

Consiliul Național al Cercetării Științifice
Programul: Resurse umane
Tipul proiectului:
“Proiecte de cercetare pentru stimularea constituirii
de tinere echipe de cercetare independente”

**CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA CAPABILITĂȚILOR
SISTEMULUI LOGISTIC MILITAR
PRIN IMPLEMENTAREA UNOR SOLUȚII
SPECIFICE TEHNOLOGIILOR ROBOTIZATE**
Sinteza raportului de activitate
- Etapa II -

Director de proiect:
Lector univ.dr.ing. Silviu-Mihai PETRIȘOR

- Decembrie, 2011 -

1. Aspecte generale

Necesitatea interdependențelor între diferite discipline pentru soluționarea optimă (teoretic și practic) a anumitor probleme din diverse domenii s-a concretizat încă de la mijlocul secolului al XX-lea, astăzi fiind avansat deja, bazat pe aceste realități, la un nivel macro, conceptul de “epocă hibridă”, un echivalent al celui de-al patrulea val (în limbajul lui Toffler), în care evoluția umană se transformă într-o coevoluție om-tehnologie. Așadar, noțiuni având ca bază “disciplinaritatea” (trans, multi, inter) capătă semnificații deosebite, întregind semnificațiile domeniilor inițiale, toate acestea în ideea căutării a noi surse de performanță organizațională. Sub auspiciile acestor considerente au fost desfășurate cercetările aferente prezentei etape a proiectului dat fiind faptul că, investigarea problematicii resurselor materiale ale organizațiilor prin prisma principiilor și metodologiilor specifice unui domeniu relativ tânăr ca știință, logistica, cu un management specific, aduce în atenție aspecte complexe ce necesită o abordare sistemică pe măsură. În același registru de idei, în acord cu tematica prezentei etape, subliniem de asemenea faptul că, pentru logistică există în literatura de specialitate și discuții privind intercondiționările de tipul civil-militar, cu rezultate semnificative pentru îmbunătățirea bunelor practici manifestate pe tronsonul externalizării unor activități logistice.

Soluția aleasă de noi în acest proiect aduce în atenție domeniul tehnologiilor mecatronice, inserat într-un domeniu complex, aflat la granița a cel puțin două grupuri de discipline: un grup care are în atenție oamenii și celălalt care are în atenție metodologii exacte și tehnologii. Astfel de soluții sunt în atenția comunităților educaționale performante, în încercarea de a căuta soluții optime diverselor probleme, în acord cu parametrii progresului social. Ca un corolar al celor afirmate până în acest punct al cercetării, aducem în atenție opinia reputaților cercetători Ayesha și Parag Khanna, care, într-un articol din Foreign Policy, afirmă: “Nu există în limba engleză niciun cuvânt care să explice această legătură între oameni și tehnologie. Cuvântul german *technik* se apropie cel mai mult. Nu se traduce doar prin tehnologie, ci și cunoașterea metodelor și proceselor care o formează și conduce. În lumea emergentă de astăzi, *Technik* poate fi un indice ce desemnează nivelul de pregătire pentru viitoarea Epocă Hibridă. Unește dimensiunile tehnice și mecanice ale tehnologiei cu o atenție pentru efectul asupra oamenilor și societății. În timp ce astăzi vorbim despre promovarea democrației, mâine vom realiza că trebuie să promovăm *Technik-ul*.”

2. Considerații privind realizarea obiectivului 1:

“IDENTIFICAREA ELEMENTELOR SPECIFICE TRANSFORMĂRII BAZATE PE CAPABILITĂȚI ÎN DOMENIUL LOGISTICII MILITARE SISTEMELOR LOGISTICE INTEROPERABILE NATO, CU RELEVANȚĂ ÎN OBȚINEREA CAPABILITĂȚII OPERAȚIONALE”

Capabilitatea, în sensul ingineriei sistemelor (definiție acceptată de ministerul apărării al SUA) este definită ca abilitatea de a executa un curs specificat de acțiune (o capabilitate poate sau nu poate fi însoțită de o intenție). Capabilitatea este abilitatea sau capacitatea de a efectua acțiuni. Aceasta poate fi considerată ca măsura abilității unei entități (departament, organizație, ~~persoană~~ sistem) pentru a -și atinge obiectivele sale în special în raport cu misiunea generală a acestei entități. „Capabilitatea” este un termen folosit în domeniul militar (industria de apărare), dar și în sectorul privat (de exemplu, analiza decalajelor sau a lacunelor - Gap analysis). O capabilitate este o combinație de planuri, oameni și echipamente care permit forțelor a acționa într-o modalitate particulară, într-un mediu specific, pentru a-și îndeplini obiectivele misiunii.

Pornind de la analiza unui mediu organizațional se pot identifica mai multe tipuri de capabilități și anume: capabilitatea managerială; capabilitatea funcțională și capabilitatea de schimbare. Este oarecum dificilă identificarea întregii tipologii a capabilităților iar definirea și analiza acestora într-un context specific, cum este cel militar, poate contribui la folosirea în deplină concordanță a termenului cu semnificația sa concretă. [Popa, 2011]

Utilizând un model al maturității utilizat în literatura de specialitate ce abordează capabilitatea ca și concept [Popa, 2011] au fost detaliate particularitățile aplicării acestui model în cazul sistemelor logistice militare, un punct de interes constituindu-l nivelurile maturității, deoarece există o corelație directă între aceste niveluri și posibilitatea implementării unor tehnologii avansate:

○ **Nivelul 1** - Inițial (haotic sau ad hoc) – reprezintă punctul de start pentru un nou proces. Este caracteristic proceselor logistice care sunt (de obicei) la acest nivel nedocumentate și într-o stare de schimbare dinamică; manifestă tendința de a fi condus într-o manieră ad-hoc, necontrolat și reactiv de către utilizatori sau de evenimente.

