

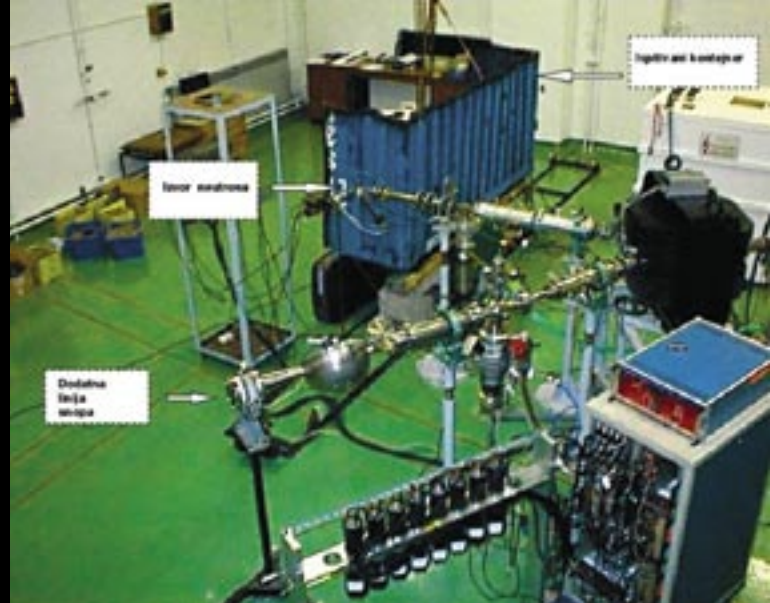
Ruder

Vol. 7, broj 1/2
siječanj/veljača, 2006.

DANGER



RESTRICTED AREA



2 M. Jurin
Uvodnik glavnog urednika

3 V. Valković
Nuklearne tehnike u borbi protiv terorizma

17 D. Rendić
Opažanja jednog umirovljenika

18 D. Majhen
O mreži MLAdih
Znanstvenika, MLAZ-u

20 In memoriam
Akademik Vinko Škarić

Znanstveno glasilo
Instituta "Ruđer Bošković"
Bijenička c. 54, 10 002 Zagreb
tel: +385 (0)1 4561 111,
fax: 4560 084
e-mail: rudjer@rudjer.irb.hr
URL: <http://www.irb.hr>

Glavni urednik: *Mislav Jurin*
Tehnički urednik: *Karolj Skala*

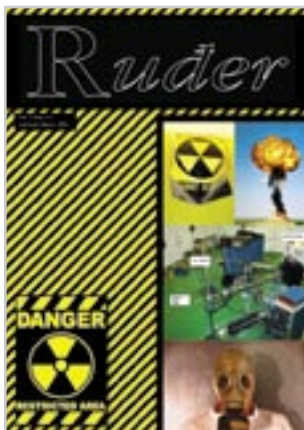
Uredništvo:
Dunja Čukman
Koraljka Gall-Trošelj
Kata Majerski
Mladen Martinis
Iva Melinščak-Zlodi
Tvrtko Smital
Jadranka Stojanovski

Digitalna obrada i izvedba:
Institut Ruđer Bošković
Grafički fakultet u Zagrebu
Prijelom: *Davor Peić*

ISSN 1333-5693
UDK 061.6:5

Tisak: Kratis d.o.o.
Izlazi dvomjesečno u nakladi
od 600 primjeraka uz financijsku
potporu Instituta Ruđer Bošković

Naslovnica: Nuklearne
tehnike u borbi protiv
terorizma. Više na str. 3



ISSN 1333-5693



917713331569007

Ovo je prvi broj sedmog volumena Ruđera! Sedam je zanimljiv i čudan broj; nema djeljivosti s brojem sedam, bilo je sedam svjetskih čuda, Bog je stvorio svijet kroz šest dana i sedmog se je dana odmarao. ...

Iako kasnimo Uredništvo se nije odmaralo. Dok listate i čitate ovaj broj slijedeći je već u obradi i uskoro biste ga trebali dobiti u tiskanom obliku. Skoro čitav broj sadrži rad dr. Vladivoja Valkovića o korištenju nuklearnih tehnika u borbi protiv terorizma. Svjedoci smo da je terorizam, postojanjem kemijskog, biološkog, te nuklearnog oružja masovnog uništenja postao, nažalost, glavna smetnja civilizaciji 21. stoljeća, te je naglašeni izazov ljudskoj dovitljivosti. U sadašnje vrijeme masovnog putovanja ljudi i roba po čitavom globusu važan je problem kako otkriti pojedine od navedenih oružja a da se promet ipak odvija bez zastoja. Upravo o metodama detekcije eksploziva ili nuklearnog oružja, ne samo u ručnoj prtljazi, nego i u kontejnerima, koji su postali izrazito važan oblik transporta robe, piše dr. Valković prikazujući rad svojeg tima u Institutu, kao i niz međunarodnih projekata na kojima se i ovdje radi. Treba naglasiti vlastiti razvoj relevantne opreme za kontrolu sadržaja kontejnera, što će biti postavljeno u riječkoj luci – kontrola robe koja se iskrcava za razna usmjerenja u Europi.

Dobro je znati što sve možemo mi u Institutu napraviti i kako korisno primijeniti naša temeljna znanja i spoznaje. Sjetimo se da je i u ranijim brojevima Ruđera bilo priloga naših znanstvenika o primjeni vlastitih rezultata pa sam uvjeren da će i dalje biti ovakvih priloga.

Uvjeren sam da će vam se svidjeti novi prilog – opažanja jednog umirovljenika. Kad čitav radni vijek provedeš u Institutu očito postaneš, na određeni način, dio njega i on tebe. Možda je zanimljivo da je i dr. Valković, autor glavnog priloga u ovom broju, nominalno umirovljenik, ali i dalje rješava problematiku o dijelu čega je ovdje i pisao.

Međutim, da ovo ne bi bio isključivo umirovljenički broj ovdje je i kratki prilog o našim mladim snagama. Zaživio je MLAZ – Mreža MLAdih Znanstvenika koja okuplja poslijediplomante i mlade znanstvenike iz svih znanstvenih disciplina iz Hrvatske. O tome piše mr.sc. Dragomira Majhen, Zamjenica predsjednika Vijeća asistenata Instituta i članica Organizacijskog odbora MLAZ-a. Uredništvo čestita i očekuje priloge naših mladih članova.

Prvog dana ove godine preminuo je akademik Vinko Škarić, koji je čitav svoj radni vijek bio ne samo izvrstan svjetski poznat znanstvenik i odgajatelj mladih kadrova, nego je uspješno obavljao i niz odgovornih funkcija ne samo u Institutu nego i na Sveučilištu pa i u Saboru. O akademiku Škariću piše dr. Mladen Žinić.

Tu su i uobičajeni prilozima o kadrovskim promjenama u Institutu. Želim svima ugodno čitanje ovog broja i nadam se da će slijedeći broj izaći vrlo brzo.

Glavni urednik
Mislav Jurin

Došli u Institut tijekom siječnja 2006. godine:

Mr. sc. Dušica Ivanković, Vesna Kotarski dipl. ecc., Igor Križan, Jovica Lončar dipl. inž. biotehnologije, Anita Rajtarić.

Otišli iz Instituta tijekom siječnja 2006. godine:

Dalibor Jelaska, dr. sc. Andrea Tomljenović.

Diplomski radovi izrađeni u Institutu i obranjeni tijekom siječnja 2006. godine.

Andreja Carević: Nefroprotektivni učinak indazolonskih pripravaka, voditelj M. Radačić, 26. 01. 2006.

Ana Topolovec: Novosintetizirani indazolonski spojevi smanjuju cisplatinu toksičnost, voditelj M. Radačić, obrana 27. 01. 2006.

Maja Šporec: Rani stadij Maillardove reakcije: Heynsovi i imidazolidinonski spojevi, voditeljice J. Vorkapić-Furać i A. Jakas, obrana 27. 01. 2006.

Došli u Institut tijekom veljače 2006. godine:

Dragica Čigir, Lidija Filković dipl. inž. kemije, Marin Prcela dipl. inž. računarstva, Vjekoslav Štrukil dipl. inž. kemije.

Otišli iz Instituta tijekom veljače 2006. godine:

Adrijana Culak, Miloš-Saša Grubešić dipl. inž. kemije, mr sc. Kristina Wolšperger.

Izbori na znanstvena radna mjesta tijekom veljače 2006. godine,

znanstveni suradnik:
Oleg Antonić, Ivica Rubelj, Vilko Smrečki

znanstveni savjetnik:
Mira Grdiša, Branimir Jernej, Dunja Srzić, Višnja Šverko

Disertacije izrađene u Institutu i obranjene tijekom veljače 2006. godine.

Katja Ester: «Immune Status Assessment by Abundance of Interferon Alpha and Gamma mRNA in Chicken Blood» voditelj W. L. Ragland, obrana 24. 02. 2006.

Diplomski radovi izrađeni u Institutu i obranjeni tijekom veljače 2006. godine.

Anita Majsec: Serotonin i monoaminooksidaza u trombocitima alkoholičara, voditeljica N. Pivac, obrana 28. 2. 2006.

Pavle Trošelj: Priprava i teorijski studij elektronske strukture N,N',N''-tris(3-metoksipropil)gvanidina, voditeljica M. Eckert-Maksić, obrana 28. 02. 2006.

Tina Gruica: Otkrivanje mutacija u domeni za fosforilaciju transkripcijskog faktora Aiolos u leukemijskim stanicama, voditeljica M. Antica, obrana 27. 02. 2006.



NUKLEARNE TEHNIKE U BORBI PROTIV TERORIZMA

1. UVOD

Terorizam je glavna prijetnja civilizaciji 21. stoljeća i kontinuirani izazov ljudskoj dovrtljivosti. Ranjivost društva na terorističke napade posljedica je djelomično proliferacije kemijskog, biološkog i nuklearnog oružja za masovno uništavanje ali također i činjenice da osnovne potrebe društva kao što su transport, informatika, energija i zdravstvena skrb ovise o vrlo efikasnim i međusobno povezanim sistemima. Da nam bude jasno o čemu govorimo:

New York, N.Y., SAD., 11. rujan 2001. godine:

Kolaps tornjeva Svjetskog trgovačkog centra (The World Trade Center towers) usmrtio je 2.227 američkih civila kao i 403 policajaca i vatrogasaca Bali, Indonezija, kolovoz 2002. godine:

U eksploziji podmetnute bombe u noćnom klubu poginulo je ukupno 202 ljudi, uglavnom turisti.

Madrid, Španjolska 11. ožujak, 2004. godine:

Teroristički bombaški napad na vlakove u Madridu donio je smrt 191 Španjolcu i ranjavanje više od 1.800 ljudi.

London, Engleska 07. srpanj, 2005. godine:

U bombaškim napadima na transportni sistem Londona ubijeno je 56 ljudi uključujući i četvoricu napadača, a preko 700 bilo ih je ranjeno. Bio je to najsmrtonosniji teroristički akt u Ujedinjenom Kraljevstvu, od rušenja Pan Am leta 103 godine 1988, (u kojem je smrtno stradalo 270 ljudi) i najsmrtonosnije eksplozije bombi u Londonu od Drugog Svjetskog rata.

I još bezbroj takvih događaja u Rusiji, Egiptu, Izraelu,

svakom kutku planete, praktički svakodnevno. Otvorite radio i skoro nas ne iznenadi jedna takva vijest. Svijet je ušao u novu eru nemira – ekonomija i društvo su izloženi kontinuiranoj opasnosti na globalnoj skali koja je uzrokovana nezakonitim prometom eksploziva, kemikalija, nuklearnog i ostalog opasnog materijala



PIŠE:
VLADIVOJ VALKOVIĆ

“**T**erorizam je glavna prijetnja civilizaciji 21. stoljeća i kontinuirani izazov ljudskoj dovrtljivosti. Ranjivost društva na terorističke napade posljedica je djelomično proliferacije kemijskog, biološkog i nuklearnog oružja za masovno uništavanje.”

u funkciji terorizma. Imajući na umu organizaciju današnjeg društva, očito je da kod svakog akta terorizma mora postojati i faza nezakonitog prometa, od mjesta proizvodnje do mjesta korištenja, naročito eksploziva, ali isto tako i kemijskih sredstava, nuklearnog materijala ili pak ljudi.

