

Subdomeniul 1. 11 – Securitate și siguranță

1. Definirea și prezentarea domeniului de aplicație al nanotehnologiilor

CONFORM GENESYS

La nivel mondial, nanotehnologia aduce o contribuție importantă în domeniul securității și al siguranței cu preocupări și rezultate în sănătate și protecția individului, mediu (prin protecția împotriva dezastrelor naturale și a riscurilor generate de industrie), sisteme informaționale (detectie, autentificare), infrastructura de transport (aerospațială, terestră și navală), managementul crizelor și terorism (arme chimice, biologice, radiații, arme nucleare și explozibile), în domeniul militar.

În acest sens cercetările în domeniul nanotehnologiei pe plan mondial se axează pe dezvoltarea de materiale și asamblarea acestora în dispozitive nanotehnologice. În prezent, cercetările în domeniul nanotehnologiei, inclusiv pentru securitate și siguranță, abordează două aspecte importante și anume “top-down” – care se axează pe miniaturizarea dispozitivelor prin îmbunătățirea tehnicilor existente și incorporarea dezvoltărilor tehnologice recente și, “bottom-up” – care se axează pe stimularea atomilor și a moleculelor în vederea organizării și asamblării acestora în sisteme complexe care vor fi capabile să funcționeze ca dispozitive similare cu cele din celulele biologice. Fiecare din aceste metode reprezintă o confruntare și dorința cercetătorilor este de a le combina în vederea obținerii unor sisteme hibride care vor încorpora auto-asamblarea în tehnologiile “top-down” existente.

În domeniul securității și siguranței este de așteptat ca nanotehnologia să joace un rol important în dezvoltarea de: detectoare pentru agenți chimici și biologici, materiale de camuflaj, materiale textile inteligente, sisteme de supraveghere inteligente, etc.

Documentul GENESYS precizează o serie de aplicații potențiale ale nanotehnologiilor în domeniul siguranței și securității: detectoare pentru agenți chimici și biologici, materiale pentru camuflaj, textile ușoare și cu proprietăți de autoreparare și sisteme miniaturizate de supraveghere. În acest

Securitatea globală este abordată pe 6 direcții majore:

1. Omul – sănătate, protecție;
2. Sisteme informaționale – detecție/autentificare, colectare date
3. Managementul situațiilor de criză – sisteme complexe, comportament uman
4. Terorism – amenințări teroriste
5. Infrastructură – transport, facilități de producție;
6. Mediu – riscuri naturale și industriale

Nanotehnologiile cu impact în domeniul securității și siguranței includ două categorii generale:

1. Noi nanoscale (nanotehnici) și metodologii:

- noi metode pentru structurarea materialelor la nivel nano;
- crearea de noi căi pentru asamblarea și funcționalizarea materiei la nivel nano;
- metode de interconectare a lumii nano cu cea macro.

2. Noi nanomateriale:

- crearea de noi materiale cu proprietăți noi guvernate de nanostructură, proprietăți care să satisfacă cerințele din domeniul securității: rezistență, senzitivitate, versatilitate și selectivitate
- manipularea structurilor moleculare în corelare cu științele biologice;
- proiectarea de noi dispozitive care să combine diverse tehnologii (fizică, chimie, biologie) într-un singur senzor.

Scopul dezvoltării nanotehnologiilor în domeniul securității și siguranței este de a întări siguranța/securitatea individului (împotriva terorismului, crimei, violentei):

- Siguranța împotriva atacului individului de către alt individ (inclusiv prin utilizarea de arme de distrugere în masă), prin prevenirea, protecția la riscuri profesionale, decontaminare și profilaxie;
- Protecția împotriva riscurilor asupra persoanelor care intervin în arii în care au loc accidente de orice natură sau persoane aflate în zonele de risc de contaminare, etc;
- Securitatea în lanțul de distribuție a bunurilor de consum (copii ilicite de medicamente sau hardware);

Cercetările în domeniul securității iau în considerare următoarele aspecte:

- Nanomateriale pentru senzori și sisteme avansate de senzori ;
- Lanțuri de sisteme auto-organizate, conceptul de “systems of systems” etc.;
- Metode de testare a nanomaterialelor (cu proprietăți combinate de siguranță, fiabilitate, încredere și securitate);
- Nanomateriale pentru diagnoza (cantități foarte mici de substanțe inclusive bio-patogeni sau agenți chimici inspirați de biomolecule);
- Monitorizarea proprietăților nanomaterialelor (analize complexe), cum ar fi monitorizarea pe termen lung;
- Monitorizarea de la ariile foarte mici la arii foarte mari;
- Siguranța și fiabilitatea în cercetarea nanomaterialelor;

- Aspecte ale “tehnologiilor curate” in nanomateriale si nanotehnologii pentru aplicatii in nanosecuritate si nanosiguranta, inocuitatea acestora pentru o durata de viata mare, degradabilitatea si potentialul de refolosire;

- Aspecte sociale si tehnice ale securitatii si sigurantei;

- Analiza si managementul riscurilor bazate pe cunoastere in stiinta nanomaterialelor avansate.