○ **Nivelul 2** - Administrat/Repetabil – procesul este gestionat în concordanță cu a metrică agreată. Este caracteristic faptul că unele procese sunt repetabile, eventual cu rezultate consistente. Disciplina este puțin probabil să fie riguroasă, dar în cazul în care există ar putea ajuta să se asigure că procesele existente sunt menținute funcționale în timpul perioadelor de solicitări.

○ **Nivelul 3** - Definit – procesul este definit și acceptat ca un proces standard. În acest caz există stabilite seturi de procese logistice standard bine definite și documentate iar acestea supuse la un anumit grad de îmbunătățire în timp.

○ **Nivelul 4** – Gestionat/Administrat cantitativ. Caracteristic proceselor de la acest nivel este faptul că, folosind metrica procesului, managerii logistici militari pot controla în mod eficient procesele existente (AS-IS). În particular, managerii pot identifica modalități de a ajusta și adapta procesul logistic la anumite proiecte ale organizației militare, fără pierderi calitative măsurabile sau abateri de la planul cu principalele activități (de la acest nivel se poate discuta de fapt de o capabilitate).

○ **Nivelul 5** - Optimizat. Pentru procesele de la acest nivel accentul este pus pe îmbunătățirea continuă a performanței procesului logistic, atât prin schimbări incrementale cât și inovații / îmbunătățiri tehnologice (implementarea unor tehnologii avansate din domenii de vârf ale cunoașterii: cibernetică, robotică, electronică, automatică, biotehnologii etc). La nivelul 5 de maturitate principala preocupare este legată de adresarea cauzelor comune statistice de variație și a modificărilor necesare pentru a îmbunătăți performanța procesului (de exemplu, deplasarea performanței medii a procesului).

Au fost investigate, corelat acestui concept și concepte precum performanța și măsurarea performanței logistice în organizația militară, demonstrându-se cât de folositoare pot fi adoptarea unor bune practici organizaționale, identificate în prealabil.

Privind cercetările de actualitate întreprinse la nivel mondial care înglobează conceptele de performanță și capabilitate este relevant a fi amintit modelul conceptual al arhitecturii IEEE 1471 (inspirată, de altfel, de la metodologia lui Zachman). Acest model deschide practic calea reutilizării regulilor specificate de o perspectivă sau interschimbării acestora între sisteme și este deosebit de important a fi abordat în cercetarea de perspectivă a sistemelor logistice militare având în vedere imperative precum interoperabilitatea, comunalitatea, standardizarea etc.

Ținând cont de particularitățile organizației militare (și implicit ale sistemului logistic militar) și de teoria generală a flexibilității sistemelor de producție echipate cu tehnologii robotizate, aplicând analiza SWOT în cazul sistemelor logistice militare în care se desfășoară activități utilizând echipamente tehnologice robotizate, vom avea următoarele rezultate:

A.Puncte forte:

- Posibilitatea implementării altor tehnologii performante fundamentate pe tehnologia robotizată, care să conducă la creșterea performanțelor sistemului logistic militar respectiv;
- Creșterea parametrilor calității proceselor logistice în activitățile unde s-au implementat astfel de tehnologii;
- Optimizarea utilizării personalului prin faptul că pentru activitățile în care s-au aplicat și implementat tehnologii robotizate este nevoie de personal logistic mai puțin, astfel fiind acoperite mai bine cu personal activități unde nu se pot implementa astfel de tehnologii.

2. Puncte slabe:

- Tehnologiile robotizate implică în etapa de implementare creșterea resurselor alocate pentru achiziție și pentru pregătirea personalului care să le deservească;
- Implementarea tehnologiilor robotizate implică în sistemul logistic militar și regândirea (reproiectarea) modalităților de desfășurare a unor procese logistice, în special a celor intercorelate în care ieșirile unui proces reprezintă intrări în alt proces logistic;

3. Oportunitatea (oazia) mediului:

- Există o tendință la nivel mondial în armatele lumii de a implementa tehnologii performante și de a reconfigura managementul acțiunilor militare în vederea obținerii performanțelor cu o economie crescută de resurse, în special umane și de timp;
- Există o ofertă tot mai consistentă din partea unor organizații producătoare de astfel de echipamente pentru aplicații speciale destinate sectorului apărării, ordinii publice și securității.

4. Amenințările mediului:

- Apariția unor tendințe noi în arhitectura organizațiilor militare și fizionomia războaielor, ce ar avea cu siguranță și implicații asupra tehnologiilor logistice utilizate;
- Perioadele de crize economice conduc implicit la neacordarea bugetelor proiectate pentru apărare, ceea ce poate induce dificultăți în continuarea programelor de înzestrare cu tehnologii robotizate în sistemele logistice.

