

RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC PUBLICABIL

Obiectivele etapei:

- a) elaborarea modelului experimental bazat pe tehnologia Optical Frequency Domain Reflectometry (OFDR) cu aplicații în dozimetrie și profilometria fasciculelor de particule;
- b) elaborarea și realizarea unui model experimental pentru iradieri cu fasciul de particule alfa;
- c) realizarea și verificarea metodei de profilometrie a câmpului de radiații folosind tehnologia Distributed Optical Fiber Sensing (DOFS);
- d) testarea unui model experimental pentru profilometria câmpurilor de radiații la un accelerator de electroni;
- e) protejarea drepturilor de proprietate industrială;
- f) diseminarea pe scară largă prin comunicare și publicare națională și internațională a rezultatelor;
- g) participarea la manifestări tehnico-științifice din domeniul proiectului.

În cea de a treia etapă au fost continuate cercetările privind:

- utilizarea diferitelor tipuri de fibre optice comerciale în vederea realizării de senzori pentru monitorizarea /dozimetria radiațiilor ionizante;
- caracterizarea comportării în câmp de radiații a senzorilor tip "long period grating" folosind reflectometria optică în domeniul frecvență (Optical Frequency Domain Reflectometry – OFDR);
- elaborarea unui model experimental pentru iradieri cu fasciul de particule alfa;
- testarea la un accelerator de electroni a unui model experimental pentru profilometria câmpurilor de radiații ionizante folosind senzori cu fibre optice tip Bragg;

Cercetările au inclus colaborări cu parteneri de la: Universitatea din Limerick, Universitatea din Palermo; Institute of Photonic Technology din Jena; Autoritatea Franceză pentru Gestionarea Deșeurilor Nucleare; European Synchrotron Radiation Facility.

Au fost publicate cinci articole în reviste ISI. A fost depusă o cerere de brevet de invenție. Au fost prezentate rezultatele proiectului sub forma de lecții invitate, comunicări orale și prezentări poster la conferințe/ workshop-uri.

Doi tineri cercetători au primit burse pentru a participa la două școli de vară pe tematica proiectului. Un doctorand a beneficiat de o bursă de o lună de zile la Institute of Fluid Flow Machinery, Polish Academy of Sciences, Gdansk pentru a studia utilizarea senzorilor tip Bragg cu fibre optice în caracterizarea solicitărilor mecanice în materiale compozite.

Pentru îndeplinirea obiectivelor menționate a fost întreprins un set de activități, care au condus la rezultatele care vor fi prezentate în continuare. Ca și în etapele anterioare și în această etapă activitățile noastre au fost sincronizate, în măsura posibilului, cu activitățile unor parteneri din străinătate, care desfășoră activități complementare, prin expertiza și infrastructura lor. Și de această dată rezultatele au depășit planificarea.

Cercetările comune realizate cu Universitatea din Palermo s-au finalizat prin publicarea într-o revista de prestigiu din străinătate a unei lucrări comune [1].

Investigațiile desfășurate în etapa anterioară împreună cu Universitatea din Limerick privind evaluarea unor senzori cu fibre optice extrinseci pentru aplicații medicale s-au concretizat prin publicarea în reviste prestigioase de specialitate a două lucrări [2.3].

Cercetările în domeniul dozimetriei și profilometriei câmpurilor de radiații ionizante au avut în vedere în această etapă diferite tipuri de radiații:

- radiație gamma;
- radiație X;
- radiație alfa;

- radiație sincrotronică;
- fascicule de electroni.

și diferite tipuri de senzori cu fibre optice:

- fibre optice pentru UV;
- senzori cu fibre optice tip rețele.

Senzorii tip rețea testați au fost atât senzori disponibili comercial, cât și senzori realizați special de către partenerii noștri europeni, senzori produși în fibre optice rezistente la radiații.

Metodele de investigare folosite au inclus:

- monitorizarea dinamicii centrilor de culoare induși de radiația ionizantă;
- utilizarea unui interogator pentru FBG;
- folosirea unui reflectometru optic în domeniul frecvență (OFDR).

Profilometria fasciculelor de particule

Cercetările în domeniul profilometriei fasciculelor de electroni au continuat cu măsurări on-line a distribuției de energie în secțiunea transversală a unui fascicul provenind de la acceleratorul linear din INFLPR. Folosind modelul experimental realizat în etapa anterioară și o matrice de senzori cu fibre optice tip Bragg disponibile comercial a fost realizată achiziția de date în timp real. Au fost testați și senzori cu fibre optice tip Bragg realizați de partenerii de la Institut of Photonic Technologies (IPT) din Jena. După cunoștința noastră această abordare a profilometriei fasciculelor de particule încărcate constituie o premieră mondială, având în vedere faptul ca ea utilizează senzori cu fibre optice pentru evaluarea distribuției spațiale a energiei în secțiunea transversală a unui fascicul de electroni. Achiziția de date de la matricea de senzori cu fibre optice s-a realizat cu un interogator tip Micron Optics sm125, controlat prin conexiune Ethernet, iar monitorizarea temperaturii în zona de iradiere s-a făcut cu un termocuplu conectat la un modul de achiziție de date National Instruments NI-cRIO-9211. Programul dezvoltat în mediul de programare LabVIEW a permis sincronizarea funcționării părților constitutive ale modelului experimental, controlul acestora de către operator, stocarea datelor, afișarea rezultatelor. În figura 1 este prezentată variația lungimii de undă Bragg a unui senzor FBG comercial în funcție de doza totală la care a fost expus. Reproducibilitatea dependenței variației lungimii de undă a senzorului FBG de doza primită este ilustrată în figura 2. Figura 3 ilustrează măsurările comparative realizate cu un senzor tip Bragg realizat la IPT-Jena într-o fibră optică rezistentă la radiații și datele achiziționate de la un termocuplu expus la fasciculul de electroni simultan cu senzorul cu fibre optice. Informații suplimentare se găsesc în lucrarea publicată [4]. În etapa prezentă au fost realizate două modalități de reprezentare a distribuției 3D a energiei în secțiunea transversală a fasciculului de electroni (figura 4).

