

ZRÍNYI MIKLÓS
NEMZETVÉDELMI EGYETEM

(MOLNÁR ÁRPÁD MK. ALEZREDES)

- Automatizálható integrált radiológiai és vegyi érzékelők -

című doktori (PhD) értekezésének szerzői ismertetése és
hivatalos bírálatai

Budapest
2010

ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM

(MOLNÁR ÁRPÁD MK. ALEZREDES)

- Automatizálható integrált radiológiai és vegyi érzékelők -

című doktori (PhD) értekezésének szerzői ismertetése és
hivatalos bírálatai

Témavezető:

(Prof. Dr. Halász László DSc, egyetemi tanár)

Budapest
2010

1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A XX. század végére végbement katonapolitikai változások legfontosabb jellemzője, hogy ma már nem a hagyományos, az egymással szemben álló két nagyhatalom, illetve azok szövetségeseinek hadseregei által okozott fenyegetésekkel kell leginkább számolnunk.

A tömeghadseregeket fokozatosan felváltják a kisebb létszámú, modernebb felszereléssel rendelkező önkéntes haderők. A hagyományos értelemben vett országok, ország csoportok között vívandó háborúk eltűnése mellett, a fegyveres konfliktusok átalakultak a Föld különböző helyein, kisebb térségekre korlátozott olyan háborús konfliktusokká, amelyben vagy félkatonai szervezetek küzdenek egymással, vagy korszerűnek ítélt, jól felszerelt hadseregek kerülnek összeütközésbe gerillacsapatokkal, terrorista vagy félkatonai jellegű csoportokkal.

A fegyveres konfliktusok jellemzőinek, valamint a tudományos és ipari fejlődésnek köszönhetően új és megújult hadviselési módok jelentek meg.

Ezek között is az információs műveletek (INFORMATION OPERATIONS – IO) az egyik legújabb hadviselési mód, melynek döntő fontosságú elemei az információs fölény, információs uralom és vezetési fölény megszerzése.

Az információs fölény kivívása az információk megszerzésével, birtoklásával, az ellenfélnél gyorsabb és hatékonyabb feldolgozásával, valamint felhasználásával, illetve eredményesebb védelmével érhető el.

Az információs műveletek eszközrendszerébe illeszthetők a felügyelet nélkül hagyható szenzorrendszerek, amelyeknek működése elképzelhetetlen speciális érzékelők alkalmazása nélkül. Ilyenek például a radiológiai és a vegyi érzékelők.

Az ilyen érzékelők szükségességét az sem kérdőjelezheti meg, hogy a nemzetközi szervezetek által felügyelt nonproliférációs egyezmények és leszerelési programoknak köszönhetően, a tömegpusztító fegyverekkel mért támadások veszélye lecsökkent.

Sajnos egyfelől az egyezményeken kívül maradtak olyan országok, amelyek rendelkeznek tömegpusztító fegyverekkel. Másfelől terrorista szervezetek, amelyek elhelyezkedését behatárolni, tevékenységüket követni, megfigyelni nehéz, törekednek arra, hogy

tömegpusztító fegyvereket szerezzenek meg, amelyeket szimbolikus vagy gazdasági célpontok ellen használnának fel.

Ennek következtében továbbra is számolni kell a veszéllyel, hogy vétlen vagy szándékos tevékenység eredményeként mérgező-, biológiai harcanyagok, ipari mérgező anyagok, valamint nukleáris létesítményekből származó radioaktív izotópokkal szennyezett anyagok kerülhetnek ki a környezetbe.

Az ipari üzemek, nukleáris létesítmények ellen elkövetett támadások, terrorcselekmények következtében kiszabaduló anyagokkal nagy területeket lehet veszélyeztetni, és azok légtérbe juttatásával a polgári lakosság által lakott területek szennyezése is bekövetkezhet.

Alapvető elv az, hogy az Észak-atlanti Szerződés Szervezete (North Atlantic Treaty Organization: NATO) a hadműveleteit, az erői ellen irányuló fenyegetések tudatában tervezi és vezeti. Azonban a nem az 5. cikkely szerinti válságkezelési műveletek során is fennállhat annak kockázata, hogy rombolódott ipari üzemekből, nukleáris létesítményekből az egészségre ártalmas anyagok szabadulnak ki. Következésképpen a NATO erőinek nem csak a hagyományos támadásokkal szembeni védelemre, de huzamosabb időn keresztül folytatott műveleti tevékenységre is képesnek kell lenni a mérgező harcanyagok, biológiai harcanyagok és ipari mérgező anyagok hatásának kitett, vagy éppen nukleáris létesítményekből származó radioaktív izotópokkal szennyezett környezetben.