3. Considerații privind realizarea obiectivului 2:

“CARACTERIZAREA ȘI EVALUAREA CAPABILITĂȚILOR ECHIPAMENTELOR TEHNOLOGICE ROBOTIZATE”

Obiectivele reprezentate de integrarea și flexibilizarea tehnologiilor robotizate nu pot fi atinse în lipsa unei abordări globale a sistemului logistic militar ca sistem complex cibernetic-industrial, ce reclamă existența unui nivel ridicat de compatibilitate între absolut toate subsistemele sale componente. Identificarea unor cerințe privind constituirea unor celule flexibile de fabricație care să deservească optimal activitățile logistice militare (CFFALM) ne aduce în atenție următoarele problematice:

- Evaluarea posibilităților de realizare și utilizare a unor CFFALM, prin care se verifică posibilitatea de finanțare și condițiile de utilizare;
- Nivelul de calificare a personalului care le întreține, exploatează sau repară;
- Selecția fundamentată a sursei de achiziție, prin care se compară prețurile estimate ale sistemelor și furnizorilor de bunuri și servicii competitive;
- Posibilitatea de efectuare a studiului variantelor de realizare, prin aceasta evaluându-se influența variantelor de proiecte asupra costurilor;
- Creșterea ponderii propriei contribuții la crearea și asimilarea progresului tehnic, prin dezvoltarea activităților de cercetare sau utile cercetării la nivelul sistemului logistic militar;
- Efectuarea analizei nivelului mentenanței, utilă la evaluarea necesităților și costurilor întregului sistem logistic militar;
- Fundamentarea costurilor de garanție și de service;
- Posibilitatea de efectuare a activităților de îmbunătățire / modernizare / revitalizare.

În abordarea acestei secțiuni a cercetării a fost util a fi considerată printre bazele de referință inițiativa eLog21 a armatei SUA, care se folosește de bunele practici specifice industriei și armatei pentru a schimba radical arhitectura operațiilor logistice ale armatei. Aceste schimbări urmăresc prioritar creșterea disponibilității echipamentelor și reducerea costurilor anuale. Am adus în discuție acest exemplu pentru a sublinia necesitatea adoptării bunelor practici utilizate în scopul elaborării și implementării unor soluții robotizate pentru o gamă variată de activități din sectorul civil. Altfel spus, având experiența unor asemenea soluții, se pot construi soluții strict dedicate domeniului logisticii militare, cu luarea în calcul a unor cerințe specifice.

Într-o lume a sistemelor de sisteme, pornind de la simplu la complex, sau de la parte spre întreg, ca raport existent, teoretic și practic, între tehnologia robotizată și sistemul logistic, apreciem următoarele caracteristici ca fiind definatorii pentru proiectare în vederea asigurării capabilității optime a echipamentelor robotizate:

- Dimensionarea corespunzătoare a sistemului informațional și de control-computerizat și ierarhizat, în vederea realizării unui echilibru optim între gradul de centralizare și cel de descentralizare, cu scopul minimizării efectelor cauzate de anumite posibile disfuncționalități;
- Corelarea eficientă a nivelului de precizie al echipamentelor robotizate cu indicatorii de performanță prevăzuți în normative, reglementări, standarde pentru întregul sistem logistic militar;
- Utilizarea unui aparat matematic adecvat (teoria grafurilor, a firelor de așteptare, a rețelelor etc) care să permită construirea de modele și simularea comportamentului acestora;
- Analiza operațiilor unice prin prisma repetabilității deplasării, a preciziei impuse, a posibilităților de programare;
- Utilizarea de senzori specializați pentru controlul dimensional, identificarea reperelor, verificarea corectitudinii montajului, confirmarea funcționării normale a stațiilor de lucru, diagnosticarea defecțiunilor etc.;
- Investigarea și adaptarea la soluția vizată a tuturor celor patru categorii principale de cauze ale robotului industrial (geometrice, de mișcare, de forță, de adaptare).[Luca, 2000]

3. Considerații privind realizarea obiectivului 3:

“ORGANIZAREA ȘI PROIECTAREA UNOR CELULE FLEXIBILE DE FABRICAȚIE ECHIPATE CU ROBOȚI INDUSTRIALI DESTINATE DESERVIRII ACTIVITĂȚILOR LOGISTICE MILITARE”

Pentru realizarea studiilor și cercetărilor în cadrul etapei a II-a de cercetare, a fost utilizat un robot de construcție modulară ce posedă cinci grade de libertate, acționat de motoare electrice fiind proiectat pentru încărcarea/descărcarea precisă a mașinilor unelte și manipularea de piese mecanice cu greutatea maximă de 5 kg. Dimensiunile reduse și posibilitățile de extensie, dexteritatea ridicată și viteza de lucru mare al robotului industrial *FANUC LR Mate 200iC/5H* (fig. 1), îl indică a fi soluția perfectă pentru numeroase aplicații din industria ușoară și comercială, precum și în medii de laborator, fiind utilizat, cu succes, în aplicații ca: încărcarea/descărcarea mașinilor unelte, manipularea materialelor, curățarea pieselor, asamblare, testare, prelevarea probelor etc.

În acest studiu de cercetare științifică, aferent fazei a II-a a contractului de cercetare Nr.59/2010, cod CNCS TE_10, s-au determinat:

- Expresiile analitice ale eforturilor și ale momentelor din cuplele robotului industrial ce este propus a se achiziționa în faza a III-a (exemplu în fig. 2);
- Tensiunile și deformațiile (deplasările) aferente elementelor robotului industrial (brațe, MB, MR, MO, cuple de rotație) în regim static și dinamic utilizând metode numerice pe bază de elemente finite (exemplu în fig.3).

Rezultatele obținute în acest studiu au fost validate prin următoarele proceduri:

- Rezultatele analitice pentru cazul static au fost validate prin rezultate numerice utilizând programul *RDM* (abaterile sub 1%);
- Rezultatele numerice pentru cazul dinamic au fost verificate/testate prin intermediul a două criterii de validare internă ale mediului utilizat pentru dezvoltarea analizei numerice: a) test de validare a rezultatelor; b) testarea calității rețelei.