Securitatea si siguranta instalatiilor cum ar fi: centralele electrice, rafinariile, instalatii de transport; sistemele computerizate de control a acestora sunt deasemenea de o importanta deosebita.

Problemele de mediu sunt deasemenea legate de securitate in sensul influentei pe care o au asupra sanatatii si integritatii persoanei cat si a influentei factorilor naturali sau creati de om asupra integritatii persoanei.

Tendintele specifice domeniului includ:

- **Senzori micro- si nanointegrati:** Microdispozitivele tind sa fie fiabile si plauzibile din punct de vedere tehnic pentru a putea fi utilizate in domenii de aplicatii cum ar fi: nanosenzori si nanoactuatori. Dezvoltarile in domeniul nanosenzorilor si nanoactuatoarelor sunt: nanosenzori chimici pentru aplicatii in securitate (de exemplu detectia de metale, gaze, droguri), nanotuburi si nanorețele de proteine (nanoreceptori), materiale nanostructurate bio- si electronice (biocipuri, materiale optice, quantum dots, fire, sol-gel, straturi subtiri, nanofire si nanopulberi, materiale fluorescente, micro-balante, sensori cromatici, etc), rețele auto-asamblate pentru nanodetectori utilizati in detectia chimica pe suprafete mari (textile, pereti, polimeri) si detectia mecanica la nivel atomic si nano-actuatori ce permit luarea unor masuri impotriva elementului de atac (prin bioreactii bazate pe nanoparticule si nanostructuri, nanomotoare).

- **Nano-biotehnologia** joaca un rol important in raspunsul la un atac chimic, biologic, radioactiv, nuclear sau exploziv. Astfel, trebuie identificate sursele, trebuie propuse metode de diagnostic, terapie si profilaxie; trebuie inteles profilul genelor si identificati agentii patogeni ce pot declansa boli si modalitatea de vindecare a acestora; trebuie identificate proteinele si implicarea acestora in patologii pentru a putea dezvolta noi metode de terapie.

- **Tehnologiile implicate in domeniul protectiei:** aceste tehnologii includ dezvoltarea de materiale inteligente pentru protectia persoanelor implicate in activitati cu risc major: militari, pompieri, persoane care lucreaza in medii toxice, etc. O categorie importanta o reprezinta materialele utilizate in constructii, in industria aeronautica si industria militara. Materialele dezvoltate prezinta duritate ridicata (nanocompozite), rezistenta la frictiune, coroziune, etc.

- **Tehnologii de decontaminare/refacere** vizeaza in special managementul crizelor, de exemplu prin utilizarea de aerogeluri pentru capturarea toxinelor

- **Implementare si tehnologii de comunicare**

Infrastructura europeană de cercetare trebuie să joace un rol important în proiectarea/sinteza/caracterizarea materialelor specifice pentru domeniul securității, în special în vederea soluționării compromisului dintre senzitivitate și versatilitate. Domeniile cheie de cercetare sunt:

- cristalografia generală a structurilor funcționale (în particular senzori);
- înțelegerea detaliată a dinamicii biomoleculelor;
- caracterizarea in-vivo a nano-arhitecturilor funcționale;
- modelarea 3D și caracterizarea rețelelor funcționale.

CONFORM ALTE DOCUMENTE

După sfârșitul Războiului Rece, amenințările de securitate care erau reprezentate de agresiunile militare pe scară largă au fost înlocuite de noi amenințări complexe, interconectate și cu un caracter transnațional. Acest lucru a făcut ca la nivel european strategia de securitate să includă crima organizată, terorismul, falimentul statelor, conflictele regionale și proliferarea armelor de distrugere în masă [Meeting the challenge: A European Security Research Agenda, Report from the European Security Research Advisory Board, September 2006]. Această nouă gamă de amenințări la adresa securității și siguranței au contribuit la reformarea industriei de securitate. În noul context acest domeniu include acum (sub denumirea de securitate civilă) mai multe elemente care anterior au fost abordate separat: controlul frontierelor, poliție, răspuns în caz de urgență și infrastructură critică de protecție.