Koliki je taj nezakoniti promet? Procjenjuje se da vrijednost švercane robe iznosi 650 milijardi US\$ ■■■

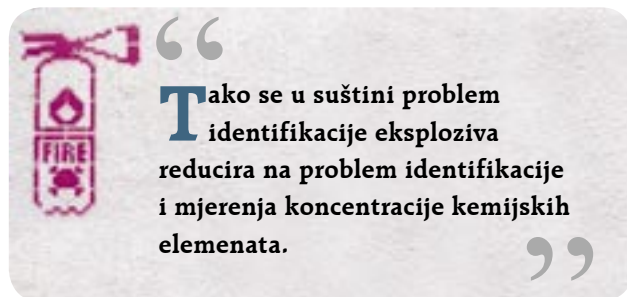


◀ New York, SAD.,
11. rujan 2001.
godine

▲ London, Engleska
07. srpanj, 2005.
godine:

godišnje. Procijenjena vrijednost trgovine drogom iznosi 400 milijardi US\$ što iznosi 8% svjetske trgovine. I najvjerojatnije se time financiraju mnogi od spomenutih događanja.

Zbog toga organizirano društvo mora uvesti niz mjera za kontrolu prometa tih materijala, napraviti jednu infrastrukturu koja uključuje izučeno osoblje i



adekvatnu instrumentalnu bazu. Tako je nastao koncept "Pametne granice", sistem upravljanja granicom koji je usklađen s povećanim prometom, a istovremeno štiti od mogućih terorističkih napada, ilegalne imigracije, nedozvoljenog prometa drogom i drugim opasnim materijalima. Sistem kontrole brodskih kontejnera je bitan dio koncepta "Pametne granice". Stare mjere kontrole usporavaju promet, dugotrajne su i neefikasne. Hrvatska koja je granična zemlja (s) EU, na križanju nekoliko puteva nezakonite trgovine treba imati upravo takvu granicu. Ekonomski rezultat će uslijediti zbog bržeg toka roba i ljudi na graničnim prijelazima. Istovremeno će ta granica biti štiti od mogućih terorističkih aktivnosti i nelegalnog transporta robe i ljudi. Sigurnost hrvatskih granica zahtijevaju i EU i UN rezolucije.

Korištenje moderne tehnologije za praćenje kretanja tereta te ulaza i izlaza pojedinaca je bitno za zadaću praćenja stotine milijuna pojedinaca, vozila i paketa. Lista materijala koji su predmetom inspekcije s ciljem reduciranja mogućeg djelovanja terorista uključuje: eksplozive, narkotike, kemijsko oružje i opasne kemikalije, te radioaktivni materijal. U ovom prikazu bavit ćemo se samo s dva opasna materijala, eksplozivima i radioaktivnim materijalima. Eksplozivima zato što su najčešće korišteni u dosadašnjim terorističkim napadima, radioaktivnim materijalima zato što je to naše područje ekspertize i što u kombinaciji s eksplozivom mogu biti korišteni za pripremu tako zvane «prljave bombe».

2. Eksplozivi

Istraživačka i razvojna djelatnost na problematici detekcije, lokalizacije i karakterizacije eksploziva

se osniva na korištenju slijedećih fizikalnih metoda: akustične; upotreba radara; korištenje infracrvenog zračenja; x-zračenje; nuklearne metode (detekcija gama zraka ili neutrona nakon bombardiranja neutronima, nuklearna kvadrupolna rezonancija); instrumentalna detekcija para.

Najveći napredak u razvoju metoda detekcije eksploziva učinjen je kod slijedećih triju metoda: pravljenje slike (imaging) korištenjem x-zraka, detekcija isparavanja, te nuklearnih metoda. Za lokalizaciju anomalije kod primjena u razminiranju nenuklearne metode (radar i elektromagnetska indukcija) su bolje. Međutim, za identifikaciju anomalije nuklearne metode imaju niz prednosti. Između ostalog to se osniva na njihovoj mogućnosti identifikacije kemijskih elemenata i mjerenja omjera koncentracija. To omogućava "on-line" identifikaciju vrste eksploziva.

Do sada nijedna od navedenih metoda ne može odgovoriti na sva pitanja vezana uz detekciju eksploziva, ili drugih materijala, kao što su bojni otrovi, droge i slično. Sve se više ide k razvoju integralnih sistema koji bi kombinirali više mjernih metoda. Takav bi sistem trebao imati i komponentu koja bi se osnovala na korištenju nuklearnih metoda, detektor para, te uređaj za "imaging" korištenjem x-zraka, s time da se u sistem ugradi i "inteligencija" (GIS, statistika, prepoznavanje, i slično).

Naziv	Molekularna težina	C	H	N	O	Gustoća (g/cm ³)
TNT	227.13	7	5	3	6	1.65
RDX	222.26	3	6	6	6	1.83
HMX	296.16	4	8	8	8	1.96
Tetryl	287.15	7	5	5	8	1.73
PETN	316.20	5	8	4	12	1.78
Nitroglicerol	227.09	3	5	3	9	1.59
EGDN	152.10	2	4	2	6	1.49
DNB	168.11	6	4	2	4	1.58
AN	80.05	-	4	2	3	1.59

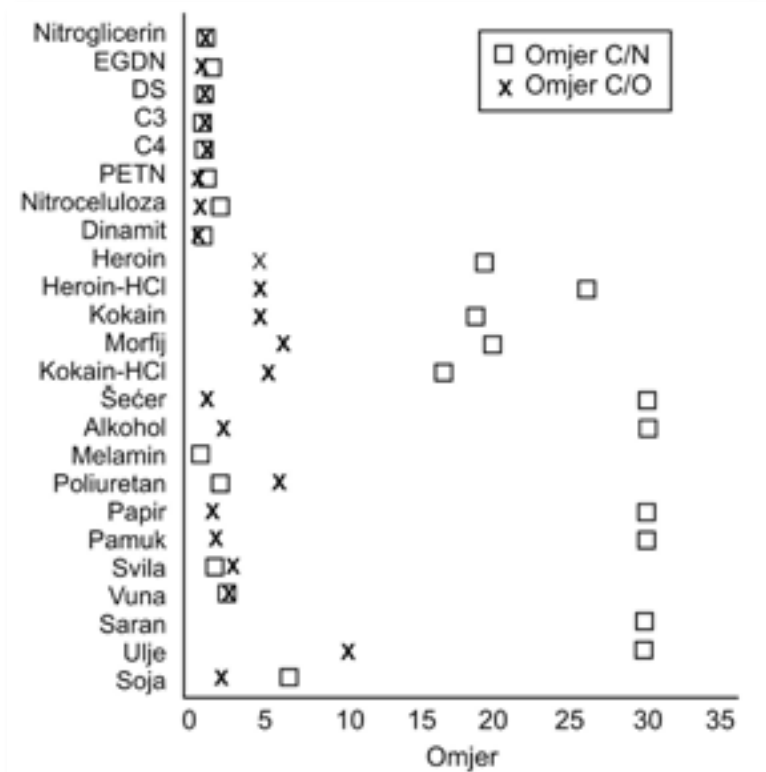
Tablica 1: Eksplozivni dušikovi spojevi

Neke od fizikalnih metoda detekcije eksploziva koriste činjenicu da eksplozivi, bojni otrovi, droge i drugi materijali sadrže kemijske elemente kao što su vodik, ugljik, dušik i kisik u jako različitim koncentracijama od onih u matricama u kojima se obično nalaze. Mjerenjem koncentracija tih elemenata (dušik, vodik), a naročito omjera koncentracija (ugljik/kisik i ugljik/dušik), može se dobiti karakteristična signatura najčešće korištenih eksploziva. Ta je signatura potpuno drukčija od one koju imaju materijali u kojima su takvi eksplozivi sakriveni. Na primjer, x-zrake bi proizvele ...

istu sliku objekta koji sadrži šećer ili eksploziv, dok bi mjerenje C/O i C/N elementalnih omjera jasno razlučilo te dvije supstance. Tablica 1 pokazuje molarnu masu te atomski sastav nekih važnijih eksploziva, dušikovih spojeva. Gledajući omjere C/O i C/N za različite materijale uočljivo je da se vrijednosti za eksplozive razlikuju od vrijednosti za druge materijale.

Tako se u suštini problem identifikacije eksploziva reducira na problem identifikacije i mjerenja koncentracije kemijskih elemenata. Svi kemijski elementi emitiraju karakteristično x-zračenje i mogu jednoznačno biti identificirani mjerenjem energije emitiranog x-zračenja, što daje elementalni "otisak prsta" uzorka. Nažalost, x-zrake imaju mali doseg i lako se apsorbiraju u materijalu uzorka koji ih emitira. Na sreću, sve jezgre atoma emitiraju i karakteristično gama zračenje, koje je "otisak prsta" njihovih izotopa. To nuklearno gama zračenje ima desetak puta veću energiju od x-zraka i zato ima znatno veći doseg. Pobuda tih gama zraka pomoću upadnog zračenja velike prodornosti bi onda bila osnova metode elementalne identifikacije objekta.

Slika 1. prikazuje omjere koncentracija kemijskih elemenata C/N i C/O za neke eksplozive, narkotike i uobičajene materijale. Uočljiva je razlika među te tri grupe.



Slika 1. Omjeri koncentracija C/O i C/N za različite materijale.

Najčešće korišteni eksplozivi u terorističkim akcijama su Semtex, zatim slijede RDX (cyclonite ili hexogen), PETN (sirova forma RDXa), C4 (plastični eksploziv), TNT, Obično umjetno gnojivo (koristi se kao osnova) te dinamit. Postoji i niz takozvanih improviziranih primarnih eksploziva. Lista je velika. Upute kako ih pripremiti nalaze se na internetu. Postoje indikacije da je u napadu izvršenom u Londonu korišten peroksid acetone, TATP, ili kako je nazvan na Bliskom istoku "Mother of Satan". Taj eksploziv, naročito popularan kod Palestinaca i Al-Qaede, može se pripremiti koristeći vodikov peroksid, aceton, koncentriranu sulfuričnu i hidrokloričnu kiselinu i led za hlađenje reakcije. Iako je poznat još od 19 stoljeća vojske ga nisu prihvatile budući da ostali eksplozivi koji se mogu nabaviti traju duže u skladištu i sigurniji su u transportu.

3. Nuklearni terorizam

Rizik nuklearnog terorizma kojeg bi izvršile terorističke grupe uključuje ne samo konstrukciju i upotrebu nuklearne bombe već i moguću radiološku kontaminaciju većih urbanih sredina. Prijetnje sigurnosti od nuklearnog i radiološkog terorizma mogu se grupirati u slijedeće tri kategorije: (i) Ukradeno državno nuklearno oružje ili komponente takvog oružja modificirano za terorističku upotrebu; (ii) Improvizirano nuklearno oružje (INDs) izrađeno od ukradenog ili prokrijumčarenog specijalnog nuklearnog materijala (SNM)—plutonij i naročito visoki obogaćeni uran (HEU); (iii) Napad na nuklearne reaktore ili potrošeno nuklearno gorivo ili napadi pomoću radioloških sprava.

3.1 Ukradeno nuklearno oružje

Da opasnost krađe nuklearnog naoružanja još uvijek postoji može se utvrditi analizom postojećeg nuklearnog naoružanja u Europi. Naime, nakon što su godine 1987 SAD i SSSR sklopili takozvani "INF Treaty" a naročito nakon raspada Sovjetskog Saveza 1991 godine, Rusija je povukla svoje taktičko nuklearno naoružanje s teritorija bivših Sovjetskih republika. Za vrijeme istog perioda SAD je povukla tisuće taktičkih nuklearnih glava iz Europe, ali ih je tu ostavila još 480.

Iako 480 nuklearnih bombi predstavlja samo mali dio onog što je SAD imala u Europi za vrijeme Hladnog

rata, ta brojka predstavlja nuklearni arsenal veći od bilo koje druge države s izuzetkom SAD i Rusije. Francuska ima 350, a UK 185 nuklearnih bombi u Europi, međutim SAD je jedina država koja drži nuklearno naoružanje izvan svoga teritorija. Američke nuklearne bombe su, u trenutku, raspoređene na zrakoplovnim vojnim bazama

Weapon-grade uranium		Weapon-grade Plutonium	
Isotop	%	Isotop	%
Uran-234	1.0	Plutonij-238	0.005
Uran-235	93.3	Plutonij-239	93.3
Uran-238	5.5	Plutonij-240	6.0
Ostali	0.2	Plutonij-241	0.44
		Plutonij-242	0.015
		Ostali	0.2

Tablica 2: Isotopni sastav «weapon-grade» materijala

u Belgiji, Njemačkoj, Italiji, Nizozemskoj, Turskoj i UK.

Dodatnu opasnost predstavlja «Prijenosna atomska bomba» težine oko 50 kg i razorne moći od oko ekvivalenta od 1 kilotone TNT (Bomba bačena na Hirošimu je imala 13 kilotona).

Improvizirana nuklearna sredstva su nuklearna oružja koja su proizveli teroristi koristeći ukradeni ili prokrijumčareni SNM. Osnovne tehničke informacije potrebne za konstrukciju upotrebljive nuklearne bombe mogu se naći u javnoj literaturi. Primarna zapreka koja sprječava grupu terorista ili neku vladu da razvije nuklearnu bombu je nemogućnost nabave SNM, naročito HEU.