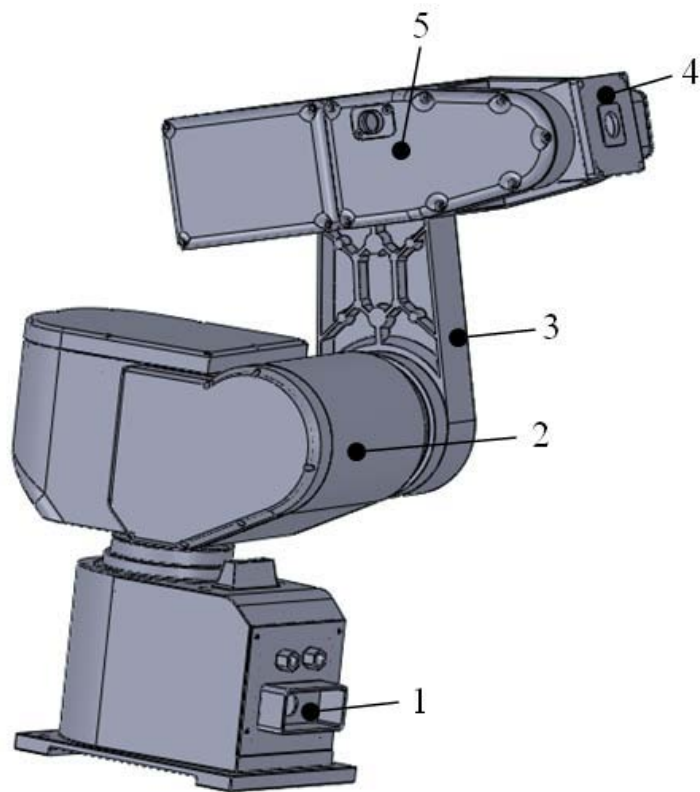


Fig. 1 Modulele de rotație din componența robotului Fanuc
 (1 - modul de rotație de la bază; 2 - modulul de rotație a brațului 1; 3 - brațul 1; 4 - brațul 2; 5 - modulul de orientare de care se atașează dispozitivul de prindere DP)