Nanotehnologia oferă un potențial important pentru aplicațiile de securitate. La nivel european, ESRAB (abrevierea pentru European Security Research Advisory Board) considera dezvoltarea tehnologiei în termenii capabilităților necesare pentru a îndeplini misiuni specifice. Luând ca exemplu protecția antiteroristă sau lupta împotriva crimei organizate aceste capabilități includ [www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/Economics_Security_final.pdf]:

1. Detecție, identificare și autentificare
 - a. detectarea drogurilor, substanțelor explozive, chimice, biologice radioactive, nucleare.
 - b. scanarea de la distanță
2. Managementul informației
3. Evaluarea riscului, modelarea și reducerea impactului
 - a. dezvoltarea de măsuri care să reducă impactul balistic sau al exploziilor, aplicabile infrastructurii existente
 - b. dezvoltarea de măsuri de protecție împotriva contaminării clădirilor
4. Poziționare și localizare
 - a. supraveghere prin pereți, metale etc.

- b. marcarea, urmărirea și trasabilitatea componentelor care stau la baza fabricării diferitelor substanțe periculoase

5. Evaluarea și conștientizarea situațiilor periculoase.

În cadrul sesiunii anuale din 2005 a Adunării Parlamentare a NATO, raportorul german Lothar Ibrügger [autor al prezentării 179 STCMT 05 E - THE SECURITY IMPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY] afirmă ca nanotehnologia poate avea un impact dramatic asupra industrie militare. Nanomaterialele mai ușoare, mai rezistente din punct de vedere mecanic și termic pot fi utilizate pentru a produce noi arme, pentru a face transportul militar mai rapid, pentru a îmbunătăți blindajele și nu în ultimul rând pentru a economisi energie. Proprietățile nanomaterialelor pot fi folosite cu succes pentru asigurarea unui camuflaj mai eficient.

Rezultatele semnificative din domeniul electronicii, încurajate de nanotehnologii, pot conduce la realizarea de computere mai mici dar mult mai puternice, la senzori de dimensiuni foarte mici și la alte dispozitive care își pot găsi numeroase aplicații în domeniul militar. Informațiile vor putea fi stocate și analizate mult mai eficient, nanosenzorii vor îmbunătăți performanțele sistemelor de supraveghere și urmărire, precizia proiectilelor va ajunge la precizie extremă, sistemele de comunicații vor deveni mult mai sofisticate iar sistemele virtuale de antrenament se vor perfecționa. Dispozitive minuscule, ca de exemplu senzori, vor fi introduse în proiectile sau uniforme transformând aceste produse în unele *inteligente*.

În anul 2002, la Massachusetts Institute of Technology (MIT), au fost puse bazele Institute for Soldier Nanotechnology (ISN) care a primit din partea armatei SUA finanțare în valoare de 50 milioane USD pentru o perioadă de cinci ani. Obiectivul acestui centru de cercetare era îmbunătățirea protecției și asigurarea supraviețuirii infanteriștilor, prin realizarea unui costum de luptă antiglonț. Se urmărea în același timp scăderea greutateii echipamentului militarului dar și realizarea unor sisteme care incluse în uniformă să monitorizeze starea de sănătate a soldatului, să-i îmbunătățească rezistența și capacitatea de reacție și să-i ofere protecție împotriva armelor chimice și biologice.

Potrivit evaluărilor preliminare ale lui J. Altmann [Jürgen ALTMANN and Mark A. GUBRUD, Military, Arms Control, and Security Aspects of Nanotechnology, D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer (eds.), *Discovering the Nanoscale*, Amsterdam: IOS Press, 2004, ISBN: 1-58603-467-7] privind potențialul de utilizare al nanotehnologiilor în domeniul militar, alături de aplicații al căror caracter este unul de protecție sau defensiv (cum ar fi senzorii și agenții de decontaminare) există aplicații cu un potențial foarte periculos cum ar fi noi agenții biologici și chimici selectivi care este posibil să încalce convențiile internaționale și care ar lansa noi provocări în ceea ce privește identificarea. Aceste substanțe pot fi utilizate atât ca arme de distrugere în masă cât și ca arme pentru asasinat.

2. Experiență și rezultate

La nivel internațional

Tarile care joaca un rol important in dezvoltarea cercetarilor in domeniul nanotehnologiilor cu aplicatii in domeniul securitatii si sigurantei prin finantarea de programe nationale sunt: Statele Unite ale Americii, Comunitatea Europeana, China, Japonia, Singapore, Coreea de Sud, Taiwan. SUA si UE au fost initiatorii programelor de nanotehnologii incepand cu anii 1990 si continua sa dezvolte cercetarile in acest domeniu. In ultimii ani China si tarile asiatice, apoi Rusia au acordat o deosebita importanta domeniului, fapt dovedit de valoarea investitiilor in programe de cercetare si de numarul mare de publicatii ale cercetatorilor acestor tari.

