



# MODELE ACTUALE DE COMANDĂ ȘI CONTROL SPECIFICE SISTEMELOR DE FOC ANTIAERIAN

## *PRESENT COMMAND AND CONTROL MODELS SPECIFIC TO AIR DEFENSE FIRE SYSTEMS*

Lt.col.drd. Daniel ROMAN\*

Impactul descoperirilor din domeniul tehnologiilor de vârf asupra ramurilor economice ale statelor puternic industrializate a fost resimțit și asupra industriei de apărare prin materializarea unor atitudini și modele conceptuale noi pentru ducerea acțiunilor militare. Contextual, au fost identificate noi sisteme de comandă și control care să răspundă eficient dispersării geografice a forțelor, operaționalizării infostructurii specifice a zonei de operații și a conducerii oportune a entităților în spațiul de luptă determinat. Fluxul de lucru antiaerian de tip colaborativ poate fi unul dintre conceptele cu putere de transformare radicală a luptei cu inamicul aerian specific forțelor terestre.

*The impact of top high-tech discoveries on the economic sectors of the industrialized states has also influenced the defense industry in terms of trigger new attitudes and conceptual models for conducting military actions. Contextually, new systems of command and control have been identified that could efficiently respond to the geographical dispersal of forces, the operationalization of the specific info structure of the area of operations, and the timely management of entities in the determined battle space. The collaborative air defense workflow can be one of the concepts which could enable the radical transformation of air enemy combat, specific to the land forces.*

**Cuvinte-cheie:** model conceptual; comandă și control; flux de lucru antiaerian colaborativ.

**Keywords:** conceptual model; command and control; air defense workflow.

Din perspectivă tehnologică, realitatea spațiului aerian contemporan este caracterizată prin una dintre stările fără precedent privind numărul și tipologia utilizatorilor, creșterea gradului de pericol și de asumare a riscurilor din partea tuturor entităților responsabile cu planificarea și executarea acțiunilor aeriene și antiaeriene, în context militar, dar și civil, deopotrivă. Apariția și dezvoltarea tehnologiilor noi de acțiune pe calea aerului, cu și fără personal uman la bordul aeronavelor, a mărit considerabil raza de acțiune, complexitatea misiunilor și gradul de supraviețuire în spațiul aerian în condiții de maximă eficiență. Raportat acestor tendințe moderne manifestate de forțele și mijloacele de acțiune pe calea aerului, sistemele de ripostă antiaeriană sunt marcate de o anumită stagnare tehnologică, lipsă a unor soluții de acțiune, comandă / control eficiente, adaptate la noile solicitări din spațiul aerian.

Fluxul de lucru antiaerian de tip colaborativ este unul dintre modelele conceptuale care pot

formula soluții pertinente la problemele generate de tehnologizarea spațiului aerian. Un flux de lucru este descris în general de totalitatea operațiilor sau fazelor logice și succesive ale unui proces tehnologic de prelucrare, transformare a unor date/materiale de intrare în produse finite descrise de anumite însușiri, particularități obținute exclusiv în urma procesului tehnologic dinainte realizat. Gradul de automatizare, numărul fazelor de prelucrare a „materiilor prime”, ca și numărul participanților la realizarea fluxului de lucru, diferă de la un domeniu de „producție” la altul. În acest caz, fluxul de lucru antiaerian poate fi împărțit în faze și subfaze de „producție / transformare” a „materiei prime”, și anume *ținta aeriană viabilă*, în „produs final”, *ținta aeriană distrusă*. Cum se poate ajunge de la o țintă aeriană viabilă (simplă sau multiplă) la o țintă aeriană distrusă, este problema spre rezolvare a unui flux de lucru antiaerian foarte bine conceput.