Investigarea fibrelor optice iradiate cu fascicul de particule alfa, radiație X și sincrotronică

Pentru investigarea fibrelor optice folosind radiația alfa, a fost adaptată camera de reacție (RBS end station) pentru transportul fasciculelor accelerate prin capilare conice de sticlă în vederea realizării de analize RBS cu rezoluții spațiale laterale de maximum 100 microni. Au fost efectuate două tipuri de montaje experimentale:

- un montaj experimental care permite deplasarea și controlul de la distanță a sistemelor capilare în vederea obținerii unor fascicule de particule alfa stabile;
- un montaj experimental care face posibilă deplasarea și controlul de la distanță a probelor supuse analizei RBS.

Au fost realizate variante hard si soft pentru achiziția simultană a mai multor parametri ai instalației cum ar fi: curenti, semnal de radioluminescență, intervale de timp etc.

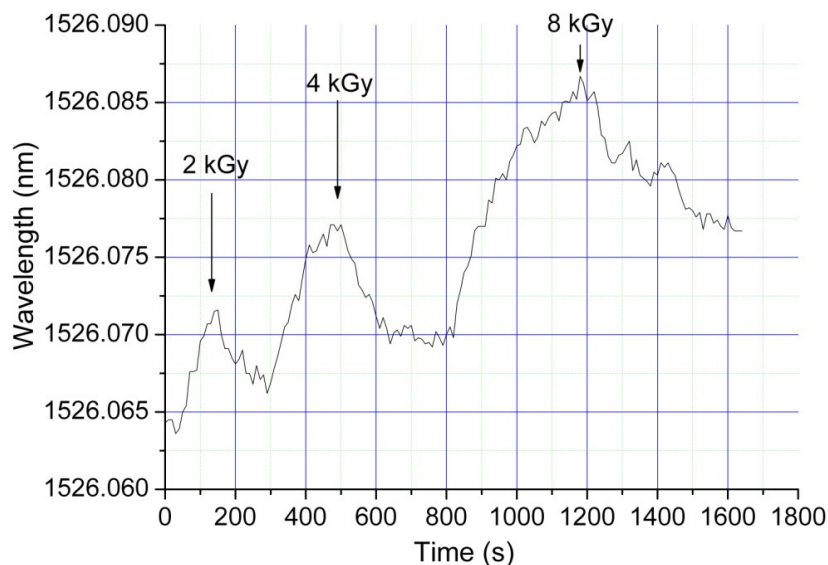


Figura 1. Variația lungimii de undă Bragg a unui senzor cu fibre optice tip rețea Bragg în funcție de doza totală la care a fost expus.

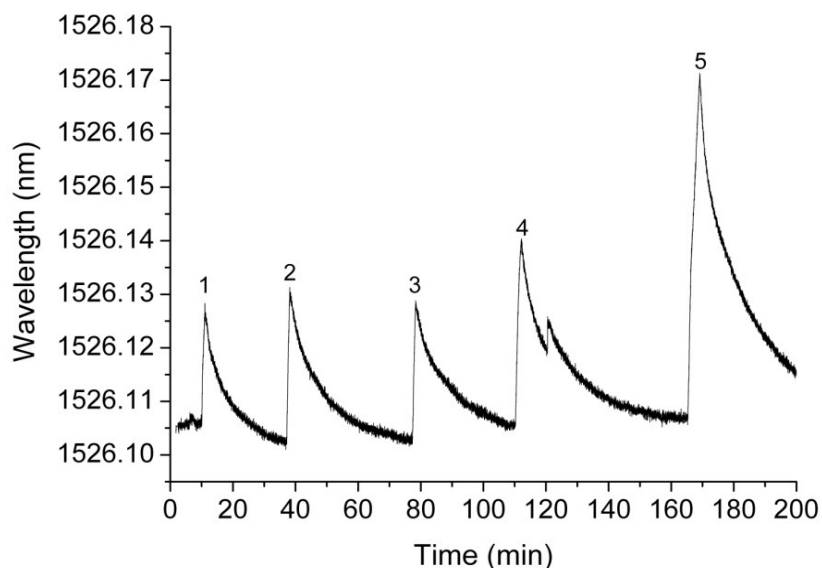


Figura 2. Reproducibilitatea variației lungimii de undă Bragg de doza, rata dozei fiind constantă: 1, 2, 3 corespund la o doză totală de 2,5 kGy; 4 corespunde la 3,5 kGy; 5 la 6,7 kGy.

Capilarele conice au fost montate pe o structură mecanică care face posibilă montarea acestora pe goniometrul cu trei axe ale stației NEC RBS. Cu ajutorul goniometrului este comandată sau programată, în sistem automat, mișcarea capilarelor pe direcțiile X-Z, precum și rotirea lor pe două direcții Θ și Φ . Cu acest montaj experimental au fost realizate analize RBS pentru determinarea atât parametrilor microfasciculelor (axialitate, dispersie unghiulară), cât și efectuarea de experimente tip „channelling”. Goniometrul permite deplasarea pe trei axe de coordonate și rotirea după alte două axe (figura.5).

Măsurătorile on-line constau din înregistrarea și interpretarea unor spectre optice de emisie. Spectrele optice detectate (intensitate, lungime de undă) sunt transmise către un PC prin intermediul unor fibre optice. Pentru a realiza detecția semnalului din interiorul camerei de reacție către echipamentele de achiziție de date a fost confecționată o flanșă specială (figura 6) prevăzută cu o trecere pentru fibra optica compatibilă la vid.