In ceea ce priveste proiectele de cercetare in domeniul nanotehnologiei pentru securitate si siguranta, in cadrul programului FP6 au fost finantate trei proiecte: TERAEEYE, care a avut ca obiectiv dezvoltarea unei game de sisteme passive de detectie bazate pe detectia undelor in domeniul de frecvente de ordinal THz-ilor in scopul detectarii de materiale cu impact daunator mediului; proiectul DINAMICS, care a avut ca obiectiv dezvoltarea unui dispozitiv "lab-on-chip" exploatabil pentru detectia agentilor patogeni in sursele de apa; si proiectul NANOSECURE, care a avut ca obiectiv dezvoltarea de sisteme care pot fi utilizate pe scara larga pentru avertizare timpurie si detoxifiere in urma utilizarii de substante nocive in aer cu o eficienta mult mai mare decat metodele existente [The Nanoforum Report: Nanotechnology and Civil Security 2007, <http://www.nanoforum.org/dateien/temp/nano%20and%20security%20report%20June%202007.pdf?04122010132744>].

In cadrul programului FP7 se urmeaza acelasi trend, si anume cercetarea in domeniul securitatii a fost clasificata in patru arii de activitate: protectia impotriva terorismului si a criminalitatii; securitatea infrastructurii si a utilitatilor; supraveghere inteligenta si securitatea frontierelor; securitate si siguranta in cazul crizelor. Acestea au aplicatii in multe domenii cum ar fi: transport, protectie civila, energie, mediu, sanatate si sistemul financiar.

Domeniile avute in vedere pentru aplicatiile nanotehnologiei in securitate si siguranta sunt orientate spre securitatea civila si se impart in:

- **detectie**, incluzand echipamente de imagistica, senzori si retele de senzori pentru detectia agentilor patogeni si a substantelor chimice;
- **protectie**, incluzand echipamente si filtre de decontaminare si protectie personala;
- **identificare**, incluzand autentificarea, contrafacerea, criminalistica, criptografia cuantica si piata de desfacere a produselor contrafacute;

a. Detectie substante biologice

- senzor dezvoltat de NASA – folosește o rețea verticală de nanotuburi de carbon în capătul cărora sunt amplasate molecule martor. La contactul moleculei cu substanța țintă se produce un impuls

electric. Se pot utiliza diferite molecule martor și astfel este posibilă identificare mai multor substanțe [<http://www.usmedicine.com/dailyNews.cfm?dailyID=399>]

b. Detectie material radioactiv și nuclear

- tehnologia de detecție poate fi îmbunătățită prin utilizarea scintilatoarelor (materiale care emit fotoni în cazul expunerii la radiații). Nanoparticulele de oxid de zinc dopat pot lucra ca scintilatoare [<http://www.azonano.com/news.asp?newsID=1771>]

c. Echipament pentru protecție personal

- nanostructură de formă sferică obținută integral din substanțe organice foarte simple, capabilă să dezvolte rezistența oțelului. În principiu nanostructurile organice sunt caracterizate de proprietăți mecanice inferioare nanostructurilor metalice dar un grup de cercetători israelieni (Tel Aviv University, Weizmann Institute of Science din Rehovot, Ben-Gurion University) au raportat în noiembrie 2010, sintetizarea un biocompozit nanosferic cu o structură la fel de rigidă ca cea a metalelor. Potențial de aplicare: vestă antiglonț. [<http://homelandsecuritynewswire.com/strongest-ever-nano-material-developed>]

d. Exemple de produse

[www.observatorynano.eu/project/filesystem/files/Economics_Security_final.pdf]

- Early Warning Biohazard Water Analyzer – detectorul utilizează tehnologia NASA descrisă la punctul a). Dispozitivul identifică microorganisme precum E.coli și Cryptosporidium.
- P. Eye Explosives Detector – detector proiectat de Portendo și lansat în februarie 2009. Dispozitivul se bazează pe spectroscopie Raman. Conceput pentru utilizare de la distanță, folosește o rază laser pentru identificarea substanței explozive.
- Sol-ID – biomarker funcționalizat cu nanoparticule de aur care oferă o semnătură spectrală distinctă. Produs de Oxonica Security. Compania afirmă că particulele pot fi aplicate folosind metode obișnuite de printare. Folosit pentru autentificare și prevenirea contrafacerii.