Fazele fluxului de lucru antiaerian, în accepțiunea mea, sunt: cercetarea spațiului aerian; descoperirea și identificarea apartenenței țintei aeriene descoperite; urmărirea continuă și coerentă a țintei aeriene; combaterea și nimicirea țintei aeriene

\*Universitatea Națională de Apărare „Carol I”  
e-mail: danutroman2@yahoo.com



(executarea tragerilor antiaeriene propriu-zise), observarea și omologarea rezultatului combaterii și nimicirii țintei aeriene și reluarea etapelor anterioare dacă situația o impune. În funcție de capacitatea sistemului antiaerian de a îndeplini integrat toate fazele și subfazele fluxului de lucru antiaerian, am formulat termenul compus de *monopost acțional antiaerian*, care reprezintă entitatea (sistem, structuri) care poate îndeplini autonom totalitatea fazelor fluxului de lucru antiaerian. Exemple de monopost acțional antiaerian pot fi: mașina de luptă GEPARD sau mașina de luptă CA-95, CA-94, sistemul conjugat GUN-STAR cu două tunuri OERLIKON, complexul KUB sau batalionul, respectiv regimentul de rachete și artilerie antiaeriană. Desigur, posibilitățile de realizare a fazelor și a subfazelor de lucru antiaerian pentru fiecare monopost acțional antiaerian diferă între ele în funcție de gradul de concepție și de realizare a luptei cu inamicul aerian (distanța de descoperire, stabilitatea în însoțire a țintei în cazul întrebunțării bruiajului electronic, manevra de forțe și mijloace și de foc antiaerian, capacitatea de reziliență în urma interacțiunii cu ținta aeriană etc.). Pe baza fluxului de lucru antiaerian definit mai sus, se poate extrapola și implica în realizarea fazelor și subfazelor acestui flux, mai multe monoposturi acționale de tip antiaerian, iar procesul tehnologic se transformă în flux de lucru antiaerian de tip colaborativ. Lucrul colaborativ, în variantă antiaeriană, necesită ca mai multe monoposturi acționale să deservească un flux de lucru antiaerian acolo unde ele pot obține o eficiență ridicată și un randament superior, conform caracteristicilor tehnico-tactice pentru care au fost proiectate și realizate inițial ca monoposturi. În exemplul fluxului de lucru antiaerian colaborativ realizat de monoposturile acționale diferite, o mașină de luptă GEPARD și un lansator CA-94, în fazele de cercetare, descoperire și de identificare a țintei aeriene se poate realiza o maximă de eficiență pe timp de zi sau de noapte de către complexul GEPARD, în exemplu clasic de țintă aeriană simplă sau multiplă (zbor rectiliniu uniform fără bruiaj, unghiuri de acoperire mici) la o distanță de 16 km și, ulterior, ținta preluată direct în fazele de combatere și nimicire de către CA-94, când a devenit manevrabilă și vitezele unghiulare cresc considerabil, este sub protecția unui puternic bruiaj radioelectronic.

Se observă experimental, cum complexul CA-94 poate fi cu mult mai eficient în fazele finale ale

fluxului de lucru colaborativ determinat. Substanța ideii în exemplul de mai sus constă în dozarea *efortului antiaerian* pe faze ale fluxului de lucru antiaerian colaborativ în manieră dinamică, pe tipologia interacțiunii cu ținta aeriană a fiecărui monopost acțional antiaerian angajat pe aceeași platformă / rețea / infrastructură antiaeriană de lucru colaborativ. Astfel, se pot deosebi, în esență, noțiunile de „cooperare” cu cea de „colaborare” a monoposturilor acționale antiaeriene (similare sau diferite constructiv). În demersul realizat, privind construirea conceptului de *flux de lucru antiaerian colaborativ*, am plecat de la două *stări* ale țintei aeriene, și anume starea inițială de viabilitate și starea finală de țintă aeriană sau de ordine inversă. Apreciez greutatea realizării unui asemenea model conceptual datorită complexității tehnologice – constructive ale fiecărui sistem antiaerian, precum și a centrului de comandă și control care trebuie să gestioneze fazele fluxului de lucru antiaerian colaborativ și să integreze dinamic, în interacțiune cu tipologia țintei aeriene, condițiile de mediu, obiectivul de apărare antiaerian, timpul la dispoziție a două sau a mai multor monoposturi acționale antiaeriene, sisteme de senzori antiaeriene ale altor entități cu responsabilități privind securitatea și siguranța spațiului aerian (stații de radiolocație, observatori antiaerieni etc.).