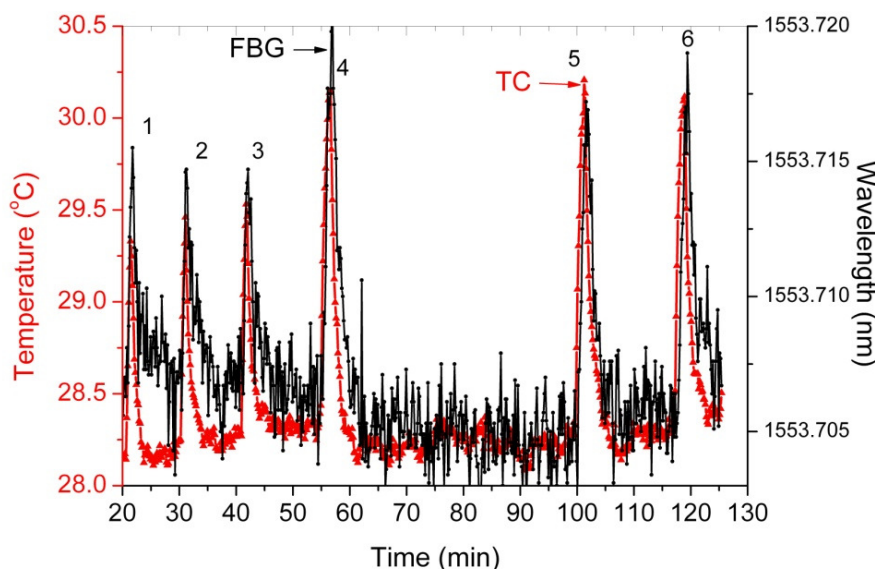
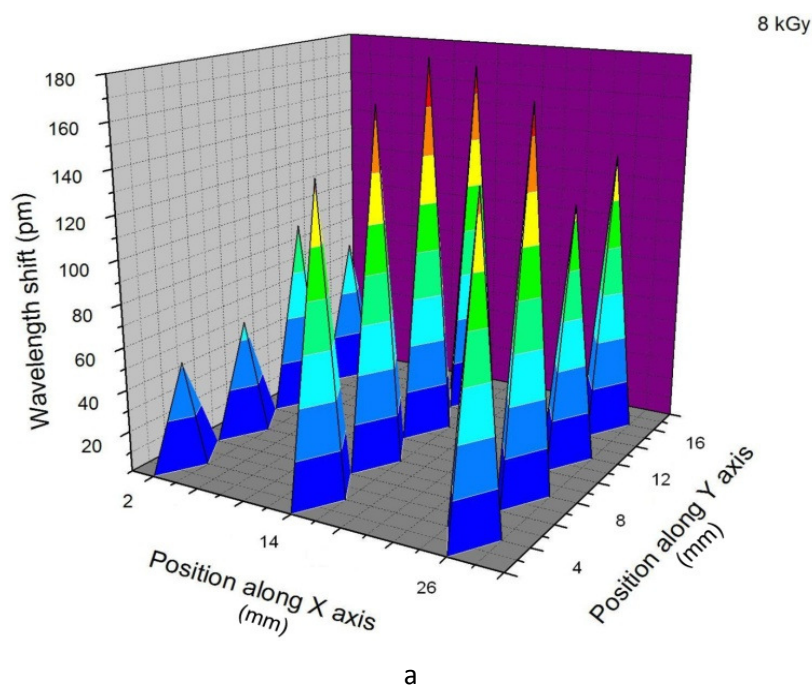


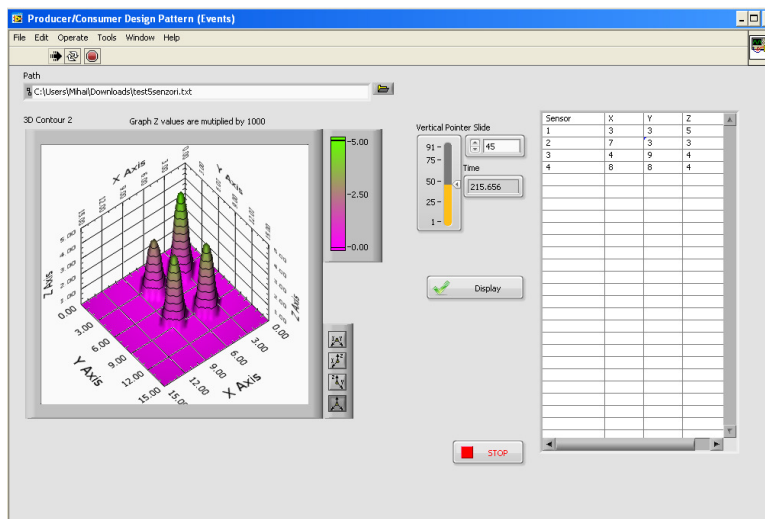
Figura 3. Variația lungimii de undă Bragg (negru) și a temperaturii indicate de termocuplu (roșu): punctele 1, 2 și 3 corespund la o doză de 2 Kgy; punctele 4, 5 și 6 corespund unei doze de 4 kGy.

Verificarea montajului experimental a fost realizată printr-o suită de măsurări:

- măsurarea compoziției stoichiometrice a unei fibre optice mono mod (figura 7); compoziția stoichiometrică obținută: $\text{Si}0.6638\text{O}0.33\text{Ca}0.00486\text{Cr}0.0006\text{Cu}0.0005\text{Yb}0.000045$
- scanarea X-Z a unei probe ;
- scanarea Θ - Φ a unei probe.

Scanarea pe cele două direcții X și Z se poate efectua manual sau automat. In cazul unei scanări automate se obțin variații ale vitezei de numărare în maximum 10 ferestre fixe ale spectrului RBS. Rezultatele sunt stocate sub forma unor fișiere de date ASCII și sunt prezentate și sub forma unor grafice 3D. Analiza datelor permite determinarea cu exactitate a poziției pentru paralelism maxim, poziție care corespunde vitezei maxime de măsurare în fereastra RBS asociată împrastierii pe Au.





b

Figura 4. Două variante ale reprezentării datelor achiziționate de la matricea de senzori 2D.