Sastav takozvanog «weapon-grade» materijala je od interesa jer on postavlja rubne uvijete na načine eventualne detekcije takvog materijala.

Prisustvo nuklearne bombe ili njenih komponenti skrivene u brodskom kontejneru ili nekom vozilu može se detektirati pomoću detekcije neutrona i/ili gama zračenja koje izlazi iz bombe. Upravo je zbog toga potrebno poznavanje broja neutrona u sekundi kojega proizvodi kilogram materijala bombe pomoću spontane fisije ili pomoću (alfa, n) reakcija u WgU i WgPu te brzinu emisije gama zraka na površini atomske bombe.

3.2 Improvizirana nuklearna sredstva – «prljava bomba»

«Prljava bomba» služi za disperziju radioaktivnog materijala s ciljanom namjerom kontaminacije stanovništva ili određenog područja.

Materijal se može raširiti s oružjem za radiološku disperziju (RDD) t.j. «prljavom bombom» koja

je konstruirana da rasprši radioaktivni materijal pasivnim (aerosol) ili aktivnim (eksploziv) načinom. Također, radioaktivni se materijal može upotrijebiti za kontaminaciju hrane ili vode.

Postoji niz mogućih izvora radioaktivnog materijala za izradu «prljave bombe». To može biti nuklearni otpad pohranjen kod elektrana (iako taj materijal nije jako radioaktivan), ili pak radioizotopi koje je moguće naći u mnogim bolnicama ili istraživačkim institucijama. Radioaktivni materijali se često sinteriraju u keramičke ili metalne tablete. Teroristi mogu smrviti te tablete i napraviti prah koji se stavi onda u RDD. Tako pripravljen RDD može se onda postaviti blizu ili u ciljani objekt i detonirati, čime snaga eksplozije rasprši radioaktivni materijal, kao i dim od eventualno nastalog požara.

Od početka dokumentiranja događaja nezakonitog prometa nuklearnog materijala koji se može koristiti za izgradnju nuklearnog oružja po do danas zabilježeno je samo 25 slučajeva. S druge strane, u istom vremenskom intervalu zabilježeno je više od 800 slučajeva nedozvoljenog prometa drugog nuklearnog materijala i radioizotopa, kao na primjer nisko obogaćeni žuti kolač, medicinski i industrijski radioizotopi.

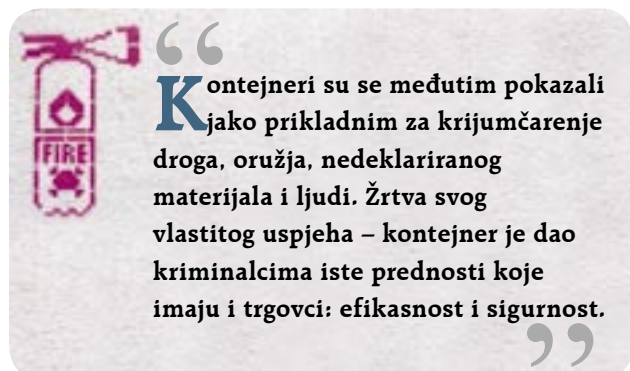
Inherentno neznanje nelegalne trgovine nuklearnim materijalima onemogućuje procjenu značenja tog malog broja. Možda je to zbilja rijetki fenomen ili možda se to izvađa tako profesionalno (u kriminalnom smislu) da ga je teško detektirati.

3.3 Crvena živa («Red mercury»)

Napisi o trgovini s materijalom nazvanim crvena živa (Red Mercury) za kojeg se je tvrdilo da ima kemijsku formulu $Hg_2Sb_2O_7$, pojavljivali su se s vremena na vrijeme već više od desetak godina. Mislilo se je da je crvena živa materijal važan za konstrukciju nuklearne bombe, sastavni dio tako zvane čiste fuzione bombe što su iznosili i poznati stručnjaci. Ono što se zasigurno zna o crvenoj živi je da je to rusko kodirano ime za produkciju Li_6D — stvarne komponente termonuklearne bombe, a ne neki magični sastavni dio koji bi se koristio u druge svrhe. Prikazat ćemo ovdje analizu metalnog cilindra koji nam je donijet s pretpostavkom da se u njemu možda nalazi crvena živa. Objekt je imao slijedeće dimenzija: dužina 54.3 mm, promjer: 19.8 mm, težina: 0.1106 kg, prosječna gustoća: 6 615 kg/m³. Trešnjom ampule moglo se zaključiti da se unutar nje nalazi tekućina, a zbog visoke prosječne

gustoće moglo se zaključiti da i ta tekućina ima veliku gustoću.

Budući da je nepoznati materijal bio ugrađen unutar



metalnog cilindra odlučeno je koristiti dvije analitičke metode: aktivaciju 14 MeV neutronima i fluorescenciju X-zraka. Upotrebom tih dvaju metoda moguće je razdvojiti elementni sastav ampule od elementnog sastava sadržaja unutar nje.

Aktivacijska analiza s 14.1 MeV neutronima je pokazala da su u ampuli i uzorku zastupljeni slijedeći elementi: Hg, Fe, Cr, Ni. Zadnja tri navedena elementa su sastavni dio metalne ampule, dok je Hg u sastavu nepoznatog materijala. Antimon kao mogući sastavni dio crvene žive (hipotetska kemijska formula crvene žive je $Hg_2Sb_2O_7$) nije uočen.

XRF metodom je potvrđeno da su Fe, Cr i Ni zaista u sastavu metalne ampule, a ne možda i u sastavu nepoznatog uzorka.

Na temelju izvršenih analiza moguće je sa sigurnošću tvrditi da je u sastavu nepoznatog uzorka zastupljena Hg. Raspoloživim metodama nije moguće utvrditi radi li se o kemijskom spoju ili amalgamu Hg i nekog drugog elementa koji se ne može odrediti aktivacijskom analizom s brzim neutronima.

4. Pomorski promet

Prilikom razmatranja problematike pomorskog prometa javljaju se tri različite problematike: (i) Teretni brodovi – s kontejnerima ili s rasutim teretom, te tankeri, (ii) mali brodovi – brodice za razne upotrebe (iii) jahte, motorne kao i jedrilice, učesnici nautičkog turizma, svi koji koriste marine.

4.1 Kontejner - žrtva vlastitog uspjeha

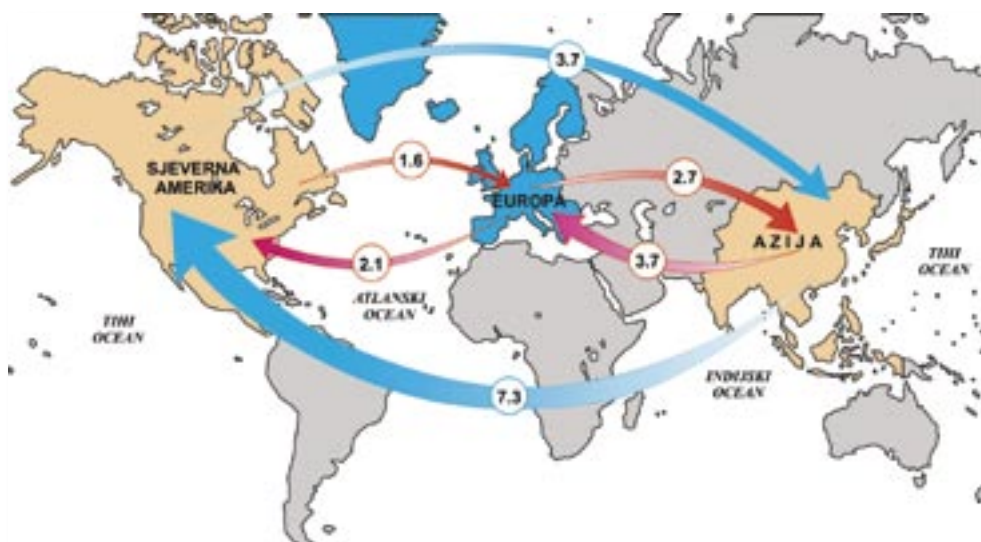
Konstruiran za vrijeme Drugog svjetskog rata za efikasniji način prijenosa vojne opreme na linije fronta kako bi se izbjeglo da previše vojnika radi na utovaru i istovaru brodova, kontejner je postao osnovica svjetske trgovine. Danas se pomoću kontejnera vrši tako efikasna distribucija dobara da proizvođači mogu imati samo minimalne zalihe.

Kontejneri su se međutim pokazali jako prikladnim za krijumčarenje droga, oružja, nedeklariranog materijala i ljudi. Žrtva svog vlastitog uspjeha – kontejner je dao kriminalcima iste prednosti koje imaju i trgovci: efikasnost i sigurnost.

Opseg transportne industrije kontejnera: Svijet je tek nedavno spoznao koliko je velika i kompleksna transportna industrija kontejnera. Procjena je da broj kontejnera koji se kreću po svijetu iznosi ukupno oko 72 milijuna TEU ("twenty-foot equivalent units", standard industrije, iako se sve više koriste oni dužine 40 stopa, ili 13 metara). Neke procjene idu do brojke od 244 milijuna TEU, kao brojke koja opisuje broj kontejnera u svim lukama svijeta uključujući i prazne koji se premještaju s jedne lokacije na drugu i kontejnere koji se s "mattice" prebacuju na manje "feeder" brodove. Ti brojevi ukazuju na veličinu problema: koji to sistem može kontrolirati 72 milijuna a kamoli 244 milijuna,

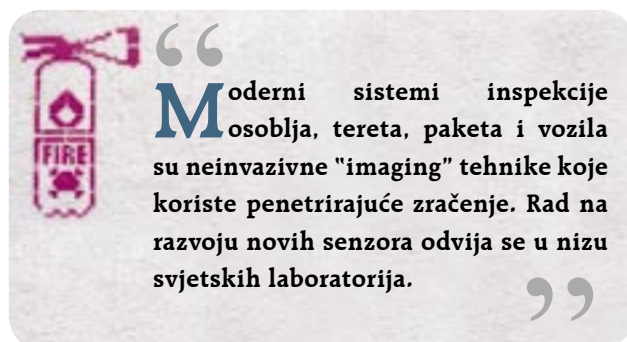
kontejnera?

Činjenica je da se 90% svjetskog tereta premješta kontejnerima. Kod mnogih država kao što su na primjer Ujedinjeno Kraljevstvo (U.K.), Japan i Južna Koreja, preko 90% volumena trgovine stiže ili odlazi morskim putem; u SAD skoro pola uvoza (po vrijednosti) stiže brodovima (Slika 2). ■■■



Slika 2: Glavni smjerovi kretanja kontejnera.

Brodovi s kontejnerima dolaze i u male luke. Zbog čega rizik opasnosti kontejnerima na moru? Brodski prijevoz kontejnera je ranjiv zato što o njemu ovisi globalna ekonomija. Al Qaeda je otvoreno iznijela planove da će uništiti ekonomske interese Amerike. Kroz neke luke prolazi ogroman broj kontejnera. Tako, na primjer, kroz luku Rotterdam prolazi 5,5 milijuna kontejnera godišnje. Prije desetak godina kontroliralo



se je samo 6000 kontejnera godišnje i to manualno. To je posljedica činjenica da za ručni pregled kontejnera treba najmanje pet sati.

Po dolasku u određenu luku kontejneri se iskrcavaju u kontejnerskim terminalima koji mogu biti jako veliki. Problem za službe koje se brinu o kontroli i sigurnosti je: kako saznati što se krije unutar kontejnera? Problem kontrole robe u kontejnerima a i kretanja samih kontejnera je i u tome što postoji veliki broj tipova kontejnera.

I dok se razmatra opasnost pomorskoj sigurnosti koju predstavljaju brodovi s kontejnerima treba imati na umu da bi teroristi mogli koristiti i tankere u nekom svom napadu. To postaje očiti kada se pogledaju statistički podaci: podaci za na primjer SAD pokazuju da od svih brodova koji dolaze u američke luke samo 30.5% su brodovi s kontejnerima, ostalo su brodovi koji su prevozili naftu (13.2%), naftne proizvode (19.3%), rasuti teret (18%) te automobile i kamione (9.1%). Pažnju treba obratiti i na te brodove jer teroristi će svakako tražiti najslabiju kariku u lancu. Priznajmo, teško bi bilo detektirati nuklearnu bombu sakrivenu u tankeru.

No ono što je još zabrinjavajuće je da bi neki teroristi umjesto trgovačkih brodova mogli koristiti brze motorne jahte.

Brze motorne jahte se već sada koriste za ilegalnu trgovinu, a

samo je pitanje dana kada će se toga dosjetiti i teroristi. Njihovo usmjerenje može biti neki od naših otoka ili neka od naših marina.