Az előzőekben említett körülményeket figyelembe véve, elengedhetetlen az ezen anyagok elleni védekezés képességének olyan irányú fejlesztése, amely magába foglalja a veszélyforrások jelzését, felderítését, monitorozását, valamint az egyéni és kollektív védelem eszközeinek alkalmazását.

A vegyivédelmi (a ma használt terminológia szerint: Atom-, Biológiai- Vegyi (ABV)) laboratóriumok intenzív fejlesztése világszerte a környezeti minták szennyező anyag tartalmának meghatározására és monitorozására szolgáló egyszerű, gyors és megbízható eljárások kidolgozására irányul.

A kutatók a jelentős előrelépéseiket az információs technológia, a biotechnológia és a nanotechnológia eredményeire támaszkodva teszik meg.

A bio- és az infotechnológia a köznapi életben is elterjedt fogalmak. A közvélemény ismeri a bio- és informatikai technológia fogalmát, és a hétköznapi életben élvezi ezek eredményeit.

A nanotechnológia is kezd tért nyerni, a köznapi életben már hűtőgép típust hirdetnek baktériumölő ezüst nanobevonattal és gyümölcscentrifugát nanoszűrővel.

A nanotechnológia mint kifejezés, a fogalom alaposabb ismerete nélkül kezd divatszóvá válni.

A „nano” görög eredetű szó (nanos: törpe), a mértékegységek nevében az utótagként szereplő mértékegység ezermilliomod részét jelenti ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

A vegyészek és a biológusok napi rutinnal dolgoznak mind a természetben előforduló, mind az ember alkotta nanoméretű objektumokkal.

Ilyen objektumok például:

- Az atommagok (átmérők: 1–7 fm);
- A szilícium atom (átmérője a kristály szerkezetben: 0,24 nm);
- A vízmolekula (legnagyobb átmérője: 0,37 nm);
- A szén nanocsövek (átmérőjük: 0,7–3 nm);
- A dezoxiribonukleinsav (DNS) molekula (átmérője 2 nm);
- A fehérjék (átmérője 6 nm);
- A tranzisztor (mérete egy integrált áramkörben 100 nm);
- Az állati sejt (átmérője: 2–20 μm);
- Az emberi hajszál (átmérője 50–100 μm).

A nanotechnológia első népszerű leírásai a spontán vagy szándékos beavatkozást követő önszerveződésre képes nano-mechanizmusokról szóltak. Ezt az időszakot a passzív nanoszerkezetek (fullerének, szénnaocsövek) megjelenése kísérte. Manapság már az aktív nanoszerkezetek, mint az érzékelők (sensors) vagy a molekulatranszportot megvalósító hatóanyagszállítók (Drug delivery) kerültek a nanotechnológia fókuszába, és a háromdimenziós (3D) nanoszerkezetek és rendszerek is feltűntek a tudományos láthatáron.

A nanotechnológiai alkalmazások leírásában az interdiszciplinitás dominál. Egyszerre jelenik meg a nanotudomány (nanoscience), a nanotervezés (nanoengineering), a nanotervezéssel készült anyagok, a biotechnológia, a szupramolekulák tudománya (supramolecular science) és az önszerveződés. Számolva az említett különböző területeken jelentkező eredmények szinergikus hatásával, várható a molekuláris szintű nanorendszerek és önszerveződés színrelépése.

Katonai alkalmazásként számolhatunk például:

- A mobil nanorobotokkal, amelyek molekuláris szintű szerkezetek, szaporodó képességgel;
- A nanoszámítógépekkel, amelyeket magas fokú mesterséges intelligencia, automatikus építési- és kutatási képesség jellemez;
- A módosított és mesterségesen előállított organizmusokkal;
- A sejtekbe beépülő, a DNS-t és a fehérjeszintézist befolyásoló nanorobotokkal;
- A betegségek és öregedés megszüntetésével;
- A neuronokba beépülő nanorobotokkal;
- Agyi implantátumokkal a memória növelésére vagy kommunikáció céljára;
- A gép és az ember összekapcsolásával.

A katonai nanotechnológiai alkalmazások várhatóan az ABV védelem területén is meg fognak jelenni.