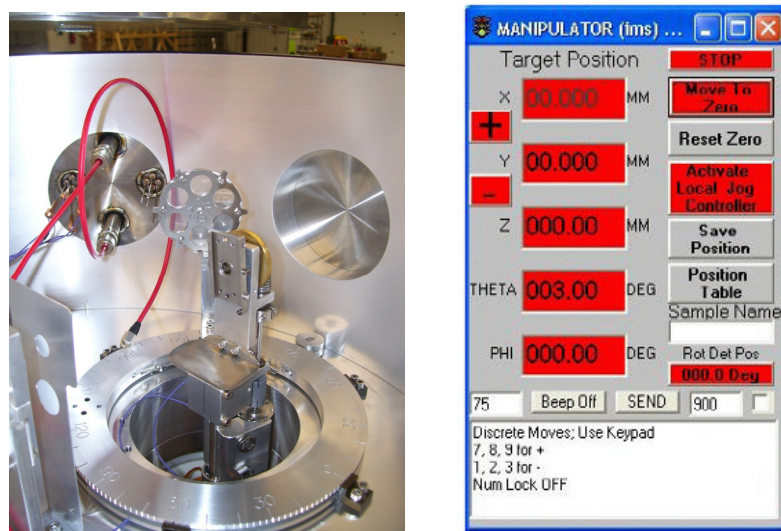


Figura 5. Goniometru cu trei axe și tabelul de control și poziționare a „țintei”.

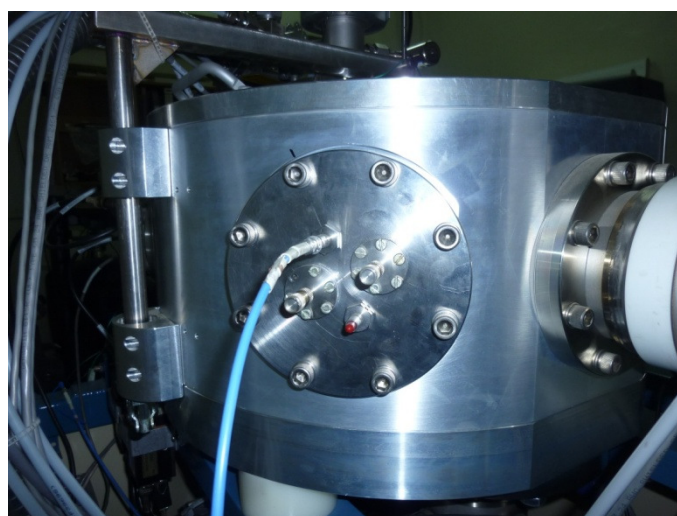


Figura 6. Flanșa cu trecere pentru fibra optica

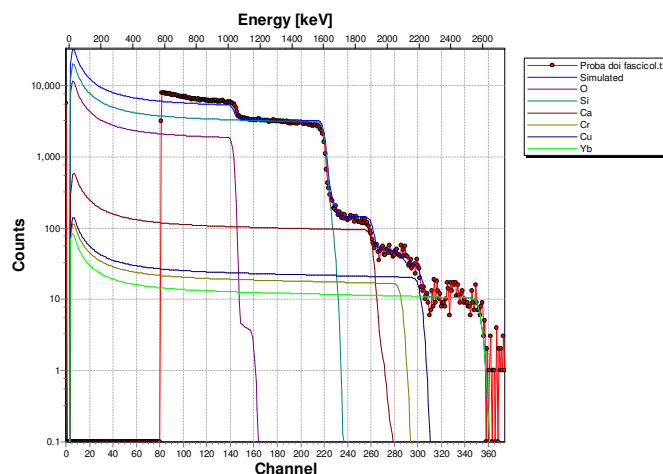


Figura 7. Spectrul RBS al unei fibre optice mono mod.

Scanarea pe cele două direcții unghiulare Θ și Φ se poate face manual sau automat. În cazul unei scanări automate se obțin variații ale vitezei de numărare în maximum 10 ferestre fixe ale spectrului RBS. Rezultatele sunt stocate sub forma unor fișiere de date ASCII și sunt prezentate și sub forma unor grafice 3D.

Montajul care face posibilă achiziția unor spectre de absorbție optică sau radioluminescență pentru experimente cu fascicule de particule alfa desfășurate în vid poate fi utilizat și pentru monitorizarea în timp real a fasciculelor de particule încărcate (figura 8). Acest montaj experimental include și măsurarea în timp real a curentului pe țintă și a curentului de focalizare, permițând în acest fel să fie corelate automat generarea de centri de culoare sau a radioluminescenței cu parametri reali de operare a ciclotronului. În această etapă au fost dezvoltate și programele de achiziție, salvare și afișare de date pentru acest model experimental, programe realizate tot în mediul de programare LabVIEW.

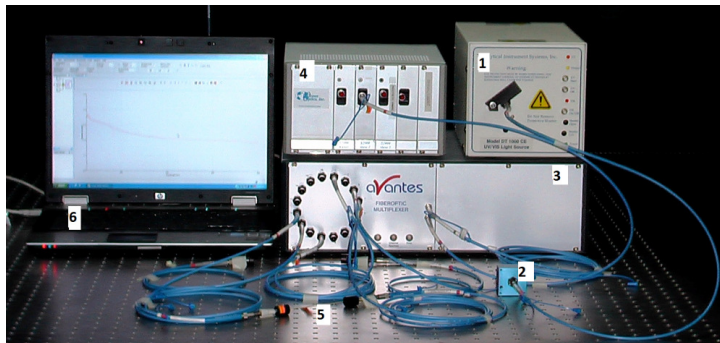
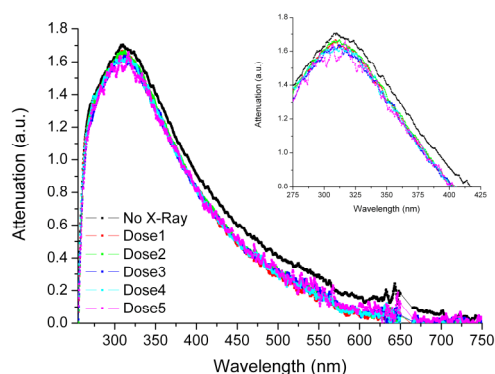


Figura 8. Schema bloc a modelului experimental destinat testării on-line a unor fibre optice la iradierea cu fascicule de particule alfa.