În urma studiului modului de comportament al unui monopost acțional antiaerian, am observat că eficiența fluxului de lucru antiaerian este influențată de mai mulți factori cum ar fi: caracteristicile tehnico-tactice ale tehnicii de luptă din dotare, gradul de pregătire al personalului, dispozitivul de luptă realizat și mai mult capacitatea dinamică de realizare al acestuia, tipologia obiectivului de apărare antiaerian, caracteristicile geografice ale terenului, starea vremii, timpul de lumină și de întuneric, tipologia țintei aeriene (simplă sau multiplă) și mai mult dinamica interacțiunilor pe care le poate realiza aceasta. În esență, am desprins lucrul celor două entități aflate în confruntare: monopostul acțional antiaerian și ținta aeriană, mai exact starea lor de pregătire de luptă imediată dinaintea luării contactului una cu cealaltă, altfel reformulat, de *stările atitudinale asociate* ale celor două părți aflate în conflict generate de o serie de capacități de pregătire de luptă distincte. Revenind asupra subiectului pus în discuție în cadrul acestui articol, *comanda și controlul sistemelor de foc antiaerian*,



am deschis o nouă viziune asupra materializării celor doi termeni. Această viziune se manifestă în sensul disimnării informațiilor cu privire la stările de pregătire pentru luptă și cele acționale în dinamica modificării parametrilor acestora, pentru dozarea *efortului antiaerian* pe secvența de comportament a țintei aeriene. În acest sens devine fundamentală repartizarea eficientă a fazelor și a subfazelor fluxului de lucru antiaerian conform dinamicii de interacțiune dintre părțile țintă aeriană și structură antiaeriană.

Clasic, planificarea acțiunilor structurilor antiaeriene reprezintă o etapă distinctă premergătoare comenzii și controlului sistemului de foc antiaerian. Varianta conceptuală a lucrului colaborativ antiaerian abordează o planificare a acțiunilor militare din perspectivă dinamică de tip SWOT<sup>1</sup> (Strengths, Weakness, Opportunities, Threats). Analizate pe rând se desprind câteva trăsături caracteristice. Punctele tari (Strengths) ale luptei cu inamicul aerian sunt generate atât de particularitățile tehnico-tactice ale sistemelor de foc antiaerian, aspecte pozitive, tangibile și intangibile, interne ale structurii antiaeriene analizate, dar și de modalitatea de exploatare și de punere în valoare la un moment dat a interacțiunii cu inamicul aerian angajat. Punctele slabe (Weakness) descriu factorii care nu sunt în totalitate sub controlul structurii subiect în cauză și împiedică menținerea sau obținerea de performanță acțională. Amenințările (Threats) concretizează factorii externi care pot atenta la scopurile, calitatea și destabilizarea fluxului de lucru antiaerian colaborativ. Oportunitățile (Opportunities) pot fi materializate în urma unei planificări sau pot fi generate din nematerializarea evenimentelor de risc.