A detektálás és a diagnosztika eszköztárában a szenzorok szerepe jelentősen növekszik.

A fizikai védelmet a multifunkcionális, érzékelőkkel támogatott integrált egyéni védőeszköz biztosítja.

A mentesítés történhet a szennyezés bekövetkezését megelőzően felvitt bevonattal vagy a szennyezés bekövetkezését követően érzékelőkkel indítva kibocsátott mentesítő anyaggal. A nagy volumenű mentesítő képességgel a meglévő mérgező harcanyag készletek megsemmisítése terén továbbra is számolhatunk.

Az ABV védelemhez kapcsolódó egészségügyi tevékenységhez kapcsolódó, a nanotechnológiai eredményeken alapuló diagnosztikát gyors eredmények, korábbi diagnózis, érzékenység és kevesebb téves pozitív jelzés jellemzi, míg a terápia hatékonyságát a célirányos szelektivitás, a fokozatosság és a szövet és sejt specifikusság biztosítja.

A fenti kutatási-fejlesztési irányvonalba illeszthető, az olyan automatizálható integrált radiológiai és vegyi érzékelők kutatása és fejlesztése, amelyek gazdaságos és hazailag megvalósítható korszerű megoldásokat kínálnak a fontos ABV feladatok végrehajtásához.

1. KUTATÁSI CÉLOK

A radiológiai és a vegyi érzékelők területének nagyságára és bonyolultságára tekintettel kísérleti munkámat a vegyi érzékelőkre fókuszáltam.

Az értekezésemben a vegyi érzékelőkhöz kapcsolódó területen elért eredményeimről számolok be.

Munkám során célul tűztem ki, hogy:

- Az elektrokémiai impedancia spektroszkópia módszerével interdigitális elektródákra felvitt alkiltiollal stabilizált arany-szol nanoszerkezetű vegyi érzékelő-anyagot vizsgálok;
- A transzmissziós elektronmikroszkópos és az elektrokémiai impedancia spektroszkópos vizsgálati módszereken alapuló új minősítő eljárást dolgozok ki katonai automatizálható integrált vegyi érzékelők előállításának ellenőrzésére;
- Az elektrokémiai impedancia spektroszkópia módszerével katonai kísérleti integrált vegyi érzékelőket vizsgálok foszforsavészterekkel szennyezett légtérben;
- Alkiltiollal stabilizált arany-szol érzékelő-anyagú katonai integrált vegyi érzékelő alkalmazásával új vizsgálati módszert dolgozok ki a katonai bőrvédő-eszközök anyagainak minősítésére.

2. KUTATÁSI MÓDSZEREK

Áttekintettem a radiológiai és a vegyi érzékelőkkel kapcsolatos kutatások helyzetét és úgy döntöttem, hogy kísérleti munkámat a vegyi érzékelőkre fókuszáltam.

Az elvégzett irodalom és szabadalom kutatás alapján megállapítottam, hogy az érzékelőanyagot nanotechnológiai módszerrel célszerű előállítani.

Az érzékelő anyag tulajdonságai illetve az érzékelés közben az interdigitális elektródák elektromos jellemzői változásainak megfigyelésére - a korábbiakban más által már alkalmazottnál jobb lehetőséget kínáló - módszert kellett keresni.

A módszernek elő kellett segíteni, a vizsgált anyagokhoz alkalmazható frekvencia tartományok behatárolását.

Ezt a módszert az elektrokémiai impedancia spektroszkópia eljárásában találtam meg.

A kidolgozott eljárást különböző idegmérgekre és hólyaghúzó mérgező harcanyagokra alkalmaztam.

Munkám során szükség volt a laboratóriumi vegyszerek és eszközök mellett dinamikus mérgező harcanyag koncentráció beállító berendezésre, és számos más nagyérzékenységű kémiai analitikai berendezés és módszer alkalmazására.

Vizsgálataim során a beállított mérgező harcanyag koncentrációt gázkromatográf-tömegspektrométer berendezéssel ellenőriztem.

A nanoszerkezetű anyagok jellemzéséhez transzmissziós elektronmikroszkópot és a dinamikus fényszórás módszerét alkalmazó műszert használtam.

3. AZ ELVÉGZETT VIZSGÁLAT

Az elvégzett tudományos kutató munkát az értekezésemben öt fejezetben foglaltam össze.