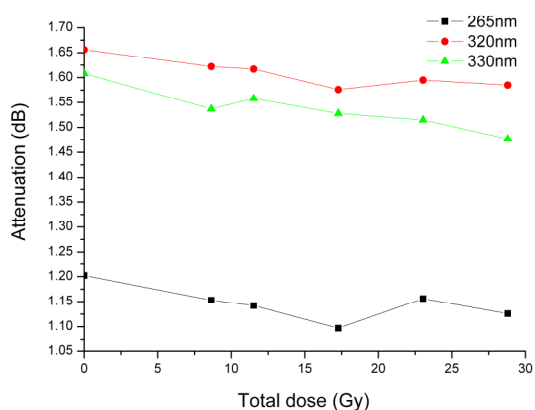
În laborator, modelul experimental pentru dozimetria cu fibră optică (care se poate realiza fie punctual, fie cu mai multe fibre optice, quasi-distribuit) a fost testat pentru cazul unor fibre optice pentru UV iradiate cu radiație X sau cu fasciculul de la sincrotronul existent la European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) de la Grenoble. În ambele situații posibile aplicații sunt în domeniul medical. Pentru cazul radiației în cazul iradierii la ESRF dozimetria cu senzori bazați pe fibre optice prezintă interes pentru:

- aplicații medicale tip Microbeam Radiation Therapy (MRT). În prezent nu există comercializat nici un dozimetru care să măsoare cu acuratețea necesară acestui tip de terapie cu radiație sincrotronică, pentru o dinamică de semnal specifică acestei aplicații (raport maxim/ minim de până la 100); pentru date ale dozei de până la 16 kGy/s; un spectru energetic de energii joase (cca. 100 keV) și cu rezoluție spațială de ordinul micronilor. Din acest motiv am abordat împreună cu partenerii de la Grenoble teste off-line la fasciculul ID17 destinat aplicațiilor biomedicale.
- o posibilă participare a INFLPR la o intercomparare referitoare la dozimetria radiației sincrotronică, preconizată a se organiza la ESRF.

În cazul testelor cu iradiere la radiație X efectuate, au fost expuse trei tipuri de fibre optice, de la doi producători. Evoluția centrilor de culoare în urma iradierii este exemplificată în figura 9. Lucrarea a fost prezentată sub formă de poster la Școala de vară „Radiation Therapy with Synchrotron Radiation” organizată în cadrul acțiunii COST TD1205 [5].



a



b

Figura 9. Dinamica centrilor de culoare ca urmare a iradierii cu radiație X a fibrei optice: a – spectrele de atenuării optice pentru o fibră optică tip UVM pentru diferite doze ale radiației X; b – variația atenuării optice în funcție de doza totală la trei lungimi de undă de interes.

Ca urmare a prezentării lucrării menționate [5] colegii de la ESRF s-au arătat interesați de metodele de dozimetrie propuse de noi și am demarat împreună o serie de teste off-line. Pentru aceste teste au fost folosite cinci fibre optice de la trei producători. Au fost organizate două campanii de iradiere între care au intervenit măsurări în laboratorul de la INFLPR. Dozele utilizate au fost între 5 Gy și 2000 Gy, în unele cazuri fiind realizate și iradiere multiple (figura 10). După ultima iradiere fibrele optice au fost testate pentru a se măsura fenomenul de « recovery » atât la temperatura camerei, cât și la temperatura de 560 K. Fibra optică care s-a dovedit mai sensibilă la radiații a fost apoi răcită la 280 K și încălzită din nou [6]. Testarea fibrelor optice pentru UV la iradierea cu radiație sincrotronică constituie după cunoștința noastră o premieră în dozimetria cu fibre optice.

Utilizarea reflectometriei optice în domeniul frecvență pentru monitorizarea câmpurilor de radiație

Cercetările privind dozimetria și profilometria câmpurilor de radiații ionizante folosind reflectometria optică în domeniul frecvență (OFDR) s-au focalizat pe studierea posibilității folosirii fibrelor optice și a senzorilor cu fibre optice pentru aplicații quasi-distribuite sau distribuite, pentru cazul radiației gamma. În acest sens, am investigat prin măsurări on-line, de durată, efectele radiației gamma asupra unor senzori tip rețea.

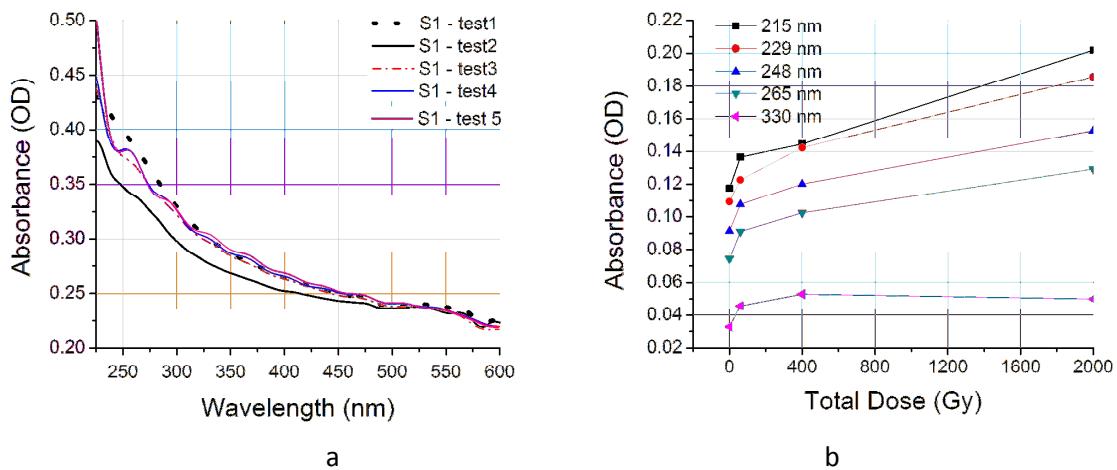


Figura 10. a – rezultatele a cinci testări diferite asupra fibrei optice S1; b – modificarea absorbânței optice la mai multe lungimi de undă monitorizate folosind modelul experimental, în cazul fibrei optice S1.