La nivel național

Romania s-a alianat tendinței de dezvoltare a nanotehnologiei, inclusiv în domeniul Securității și Siguranței, inițiat la nivel european prin Programele FP6 și FP7. Astfel, au fost dezvoltate cercetări în domeniul nanotehnologiei, inclusiv pentru siguranța și securitatea în cadrul programelor naționale inițiate de către Ministerul Educației și Cercetării, Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică (ANCS), Centrul de Management Programe (CNMP), și Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior (CNCSIS) cum ar fi programele CEEX

(MATNANTECH), Planul National de Cercetare Dezvoltare, Inovare (PNCDI) (Programul IDEI, Programul Resurse Umane, Programul Parteneriate in domenii prioritare) cat si in programele Comunitatii Europene (FP6 si FP7) si Fonduri Structurale Europene.

Directiile de cercetare abordate in Romania se incadreaza deasemenea in directiile de cercetare dezvoltate in Uniunea Europeana. Astfel, in cadrul programelor mentionate au fost dezvoltate cercetari legate de aplicatii ale materialelor si dispozitivelor nanotehnologice cu rezultate in domeniile:

- mediului (senzori pentru detectia de nitrati si nitriti, nanocristale pentru epurarea apei, spume ceramice din nanocompozite destinate depoluarii fluxurilor gazoase din centrale termice, arii de micro/nanosenzori de prag pentru detectia in timp real a contaminarii mediului acvatic cu agenti chimici, studiul impactului nanoparticulelor asupra mediului acvatic si modelizarea efectelor lor biologice in scop predictiv, detectori inteligenti pentru gaze toxice, senzori optici nanostructurati pentru detectia avansata de gaze);
- sanatate (nanomateriale functionalizate tip bariera a suprafetelor antialergice textile, senzori, nanodispozitive semiconductoare pentru monitorizarea biomedicala, nanofosfori cu aplicatii in biologie, nanoterapia fototermica);
- terorism/bioterorism (materiale nanocristaline pentru sistem de neutralizare a activarii de la distanta a explozibililor prin intermediul telefoanelor mobile, biosenzori bazati pe acizi nucleici pentru evaluarea si monitorizarea unor agenti toxici cu aplicatii in bioterorism);
- identificare (tehnologii avansate de securizare a marcilor holografice -brevet);
- comunicatii (componente nanoelectronice in domeniul frecventelor inalte bazate pe nanostructuri de carbon pentru comunicatii si monitorizarea mediului), in aeronautica (sisteme de nanosateliti), etc.

1. Proiect al S.C.ROM QUARTZ S.A. (www.imt.ro/NANOPROSPECT) : Senzori pentru detectia agentilor chimici de lupta.

Scop: Realizarea unor mijloace de detectie de tip senzor SAW a compusilor chimici de lupta, mai performante, rapide si cu functionare simpla si sigura.

Rezultate:

- s-a realizat un senzor SAW tip linie de intarziere pe 70 MHz cu depunere de film chimic sensibil de tip polimeric pentru detectia cloropicrinei si acidului cianhidric.
- a fost publicata o lucrare in revista:Tehnica militara.

2. Proiect al ICEM SA (www.icem.ro): Blindaje compozite performante pentru protectie la amenintari multiple

Scop: Obținerea unor noi structuri compozite stratificate destinate creșterii nivelului de protecție asigurat de blindajul mașinilor blindate ușoare.

3. Proiect al **ICEM SA** (www.icem.ro): Structuri compozite complexe destinate protecției balistice a persoanelor și echipamentelor militare și civile solicitate la impact cu viteze supersonice

Scop: Realizarea de blindaje hibride ușoare pentru protecție personal

Rezultate: - Tehnologie de obtinere a structurilor compozite complexe multistrat destinate protectiei balistice a persoanelor si echipamentelor militare si civile, solicitate la impact cu viteze supersonice;

- Model experimental (panouri experimentale) pentru blindajele corporale, respectiv pentru blindajele de protectie a echipamentelor testate cu bune rezultate la impact cu munitie de diferite calibre si la viteze de impact diferite.

- 18 prezentări și articole (inclusiv ISI).

3. Resurse

a) Organizații și colective

La nivel internațional

1. EADS (www.eads.com) – sisteme integrate de securitate inclusiv pentru securizarea frontirelor.
2. Finmeccanica (www.finmeccanica.it) produce sateli și infrastructură spațială pentru telecomunicații, sisteme electronice de apărare, sisteme subacvatice sau sisteme de securitate și IT.
3. Thales (www.thalesgroup.com) oferă soluții integrate de securitate pentru protecția oamenilor, infrastructurii și informației.
4. CoorsTek (www.coorstek.com/products/ceramic-armor.asp) este producător de materiale avansate și structuri ceramice destinate sistemelor integrate pentru protecție balistică conform NIJ (National Institute of Justice- SUA).