Az első fejezetben irodalomkutatásom eredményeit mutatom be, amelyeket a szakirodalom azon részének tanulmányozására alapoztam, amely felöleli a nanotechnológia legújabb eredményeit és annak katonai vonatkozásait, a különböző szenzorok alkalmazásának lehetőségeit, különös figyelmet fordítva a radiológiai és a vegyi érzékelőkkel, előállításukkal, és vizsgálatukkal kapcsolatos publikációkra.

A második fejezetben metanollal, etanollal, i-propanollal elektrokémiai impedancia spektroszkópos módszerrel végzett vizsgálatokkal igazolom, hogy a hexántiollal stabilizált nanoarany szol bevonatú vegyi érzékelő olyan nanoszerkezetű érzékelő-anyaggal rendelkezik, amely kölcsönhatásba lép a vizsgált anyagokkal.

A harmadik fejezetben a katonai integrált vegyi érzékelők elkészítésének kritikus lépéseit vizsgálva mutatom be az ellenőrzéshez és kézbentartáshoz szükséges a transzmissziós elektronmikroszkópos és az elektrokémiai impedancia spektroszkópos módszerek lehetőségeire épülő minősítő vizsgálatot. A transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálat az elkészült szol felhasználhatóságáról, a toluolt referenciaanyagként használó elektrokémiai impedancia spektroszkópos vizsgálat az elkészült érzékelő működőképességéről nyújt információt.

A negyedik fejezetben számolok be a foszforsavészterek katonai kísérleti integrált vegyi érzékelőkkel történt vizsgálatáról. Az elektrokémiai impedancia spektroszkópos vizsgálat lehetőségeit kihasználva, a gázkromatográf-tömegspektrométerrel ellenőrzött koncentrációk alapján határoztam meg az érzékelő karakterisztikáját tabunra és DFP-re. A vizsgálat során felhasználtam a második fejezet mérési tapasztalatait, és alkalmaztam a harmadik fejezetben leírt minősítő eljárást.

Az ötödik fejezetben vizsgálom a bőrvédő-eszközök anyagai vizsgálatának lehetőségét kísérleti integrált vegyi érzékelőkkel. A gázkromatográf-tömegspektrométerrel ellenőrzött koncentrációk alapján határoztam meg az érzékelő karakterisztikáját kénmustárra. A vizsgálat során felhasználtam az előző fejezetek eredményeit és tapasztalatait.

4. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett irodalom és szabadalom kutatás alapján megállapítottam, hogy célszerű az érzékelő-anyagot nanotechnológiai módszerrel előállítani, és tekintettel a két terület nagyságára bonyolultságára, a kísérleti munkát a vegyi érzékelők területén végezni.

A hexántiollal stabilizált nanoarany szol nanoszerkezetű érzékelő-anyag tulajdonságai illetve az érzékelés közben az interdigitális elektródák elektromos jellemzői változásainak megfigyelésére - a korábbiakban más által már alkalmazottnál jobb lehetőséget kínáló módszerként - a vizsgált anyagokhoz alkalmazható frekvencia tartományok behatárolásában használható elektrokémiai impedancia spektroszkópos eljárást alkalmaztam.

Munkám során a laboratóriumi vegyszerek és eszközök mellett nemcsak dinamikus mérgező harcanyag koncentráció beállító berendezést, de számos más nagyérzékenységű kémiai analitikai berendezést és módszert alkalmaztam.

A metanol, az etanol és az i-propanol vizsgálatán keresztül bemutattam, hogy az elektrokémiai impedancia spektroszkópos módszer alkalmazható az interdigitális elektródákra felvitt hexántiollal stabilizált aranyszol nanoszerkezetű érzékelő-anyag vizsgálatára.

A transzmissziós elektronmikroszkópos és az elektrokémiai impedancia spektroszkópos módszerek lehetőségeit kihasználva, a két módszerre épülő minősítő eljárást dolgoztam ki a katonai vegyi érzékelő készítés kritikus lépéseinek ellenőrzéséhez és kézbentartásához.

Az így kidolgozott eljárást különböző foszforsavészterekre és hólyaghúzó mérgező harcanyagokra alkalmaztam.

Meghatároztam a hexántiollal stabilizált nanoarany szol nanoszerkezetű érzékelő-anyagú kísérleti katonai automatizálható integrált vegyi érzékelő karakterisztikáját ezekre az anyagokra.