5. Kontrola i inspekcija: detekcija eksploziva i radionuklida

Postoji čitava lista različitih senzora koji se koriste za kontrolu i inspekciju. Moderni sistemi inspekcije osoblja, tereta, paketa i vozila su neinvazivne "imaging" tehnike koje koriste penetrirajuće zračenje. Rad na razvoju novih senzora odvija se u nizu svjetskih laboratorija.

5.1 Korištenje x-zraka

Uobičajeni instrumenti koji koriste x-zrake osnivaju se na mjerjenju redukcije njihovog intenziteta u prolasku kroz proučavani objekt. Za danu energiju x-zraka apsorpcija ovisi o debljini objekta te o njegovom atomskom broju, Z . Ukoliko je energija x-zraka veća od 100 KeV, apsorpcija ovisi primarno o gustoći materijala, neovisno o njegovom atomskom broju. Zbog toga materijali veće gustoće apsorbiraju više x-zraka što rezultira u tamnijoj slici. Taj se princip koristi za detekciju oružja u koferima u zračnim lukama. Međutim, time se ne može detektirati eksplozivna naprava koja se u prtljazi nalazi iza objekta velike gustoće.

Da se poveća vjerojatnost detekcije eksploziva potrebno je povećati osjetljivost metode s obzirom na atomski broj materijala. To se može postići pobudom istog uzorka drugom (manjom) energijom x-zraka. Za niže energije x-zraka apsorpcija ovisi i o atomskom



Slika 3: Nosač kontejnera.

broju i o debljini. Na taj je način moguće razlikovati željezo, koje ima Z_{ef} od 25 i eksploziv koji ima Z_{ef} od 7. Kombinacija x-zraka niske i visoke energije (sistem dvostruke energije) omogućuje identifikaciju eksploziva koji imaju veliku gustoću a mali Z.

5.2 Nuklearna kvadrupolna rezonanca

Nuklearna kvadrupolna rezonanca (NQR) je metoda koja se osniva na korištenju kvadrupolnog momenta dušika za detekciju spojeva kao što je TNT. NQR metoda se osniva na interakciji između nuklearnog kvadrupolnog momenta i gradijenta električnog polja. NQR frekvencija je karakteristika materijala. Prednost ove metode je da skoro nema krivih pozitivnih signala. Problem je pak u tome da metoda ne može detektirati eksploziv unutar vodljivog materijala; dakle neuporabljiva je za metalne mine, granate i slično. Metoda je osjetljiva samo na TNT, najčešće korišten eksploziv.

5.3 Portali za mjerenje radijacije

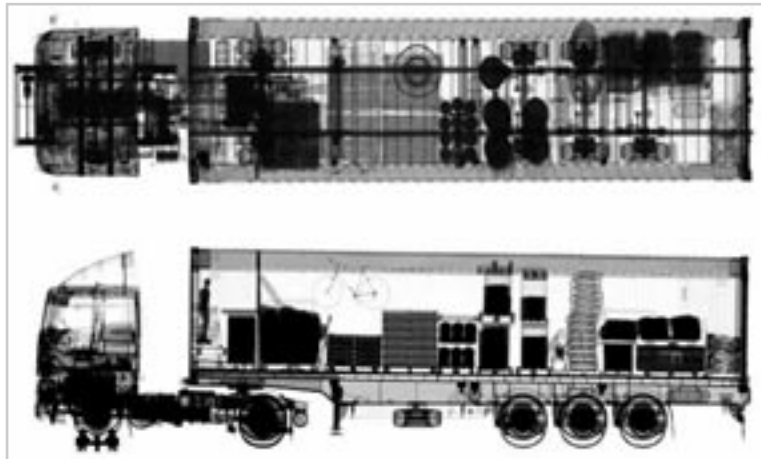
Portali za mjerenje radijacije razvijeni su u prošlosti uglavnom za kontrolu ulaska i izlaska iz nuklearnih postrojenja. Rani modeli su bili uglavnom scintilacioni ili proporcionalni brojači koji bi detektirali povećanu dozu alfa, beta ili gama zračenja u trenutku prolaska objekta ili osobe kraj njih i bili su povezani s jednostavnim svjetlosnim ili zvučnim alarmom. Suvremeniji portali koriste ne samo detektore nego i računala sa softverom koji omogućuje identifikaciju radioaktivnog izotopa čije je zračenje detektirano. Ista je tehnologija korištena za izgradnju portala za kamione i ostala vozila na



Slika 4: Smiths Heimann SilhouetteScan Mobile 300.

graničnim prijelazima na mnogim granicama. Primjer "pametne granice" su monitori radioaktivnog zračenja na mnogim graničnim prijelazima u Evropi bilo cestovnim bilo pomorskim.

U lukama i nosači kontejnera (slika 3) mogu poslužiti za montažu kontrolnih uređaja, naročito monitora zračenja.



Slika 5: «Dual view» sistem daje slike dviju projekcija tereta u kontejneru.

6. Pregled sadašnjeg stanja tehnologije za kontrolu kontejnerskog tereta

Bzro skeniranje standardnog kontejnera (nekoliko minuta do manje od 1 minute) upotrebom x-zraka (300 keV ili više) ili gama-zraka iz radioaktivnih izvora (^{137}Cs i ^{60}Co s energijama od 600 do 1300 KeV)

carinskom službeniku daju sliku tereta u kontejneru. Nažalost, ta je informacija "nespecifična" jer ne daje podatke o prirodi objekta koji se ne bi slagali s deklaracijom, a koji se ne mogu uočiti vizualnom analizom dobivene slike. Osim toga, postoje i područja kontejnera gdje su i ...

x-zrake i gama- zrake "slijepe" zbog prisustva veće količine materijala višeg atomskog broja, što je na slici prezentirano crnim mrljama .

U mnogim europskim zemljama koriste se različiti modeli uređaja koje proizvodi tvrtka Smiths Heimann iz Njemačke. Najčešće korišten je sistem Smiths Heimann SilhouetteScan Mobile 300. Na slici 4. prikazan je pokretni uređaj «Smiths Heimann SilhouetteScan Mobile 300». Tri takva uređaja koristi i naša carinska služba.

Treba napomenuti da se korištenjem ovih uređaja ne isporučuju značajne doze na ispitivani predmet. Smiths Heimann sistem u obliku slova «L» daje dvije slike, tj. dvije projekcije predmeta. Kao primjer, slika 5. prikazuje tip informacije koja se može dobiti korištenjem tako zvane «dual view» (dva pogleda) tehnologije koju je razvila tvrtka Smiths Heimann.

Svi se proizvođači slažu da korištenje samo jednog senzora ili portala ima ograničenu moć kontrole i zato se sve više koriste kombinacije više portala.

7. Metoda pregleda brodice: Compton Backscatter Imaging

Održavanje «exclusion» zone oko skupih ratnih brodova je težak problem. Sami ratni brodovi se mogu donekle kontrolirati, ali najveći je problem u bezbroj malih brodova koji se kreću u njegovoj blizini ili pak pristaju uz brod noseći raznu robu. Do danas jedini način kontrole je zaustaviti malu brodicu na putu k ratnom brodu, ukrcati se na nju i izvršiti manualnu kontrolu broda. Ono što je ustvari potrebno je mogućnost kontrole brodice, bez ukrcavanja na njih i sa što manjim ometanjem prometa.

Jedno moguće rješenje tog problema je pomoću patentirane tehnologije «Backscatter imaging technology». Tim se sistemom može pregledati malu brodicu i utvrditi da li se na njoj nalazi eksploziv za vrijeme plovidbe brodice s udaljenosti od desetak metara. U jednoj izvedbenoj verziji Backscatter Imaging Module (BIM) se montira na neku brodicu ili skelu i s njime se upravlja iz kontrolne kućice te se tako može izvršiti potrebna inspekcija.

BIM se također može montirati na obali ili doku za potrebe pregleda brodice koje prolaze pokraj sistema. Geometrija korištenog sistema omogućuje pregled volumena prolazeće (kontrolirane) brodice koji je ispod površine mora.

8. Nuklearne tehnike

Nuklearne tehnike se koriste za detekciju sakrivenih eksploziva već niz godina. U osnovi, te metode koriste princip da se jezgre kemijskih elemenata u istraživanom uzorku mogu bombardirati prodornim nuklearnim zračenjem (uglavnom neutronima). Kao rezultat tog bombardiranja nastaju nuklearne reakcije i pri tom nastaje čitav niz različitih čestica, gama zračenje i emisija x-zraka. To je zračenje karakteristično za svaki pojedini kemijski element.

8.1 Pobuda neutronima: neutronski senzor

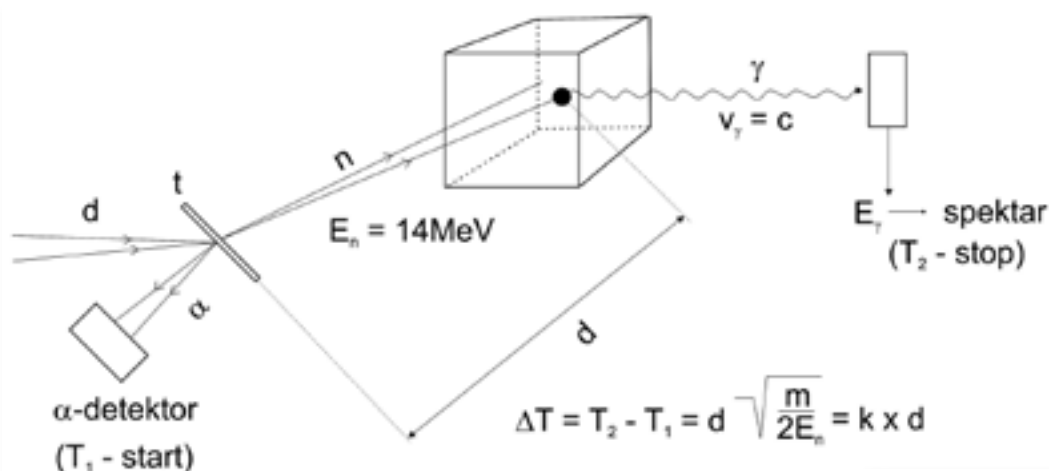
Problem identifikacije i detekcije materijala (eksplozivi, droge, opasne kemikalije) može se reducirati na problem mjerenja koncentracije kemijskih elemenata i omjera koncentracija. Naročito su prikladne nuklearne reakcije inducirane brzim ili sporim neutronima.

Treba razlikovati korištenje sporih ili termalnih neutrona od korištenja brzih neutrona. Naime, udarni presjeci za proizvodnju karakterističnog gama zračenja ovise o brzini upadnih neutrona.

Moć penetracije neutrona i gama zračenja nudi efektivan način mjerenja koncentracije vodika, ugljika, dušika, kisika, fosfora, sumpora i klora u sumnjivim materijalima. Pritom se mogu koristiti bilo procesi elastičnog raspršenja neutrona, bilo procesi aktivacije neutronima. Elementi od interesa mogu se identificirati mjerenjem, bilo raspršenih neutrona, bilo emitiranih gama zraka. Kao izvor neutrona mogu se koristiti bilo radioaktivni izvori, bilo akceleratori, poznati pod imenom neutronski generatori. Proizvedeni neutroni mogu imati različite energije što je kritičan parametar za veličinu udarnog presjeka.

Poznate su nam nuklearne reakcije inducirane neutronima čija se svojstva mogu koristiti za detekciju kemijskih elemenata, mjerenje njihove koncentracije, omjera koncentracija dvaju ili više elemenata, te za mjerenje elementalnih mapa u eksplozivima i bojnim otrovima.

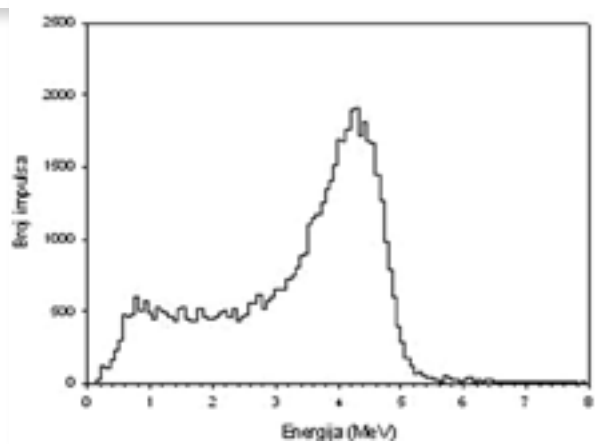
Tako, na primjer, bojni otrov sarin se najbolje vidi u spektru gama zraka proizvedenim bombardiranjem brzim neutronima linijom energije 1.778,7 keV iz nuklearne reakcije $^{31}\text{P}(n,\alpha)^{28}\text{Al}$ (2,24 minute) i linijom energije 1.356,8 keV iz reakcije $^{19}\text{F}(n,p)^{19}\text{O}$ (26,9 sekundi). Spektar gama zraka dobiven bombardiranjem iperita je pak karakteriziran linijom 3.103 keV iz reakcije $^{37}\text{Cl}(n,p)^{37}\text{S}$ (5 minuta) i linijom 2.128 keV iz reakcija ...