Au fost realizate două campanii de măsurări on-line folosind pentru citirea semnalului un reflectometru în domeniul frecvență achiziționat în cadrul proiectului, de la LUNA Technologies. Anterior fiecărui ciclu de iradiere și după fiecare etapă de iradiere a fost evaluată, pentru fiecare senzor cu fibră optică testat, sensibilitatea cu temperatura, pentru a urmări efectul iradierii asupra acestui parametru. În plus, pe durata iradierilor, pentru toți senzorii a fost urmărit în timp real fenomenul de “recovery” la temperatura camerei. Și pe durata iradierii pentru fiecare senzor a fost înregistrată continuu variația de temperatură în vederea introducerii corecțiilor necesare. În fiecare caz în parte după iradiere s-a urmărit și fenomenul de “recovery” după încălzire. Montajele experimentale, condițiile de iradiere și de testare, ca și rezultatele obținute sunt descrise în amănunt în lucrările publicate sau pregătite pentru a fi trimise la publicare, sau spre brevetare [7-9]. Un exemplu de variație a lungimii de undă minime și a atenuării pentru cazul unui senzor LPG fabricat într-o fibră optică rezistentă la radiații și iradiată și monitorizată în mod continuu pe o durată de cca. două săptămâni sunt redată în figura 11.

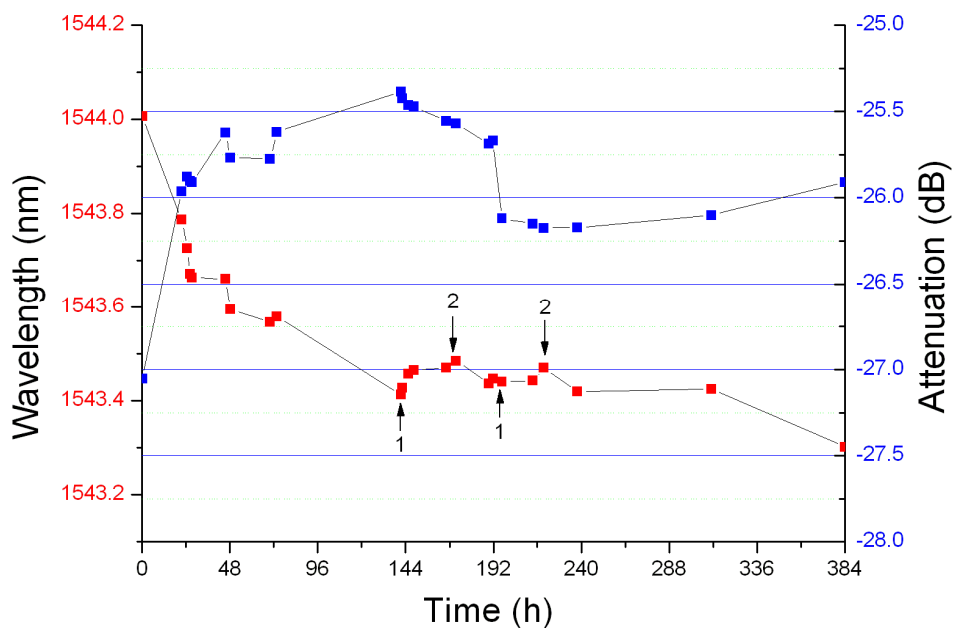


Figura 11. Rezultatele monitorizării variației lungimii de undă și a atenuării pentru un senzor tip LPG.

Contribuții originale în cazul acestor cercetări se referă la:

- folosirea pentru prima dată a unui reflectometru optic în domeniul frecvență în regim de transmisie;
- îmbunătățirea raportului semnal – zgomot la detecție;
- monitorizarea în premieră a fenomenului de “recovery” în cazul unor senzori tip LPG pe durata iradierii;
- investigarea simultană a unor senzori diferiți tip rețea folosind multiplexarea în lungime de undă.

Cooperarea internațională

Așa cum indică și publicațiile citate, cooperarea internațională a fost realizată în cadrul proiectului prin cooperări bilaterale cu:

- Universitatea din Palermo;
- Univesitatea din Limerik;
- Agentia Franceza pentru Gestionarea Deseurilor Radioactive – ANDRA;
- Institute of Photonic Technology din Jena;
- European Synchrotron Radiation Facility,

care sunt partenerii INFLPR în cadrul a două rețele COST Action TD1001 și COST Action TD1205, pentru care INFLPR este coordonator național.

În contextul proiectului COST Action TD1001, un tânăr cercetător din INFLPR (drd. Andrei Stăncălie) a participat la Summer School "Optical fiber sensors: from research to real world", September 1-3, 2014, Chandolin, Elveția, unde a prezentat o parte din rezultatele obținute în cadrul proiectului SOCI. A. Stăncălie a primit o bursa din partea proiectului COST Action TD1001 pentru un stagiu de cercetare, timp de o luna de zile, la Institute of Fluid Flow Machinery, Polish Academy of Sciences, Gdansk pentru a studia utilizarea senzorilor tip Bragg cu fibre optice în caracterizarea solicitărilor mecanice în materiale compozite. Tot el a participat și la cursul “Micron Optics Partner Training in Europe”, 17-19 iunie 2014, unde a prezentat rezultatele grupului privind folosirea senzorilor tip FBGs la monitorizarea fasciculelor de electroni. Un alt tânăr colaborator al proiectului SOCI (dr. Laura Mihai) a participat la COST SYRA3 First Training School „Radiation Therapy with Synchrotron Radiation”, 17-22 mai, 2014, Grenoble, Franța, unde a prezentat rezultatele cercetarilor efectuate în cadrul proiectului.