Az hexántiollal stabilizált aranyszol érzékelő anyagú katonai integrált érzékelőnek a katonai védőeszközök anyagának vizsgálata során alkalmazott tesztanyagra vonatkozó karakterisztikájának alkalmazásával új vizsgálati módszert dolgoztam ki.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Az interdigitális elektródákra felvitt hexántiollal stabilizált nanoarany szol nanoszerkezetű érzékelő-anyagot speciálisan vizsgáltam az elektrokémiai impedancia spektroszkópia módszerével.
2. Transzmissziós elektronmikroszkópos és elektrokémiai impedancia spektroszkópos módszereken alapuló minősítő eljárást dolgoztam ki hexántiollal stabilizált nanoarany szol nanoszerkezetű érzékelő-anyagú katonai automatizálható integrált vegyi érzékelők előállításának ellenőrzésére.
3. Foszforsavészterekkel szennyezett légtérben elsőként vizsgáltam hexántiollal stabilizált nanoarany szol érzékelő-anyagú katonai kísérleti integrált vegyi érzékelőt elektrokémiai impedancia spektroszkópos módszerrel.
4. Hexántiollal stabilizált nanoarany szol érzékelő-anyagú katonai integrált érzékelő alkalmazásával új vizsgálati módszert dolgoztam ki a katonai védőeszközök anyagainak vizsgálatára.

6. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

Az elektrokémiai impedancia spektroszkópia módszerének alkalmazása az interdigitális elektródákra felvitt hexántiollal stabilizált nanoarany szol nanoszerkezetű érzékelő anyag vizsgálatára felhasználható az új nanoszerkezetű anyagok kutatásában és fejlesztésében.

A minősítő eljárás katonai integrált vegyi érzékelők előállításának ellenőrzésére felhasználható lesz az integrált érzékelők előállításának ellenőrzésére.

A katonai kísérleti integrált vegyi érzékelők foszforsavészterekkel szennyezett légtérben való vizsgálatának tapasztalatai felhasználhatóak egy integrált vegyi érzékelő működésén alapuló kimutató eszköz kifejlesztéséhez

A katonai bőrvédő-eszközök anyagának vizsgálatára katonai kísérleti integrált vegyi érzékelőt alkalmazó vizsgálati eljárás felhasználható a katonai védőeszközök anyagi fejlesztési eredményeinek és védőképességének meghatározására.

7. AJÁNLÁSOK

Az értekezésem anyagát felhasználásra ajánlom

- A Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség azon szakemberei számára, akik a vegyi és radiológiai érzékelők haditechnikai kutatás-fejlesztéssel foglalkoznak.;
- A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem számára oktatási háttéranyagként.
- Azon szakemberek számára, akik, vegyivédelmi védőeszközök anyagainak haditechnikai kutatás-fejlesztésével foglalkoznak

8. A DOKTORJELÖLT TÉMÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE

Lektorált folyóiratban megjelent cikkek

- [1] Molnár Á., Halász L.: Arany szol bevonatú vegyi érzékelők vizsgálata diizopropil-fluorofoszfonáttal szennyezett légtérben
HADMÉRNÖK, 4, 4 (2009) (59-69)
- [2] Molnár Á., Halász L.: Aranyszol bevonatú vegyi érzékelők alkalmazhatósága a katonai egyéni védőeszközök védőképességének vizsgálatára
HADMÉRNÖK, 4, 4 (2009) (70-82)

Idegen nyelvű kiadványban megjelent cikkek

- [3] Vincze Á., Halász L., Solymosi J., Ágai B., Kása I., Molnár Á., Sáfrány Á.:
Development of an extractive-scintillating chromatographic resin for the detection of
radioactive isotopes
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry Vol. 273 No.3 (2007) 615-619
- [4] Molnár Á., Halász L.: Qualitative Procedure Applicable in Course of Preparation of
Military Chemical Sensors Coated with Gold Sol, AARMS befogadva
- [5] Kása I, Solymosi J, Molnár Á.: Preparation and investigation of
thermoluminescence properties of CaSO₄:Dy,Cu Radiation Protection Dosymetry
Vol. 65, Nos. 1-4, pp. 313-316, 1996

Konferencia kiadványban megjelent előadás

- [6] Vincze Á, Ágai B, Halász L, Kása I, Solymosi J, Molnár Á: Extrakciós-
szcintillációs szenzor radioizotópok kimutatására, Vegyészkonferencia 2004,
Magyar Kémikusok Egyesülete, Balatonföldvár 2004