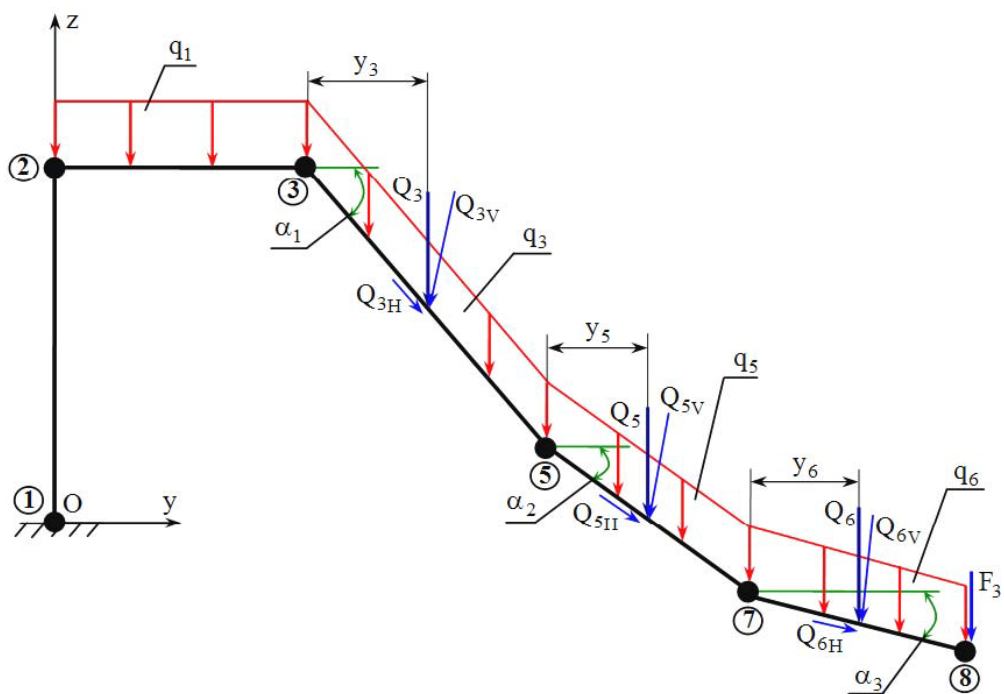


Fig. 2 Vedere în planul zOy a structurii schematice

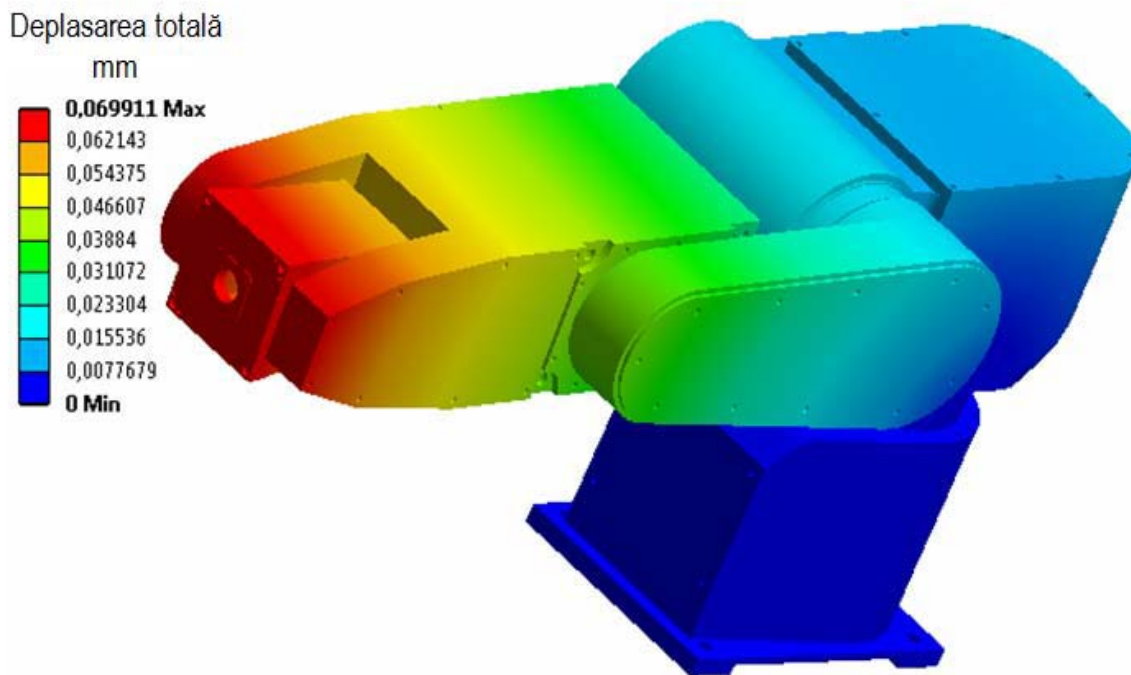


Fig. 3 Distribuția deformațiilor structurii robotului cu ajutorul MEF – CAZ 2

Rezultatele studiilor analitice și numerice vor fi utilizate ca bază de raportare într-un studiu comparativ experimental utilizând metoda *CDI*. Validarea rezultatelor numerice prin metoda experimentală *CDI* ar demonstra că ipotezele simplificatoare propuse sunt corecte. În caz contrar, cuplele de rotație vor trebui modelate mai exact, respectiv studiile dinamice se vor efectua pentru fiecare cuplă în parte până când rezultatele numerice vor corespunde cu rezultatele experimentale. Modulele echivalente dezvoltate, respectiv soluțiile de dezvoltare propuse vor putea fi considerate ca repere în dezvoltarea analizelor dinamice asupra unor roboți echivalenți (ex. *ADEPT e-VARIO 600*, robot existent în cadrul *Centrului de cercetare științifică Management și Tehnologie – Laborator Tehnologii Logistice Avansate*) (care utilizează aceleași tipuri de cuple: lagăre - rulmenți).

În faza a III-a a contractului de cercetare științifică, membrii cercetători, își propun, ca și o continuare a studiilor prezentate, să realizeze și un studiu experimental al tensiunilor pentru structura de rezistență a robotului serial *FANUC LR Mate 200iC/5H*, utilizându-se metoda optică – *fotoelasticimetria prin transparență*. Pe baza acestui studiu experimental, se va confecționa și un prototip al modelului de robot studiat, din plăci de rășină epoxidică, din care vor rezulta piesele, ce urmează a fi asamblate în structura de robot. Metoda utilizată de tinerii cercetători este utilă în obținerea unor măsurători rapide și eficiente pentru testarea preciziei rezultatelor obținute prin analize numerice putând servi, ca și etalon pentru optimizarea modelului obținut numeric. Totodată, oferă posibilitatea înțelegerii mai bune a solicitărilor mecanice, a interpretării rezultatelor obținute prin imaginile oferite de polariscop.

În partea finală a secțiunii cercetării dedicate acestui obiectiv a fost proiectată și analizată o soluție de modernizare a activităților de stivuire a unor recipiente cu vopsea într-o hală dintr-o bază logistică militară, prin implementarea unor roboți industriali în cadrul unei celule flexibile de fabricație.

4. Prezent și perspective privind funcționarea laboratorului „Tehnologii logistice avansate” din Academia Forțelor Terestre în sprijinul formării resursei umane pentru organizația militară

Trăim într-o societate dinamică, ce se află într-o continuă transformare, adaptare, mișcare. Schimbările majore în relațiile din interiorul sistemului militar, al relațiilor internaționale și nu în ultimul rând, al modului de a lupta și a asigura suportul logistic necesar, se reflectă automat și în instruirea, educația militarilor, în general, a ofițerilor, în special. Printr-o nouă paradigmă a educației, *educația pentru transformare*, avem în vedere schimbarea unor mentalități, a modului de organizare și funcționare a sistemului de învățământ pentru logistica militară, eficientizarea procesului instructiv-educativ, în conformitate cu noile obiective ale Strategiei de Securitate Națională, precum și a celei de Transformare a Armatei României, vizându-se, prin acestea, aspecte de o mare importanță, precum, creșterea performanței sistemului logistic militar. România este membră cu drepturi depline dar și responsabilități a NATO și a Uniunii Europene. De aceea, forțele Armatei României vor putea face față noilor misiuni și vor putea deveni cu adevărat competitive, numai în măsura în care vom avea o resursă umană cu potențial ridicat pentru profesia militară, bine educată, performantă, orientată spre cunoaștere, capabilă să anticipeze transformările viitoare, să-și valorifice optim inteligența și să-și dezvolte creativitatea, pornind de la convingerea că o forță militară bine pregătită și flexibilă reprezintă o condiție esențială pentru succesul integrării depline în structurile europene și euroatlantice.[Rațiu, 2010, p. 196]

În acest context, dotarea cu echipamente moderne a laboratorului de *Tehnologii logistice avansate* existent în instituția gazdă a proiectului de cercetare are ca scop îmbunătățirea achiziției de competențe pentru viitorii ofițeri specialiști în logistică, atât pentru nivelul I de formare dar mai ales pentru nivelul II de studii conform reglementărilor tip Bologna. Desigur, ei trebuie să-și însușească corect tot ceea ce ține de managementul clasic al sprijinului logistic militar, dar trebuie să fie pregătiți să utilizeze și tehnologii moderne aplicabile în acest domeniu. Achizițiile de materiale realizate până la momentul de față și starea actuală a laboratorului (figura 4 a, b) ne îndreptătesc să privim cu optimism la finalitățile (în domeniul formării resursei umane) acestui demers științific.