Din perspectiva fluxului de lucru colaborativ antiaerian, comanda și controlul devin mult mai sistematizate și etapizate prin distribuția responsabilităților în funcție de tipologia rețelei antiaeriene realizate. Astfel, pot fi concepute atât capacitățile de acțiune, cât și de reziliență a sistemelor antiaeriene participante la lupta cu inamicul aerian în flux de lucru colaborativ prin îndeplinirea simultană a celor șase condiții de eficiență antiaeriană: sprijinul reciproc, angajarea oportună a țintelor, distribuția echilibrată a focului antiaerian, apărarea antiaeriană în adâncime, acoperirea cu pondere a riscurilor, concentrarea focului antiaerian. În general, comanda și

controlul sunt atribute exclusive ale punctului de comandă și pot fi îndeplinite de către module funcționale, specializate în culegerea, prelucrarea / transformarea, stocarea, transmiterea, informațiilor necesare comandantului și statului major pentru planificarea și conducerea acțiunilor militare. În urma analizei, asumarea riscului privind acțiunile în spațiul aerian pare să acopere aspectele unui eșec al operației sau altfel spus, reușita inamicului. Fluxul de lucru antiaerian asigură cadrul de manifestare și de înțelegere a *interacțiunii* dintre forțele proprii și inamicul aerian, pentru fiecare fază și subfază ale acțiunilor de luptă.

Exprimarea realistă a *potențialului de luptă antiaerian* la un moment dat în cadrul fluxului antiaerian asigură eficiența punctului de conducere a luptei și, implicit, asupra factorului de decizie posibilitatea de comandă și control adecvate fiecărei secvențe de luptă. Un punct de comandă specific sistemelor antiaeriene eficient trebuie să posede capacități de estimare, organizare, decizie și acțiune coerentă, rapiditate, precizie și letalitate. De asemenea, interoperabilitatea punctului de comandă antiaerian reprezintă o altă condiție necesară în constituirea zonei de operații a forțelor de tip joint și de realizare a colectării, prelucrării, schimbului și utilizării informațiilor despre starea spațiului aerian și terestru, implicit obținerea superiorității deciziei, efectelor coerente, a dislocărilor și a manevrelor pentru realizarea puterii de luptă. Capacitatea de comandă și control a unui punct de comandă (comandant și respectiv statul major) este materializată prin realizarea echilibrului dintre organizarea pentru misiune, concepția operației, pregătirea personalului, precum și susținerea tehnologică a acestuia. Modelul de comandă și control din perspectiva fluxului de lucru antiaerian colaborativ constă în operarea asupra informațiilor și identificarea în timp real a forței care poate executa cel mai bine misiunea, fie ea și fragmentată, pe faze și subfaze ale procesului luptei cu inamicul aerian. Deși acest model seamănă conceptului războiului bazat pe rețea<sup>2</sup> prin trăsăturile sale de bază, trecerea de la platformă la rețea, de la individual la constituirea ca parte din sistem, de la informație la cunoaștere, implică un model care nu prelucrează doar informații despre structurile subordonate conduse, ci mai degrabă operează cu *nivele ale stărilor acționale asociate* cu nivelul pregătirii pentru luptă în interacțiune cu inamicul

aerian și terestru. Realizarea controlului unei entități de luptă într-o rețea antiaeriană de tip colaborativ este importantă contextual în ceea ce se întâmplă cu celelalte entități aflate în cadru operațional comun, adică legate la același sistem de referință, al luptei cu inamicul aerian. Practic avem de-a face cu o „însușire” a mai multor *sisteme de referință* proprii monoposturilor acționale antiaeriene, care împreună generează *traectoria absolută a țintei aeriene desemnate*, un termen specific rețelei antiaeriene de lucru colaborativ. Centrul de greutate privind funcționarea modelului de comandă control astfel exprimat constă, nu neapărat, în cunoașterea spațiului de luptă, ci mai degrabă în cunoașterea *interacțiunilor* dintre entitatea subiect și spațiul de luptă, respectiv a stărilor acționale și atitudinale

Caracteristicile funcționale ale conceptului modelează comanda-controlul, dar și execuția într-un grad de integrare sporit realizat nu numai pe suportul unor planuri și decizii, dar și pe baza unor intenții formulate, cu mult mai puține detalii încorporate în ordinele transmise și o sporire considerabilă a vitezei de comandă. Toate entitățile acționale în relații colaborative își vor desfășura propriul lucru, contextual, raportat nu doar la mediul fizic de confruntare, ci mai degrabă la stările acționale ale partenerilor de rețea reprezentată schematic în fig. 1.