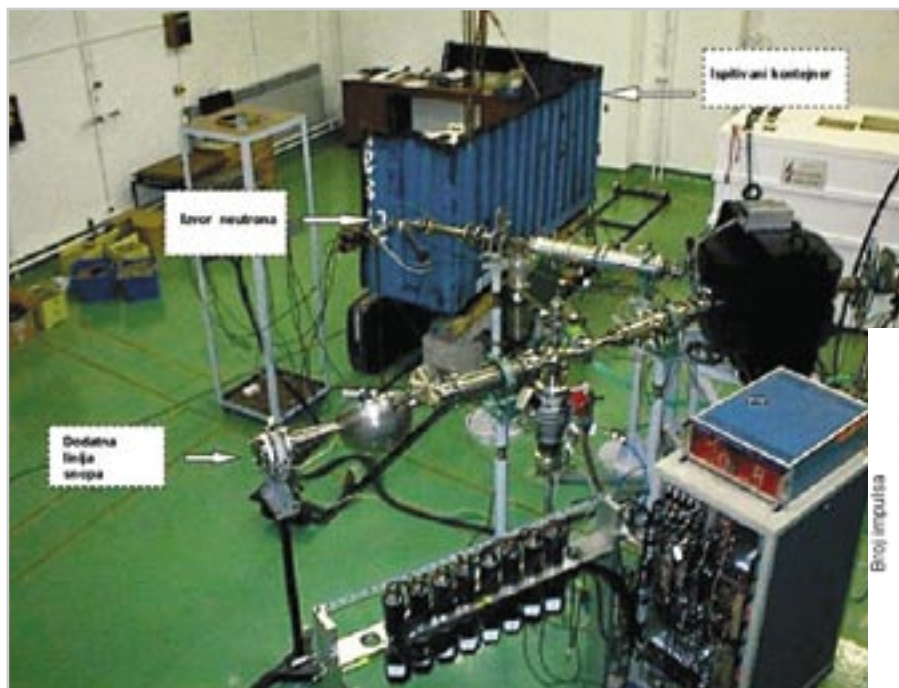
Slika 6: Princip korištenja detekcije pridružene alfa čestice za mjerenje vremena proleta neutrona do ispitivanog materijala.

$^{37}\text{Cl}(n,\alpha)^{34}\text{P}$ (12,4 sekundi) i $^{34}\text{S}(n,p)^{34}\text{P}$. Detaljnije o toj problematici može se saznati iz literature.

Detekcija ugljika je jako osjetljiva metoda kada se koristi inelastično raspršenje neutrona energije veće od 5 MeV. Dušik se pak može detektirati bilo uхватom termalnih neutrona, bilo inelastičnim raspršenjem neutrona, bilo nuklearnim reakcijama, ili aktivacijom, izazvanim brzim neutronima. Prisustvo vodika se lagano detektira uхватom termalnih neutrona. Za istovremeno određivanje prisustva tih elemenata, i za mjerenje njihove koncentracije, potrebno je koristiti pulsirani neutronsni snop velike energije. Za vrijeme pulsa emitiraju se 14 MeV neutroni koji interagiraju s materijalom, što dovodi do inelastičnog raspršenja i promptne emisije gama zraka, te do nuklearnih reakcija koje rezultiraju u promptnoj ili zakašnjoj emisiji bilo gama zraka, bilo

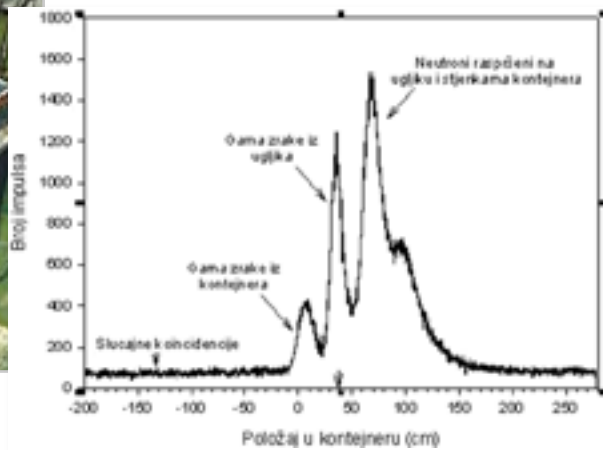


Slika 8: Spektar izmjereno gama zračenja, meta blok grafita.



Slika 7: Eksperimentalni prostor za ispitivanje sadržaja kontejnera.

čestica. Za vrijeme pulsa moguće je detektirati uglavnom inelastično raspršenje i promptnu emisiju uzrokovanu nuklearnim reakcijama, s malim rezidualnim pozadinskim zračenjem. Glavne linije u spektru gama zraka su one koje pripadaju kisiku (6.13 MeV, 3.84 MeV,.....), dušiku (5.106 MeV, 2.31 MeV), i ugljiku (4.43 MeV). Za vrijeme između dva pulsa neutrona, prije



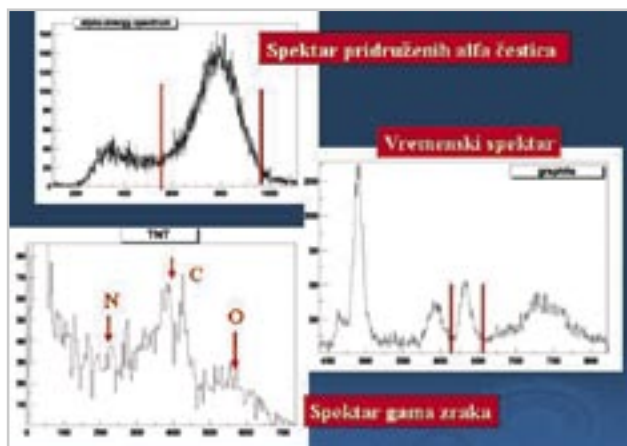
Slika 9: TAC spektar koji određuje poziciju grafitnog bloka.

emitirani neutroni se brzo termaliziraju i interagiraju s materijalom kroz uхват, koji rezultira bilo u promptnoj ili zakašnjoj emisiji gama zraka. Glavne linije u spektru gama zraka su one koje dolaze od dušika (10.83 MeV, slab intenzitet), vodik (2.23 MeV), klor (6.11 MeV, s velikim brojem drugih linija).

Već na osnovi ovih podataka čini se da će najprikladnija eksperimentalna konfiguracija biti korištenje neutronskog izvora u kontinuiranom i pulsnom radu, s time da se detektiraju gama zrake koje su posljedica inelastičnog raspršenja neutrona, uhvata termalnih neutrona i aktivacije brzim i termalnim neutronima.



Slika 10: Mina koja sadrži 200 grama eksploziva sakrivena je u koferu koji je onda ozračen neutronima uz detekciju pridružene alfa čestice.



Slika 11: Iz izmjerenih spektara moglo se zaključiti da je u koferu sakriven eksploziv TNT.

“
Zaključak ovih mjerenja je da je pokazana mogućnost određivanja lokacije objekta koji se nalazi u zatvorenom kontejneru (za ugljik i TNT). Ta se informacija nalazi u mjerenom vremenu proleta, takozvani TAC spektar (pridružena alfa čestica je start impuls a gama zraka proizvedena u ispitivanom objektu je stop impuls).”



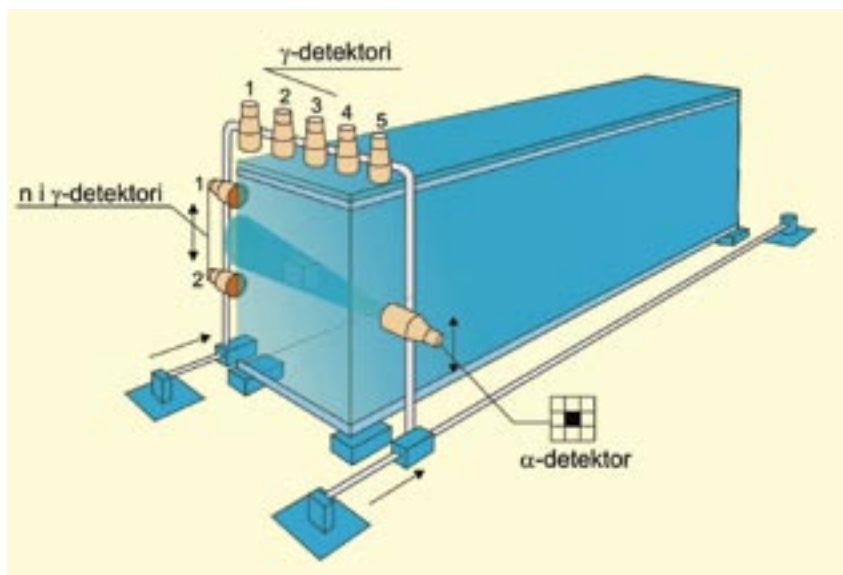
Slika 12: Komponente prijenosnog sistema.

9. Korištenje brzih neutrona s detekcijom pridružene alfa čestice: novi neutronski senzor

Kod nuklearne reakcije $d + t \rightarrow \alpha + n$ bombardiranjem triticijeve mete snopom deuteronu nastaju 14 MeV neutroni i tako zvana pridružena alfa čestica. Za svaki neutron jedna alfa čestica. Zakoni čuvanja energije i količine gibanja definiraju i kutove čestica, pa se detekcijom alfa čestice točno zna smjer u kojem je otišao pridruženi neutron. Brzina neutrona ovisi o njegovoj kinetičkoj energiji, pa se mjerenjem vremena preleta može ustanoviti put kojeg je neutron prošao. Sve je to ilustrirano na slici 6.

Koristeći ove osnovne principe nuklearne fizike u tijeku su eksperimenti s namjerom razvoja sistema za inspekciju kontejnerskog tereta pomoću brzih neutrona. Ti se eksperimenti izvađaju na Institutu Ruđer Bošković u Neutronskom laboratoriju koji je smješten u podzemnom prostoru (DEPu).

Slika 7 prikazuje unutrašnjost eksperimentalnog prostora u kojem se nalazi neutronski generator i predmeti koji se analiziraju. ■■■



Slika 13: Shematski prikaz neutronskog senzora.

analiza sumnjivog volumena korištenjem neutronskog senzora.

Slike 10 i 11 pokazuju mogućnost detekcije eksploziva sakrivenog u koferu a princip je isti kao kod prethodnih mjerenja s kontejnerom.

9.1 Prijenosni neutronski senzor

Potreba za utvrđivanjem prisustva ili neprisustva eksploziva se često javlja na terenu pa je za takve slučajeve potrebno razviti prijenosni sistem. Slika 12 prikazuje komponente prijenosnog sistema: neutronski izvor, detektore i PC s 50 metara kabela.

9.2 Detekcija nuklearnog materijala skrivenog u kontejneru

Aktivacija brzim neutronima upotrebljiva za detekciju kemijskih elemenata: O, Cl, F, U. Mogu se detektirati uranovi spojevi: floridi, oksidi i kloridi. Aktivacija brzim i sporim neutronima može razlikovati različite

omjere koncentracija $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$.

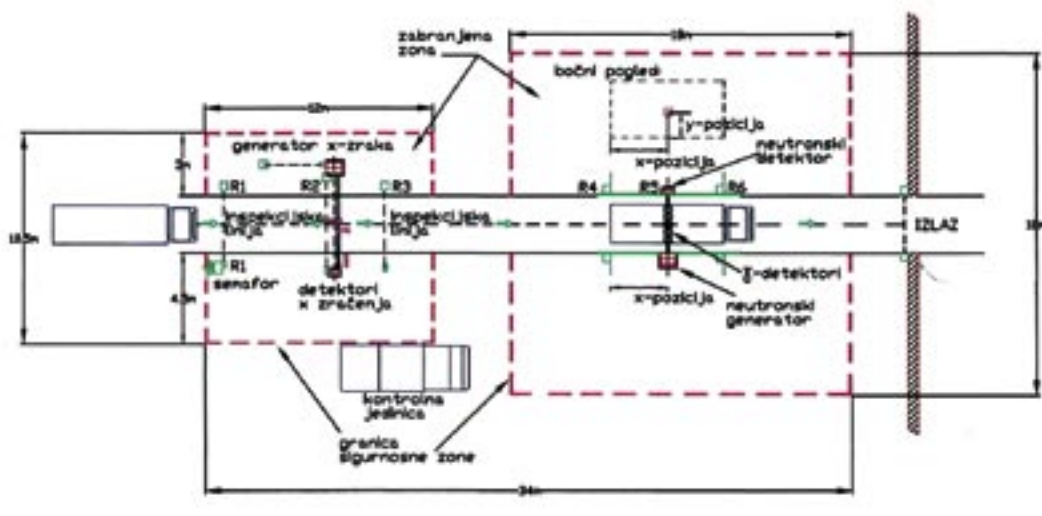
10. Projekti u tijeku

Dva najznačajnija projekta na kojima sada radimo u Institutu Ruđer Bošković su:

A NATO projekt Sfp-980526 «Control of Illicit Trafficking in Threat ...»