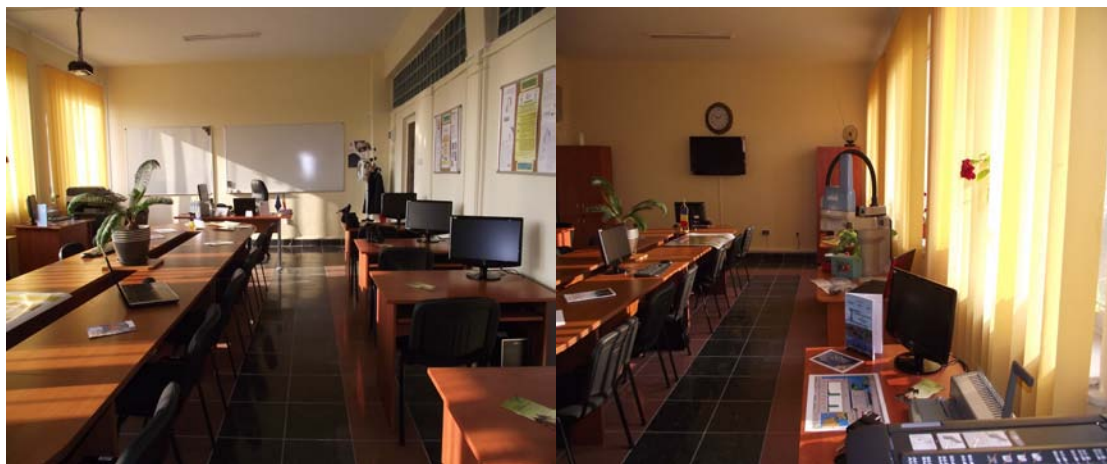


Fig. 4 a. Imagini de ansamblu din laboratorul „Tehnologii logistice avansate”



Fig. 4 b. Echipamente aflate în dotarea laboratorului „Tehnologii logistice avansate”

O scurtă trecere în revistă a echipamentelor achiziționate de-a lungul perioadei de timp corespunzătoare celor două etape ale proiectului, ne aduce în atenție următoarea structură a inventarului laboratorului:

- 9 calculatoare;
- 3 laptopuri;
- 1 (una) imprimantă multifuncțională;
- 1 monitor vizualizare și analiză operații logistice efectuate cu ajutorul roboților;
- 1 robot cu 4 grade de libertate marca e-Vario;
- 1 tablă interactivă;
- aparatură de birotică;
- softuri specializate (Matlab 6.0 și Autocad 10).

Au fost puse totodată bazele unei biblioteci de specialitate a laboratorului, cu materiale didactice (cărți, publicații de specialitate, DVD-uri) din arii tematice diferite (mecanică, rezistența materialelor, informatică, cercetări operaționale, management, logistică, ergonomie etc), care să susțină cercetarea în domeniul tehnologiilor logistice avansate.

Feedback-ul primit (privind demersurile inițiate în cadrul proiectului pe partea de achiziție materiale și echipamente didactice) din partea specialiștilor militari și civili care au vizitat instituția a fost unul pozitiv. Semnale pozitive privind dotarea laboratorului au fost primite deasemenea și cu ocazia desfășurării workshopului prevăzut în etapa a doua a proiectului și desfășurat pe data de 13 mai 2011, partea finală de discuții și concluzii desfășurându-se în acest laborator.

Pe parcursul desfășurării prezentei etape a proiectului, principalele activități desfășurate au fost mediatizate atât în presa scrisă (*Observatorul militar* și *Univers ingineresc*) dar și în emisiuni media ale Televiziunii naționale (*Pro patria*). În cadrul celei de-a 17-a Conferințe Internaționale „Organizația bazată pe cunoaștere” (25 noiembrie 2011) a fost prezentat, la secțiunea special dedicată unor realizări științifice remarcabile din cadrul unor cercetări de anvergură națională și internațională, un poster cu principalele date (activități, modalități de realizare, finalități etc) ale proiectului de cercetare.

Subliniem totodată că ideea unei asemenea finalități pentru un proiect de cercetare este în premieră, în cadrul instituțiilor de învățământ militar din România neexistând un asemenea laborator, strict destinat domeniului logistic, unde să fie încorporate și studiate concepte de vârf ale științei și tehnologiei aplicate.

5. Concluzii

Tematica abordată în prezenta etapă a proiectului constituie o premieră în mediul militar românesc deoarece deschide o nouă perspectivă asupra relației complexe dintre logistică și alte domenii ale organizației militare, într-o abordare interdisciplinară între management și tehnologie, punctul central de interes fiind optimizarea capacităților sistemului logistic militar. Cercetările etapei a doua a proiectului nostru au urmărit întocmai ceea ce ne-am propus la deschiderea competiției și la semnarea contractului, fiind structurate, astfel:

- ❖ identificarea elementelor specifice transformării bazate pe capabilități în domeniul logisticii militare;
- ❖ caracterizarea și evaluarea capabilităților echipamentelor tehnologice robotizate;
- ❖ organizarea și proiectarea unor cellule flexibile de fabricație echipate cu roboți industriali destinate deservirii activităților logistice militare.