Viziunea asupra lucrului colaborativ antiaerian, în modelul descris mai sus, este exclusiv de factură sistemică în care monoposturile acționale pot fi la rândul lor sisteme de sisteme, de o anvergură extinsă



Fig. 1 Variantă conceptuală de arhitectură – rețea antiaeriană colaborativă acțională

ale entităților integrate în rețeaua colaborativă. Avantajul acestei abordări demonstrează faptul că entitățile subiect pot exista fizic, dar pot acționa atât în spațiul de luptă, cât și în afara acestuia, respectiv în spațiul de influență sau de interes. Elementul central supus comenzii și controlului este monopostul acțional antiaerian cu capacități proprii senzoriale, de decizie și acționale. Precizez importanța înțelegerii asupra implicării acestor *capacități proprii* pe faze și subfaze ale fluxului de lucru antiaerian colaborativ pentru că din acțiunea sinergică a tuturor monoposturilor conectate în rețea la final se va obține o imagine unitară asupra spațiului de luptă, implicit o generare eficientă a eforturilor antiaeriene (cercetare, descoperire etc.).

sau restrânsă, dar în mod obligatoriu de tip deschis. În acest sens, rolul critic<sup>3</sup> pentru funcționarea rețelei de lucru colaborativ antiaerian va reveni sistemului de comandă și control.

În urma analizelor privind conjugarea comandamentelor batalioanelor înregimentate de rachete și artilerie antiaeriană, am observat un comportament asemănător monoposturilor acționale de tip antiaerian. Cu alte cuvinte, poate fi experimentat o integrare a punctelor de comandă care să realizeze un lucru similar monoposturilor acționale de tip colaborativ. Am identificat două direcții specifice sistemelor de foc antiaerian din forțele terestre: *manevra de forțe și mijloace*,

respectiv *manevra de foc*. Această nouă perspectivă diferă substanțial tocmai datorită caracterului integrativ al sistemelor (fizice) de referință specifice fiecărui centru de comandă și control în funcție de: intensitatea acțiunilor de luptă, procedeele folosite de inamicul aerian pentru lovirea obiectivelor, manevra mijloacelor de atac aerian împotriva tragerilor antiaeriene, importanța țintelor aeriene, eșalonarea acestora în timp și spațiu, respectiv cantitatea de proiectile / rachete care pot fi lansate în aer în zona țintelor aeriene. Nevoia de mobilitate este o caracteristică permanentă a forțelor terestre care implică refacerea dispozitivului de luptă, întărirea efortului antiaerian pe o direcție importantă, precum și refacerea capacității de luptă a unor unități/subunități care au suferit pierderi (creșterea capacității de reziliență antiaeriană). Spre exemplu, în varianta de acțiune în rețea colaborativă, punctele de comandă pot opera cu noțiuni mult mai flexibile, cum ar fi *continuitatea apărării antiaeriene*. Pentru calculul aliniamentului de semnal, în situația

a U/Sub ( $T_{dep} = D_{dep}/V_{dep}$ ),  $T_o$  – timpul de ocupare a noii poziții de tragere. Astfel, lucrul punctelor de comandă în modelul colaborativ poate genera o combinație eficientă a potențialelor de luptă a structurilor subordonate și implicit un efect direct asupra asigurării continuității apărării antiaeriene concomitent cu reducerea riscului de scoatere din luptă a forțelor antiaeriene angajate.