Magyar szabadalom, találmány

- [7] Dékány I, Nagy L, Németh J, Patzkó Á, Molnár Á: Monokationos agyagásvány-
félvezető fém-oxid és/vagy -hidroxid nanokompozitok, eljárás ezek előállítására, és
ezek alkalmazása környezetre káros szerves anyagok fotooxidációs lebontására
225 845, Budapest, 2008

Értékelt pályázati tanulmány Evaluated study for a Call

- [8] Molnár Á.: A nanotechnológia új lehetőségei az ABV védelmi kutatás-fejlesztésben
(Tanulmány HM FLÜ TI/386-5/2009 Budapest 2009)
- [9] Gyulai G., Molnár Á.: Kémiai redukcióval előállított nanoporok eljárásainak és
katonai alkalmazási lehetőségeinek irodalmazása, a katonai igények felmérése,
elemzése
NKFP-07-A2-METANANO-0-0710120730 Budapest, 2008. július

9. A DOKTORJELÖLT SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA

Személyes adatok

Név: Molnár Árpád
Rendfokozat: mérnök alezredes
Születési ideje: 1962. május 6.
Születés helye: Budapest
Anyja neve: Dróth Irma Irma Dróth
Cím: Honvédelmi Minisztérium
- Munkahelyi: Fejlesztési és Logisztikai Ügynökség
H-1135 Budapest, Lehel u. 35-37
Nemzetisége: magyar
Családi állapota: nős, két gyermek
Végzettség: Radiokémiai üzemmérnök 1985 (75/1985)
Okleveles vegyészmérnök 1994 (32/1994)
Nyelvismeret:: angol, „C” típusú középfok 1997 (684/1997)
orosz alapfok 1985

Iskolai képzések

1977-1981 ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Gimnázium, Budapest
1981-1985 Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola, Budapest
1991-1994 Budapest Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Kar Szerves
biológiai vegyipari szak
2003- Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki
Doktori Iskola (PhD hallgató)

Beosztások

1985-1987 14. Gépesített Lövészezred vegyivédelmi
szakaszparancsnok

1987-1990	14. Gépesített Lövészdandár vegyivédelmi századparancsnok
1990-1992	14. Gépesített Lövészdandár vegyivédelmi hadműveleti tiszt (megbízott vegyivédelmi főnök)
1994-1996	MH Haditechnikai Intézet, tudományos munkatárs
1996-2001	HM Haditechnikai Intézet, fejlesztőmérnök
2001-2002	HM Technológiai Hivatal, fejlesztőmérnök
2002-2006	HM Technológiai Hivatal, főtitest (projektvezető)
2007-	HM Fejlesztési és Logisztikai Ügynökség (projektvezető)

Szakmai tevékenység Professional

- TDK tevékenység: Néhány kémiai jelenség modellezése számítógéppel, III. helyezés 1985
- $\text{CaSO}_4:\text{Dy,Cu}$ termolumineszcens foszfor előállítás és vizsgálata 1993-1994

Témafelelősként az alábbi kutatási-fejlesztési témákban:

- Import vegyi jelzők vizsgálata 1995-1997
- Egyszerű vegyi jelzőeszköz fejlesztés 1997-1999
- D osztályú tűzoltópor és tűzoltó készülék fejlesztése 1999-2001
- Új típusú mentesítő oldatok kutatása 1998- 2003
- Kimutatócső készlet fejlesztése 1998-2003
- Egyszerű biológiai jelzőeszköz fejlesztés 1999- 2003
- Vegyivédelmi hajlékonyfalú konténer fejlesztése 1999-2003
- Egyedi mentesítő készlet fejlesztés 1999-2003
- Szénnanocsövek vizsgálata 2002
- Új típusú mentesítő anyag (nanokompozit) 2006-
- Széles spektrumú vegyijelző 2006-

Pályázati tevékenység:

2008-2010 A HM FLŰ projektvezetője „Környezetvédelmi és biztonságtechnikai célú, nemesfém nanoporokon alapuló innovatív termékek (szűrők, szenzorok, katalizátorok) fejlesztése” című projektben (JÁP NKTH)

Társadalmi tevékenység:

Magyar Hadtudományi Társaság, Haditechnika szakosztály Tagság-2003-

Budapest, 2010. január 31.

Molnár Árpád mk. alezredes