Cele trei obiective de cercetare, susținute prin cele șase grupuri de activități aferente, au fost abordate într-o formulă concurentă, vizând să putem obține un maximum de cunoștințe cu grad ridicat de aplicabilitate, într-un interval relativ scurt, cu foarte multe activități, în acord cu obiectivele stipulate și asumate prin contract. Proporția între teoretic și aplicativ a fost judicious distribuită, primele două direcții de cercetare având un caracter preponderent teoretic iar cea de-a treia preponderent practic-aplicativ. A fost consultat un bogat volum de literatură de specialitate și s-au realizat dialoguri fructuoase ce au potențat eforturile de cercetare. Foarte multe idei avansate în cadrul cercetărilor au fost clarificate în cadrul vizitelor în instituția gazdă (Academia Forțelor Terestre “Nicolae Bălcescu”) a unor personalități de prim rang din cadrul Ministerului Apărării Naționale și Ministerului Educației și Cercetării dar și cu ocazia workshopului prevăzut în contract și desfășurat în data de 13 mai 2011, finalizat prin editarea unui volum de studii și cercetări (“*Management și tehnologii avansate în sistemele logistice*”/ coordonatori: Petrișor S.M., Bârsan G., Badea D.). În cazul participării noastre la o serie de conferințe organizate în centre universitare naționale (Cluj-Napoca, București, Timișoara, Sibiu, Brașov) și internaționale (Brno, Graz) am avut discuții directe pe marginea tematicii proiectului cu personalități cunoscute în domeniul cercetării logistice aplicate. Articolele publicate în reviste au primit de cele mai multe ori un feedback constructiv pentru abordarea altor aspecte planificate în cadrul etapei.

Așa cum a fost detaliat mai înainte, studiile și cercetările întreprinse în această fază conțin atât componente teoretice dar și componente aplicative, încercând să integrăm apoi rezultatele obținute, un prim efect în acest sens fiind achiziția în cadrul laboratorului de *Tehnologii logistice avansate* a unor softuri specializate și a primelor elemente mecatronice, componente a celulei logistice vizate. Având în vedere complexitatea și interdisciplinaritatea temei abordate, ne-am propus și am desfășurat toate activitățile din cadrul etapei în contextul următoarelor ipoteze de lucru:

- acceptarea unor poziții diferite (civile și militare) în abordarea conceptului de capabilități și căutarea elementelor comune care să conducă eficient la esența semantică a conceptelor în contextul aplicării acestora pe domeniul transformării sistemului logistic militar;
- modelele propuse pentru optimizarea capabilităților sistemului logistic militar prin implementarea unor tehnologii robotizate vor trebui pertinent abordate (tehnic dar și economic), testate pe situații pilot și apoi analizate și îmbunătățite în vederea elaborării unor recomandări factorilor de decizie militari;
- rezultatele teoretice vor trebui corelate cu rezultatele cercetărilor aplicative și apoi, comparate cu rezultate similare din literatura de specialitate în vederea validării soluțiilor.

Menționăm că pe parcursul desfășurării prezentei etapei a proiectului, așa cum s-a menționat pe linia îndeplinirii obiectivelor de formare a membrilor echipei de cercetare, au fost finalizate următoarele lucrări: susținerea publică a unei teze de doctorat (asist.univ.ing. Badea Dorel); pregătirea susținerii tezei de doctorat în cadrul Catedrei de specialitate (lector univ. Neagoie Horațiu). Activitățile vizând partea de formare resurse umane vor continua și în anul următor atât în ceea ce privește activitatea științifică proprie membrilor echipei de cercetare (finalizarea tezelor de doctorat) dar și în ceea ce privește activitățile în folosul resursei umane. În acest sens, am inițiat pentru anul următor desfășurarea unui workshop dedicat în special studenților din anii terminali, masteranzilor și doctoranzilor, având ca subiect general conexiunile logistice între inginerie industrială și management în viziunea tinerilor cercetători. Ne dorim practic, având ca bază de raportare tematică aferentă preocupărilor cercetărilor întreprinse în cadrul proiectului, realizarea unui schimb de opinii constructiv între cercetători cu preocupări în zona logisticii, militari și civili deopotrivă.

Eforturile și preocupările vor continua și în direcția îmbunătățirii logisticii didactice prin achiziționarea în etapa a III-a a unor pachete informatice destinate logisticii specifice unor arhitecturi organizaționale complexe și a altor elemente mecatronice, toate acestea contribuind la configurarea celulei flexibile de fabricație echipată cu roboți industriali, destinată deservirii unor activități logistice militare.

BIBLIOGRAFIE

ABRUDAN, I., *Managementul la contactul cu marile teme de dezbatere ale lumii contemporane*, articol publicat în *Revista de Management si Inginerie Economica*, Vol. 10, Nr. 3, Cluj-Napoca, 2011, pp.5-12.

BADEA, D., *Firm logistic management: integrating function and competitively factor*, The 13th International Conference "The Knowledge Based Organization", Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu” din Sibiu, 22-25 noiembrie 2007, Workshop 4: Economic-financial Management, pp. 388-395.

BALLOU, R.H., *Business Logistics Management/Supply Chain management*, 5th Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2004.

BĂCANU, B., *Practici de management strategic*, Editura Polirom, Iași, 2006.

BĂLAN, C., *Logistica*, Editura Uranus, București, 2006.

BENGTSSON, M., OLSSON, E., FUNK, P., JACKSON, M., *Design of Condition Based Maintenance System – A Case Study using Sound Analysis and Case-Based Reasoning*, Proceedings of the 8th Conference of Maintenance and Reliability, Marcon, 2004.