La nivel național

Resursa umană implicată în desfășurarea acestor activități este formată din colective de cercetători din domenii diferite (fizicieni, chimisti, biochimisti, ingineri cu diferite specialități, medici, farmacisti, biologi)

Potrivit bazei de date NANOPROSPECT următoarele entități desfășoară activități CD în domeniul securitate și siguranță, având rezultate dar și potențial pentru a activa în viitor:

- **S.C.ROM QUARTZ S.A.;**

- **Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Fizică Tehnică – IFT Iași - INCDFT-IFT Iași.**

Alte unități economice cu activități în domeniu sunt:

- **SC STIMPEX SA** – echipament balistic, material laboratoare criminalistica (<http://www.stimpex.roknet.ro/>)

b) Resurse umane

Personalul **S.C.ROM QUARTZ S.A.** care își desfășoară activitatea în domeniul securitate și siguranță (www.imt.ro/NANOPROSPECT):

- Sauca Benone – CSII - bsauca@minatech.ro
- Mitrea Cristina – CSIII - cmitrea@minatech.ro
- Anghelescu Adrian – CSIII - aanghelescu@minatech.ro
- Nedelcu Monica – CS - mnedelcu@minatech.ro

La **INCDFT-IFT Iași**, colective de cercetare sunt coordonate de (www.imt.ro/NANOPROSPECT):

- Prof. Dr. Horia CHIRIAC (e-mail: hchiriac@phys-iasi.ro, tel. 0232430680 (int. 221));
- Dr. Nicoleta Lupu (e-mail: nicole@phys-iasi.ro, tel. 0232430680 (int. 225))

și au activități axate pe:

1. prepararea de nanomateriale (nanofire, nanopulberi, straturi subtiri);
2. prepararea de magneti nanocompoziti prin compactizarea nanopulberilor utilizand tehnica SPS (Spark Plasma Sintering);
3. analize morfologice utilizand tehnicile de microscopie electronica de baleiaj de inalta rezolutie (SEM) si microscopie de forta atomica (AFM);
4. structurare geometrica prin nanolitografiere cu fascicul de electroni si prin corodare cu fascicul de ioni;
5. masuratori electrice, magnetice si de magnetotransport pe nanosisteme si nanostructuri;
6. proiectare și realizare nanosenzori și nanodispozitive utilizand tehnici avansate și nanotehnologii.

c) Infrastructura de nivel mondial

Infrastructura utilizata in activitatile de cercetare-dezvoltare mentionate mai sus consta din echipamente si aparatura specifice domeniului nanotehnologiei, de nivel "state of the art", aparatura ce se regaseste in toate laboratoarele recunoscute din lume. Acestea raspund necesitatilor de preparare, procesare, caracterizare la nivel nano.

Infrastructura **INCDFT-IFT Iași** cuprinde:

1. Instalatie complexa de depunere straturi subtiri - ATC-2200V/AJA International, Inc.;
2. Microscop electronic cu scanare analitica și modul EDS (JEOL JSM 6390), echipat cu modul de nanolitografiere cu fascicul de electroni (XENOS XP G2);
3. Microscop de forta atomica cu module MFM, EFM, SThM, STYM, conductive – AFM, nanoindentare și nanolitografiere (Park SYSTEMS XE -100);
4. Instalatie cu fascicul dublu, ionic si electronic, focalizat - NEON 40 EsB FE-SEM/FIB/EDS: rezolutie fascicul electroni 1,1-2,5 nm pentru tensiuni intre 20-1 kV; rezolutie fascicul de ioni 7 nm la 30 kV; marire 12x-2.600.000x (SEM); 635x-1.500.000x (FIB);
5. Echipament de masura a caracteristicilor magnetice de suprafata prin efect Kerr magnetooptic (Nano MOKE 2);