Un alt rezultat direct al cercetării asupra fenomenului antiaerian, l-am concretizat în așa-numita schemă funcțională a conexiunilor TEWA (Threat Evaluation and Weapon Allocation) pentru evaluarea amenințării aeriene și comanda sistemelor de armament în executarea tragerilor antiaeriene. Elementele acționale ale suportului de interfață TEWA, ca în figura 2, sunt: modulul PO de planificare operativă, modulul TE de evaluare a amenințării, modulul WA de repartitie (desemnare) a sistemelor de armament antiaerian, modulul CFA de control al focului antiaerian, modulul de management al urmării ținte aeriene și modulul

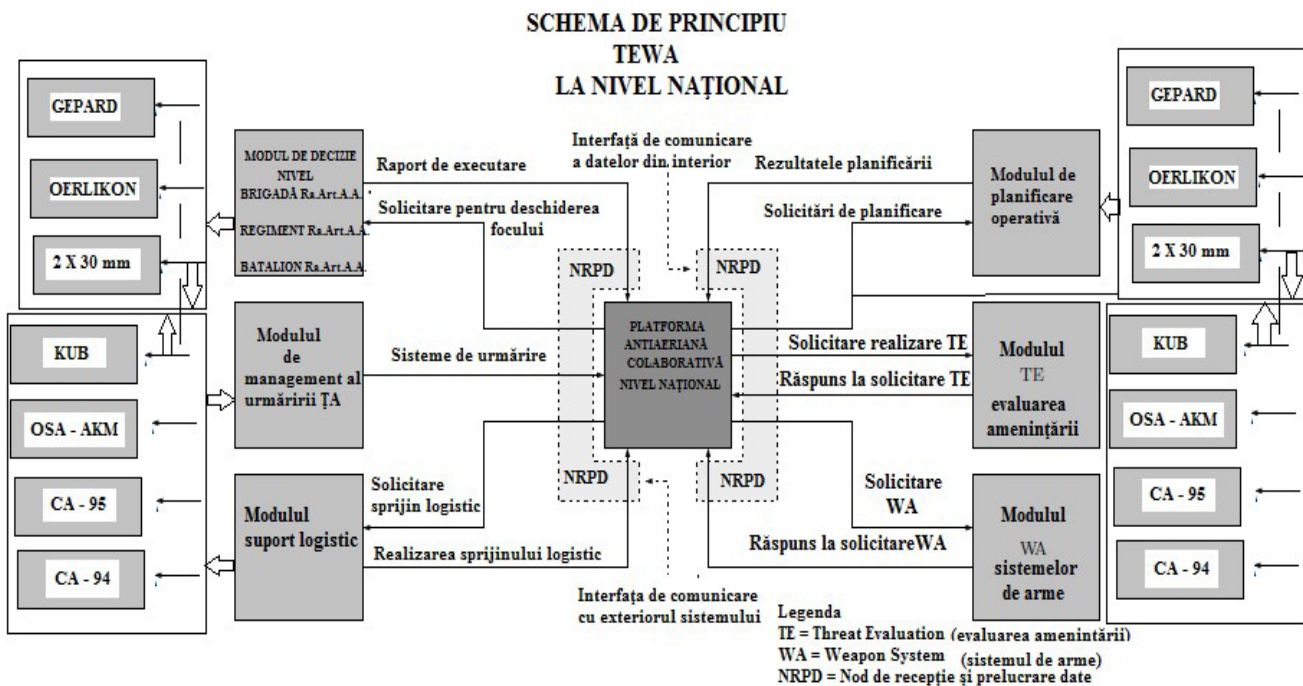


Fig. 2 Variantă de schemă de principiu TEWA la nivel național aplicabilă forțelor terestre

manevrei de forțe și mijloace antiaeriene pe timpul operației ofensive, aplicăm formula:

$$A_s = D_{dep} - R_o * (T_{st} + T_{dep} + T_o)$$

în care:  $A_s$  – aliniamentul de înștiințare,  $D_{dep}$  – distanța de deplasare a unității/subunității pentru asigurarea continuității apărării antiaeriene,  $R_o$  – ritmul ofensivei km (minute, ore),  $T_{st}$  – timpul de strângere (minute, ore),  $T_{dep}$  – timpul de deplasare

de susținere logistică al fluxului de lucru antiaerian. Relațiile organizatorice<sup>4</sup> de comandă control și de execuție într-o astfel de structură pot fi: de autoritate, de control, de cooperare și de reprezentare pentru anumite funcții de îndeplinit privind construirea luptei cu inamicul aerian.