Za kalibraciju uređaja se obično koristi blok grafitna za informacije koje se dobiju ozračivanjem 14 MeV neutronima su prikazane na slikama 8 i 9. Slika 8 prikazuje energijski spektar ugljika dok slika 9 prikazuje vremenski spektar alfa-gama koincidencija - TAC spektar koji određuje poziciju grafitnog bloka.

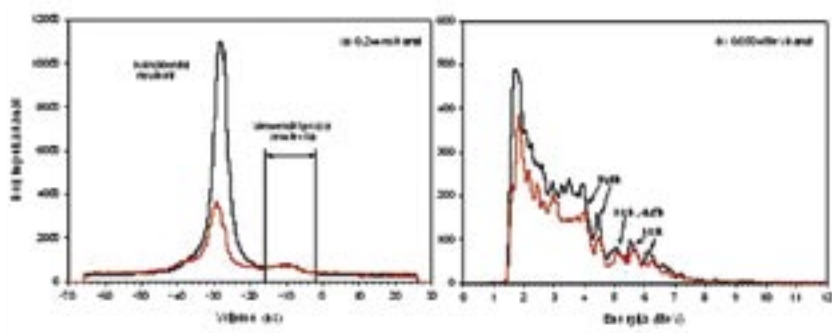
Zaključak ovih mjerenja je da je pokazana mogućnost određivanja lokacije objekta koji se nalazi u zatvorenom kontejneru (za ugljik i TNT). Ta se informacija nalazi u mjenom vremenu proleta,



Slika 14: Kontrola kontejnera korištenjem sistema s dva senzora.

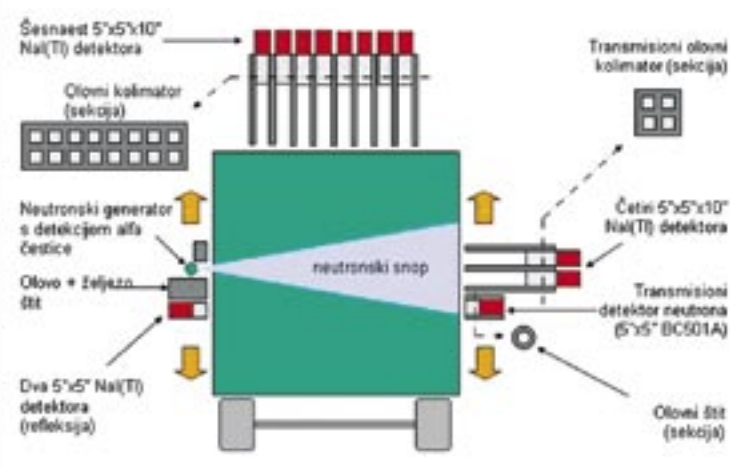
takozvani TAC spektar (pridružena alfa čestica je start impuls a gama zraka proizvedena u ispitivanom objektu je stop impuls). Identifikacija objekta se pak vrši analizom koincidentnog gama spektra.

Sovim mjerenjima učinjen je "prove of principle". Time je pokazano da je moguće konstruirati multisenzorski sistem koji se sastoji od brzog ispitnog senzora x-zraka (čitavi kontejner) iza kojeg slijedi detaljna elementalna



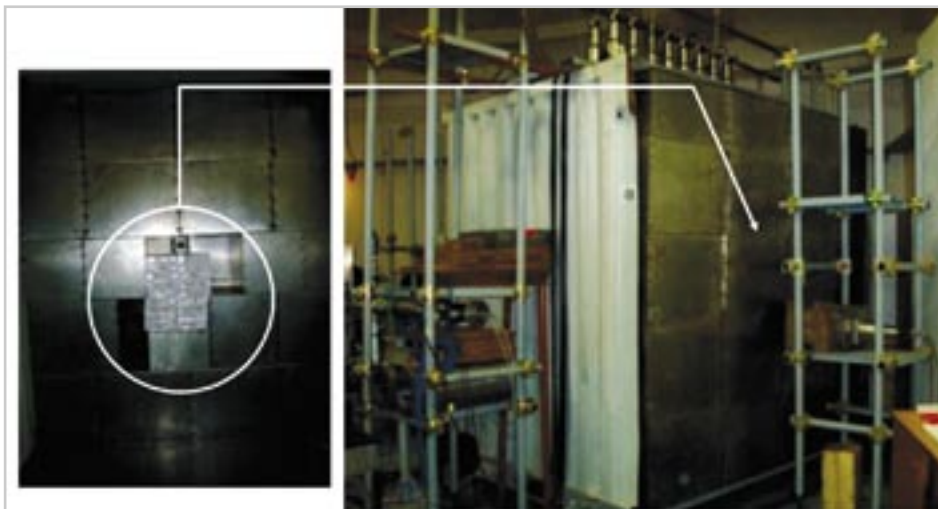
Slika 15: Vremenski i energijski spektri za mete papir, simulant eksploziva (crno) i SEMTEX 1A (crveno) skrivenih u matrici željeza u kontejneru.

Materials and Humans». Projekt se realizira u suradnji s INFN, Padova, Italija (članica NATO), a opisan je



Slika 16: Princip rada EURITRACKovog neutronskog portala.

ukratko i u NATO News No.66; ukupno odobrena sredstva za realizaciju projekta za trogodišnji period iznose 310.000,00 Eura.



Slika 17: EURITRACK eksperimentalni set-up na IRBu.

B Evropska Unija, FP6 Specific Targeted Research or Inovation Project - "EURITRACK, European Illicit Trafficking Countermeasures Kit". U ovom evropskom projektu učestvuju institucije iz Francuske, Italije, Belgije, Poljske, Švedske i mi. Rezultat bi trebao biti model evropskog uređaja za inspekciju kontejnera. Projekt košta 4.198.566,00 Eura, od kojih EU daje 2.450.000,00 Euro. Naša uloga u projektu, iako mala (192.000,00 Eura) je bitna, jer iako Hrvatska nije članica EU mi smo u projektu ravnopravni partneri zbog priznanja naše ekspertize i kvalitete laboratorija. Prikazat ćemo ukratko neke od rezultata rada na ta dva projekta.

10.1 NATO projekt Sfp-980526

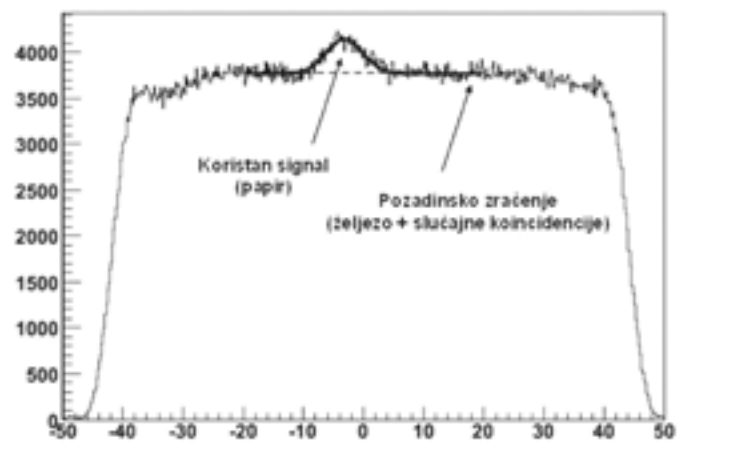
Cilj projekta je izvršiti sva mjerenja i proračune koji bi omogućili konstrukciju neutronskog senzora čija je shema prikazana na slici 13. Njegova bi funkcija bila u dobivanju elementalne informacije na mjestu od interesa utvrđenom prethodnim pregledom pomoću x ili gama senzorom (vidi sliku 14).

Takav će se uređaj sa dva senzora postaviti i ispitati na izlazu iz kontejnerskog terminala «Brajdica», Luka Rijeka. Do sada je učinjen niz eksperimenata uglavnom da bi se izabrao tip detektora, najpovoljnija geometrija, utjecaj matrice tj. materijala s kojim je popunjen kontejner na brzinu brojanja detektora. Dosadašnji rezultati su prikazani na međunarodnim konferencijama i u znanstveno-tehničkoj literaturi.

Učinjeni su i eksperimenti sa stvarnim eksplozivima, i to s 30 kg TNT i s 100 kg Semtex 1A. Preliminarni rezultati pokazuju mogućnost detekcije prisustva eksploziva unutar zatvorenog kontejnera.

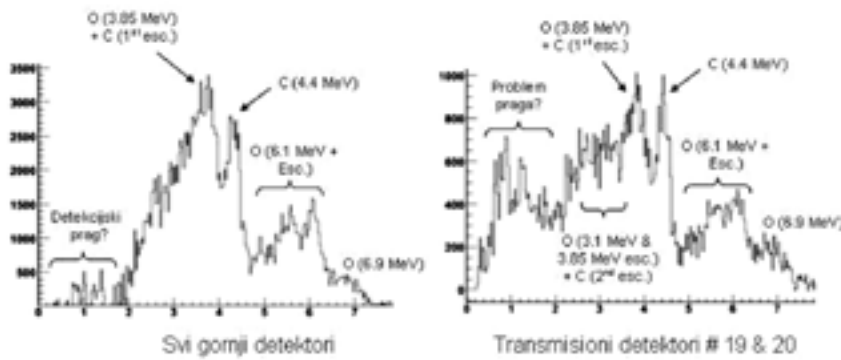
Tako, na primjer, slika 15 prikazuje vremenske i energijske spektre za dvije mete: eksploziv SEMTEX

1A i papir (korišten često kao elementalni simulant eksploziva) skrivenih u matrici željeza u kontejneru. Energijski spektri detektiranih gama zraka su slični jer je omjer C/O za ta dva materijala skoro isti. Zbog toga kao treću varijablu u identifikaciji materijala koristimo broj neutrona (vremenski prozor na unaprijed raspršene neutrone) što je proporcionalno gustoći materijala. ■■■



Slika 18: Vremenski spektar svih detektora EURITRACK portala.

Element	E, [MeV]	E, [MeV]	E, [MeV]	E, [MeV]
	(σ [mb])	(σ [mb])	(σ [mb])	(σ [mb])
C	4.45 (210)			
O	6.13 (160)	3.85 (85)	6.91 (60)	3.19 (50)



Slika 19: Energijski spektri detektiranog gama zračenja pojedinih grupa detektora.

fotomultiplikatorom), detektori brzih neutrona i gama zraka, razvoj elektronike za mjerenje koincidentnih gama spektara te razvoj integriranog softvera koji upravlja generatorom i detektorima, sakupljanjem i analizom podataka.

Realizacija ovog trogodišnjeg projekta je podjeljena u devet radnih paketa (work packages): WP1-Potrebe, WP2-Projektiranje, WP3-TNIS (Tagged Neutron Inspection

System), WP4-Informacijski sistemi, WP5-Prototip, WP6-Demonstracija, WP7-Iskorištenje i Informiranje, WP8-Evaluacija i WP9-Menagement. WP3 ima 10 zadataka (tasks) uključujući i Task 2: Laboratorijska ispitivanja koji je naša odgovornost. U realizaciji tih mjerenja u Neutronskom laboratoriju IRBa osim Ruđerovaca (Vladoj Valković, Davorin Sudac, Saša Blagus, Jasmina Obhodaš, Karlo Nađ, Mladen Koncul, Željko Orlič) sudjeluju i ekipe iz CEA (Francuska), INFN (Italija), SODERN (Francuska), JRC (Ispra, Italija), IPJ (Poljska).

U tijeku je takozvani "Integration test", ispitivanje svih konačnih komponenti uređaja u realnim uvjetima rada neutronskog portala. Nakon što je čitav sistem sastavljen u središte kontejnera punog željeznih kutija (željezna matrica gustoće $\rho = 0,2 \text{ g/cm}^3$) stavljen je volumen papira (simulant eksploziva) kao što pokazuje slika 17:

Prisustvo simulanta u kontejneru utvrđeno je iz vremenskog spektra (lokacija) i energijskog

10.2 EURITRACK

Zadaća 4.198.566,00 Eura vrijednog projekta je konstrukcija europskog uređaja za kontrolu kontejnerskog tereta čiji bi se ukupni koncept ispitao u nekoj Europskoj kontejnerskoj luci. Princip rada je prikazan na slici 16. Uređaj se sastoji od portala koji omogućuje pozicioniranje neutronskog generatora na položaj u kojem se nalazi sumljivi predmet što je prethodno utvrđeno radiografijom. Gama zračenje proizvedeno u kontejneru detektira se pomoću tri baterije NaI(Tl) detektora: šesnaest iznad kontejnera, četiri na suprotnoj stani kontejnera i dva na istoj strani kontejnera kao i neutronski generator. Ispitivani objekt će se identificirati mjerenjem omjera koncentracija elemenata C, N i O.