În perioada de raportare nu au fost achiziționate echipamente.

Contribuțiile originale sunt reflectate de lucrările publicate, în curs de publicare sau aflate în stadiul final de redactare și de prezentări la conferințe internaționale realizate împreună cu colective partenere în proiectele COST Action TD1001 “Novel and Reliable Optical Fibre Sensor Systems for Future Security and Safety Applications (OFSESA)” (parteneri din Franța, Germania, Italia și Irlanda) și COST Action TD1205 “Innovative Methods in Radiotherapy and Radiosurgery using Synchrotron Radiation (SYRA3)” (parteneri din Franța), fapt care conferă vizibilitate rezultatelor proiectului. Originalitatea rezultatelor este susținută și de o cerere de brevet de invenție depusă la OSIM.

Disemniarea rezultatelor

Diseminarea rezultatelor proiectului a avut mai multe componente:

- a) actualizarea paginii de web a proiectului (http://metrology.inflpr.ro/ro/proiect_SOCI.htm; http://metrology.inflpr.ro/ro/proiect_SOCI_EN.htm);
- b) publicarea rezultatelor în reviste internaționale de prestigiu sau trimise spre publicare;
- c) depunerea unei cereri de brevet de invenție;

d) comunicarea rezultatelor la conferințe internaționale (lucrări invitate, orale sau poster) la întâlnirile proiectelor COST Action TD1205 [6] și TD1001 [10-15].

D. Sporea a prezentat dotările laboratorului și expertiza în domeniu, în cadrul ședinței grupului de lucru WG 5 "Security, Metrology and Sensors" al Platformei europene "Photonics 21", la Brussels, 6 iunie 2014 și în cadrul ședinței grupului de lucru WG 6 "Design and Manufacturing of Components and Systems" al Platformei europene "Photonics 21", la Berlin, 1 iulie 2014, ședințe care au avut ca scop stabilirea direcțiilor de acțiune pentru "Horizon 2020".

Dan Sporea a fost invitat ca evaluator în domeniul senzorilor cu fibre optice de către revistele: Applied Optics; Indian Journal of Physics; Optics Letters; Journal of the American Ceramic Society; Sensors and Actuators A: Physical; Medical Physics.

Rezultatele obținute prin proiect au determinat organizatorii conferinței internaționale Optics 2015, 01-03 septembrie 2015, Valencia, să îl invite pe D. Sporea pentru susținerea unei lecții invitate.

Laboratorul de Metrologie și Standardizare Laser a participat la competiția "Ocean Optics World Cup of Applications", cu lucrarea "Characterization of X-ray Detector Operating Parameters" în care sunt prezentate rezultatele obținute cu spectrometre Ocean Optics în cadrul prețului proiect. Date suplimentare se găsesc la adresa: <http://oceanoptics.com/announcing-winners-world-cup-applications/>.

Lucrarea "Electron beam profile instrument based on FBGs", publicată în Sensors (Basel) 2014, este menționată pe prima pagină a site-ului companiei Micron Optics (<http://micronoptics.com/blog/>) ca o aplicație specială a senzorilor cu fibra optice tip FBG (figura 12).

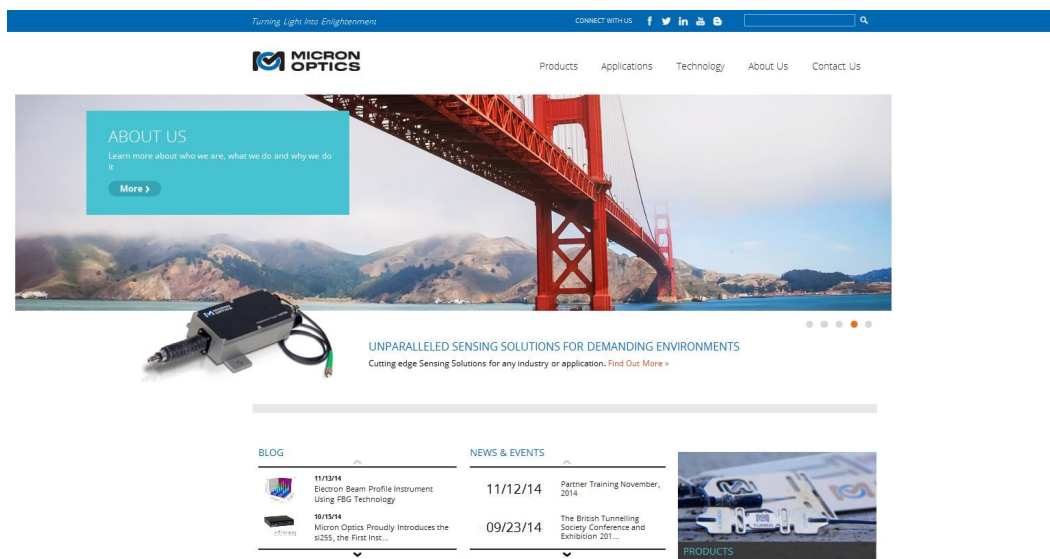


Figura 12. Menționarea lucrării noastre privind utilizarea senzorilor cu fibră optică tip FBG la caracterizarea fasciculelor de electroni, pe prima pagină de web a companiei Micron Optics.

Obiectivele prezentei etape au fost realizate și în unele situații depășite conform celor menționate mai sus.