6. Sistem de masura a proprietatilor fizice ale nanomaterialelor - PPMS QD-9, echipat cu modul magnetometru cu probă vibranta; module de masurare a susceptibilitatii, caldurii specifice, rezistivitatii electrice, fenomenelor de electro, magneto si termotransport; modul pentru aplicarea de presiuni hidrostatice (15,30 kbar) in-situ; camp magnetic maxim 9T; interval de temperatura 3-1300 K;
7. Instalatie de sinterizare de tip Spark Plasma sintering (SPS)-FCT-(FAST) HPD5: I_{max}. = 20 kA; temperatura maxima de sinterizare 2400°C (temperatura de lucru 2200°C); facilitati de lucru in vid; forta maxima de sinterizare 50 kN;
8. Analizor pentru absorbtie gaze de tip Sievert – PCTPro-200 (complet automatizat pentru trasarea de izoterme Presiune-Compozitie-Temperatura, pentru hidrogen);
9. Analizor MICROTRAC-NANOTRAC 252 pentru determinarea dimensiunii nano și microparticulelor; domeniu de masura 0,8 nm - 6,54 mm (valoare sub 30.000 euro);
10. Analizor termic diferential TG/DSC/DTA (NETZSCH STA 409 PC Luxx: T_{max}. = 1500°C; viteza de incalzire 0,001-50 K/min.;
11. Aparat pentru determinarea grosimii straturilor subtiri - Alpha Step IQ, (rezolutie mai mica de 0,1 nm);

d) Partenereriate (CD național, CD internațional, industrie)

Datorita caracterului mutidisciplinar si interdisciplinar al cercetarilor in domeniile mentionate, activitatile de cercetare-dezvoltare sunt rezultatul unor ample colaborari nationale si internationale ce implica institutii de invatamant superior, institute nationale de cercetare, institute de cercetare ale Academiei Romane, industria, unitati de sanatate. Un factor important in promovarea/implementarea rezultatelor cercetarilor in domeniu il reprezinta cooptarea partenerilor din unitati “end user” (cum ar fi industria electronica, electrotehnica, medicina, farmacie) atat in activitatile de cercetare-dezvoltare cat si in preluarea si implementarea rezultatelor.

Organizațiile cu activități CD în domeniul securității și siguranței, înscrise în baza de date NANOPROSPECT, au numeroase colaborări naționale și internaționale, după cum urmează:

- Parteneriatele **SC ROM QUARTZ SA** în domeniul nanotehnologiilor, existente in prezent: IMT-Bucuresti, INCDEMC Timisoara, INCDFLPR Bucuresti Magurele, Universitatea POLITEHNICA BUCURESTI, Universitatea Bucuresti, INCDFM Bucuresti Magurele, Universitatea din Szeged-Ungaria, NANOCOLTECH Ltd.Szeged-Ungaria.

- Parteneriatele **INCDFM-IFT Iași** în domeniul nanotehnologiilor, existente in prezent: **la nivel național** - Institutul de Chimie Macromoleculara „Petru Poni” Iași; Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice - ICSI Rm. Valcea; Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași - Facultatea de Fizica; Universitatea Tehnica “Gheorghe Asachi” Iași,

Facultatea de Electrotehnica; Universitatea de Medicina și Farmacie "Grigore T. Popa" Iași -
Facultatea de Medicina; Universitatea din Pitesti, Centrul de Cercetare pentru Materiale Avansate;
Spitalul Clinic de Recuperare Iași, Clinica ORL; Spitalul Clinic Judetean de Urgente „Sf. Spiridon”
Iași;

la nivel international - Technische Universität Kaiserslautern, Germania; Université Paris-Sud,
Franta; Imperial College London, Marea Britanie; Solid State Physics group within the Department
of Physics and Astronomy, University of Glasgow, Marea Britanie; Instituto de Engenharia de
sistemas e Computadores, para os Microsistemas e as Nanotecnologias (INESC –MN), Lisbon,
Portugalia; Universität Konstanz, Germania; Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS),
Franta; Interuniversitaire Micro-Electronica Centrum vzw (IMEC), Leuven, Belgia; University of
Salamanca, Spania; AGH University of Science and Technology, Krakow, Polonia; Spintec (CEA),
Grenoble, Franta; Adam Mickiewicz University, Poznan, Polonia; **la nivelul industriei** - SC SARCI
Production SRL Iași, Romania; SC BUSINESS INCUBATOR SRL, Romania; Siemens AG,
Corporate Technology, Erlangen, Germania; Thales Research Technology, Palaiseau, Franța.