Projekt EURITRACK čine slijedeći zadaci: razvoj prijenosnog deuterium-tritium neutronskog generatora s position senzitivnim alfa detektorom (8x8 matrica YAP:Ce kristala povezan s multi-anodskim



Slika 20: Zrakoplovna bomba na dnu mora.

spektra gama zraka (kemijski sastav materijala). Ta dva spektra dobivena eksperimentalno pokazana su na slikama 18. i 19. što se smatra dokazom da u principu ovakav sistem može raditi. Sve dalje je stvar poboljšanja rada i traženja optimalnih tehničkih rješenja. Sva laboratorijska mjerenja biti će dovršena do kraja mjeseca lipnja ove godine.

11. Zaključna razmatranja

U dosadašnjem eksperimentalnom i teorijskom radu (Monte Carlo proračuni) pokazana je mogućnost određivanja lokacije objekta koji se nalazi u zatvorenom kontejneru (za ugljik, eksplozive :Semtex 1A i TNT). Ta se informacija nalazi u mjerenom vremenu preleta, takozvani TAC spektar (pridružena alfa čestica je start impuls a gama zraka proizvedena u ispitivanom objektu je stop impuls). Identifikacija objekta se pak vrši analizom koincidentnog gama spektra.

S ovim mjerenjima učinjen je "dokaz principa". Time je pokazano da je moguće konstruirati multisenzorski sistem koji se sastoji od brzog ispitnog senzora x-zraka (čitav kontejner) iza kojeg slijedi detaljna elementalna analiza sumnjivog volumena korištenjem neutronske senzora. Princip rada takvog senzora prikazan je na slici 6.

Napomenimo da su osnova razmišljanja sigurnosti SAD u pomaku granica i kontroli kontejnera prije nego li se ukrcaju za SAD. Da bi se to realiziralo potreban je čitav spektar mjera: od instalacije kontrolnih uređaja u kontejnerskim terminalima do uređaja koji osiguravaju da kontejner nije bio otvoren za vrijeme transporta, a sve to uz satelitski prijenos podataka.

Kontrola na početku puta znači da kontejner koji se treba ukrcati na brod koji putuje u SAD neće biti ukrcan ukoliko ne zadovolji striktnu uvjete sigurnosti. Nova granica treba biti "elektronska" a ne fizička, uz prikaz profila tereta u kontejneru dobivenog korištenjem uz sofisticirane banke podataka u kojoj su sadržani svi mogući podaci: od vladinih do komercijalnih, financijskih te podaci o putovanju kontejnera prije dolaska u terminal.

Kao početna mjera uvedena je takozvana Container Security Initiative"(CSI). Minimalni standardi za uključenje u CSI, su: 1. Luka mora imati redovni, direktni i značajan promet kontejnera prema lukama SAD. 2. Carinska služba mora biti u mogućnosti inspekcije tereta koji potiče iz zemlje, koji je u tranzitu

kao i onog koji se samo prekrcava. 3. Mora postojati mogućnost korištenja uređaja za inspekciju zatvorenog kontejnera (gama ili X-zrake) kao i uređaja za detekciju zračenja.

Danas već veliki broj svjetskih luka radi u režimu CSI. To su slijedeće luke: **Sjeverna Amerika** - Montreal, Vancouver i Halifax (*Canada*), **Europa** - Rotterdam (*Holandija*), Bremerhaven i Hamburg (*Njemačka*), Antwerpen i Zeebrugge (*Belgija*), Le Havre i Marseille (*Francuska*), Gothenburg (*Švedska*), La Spezia, Genoa, Naples, Gioia Tauro i Livorno (*Italija*) Felixstowe, Liverpool, Thamesport, Tilbury i Southampton (*U.K.*), Piraeus (*Grčka*), Algeciras, (*Španjolska*), **Azija** - Singapore (*Singapur*), Yokohama, Tokyo, Nagoya i Kobe (*Japan*), Pusan, (*Južna Koreja*), Port Klang i Tanjung Pelepas (*Malezija*), Laem Chabang (*Tajland*), Shanghai i Hong Kong (*Kina*), Dubai (*Ujedinjeni Arapski Emirati*), **Afrika** - Durban (*Južna Afrika*).

Očito je da Hrvatska mora imati barem jednu luku opremljenu tako da može raditi u CSI ili nekom sličnom režimu. Putovi prijevoza robe kontejnerima zaobilaziti će luke gdje metode kontrole usporavaju tok prometa, jako dugo traju i nisu učinkovite. Hrvatska će još neko vrijeme biti granična država s EU i na križanju mnogih puteva nezakonite trgovine. Zbog toga treba razviti i primijeniti koncept "pametne granice" s čime bi se doprinijelo bržem prolazu tereta i ljudi preko granice uz povećanu efikasnost kontrole.

Doprinos ekonomskom razvoju Hrvatske osim uključjenja u tokove prometa može biti i proizvodnja neutronske senzora ili samo nekih njegovih komponenti za potrebe tržišta što bi omogućilo partnerstvo RH s EU na ekonomskoj osnovi.

Naš budući eksperimentalni rad koncentrirat će se na razvoj sistema koji bi radeći na istom principu mogao utvrditi prisustvo (ili ne) u objektima koji leže na dnu mora. Naime, nakon ratova u prošlom stoljeću ostala su dna mnogih mora kontaminirana objektima, kao što je ovaj pokazan na slici 20.

Zajedno s kolegama s Fakulteta elektronike i računarstva te Instituta za istraživanje i razvoj obrambenih sustava pokušat ćemo razviti senzor koji će moći utvrditi da li se u ovakvom objektu na dnu mora nalazi eksploziv ili ne. To će biti doprinos sigurnosti naših luka i priobalnog mora. ■

OPAŽANJA JEDNOG UMIROVLJENIKA

17

O kreneš najvažniji list kalendara, najvažniji list u godini, nazdraviš i popiješ novogodišnji šampanjac i skočiš iz rukovodeće (radne) fotelje u umirovljeničku stolicu. Riješio si bitno pitanje dana odlaska u mirovinu (31.12. ili 1.1.), predao zahtjev i čekaš rješenje. A već su ti neslužbeno izračunali neku mizernu mirovinu. Ne znaš više da li te se uopće tiču zbivanja na Institutu, da li će se plaćati PDV ili neće, kolika ti je plaća, koliki su koeficijenti, a zapravo rješenja još i nemaš. Da, onog rješenja o kome ti financijski zavisi nastavak života a to je rješenje iz mirovinskog, Neopterećen odgovornostima sve ti se čini nekako drugačije, ali pogled, bolje rečeno način na koji gledaš na čitav život na Institutu je drugačiji. Sada si možda u stanju da neovisno o svemu doneseš i neke sudove, dadeš neka mišljenja o životu u Institutu. Ne tiče te se više da li će se brojiti citati ili neće, da li će ti stići mjesečna rata za stari projekt za koji je istekao ugovor, da li će prihvatiti novi projekt i koliko će ti novaca od njega "uzeti" Institut, misliš i žališ one ljude koje to brine. Gledaš, zapravo promatraš beskonačne diskusije i rasprave, polemike oko toga i misliš da li je to zapravo sve skupa potrebno imajući i dalje Institut u svom srcu i želeći mu najbolje. Da li je to put kojim Institut treba ići? Može li se brže i bezbolnije riješiti pitanje znanosti u ovoj zemlji? Pa da se znanstvenici posvete isključivo znanstvenom radu a da stalno ne "krpaju kraj s krajem" u loše financiranim projektima.

No znanstveni rad te i dalje privlači. Možda je to ljubav a možda ništa drugo ne znaš raditi, hobija nemaš a kako potrošiti slobodno umirovljeničko vrijeme i preživjeti od mirovine. A nisi bio saborski zastupnik! Čak ni titula akademika tu mnogo ne pomaže (financijski). Pa opet nastaviš raditi na projektima, putovati, publicirati i pitaš se da li se nešto uopće promijenilo. A stvarno jeste. Sva sreća da su te promovirali u "emeritusa" pa možeš i voditi projekt.

No osnovna je ipak promjena: "sloboda" rada. Ne gubiš vrijeme na često beskorisnim sastancima, radu na administraciji, možeš se potpuno posvetiti svom "hobiju", znanstvenom radu. No "borba" za njegovu financiranje ostaje.

Tek sada kada si preskočio u drugu stolicu (umirovljeničku), polako se konačno ostvaruju i one ideje koje si godinama imao o korisnosti ovog Instituta ne samo za svjetsku znanost nego i ovu našu državu. Ali već na prvim koracima u tim razmatranjima vidiš da to neće biti lako, ne samo zbog ljudi iz Instituta nego i zbog toga što je ova država dovoljno neorganizirana da ti ne pruža ono malo šanse koju imaš da provedeš svoje ideje i pomogneš joj. No boraveći i dalje na Institutu srećeš grupe mladih ljudi, treba priznati Institut se pomlađuje, uđeš u restoran i desi se da ne poznaješ nikoga, a tebe i oni gledaju malo čudno. Na mladima svijet ostaje i nadati se da će njima biti bolje nego što je bilo nama. No hrana je u restoranu dosta dobra, dakle kritike pomažu barem kod nas u restoranu.

Abotićnice. Sada dobivamo na kapaljku one iz 2000. Ai 2001. godine. I to još ne svi. A sugerira se i tužba za ovrhu Instituta. Stvarno smo daleko došli. A zašto bi bili bolji od drugih? S jedne strane težimo da budemo centar izvrsnosti a s druge ga tužimo sudu. Interesantne li sadašnjosti. Trebali bi ukinuti takve stvari. Samo su razlog za preopterećenost naših sudova! Prošlo je vrijeme i poreznih prijava. Vjerujte internet je tu mnogo učinio. Sad već gotovo svi koji su se upoznali tim informatičkim alatom ispunjavaju prijave sami o to interaktivno. Sam/www.globalfon.hr/o ih treba poslati a i to će možda iduće godine biti riješeno.

Mislim da je glasnogovornik Instituta dobra investicija. Govorio sam godinama da je ono što Institutu fali nedostatak informacija i prema vani i prema unutra. Ne primarno nedostatak novca nego slaba informiranost, jer ako ne znate kod koga da se za financiranje prijavite onda ne možete ni uspjeti. Tako sada ekipa iz Računalnog centra ubire priznanja za svoj programski paket za grozd računala. O tome je vijest došla i do javnih medija, dnevnog tiska, radia i televizije (teletekst). Iako to/www.globalfon.hr/ neki na Institutu ismijavaju kao nevažnu reklamu, mislim da je to jedan od dokaza da je trebalo održati računalni centar i sačuvati njegove ljudske resurse.

Ajoj što smo "pametni" a možda i jesmo (vidi broj citata)! A trebalo bi barem skinuti paučinu sa spomenika Nikoli Tesli i očistiti ga da nam ga ne uzmu pod izlikom da se ne brinemo dovoljno za njega. Čujemo se.

Vaš umirovljenik



Poznato je da smo zajedno jači i da je bolje udružiti se nego protiv vjetrenjača jahati sam, pa su u skladu s tim i poslijediplomski studenti odlučili osnovati svoju udrugu. Tako je u studenom 2005. godine zaživio MLAZ, Mreža MLAdih Znanstvenika, udruga koja okuplja poslijediplomante i mlade znanstvenike iz svih znanstvenih disciplina sa područja cijele Hrvatske. Kao predstavnica hrvatskih poslijediplomanata i mladih znanstvenika, udruga je početkom 2006. godine primljena u ravnopravno članstvo EURODOC-a (the European Council of Doctoral Candidates and Junior Researchers), Europskog vijeća poslijediplomanata i mladih znanstvenika.

Poticaj za osnivanje MLAZ-a prvenstveno je potekao iz činjenice nepostojanja udruge koja bi okupljala mlade znanstvenike na državnoj razini, odnosno koja bi se bavila općom problematikom zajedničkom za sve mlade znanstvenike bez obzira na područje njihovog rada, radno mjesto ili mjesto prebivališta. S obzirom da su mladi znanstvenici gotovo pa nevidljivi u današnjem društvu, glavni ciljevi udruge su unapređenje, razvoj i promicanje zajednice mladih znanstvenika i njene uloge u društvu. Ostvarivanje tih ciljeva zamišljeno je kroz: poticanje komunikacije, razmjene ideja, suradnje te kontakta među mladim znanstvenicima; poboljšanje protoka informacija unutar zajednice mladih znanstvenika; izrada prijedloga, izmjena i dopuna zakonskih i podzakonskih akata u domeni poslijediplomskih studija/studenata; suradnju, umrežavanje i udruživanje s organizacijama, grupama i pojedincima iz zemlje i inozemstva koji se bave istom ili sličnom djelatnošću.