Au fost întreprinse cercetări privind:

- ➡ materiale (diferite tipuri de fibre optice) destinate realizării de senzori pentru monitorizarea /dozimetria radiațiilor ionizante;
- ➡ senzori ("long period grating" iradiate cu radiație gamma) pentru dozimetria/ monitorizarea radiațiilor ionizante;
- ➡ realizarea unor modele experimentale pentru dozimetria/ profilometria câmpurilor de radiații ionizante (folosind fibre optice, senzori tip rețea).

Referitor la noutățile din domeniul studiat, contribuția acestui proiect constă în:

- evaluarea în premieră a unor fibre optice pentru UV la iradierea cu radiație X și radiație sincrotronică;
- testarea în premieră on-line a senzorilor tip rețea multipelxați în lungimi de undă, în timpul iradierii cu radiație gamma;
- investigarea pentru prima dată a unor senzori tip LPGs folosind un reflectometru optic în domeniul frecvență, în regim de transmisie;
- monitorizarea în premieră a fenomenului de “recovery” pe durata iradierii pentru senzori tip LPG și post iradiere cu radiație sincrotronică a unor fibre optice pentru UV;
- realizarea de măsurări on-line a profilului unui fascicul de electroni utilizând o matrice de senzori tip FBG și îmbunătățirea interfeței utilizator privind afișarea 3D a distribuției spațiale a energiei într-un fascicul de electroni.

Referințe

1. Alessi, A., Agnello, S., Buscarino, G., Cannas, M., Gelardi, F. M., **Sporea, A., Sporea, D., Vâță, I.**, *Alpha and deuteron irradiation effects on commercial silica nanoparticles*, J. Materials Sci., (2014) 49: 6475–6484, doi: 10.1007/s10853-014-8381-2.
2. **Sporea, D., Mihai, L., Tiseanu, I.**, Vâta, I., McCarthy, D., O'Keeffe, S., and Lewis, E., *Multidisciplinary evaluation of X-ray optical fiber sensors*, Sensors and Actuators A: Physical, Volume 213, 1 July 2014, pp. 79–88, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924424714001630>.
3. **Sporea, D., Mihai, L., Vâta, I.**, McCarthy, D., O'Keeffe, S., and Lewis, E., *Characterization of scintillating X-ray optical fiber sensors*, Sensors 2014, 14(2), pp. 3445-3457; doi:10.3390/s140203445, <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/2/3445>.
4. **Sporea, D., Stancalie, A., Becherescu, N.**, Becker, M., and Rothhardt, M., *Electron beam profile instrument based on FBGs*, Sensors (Basel) 2014, 14(9), 15786-15801; doi:10.3390/s140915786.
5. **Mihai, L., Sporea, A., Sporea, D.**, Iovea, M., Ștefănescu, B., Porosnicu, I., *Investigations on the use of UV optical fibers for X-ray dosimetry*, prezentată la COST SYRA3 First Training School „Radiation Therapy with Synchrotron Radiation”, 17-22 mai, 2014, Grenoble, Franța.
6. **Sporea, D., Mihai, L., Sporea, A., Lixandru, A.**, Bräuer-Krisch E., *Investigation of UV optical fibers under synchrotron irradiation*, acceptată spre publicare.
7. **Sporea, D., Stancalie, A., Negut, D.**, Pilorget, G., Delepine-Lesoille, S., and Lablonde, L., *On-line tests of an optical fiber long-period grating subjected to gamma irradiation*, in Proc. Photonics Conference, 2014 Third Mediterranean, pp. 1 - 3, 7-9 May 2014, Trani, Italy, doi: 10.1109/MePhoCo.2014.6866486.
8. **Sporea, D., Stancalie, A., Negut, D.**, Pilorget, G., Delepine-Lesoille, S., and Lablonde, L., *On-line tests of an optical fiber long-period grating subjected to gamma irradiation*, IEEE Photonics Journal, doi:10.1109/JPHOT.2014.2337877.
9. **Sporea, D., Stancalie, A., Sporea, A.**, *Metodă și echipament pentru monitorizarea distribuită a unui câmp de radiație ionizantă*, Cerere de brevet de invenție A/00452 din 17.06.2014.
10. **Sporea, D., Stancalie, A., Becherescu, N.**, Becker, M., Rothhardt, M., *Electron beam profile instrument based on FBGs*, prezentare orală la Third Mediterranean Photonics Conference, 7-9 mai 2014, Trani, Italia, http://www.mephoco.com/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=115.
11. **Sporea, D., Stancalie, A., Negut, D.**, Pilorget, G., Delepine-Lesoille, S., Lablonde, L., *On-line tests of an optical fiber long-period grating subjected to gamma irradiation*, prezentare orală la Third

Mediterranean Photonics Conference, 7-9 mai 2014, Trani, Italia,
http://www.mephoco.com/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=115.

12. **Sporea, D.**, *Optical fiber sensors for radiation monitoring*, lucrare invitată, 20th IMEKO TC-4 International Symposium on "Research on Electrical and Electronic Measurement for the Economic Upturn", September 15-17, 2014, Benevento, Italy.
13. **Sporea, D.**, *Optical fiber sensors in radiation environments*, prezentare orală, Final technical meeting COST Action TD1001, October 1, 2014, Toulouse, France.
14. **Stancalie, A., Sporea, D.**, Malinowski, P., Mieloszyk, M., Opoka, S., Wandowski, T., Ostachowicz, W., *Contribution to the analysis of the stress / strain influence on electromechanical impedance measurement using FBG sensors*, prezentare poster, Final technical meeting COST Action TD1001, October 1, 2014, Toulouse, France.
15. O'Keeffe, S., McCarthy, D., Lewis, E., **Sporea, D.**, Grattan, M., Hounsell, A., Wolfe, P., Cronin, J., Shantanam, A.P., Agazaryan, N., Sun, W., He, T., Zhao, W., *Optical fiber luminescence sensor for real-time radiotherapy dosimetry*, prezentare orală, Final technical meeting COST Action TD1001, 1 octombrie 2014, Toulouse, Franta.