetek következményeit vizsgáló program (COSYMA) magyarországi adaptálását végeztem el. A programot felhasználva megkezdtem a Paksi Atomerőmű baleseteinek valószínűségi alapon történő elemzését az egyes hipotetikus balesetek radiológiai és gazdasági következményeinek becsléséig. 1996-tól az intézet tudományos munkatársaként megbíztak az Atomenergia Kutató Intézet Telephelyi Környezetellenőrző rendszerének irányításával. Ezzel párhuzamosan végzem kutató tevékenységemet a radioaktív anyagok légköri terjedésének modellezése és a nukleáris baleset-elhárításának témakörében.

2000-ben a Környezetvédelmi Minisztérium megbízása alapján a 15/2000KöM rendelet szakmai kidolgozásában vettem részt, mely a nukleáris létesítmények környezeti kibocsátásainak korlátozását hivatott megalapozni. A hazai szabályozás eredményeiről a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség Műszaki Bizottsági Ülésen számoltam be.

2001-től a "Paksi Atomerőmű nagy radioaktív kibocsátásokkal szembeni védetségének értékelése" c. projektben a környezeti, egészségügyi és gazdasági következményeinek becslését végeztem el, melynek eredményeképpen az erőmű valószínűségi elemzésének teljes körű tanulmánya 2005-ben elkészült. A munka eredményeit az Országos Balesetelhárítási és Intézkedési Terv Felsőszintű Munka Csoportjában használom fel az Országos Atomenergia Hivatal megbízásában.

Egyéb tevékenységek:

A Sugárvédelmi Laboratórium szeminárium vezető 1993-tól 1996-ig
Az ATT (Atomenergia Kutató Intézet Tud. Tanácsának) titkára 1996-tól 2001-ig

Tagság :

Eötvös Lóránd Fizikai Társulat, International Radiation Protection Association
Magyar Nukleáris Társaság, (titkár : 2001-től)