BEJAN, M., *Rezistența Materialelor*, vol. 1, 2, Editura Mega, Cluj-Napoca, 2009.

BLEBEA, I., Ș.A., *Proiectarea roboților industriali*, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 1997.

BUCHANAN R.D., SOLEY, R.M., *Aligning enterprise architecture and IT nvestments with corporate goals*, 2002, articol disponibil la

<http://www.bptrends.com/publicationfiles/META%20OMG%20WP%201-15-03.pdf>

CĂPRĂRESCU, GH., *Managementul strategic al firmelor de comerț și turism*, Editura Rosetti, București, 2004.

CURTIS, B.; HEFLEY, B.; MILLER, S., *People Capability Maturity Model (P-CMM)*” Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, September 1995.

CREȚU, G., *Enterprise Engineering - A New Organizational Discipline (1)*, articol publicat în *Revista Informatica Economica*, nr.3 (39)/2006, pp.57-63.

CROXTON, K.L., GARCIA, S., LAMBERT, D.M., ROGERS, D.S., *The Supply Chain Management Processes*, articol publicat în *International Journal of Logistics management*, Vol. 12, no. 2, 2001.

COMȘA, D.S., *Metoda Elementului Finit - Curs introductiv*, Editura U.T. PRESS, Cluj-Napoca, 2007.

FITZPATRICK, T., *Critical Theory, Information Society and Surveillance Technologies*, în *Information, Communication and Society*, vol. 5, no. 3, pp. 357-378, 2002.

HARRISON, D., VARVERIS, L. - *TOGAF (The Open Group Architecture Framework): Establishing itself As the Definitive Method for Building Enterprise Architectures in the Commercial World*, disponibil la <http://www.developer.com/design/article.php/3374171>

HIGGINS, L., HACK, B., *Measurement in the 21st century*, în *APQC White Paper* , 2004.

ILIEȘ, L., *Management logistic*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2003.

ISPAS, V., *Manipulatoare și roboți industriali*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 2004.

ISPAS, V., ABRUDAN, I., *Structura modulară a roboților industriali*, Sesiunea de comunicări tehnico-științifice, Cluj-Napoca, 1981.

KANJI, G., MOURA, P., *Kanji's Business Scorecard în Total Quality Management* 13(1), pp. 13-27, 2002.

KHANNA A., KHANNA P., *Tehnologia capătă viață*, articol în *Foreign Policy*, septembrie-octombrie 2011, pp.21-24.

KOTLER, PH., SAUNDERS, J., ARMSTRONG, G., WONG, V., *Principiile marketingului*, Editura Teora, București, 1998.

LAMBERT, D.M., STOCK, J., *Strategic Logistics Management*, 3th edition, Mass:Irwin-McGraw Hill Inc., Boston, 1993.

LOCK, D., *Manualul Gower de Management*, Editura Codecs, București, 2001.

LOHMAN, C. ȘI COLAB., *Designing a performance measurement system: A case study.* în *European Journal of Operational Research*, 156, pp. 267-28., 2004.

MAGRASSI, P., *How IT Helps Leverage Intellectual Capital*, accesat la 30 mai 2011 la <http://www.gartner.com>

MAYNARD, H.B., *Manual de inginerie industrială*, vol.I, Editura Tehnică, București, 1975.

MEGAHED, S.M., *Principles of Robot Modelling and Simulation*, John Wiley and Sons, 1993.

MINCULETE, GHE., *Elemente de management al sprijinului logistic*, Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”, București, 2005.

NEELY, A., GREGORY, M. ȘI PLATTS, K., *Performance measurement system design* în *International Journal of Operations & Production Management*, 15(4), pp. 80-116, 1995.

PAVEL, GHE., *Curs de artă militară*, Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”, București.

PETRIȘOR, S.M., *Roboți utilizați în aplicații speciale*, Editura Academiei Forțelor Terestre, Sibiu, 2010.

POPA, M., *Rigoare și flexibilitate în demersul managerial militar bazat pe capabilități*, articol publicat în volumul *Management și tehnologii avansate în sistemele logistice.Studii și cercetări*, Editura Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, Sibiu, 2011, pp.39-54.

RAȚIU, A., *Coordonate doctrinare, instructiv-educative și de învățământ ale transformării Armatei României*, Teză de doctorat, Universitatea Națională de Apărare „Carol I”, București, 2010.

SCRIECIU, L., MOCANU, B.P., *Considerații privind sistemul de aprovizionare (reaprovizionare) a trupelor în acțiunile militare*, articol în *Buletinul U.N.Ap.*, nr. 4, pp. 98-104, București, 2004.

ZAMAN, Ghe., GOSCHIN, Z., *Multidisciplinaritate, interdisciplinaritate și transdisciplinaritate: abordări teoretice și implicații pentru strategia dezvoltării durabile postcriză*, articol în *Economie teoretică și aplicată*, Volumul XVII (2010), No. 12(553), pp. 3-20.

ZLATE, M., *Tratat de psihologie organizațional-managerială*, Editura Polirom, Iași, 2004.

***<http://www.kwaliteg.co.za/industrial/ie.gif>

***<http://www.nbspin.org/>

***www.easupplychain.eu

***www.seniorerp.ro

*** www.fanucrobotics.com.

***Tutoriale Ansys 12.1.

***Tutoriale Visual Nastran.

***Tutoriale Soft *Solid Works*.

***JCIDS, CJCSM 3170.01

*** Supply Chain Council

****Swot Anaysis*, Bremen Regional Information Society Endeavour, iunie 1998.