În principal, modelul de rețea colaborativă se bazează pe o reprezentare a tipurilor de relații de la



1 la 1, de la 1 la n și de la n la m. O rețea este formată din mai multe noduri și ochiuri de rețea care pot fi, după formă, simetrice sau asimetrice. Fiecare nod de rețea antiaerian, reprezintă o colecție de date specifice prelucrate sau prelucrabile, iar legăturile dintre acestea reflectă relațiile de asociere dintre utilizatori. Caracteristica principală este dată de gradul de acceptabilitate pentru oricare din colecțiile de date situate pe „n” nivele, prin indicarea explicită a relațiilor dintre aceste nivele, la accesul de la toate celelalte nivele sau doar de o anumită parte dintre utilizatorii conectați. În plus, este acceptată existența unei stări antiaeriene temporare a înregistrărilor independente care permite reprezentarea unică a imaginii spațiului aerian de responsabilitate într-o bază de date comună.

La finalul demersului meu științific atrag atenția asupra complexității luptei cu inamicul aerian care reclamă o cercetare mult mai aplecată pentru identificarea celor mai optime soluții adaptabile decalajului tehnologic profund realizat între mijloacele aeriene și cele antiaeriene avute la dispoziție la un anumit moment dat.

Această lucrare a fost posibilă prin sprijinul financiar oferit prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, cofinanțat prin Fondul Social European, în cadrul proiectului POSDRU/159/1.5/S/138822, cu titlul „Rețea Transnațională de Management Integrat al Cercetării Doctorale și Postdoctorale Inteligente în Domeniile „Științe Militare”, „Securitate și Informații” și „Ordine Publică și Siguranță Națională” – Program de Formare Continuă a Cercetătorilor de Elită – „SmartSPODAS”.

## NOTE:

- 1 S.F. Lee, Andrew Sai On Ko, *Building balanced scorecard with SWOT analysis, and implementing „Sun Tzu’s The Art of Business Management Strategies”*, Managerial Auditing Journal, pp. 78-76.
- 2 Cebrowscki Arthur, Garstka John, *Network Centric Warfare: Its Origin and Future*, Biroul pentru transformarea forței al Secretarului pentru Apărare al SUA, 1988.
- 3 S.F. Lee, Andrew Sai On Ko, *Building balanced scorecard with SWOT analysis, and implementing „Sun Tzu’s The Art of Business Management Strategies”*, Managerial Auditing Journal, pp. 205-216.
- 4 Stephen P. Robbins, *Organizational Theory: Structure, Design, and Applications*, Prentice Hall, New Jersey, 1990, p. 279.

## BIBLIOGRAFIE

- Bălăceanu Ion, Dumitru Daniel, Ioana Ion, *Potențialul de luptă al forțelor terestre în context NATO*, Editura TOP FORM, București, 2006.
- Bălăceanu Ion, Martin Iulian, Dragomirescu Valentin, *Interacțiunea strategiilor în conflictele armate moderne*, Editura UNAp „Carol I”, 2010.
- Colectiv, *Memoratorul trupelor de artilerie și rachete antiaeriene*, Tipografia militară a MAPN, București.
- Johansson Frederik, *Evaluating the Performance of TEWA Systems*, University of Scövde, 2010.
- Martin Iulian, *Tendențe privind modernizarea și întrebuințarea sistemelor de artilerie și rachete antiaeriene în concepția unor armate moderne*, Sesiunea de comunicări științifice, Editura Etnograph, Cluj-Napoca, 2004.
- Robbins P. Stephen, *Organizational Theory: Structure, Design, and Applications*, Prentice Hall, New Jersey, 1990.