Alte parteneriate naționale din domeniul siguranței și securității:

**1. Parteneriat CD național în cadrul PROGRAMULUI 4: Parteneriate in domenii prioritare,
Direcția 8 – Spațiu si securitate**

Consoțiul pentru execuția proiectului *Blindaje compozite performante pentru protecție la
amenințări multiple* este alcătuit din următoarele entități (www.icem.ro):

- CO: ICEM - INSTITUTUL DE CERCETARI METALURGICE Bucuresti

Director de proiect: Dr. ing. Eniko VOLCEANOV

- P1: CENTRUL DE CERCETARE STIINTIFICA PENTRU APARARE NBC
SI ECOLOGIE BUCURESTI

Responsabil de proiect: Fiz. Simona BADEA

- P 2: UNIVERSITATEA POLITEHNICA BUCURESTI - Centrul de Cercetare de
Mecanica Aplicata (CCMA)

Responsabil de proiect: Prof.dr.ing. Dan Mihai CONSTANTINESCU

- P 3: INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU CHIMIE SI
PETROCHIMIE - ICECHIM BUCURESTI

Responsabil de proiect: CS I dr.ing. Andrei Sarbu

- P 4: INSTITUTUL DE CHIMIE-FIZICA « ILIE MURGULESCU » AL ACADEMIEI ROMANE
BUCURESTI

Responsabil de proiect: CS I dr. ing. Victor FRUTH

2. Parteneriat CD național în cadrul PROGRAMULUI 4: Parteneriate in domenii prioritare,

Direcția 8 – Spațiu și securitate

Consortiul pentru execuția proiectului *Structuri compozite complexe destinate protecției balistice a persoanelor și echipamentelor militare și civile solicitate la impact cu viteze supersonice* este alcătuit din următoarele entități (www.icem.ro):

- CO: ICEM - INSTITUTUL DE CERCETARI METALURGICE Bucuresti

Director de proiect: Dr. ing. Eniko VOLCEANOV

- P 1: CENTRUL DE CERCETARE STIINTIFICA PENTRU APARARE NBC SI ECOLOGIE BUCURESTI

Responsabil de proiect: Fiz. Simona BADEA

- P 2: UNIVERSITATEA POLITEHNICA BUCURESTI - Centrul de Cercetare de Mecanica Aplicata (CCMA)

Responsabil de proiect: Prof. dr. ing. Dan Mihai CONSTANTINESCU

- P 3: S.C.METAV CERCETARE

Responsabil de proiect: Dr. ing. Petru NITA

- P 4: SC STIMPEX SA

Responsabil de proiect: Ing. Marcel ISTRATE

Cele două parteneriate prezentate nu abordează domeniul nanotehnologiilor și nanomaterialelor, dar susțin potențialul CD național în ceea ce privește protecția personalului - parte integrantă a domeniului securității și siguranței.

Parteneriate CD internaționale

Parteneriatul internațional creat pentru realizarea proiectului european FP6, **NANOSECURE** cuprinde 26 de parteneri și este orientat către nanotehnologiile de identificare și detoxifiere pentru diferite substanțe care pot fi împrăștiate în atmosferă. Aceste tehnologii se dorește a fi implementate în clădirile publice ca sisteme care să ofere protecție împotriva atacurilor cu agenți toxici și să faciliteze detectarea drogurilor și substanțelor explozive. Participanții în proiect sunt următorii: CNRS Laboratoire de Catalyse en Chimie Organique (Franța), Applied Enzyme Technology Ltd (UK), Arrayon Biotechnology (Elveția), Bangor University (UK), Commissariat à l'Energie Atomique (Franța), Centre Suisse Electronique Et De Microtechnique SA (Elveția), CTech Innovation Ltd (UK), Delta Umweltd Technik GmbH (Germania), SBi Aalborg University (Danemarca), Environics Oy (Finlanda), Explorair (Franța), Gaia Technologies plc (UK), Gwent Electronic Materials Ltd (UK), Helsingin Yliopisto (Finlanda), Institut National De Police Scientifique (Franța), Keranor AS (Norvegia), Nosoco Tech (Franța), RiNA Netzwerk RNA

Technologien GmbH (Germania), Securetec Detektions-Systeme AG (Germania), Trwyn Ltd (UK), UC Technologies BV (Olanada), Christian Albrechts University of Kiel (Germania), University of Vienna (Austria).

4. Propuneri și orientări strategice

Având în vedere tendințele la nivel mondial, la nivel național activitățile CD în domeniul securitate și siguranță pot fi orientate către:

- sinteza și caracterizarea materialelor nanostructurate pentru aplicații structurale (protecție balistică) sau funcționale (elemente senzoriale).

Noi senzori bazati pe nanomateriale pentru detectia agentilor chimici si biologici;

- Imbunatatirea performantei dispozitivelor nanotehnologice legate de cresterea sensibilitatii, specificitatii, selectivitatii si a fezabilitatii acestora;

- Secretizarea documentelor – cresterea securitatii si evitarea contrafacerii (documente, bunuri de consum);

- Dezvoltarea de senzori pentru recunoastere si identificare

- Dezvoltarea de micro si nanoactuatori cu aplicatii in nanotehnologii, procese biologice si activitati medicale;

- Sisteme de ecranare si filtrare.