Po statutu MLAZ-a, redovnim članovima udruge mogu postati studenti poslijediplomskih sveučilišnih studija u RH i osobe izabrane u suradnička zvanja i na radna mjesta pri znanstvenim organizacijama upisanim u Upisnik znanstvenih organizacija. Redovni članovi mogu postati i pravne osobe, odnosno udruge koje okupljaju prije navedeno članstvo. Pridruženim članovima mogu postati studenti poslijediplomskih studija u inozemstvu koji su dodiplomski studij završili u RH.

Da sve zamisli o djelovanju udruge ne bi ostale samo napisane na papiru, članovi se ovisno o svojim sposobnostima, interesima i iskustvu mogu uključiti u rad jedne od radnih grupa i tako "opipljivije" pridonijeti ostvarivanju ciljeva udruge. Radne grupe su više manje autonomne, nije ograničeno uključivanje u više grupa, dapače poželjno je da svoje talente iskoristite na što više načina, a grupe su: grupa za politiku visokog obrazovanja i znanosti, grupa za regionalnu suradnju, grupa za međunarodnu suradnju, grupa za ravnopravnost spolova, grupa "Znanost u društvu", grupa za suradnju s gospodarstvom, grupa "ICT u obrazovanju i znanosti", grupa za razonodu, podrška za usavršavanje (projekte i treninge) i podrška za komunikaciju

Nadam se da sam vas ovako ukratko predstavivši osnovne informacije vezane uz MLAZ, barem malo zaintrigirala pa ćete prvom prilikom "kliknuti" na <http://www.mlaz.net> te tamo saznati sve detalje koji vas zanimaju, a možda se i aktivnije uključiti u djelovanje udruge. Jer, nemojte zaboraviti, i tulume treba netko organizirati.

*Dragomira Majhen
Zamjenica predsjednika Vijeća Asistenata IRB-a
Članica organizacijskog odbora MLAZ-a*

kiselina u suradnji s Dr. Đurđicom Škarić i ubrzo nakon toga na nukleozidima. Prvi rad na hidroksi pirimidinima izašao je 1963. g i objavljen je u *Croatica Chemica Acta*. Od tada pa sve do završetka svoje plodne i uspješne karijere, Vinko Škarić je fasciniran nukleobazama, nukleozidima i nukleotidima, jednostavnim malim organskim molekulama, koje su međutim građevne jedinice nukleinskih kiselina, te stoga leže u samoj srži tajne života. Na početku svojega istraživačkog rada u ovom području V. Škarića su najprije zanimale prirodne modifikacije nukleozida, posebno 5,6-dihidrouridin (DHU) koji je pronađen u nizu topljivih ribonukleinskih kiselina (t-RNK). Radovi na hidropirimidinima kao i sinteza 5,6-dihidro-2-tiouracila bili su publicirani (1963 i 1964) te niz radova kasnije sa suradnicima, Dr. B. Gašpertom, Dr. Verom Turjak Zebić, Dr. Ivom Jerkunicom, i kasnije Dr. Marjanom Hohnjecom.

Važno otkriće AZT-a, (azidotimidina) sredinom devedesetih godina, kao selektivnog inhibitora virusne reverzne transkriptaze, enzima nužnog za reprodukciju HIV retrovirusa, bilo je poticaj za istraživanja koja su dovela do sinteze novih azido i amino analoga AZT-a, sinteze (5R)- i (5S)-diastereoizomera AZT-a te 5,6-dihidro AZT-a, zatim različitih azido, diazido i aminoazido analoga uridina te 5,6-dihidrouridina ribo-, arabino- i ksilo-konfiguracija šećernog dijela.

Laboratorij za stereokemiju i prirodne spojeve kojega je na Institutu utemeljio V. Škarić ubrzano raste te se istraživačkoj grupi uz Jasenku Matulić Adamić pridružuju i Zlata Raza te Janja Makarević koja radi na malim peptidima i derivatima vicinalnih cikloheksan dikarboksilnih kiselina kao efikasnim kelatorima metalnih kationa. Nešto kasnije u Laboratorij dolaze Darinka Katalenić, Milan Jokić, Anja Čizmek te Biserka Kašnar sada Žinić. Nekako u isto vrijeme doktorat u grupi prof. Škarića radi i Prof. Maja Pavela Vrančić, donedavna dekanica PMF-a u Splitu. Kratko vrijeme u grupi su radili i sadašnja profesorica organske kemije na Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu Olga Kronja i profesor kemije na Veterinarskom fakultetu Miroslav Bajić.

U jednom drugom značajnom dijelu svog istraživačkog rada Prof. Škarić je sa suradnicima intenzivno radio na sintezama strukturnih analoga nukleozida koji umjesto šećera ribofuranoze imaju samo jedan njegov fragment; na pr. hidroksilirani alifatski lanac, hidroksietar ili šećerni fragment kojem nedostaje jedna ugljik-ugljik veza (seko-nukleozidi). Najpoznatiji predstavnici ove grupe spojeva koji se nalaze na tržištu lijekova su Aciklogvanozin (aciklovir ili Zovirax) i ganciklovir koji su koriste za liječenje herpesnih infekcija. Kemiju alifatskih i acikličkih analoga pirimidinskih nukleozida uveo je V. Škarić na IRB još daleke 1968. godine kada je u laboratoriju prvi put sintetiziran 1-aliltimin; ovaj spoj je cis-hidroksilacijom preveden u 2,3-dihidroksitimin dakle alifatski analog

timidina. U središte znanstvenog interesa u periodu 1980-1993. dolaze stereoselektivne transformacije na šećernom dijelu nukleozida tako da je objavljeno više značajnih sterokemijskih radova u poznatim internacionalnim časopisima.

Sa druge strane alifatski i aciklički analozi pirimidinskih nukleozida sintetizirani u Škarićevom laboratoriju poslužili su kao vrlo dobri polazni spojevi u istraživanjima mogućih puteva različitih intramolekularnih ciklizacija i transformacija pirimidinskih nukleozida. Navedene transformacije otvorile su put prema sintezama čitavog niza novih heterobicikličkih ili tricikličkih spojevi te tricikličkih anhidro ili ciklonukleozida. Nažalost nisu provedena biološka testiranja ovih interesantnih sasvim novih grupa spojeva tako da njihov biološki potencijal ostaje i dalje skriven i nepoznat.

Znanstveni opus V. Škarića pretežno iz kemije nukleozida i nukleotida, broji preko 120 radova i patenata a izrađeno je i preko 20 doktorata. Tijekom 32 godine intenzivnih istraživanja u laboratoriju Dr. Škarića provedeno je tisuće sintetskih reakcija i sintetizirane se stotine novih spojeva. Osim sintetske kemije nukleozida u Laboratoriju su istraživane neuobičajene aminokiseline, peptidi i tetraciklini posljednja tema u suradnji sa PLIVOM. Iz ove suradnje proizašlo je oko 20 domaćih i internacionalnih patenata, u koautorstvu sa Dr. Bilović i Dr. Slobodanom Đokićem (autorom sumameda) iz PLIVE.

Sredinom 80-tih godina pa sve do povlačenja u mirovinu, 1993. znanstveni interes V. Škarića jednim se dijelom usmjerava prema tada sasvim novom području istraživanja - supramolekularnoj kemiji i to na poticaj M. Žinića, tada novog suradnika u njegovom laboratoriju. Iz toga perioda treba spomenuti rad na prvim sintetskim receptorima nukleozida i nukleotida u suradnji s francuskim nobelovcem Jean-Marie Lehnom, te sinteze kiralnih krunastih etera i lariat etera polazeći od nukleozida i nukleobaza.

Akademik Vinko Škarić bio je cijeli svoj radni vijek potpuno odan znanosti i znanstvenim istraživanjima. Ako se poslužimo poznatom izrekom Mahatme Gandija :

«Moj život je moja poruka»

tada život akademika Vinka Škarića, znanstvenika, organskog kemičara i nadasve Ruđerovca ima jasnu poruku i ona glasi:

«Moj život bila je moja obitelj, moja znanost i Institut Ruđer Bošković».

Neka je vječna slava i hvala akademiku Vinku Škariću.

MLADEN ŽINIĆ

In memoriam

Akademik Vinko Škarić

David Lloyd Georg, Britanski premjer 1863-1945:
«One generation plant trees,
and the next enjoys the shade».



Prvog dana Nove 2006. godine, nakon duge i teške bolesti zauvijek nas je napustio istaknuti hrvatski organski kemičar, jedan iz generacije Ruđerovih velikana, dugogodišnji ravnatelj Instituta Ruđer Bošković i redoviti član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Vinko Škarić. Ime akademika Škarića neraskidivo je vezano uz razvitak hrvatske organske kemije i Instituta Ruđer Bošković. Svojim djelovanjem kao čovjek i znanstvenik Vinko Škarić posebno je zadužio Institut Ruđer Bošković u čijem utemeljenju i razvoju aktivno i nadasve predano sudjeluje gotovo od samih njegovih početaka. Vinko Škarić svakako pripada onoj velikoj generaciji Ruđerovaca «koja je sadila drveće».

Vinko Škarić je rođen 16. listopada 1923. u Splitu gdje je završio temeljno obrazovanje. Nakon ratnih godina 1941.-45. dolazi u Zagreb i 1945. upisuje se na Kemijsko tehnološki odjel Tehničkog fakulteta. 1951. god. diplomira na istom fakultetu obranivši diplomski rad iz područja sintetske organske kemije koji je izradio pod vodstvom Prof. Viktora Hahna. Nakon diplome kratko radi u Institutu za naftu te 1953. dolazi na Institut Ruđer Bošković na kojem provodi ostatak svojeg radnog vijeka. Akademik Vinko Škarić bio je predsjednik Poslovnog odbora Instituta (1964.-66.), predsjednik Znanstvenog vijeća u nekoliko mandata te direktor Instituta u periodu 1966.- 1974. Od 1969.- 1974. bio je zastupnik u Saboru SRH, predsjednik saborskog Odbora za visoko školstvo i zanost. U periodu 1988. – 1991. obnašao je dužnost prorektora za znanost Sveučilišta u Zagrebu a niz godina bio je predsjednik Odbora za koordinaciju rada matičnih povjerenstava Zajednice hrvatskih sveučilišta. Bio je član Hrvatskog kemijskog društva od 1953., Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa od 1955., Association of Harvard Chemists od 1960., The Royal Society of Chemistry od 1969., Akademie der Wissenschaften und Literatur-Mainz od 1972., Schweizerische Chemische Gesellschaft od 1975. Bio je također i član družbe «Braća Hrvatskog Zmaja» (zmaj postirski od 1991.). Izabran je za člana suradnika JAZU 1977. izvanrednim članom postaje 1986 a redovitim članom HAZU, 1991. Obnašao je i dužnost tajnika Razreda za matematičke fizičke i kemijske znanosti HAZU 1991. – 1994. Za znanstveni rad nagrađen je Državnom nagradom za znanost «Rugjer Bošković» 1978. a 1990. dobiva Nagradu za životno djelo.

*«Dear Vinko,
...I am sure you know my conviction
that your work here was outstanding
and that I enjoyed and valued our
association, both personal and scientific
in every way.*

Cordially, R. B. Woodward

Bogati znanstveni opus Vinka Škarića započinje radovima na sintezi i stereokemiji prirodnih spojeva izoliranih iz nekih gljiva uključujući vrlo otrovnu amanitu muskariju, sintezama difeniletera, te aminoglioksalnih derivata amino kiselina. Vinko Škarić kao mladi istraživač koji tek kreće u avanturu znanstvenih istraživanja surađuje s našim istaknutim organskim kemičarima toga vremena: Krešimirom Balenovićem, kod kojega i doktorira te, Nevenkom Bregant i Branimirom Gašpertom s kojim kasnije surađuje kroz dugi niz godina, te Viktorom Hanom, Žarkom Stojancem i Dušanom Dvornikom. Tijekom 1957. V. Škarić odlazi na poslijedoktorsku specijalizaciju u kod Prof. Lea Mariona, National Research Council Ottawa gdje radi i objavljuje radove iz područja kemije alkaloida. Iz njegovog ranog opusa naročito treba istaknuti rad «New Aspect of Chemistry of Chlorins» objavljen u J. Am. Chem. Soc. 1961. god. koji nastaje tijekom njegove druge specijalizacije 1960.-61., ovaj puta na Harvardu, kod nobelovca i jednog od najvećih sintetskih kemičara 20-tog stoljeća, Roberta Burns Woodward-a.

Koliko je mladi Škarić bio uspješan istraživač na Harvardu pokazuje ulomak iz Woodwardovog pisma koji i sam Škarić citira u svojem članku objavljenom u Enciklopedia moderna 1992.

Povratkom na Ruđer, 1962. Vinko Škarić započinje rad na sintezi derivata terahidroindazolona karboksilnih