



## SUPRAVEGHEREA AERIANĂ – EVOLUȚII ȘI TENDINȚE –

Colonel Pătru PÎRJOL

Universitatea Națională de Apărare „Carol I”, București

DOI: 10.55535/GMR.2022.3.09

*Progresul științific și tehnologic înregistrat în ultimele decenii a contribuit la realizarea unor radare cu posibilități superioare de detecție a mijloacelor de atac aerian. Aceste mijloace au contribuit, la rândul lor, la îmbunătățirea parametrilor sistemului de supraveghere aeriană, care au furnizat informațiile necesare structurilor destinate pentru combaterea mijloacelor aeriene. Dinamica structurală și funcțională înregistrată de sistemele de supraveghere aeriană a urmărit adaptarea continuă la complexitatea câmpului de luptă, asigurând informațiile necesare angajării coerente și eficiente a forțelor în desfășurarea acțiunilor militare.*

*Cuvinte-cheie: supraveghere aeriană, unde electromagnetice, avertizare aeriană, teoria complexității, Centrul de Operații Aeriene.*

## INTRODUCERE

Obținerea informațiilor despre adversar a constituit o condiție esențială pentru dominarea politică, economică și militară a acestuia din cele mai vechi timpuri. Supravegherea, ca metodă de obținere a informațiilor despre adversar, este considerată o metodă utilizată pentru cunoașterea situației specifice unei anumite zone de interes sau a câmpului de luptă, în vederea obținerii și menținerii inițiativei forțelor proprii pe durata desfășurării luptelor.

Apariția mijloacelor de zbor a avut ca efect necesitatea înființării unui sistem specializat de supraveghere care să asigure detecția în timp util a amenințărilor existente în spațiul aerian. Pericolul reprezentat de către mijloacele de zbor, prin acțiunile executate de acestea împotriva obiectivelor terestre, a forțelor combatante și a populației, a determinat autoritățile să identifice soluții concrete prin care să atenueze amenințările provenite din spațiul aerian. În consecință, realizarea unui sistem de supraveghere aeriană performant nu a constituit produsul intensificării traficului aerian civil, ci a constituit o cerință de ordin militar, și anume aceea de a cunoaște în permanență situația existentă în spațiul aerian, pentru a preveni și a combate pericolul generat de mijloacele de atac aerian ale adversarului.

Încercările puterilor militare relevante ale începutului de secol XX de a gândi și realiza un sistem de supraveghere a spațiului aerian au avut rezultate modeste, soluțiile identificate dovedindu-se neviabile în caz de conflict armat. Izbucnirea Primului Război Mondial a constituit factorul determinant care a contribuit la realizarea unui sistem de supraveghere aeriană corespunzător cerințelor militare specifice fiecărui stat implicat în conflict, care era capabil să detecteze mijloacele de atac aerian ale adversarului și să informeze în timp util structurile specializate în combaterea acestora. Modul în care s-au desfășurat acțiunile în spațiul aerian, pe durata Marelui Război, a demonstrat că eficiența apărării aeriene este dependentă de viabilitatea sistemului de supraveghere și alarmare, constituind un adevăr demonstrat cu prisosință atât pe timpul acestui război, cât și în conflictele ulterioare.

*Apariția mijloacelor de zbor a avut ca efect necesitatea înființării unui sistem specializat de supraveghere care să asigure detecția în timp util a amenințărilor existente în spațiul aerian. Pericolul reprezentat de mijloacele de zbor, prin acțiunile executate de acestea împotriva obiectivelor terestre, a forțelor combatante și a populației, a determinat autoritățile să identifice soluții concrete prin care să atenueze amenințările provenite din spațiul aerian.*



*Sistemul de supraveghere gândit de puterile beligerante era compus din structuri specializate în descoperirea și identificarea mijloacelor aeriene, denumite structuri de „pândă și avertizare aeriană”, care aveau misiunea de a furniza informațiile necesare pentru combaterea mijloacelor de atac aerian, importanța acestuia în cadrul apărării aeriene fiind reliefată de numărul mare de aparate de zbor pierdute comparativ cu perioada anterioară înființării acestuia.*

## SCURT ISTORIC

Primul Război Mondial a reprezentat conflictul în care s-au desfășurat primele confruntări în mediul aerian. Potențialul avionului de a pătrunde în adâncimea teritoriului adversarului, fără a exista posibilitatea de a fi detectat, a provocat îngrijorare în rândul statelor participante la conflict, intensificând cercetările desfășurate pentru identificarea unor soluții tehnice și organizatorice care să permită descoperirea mijloacelor aeriene în timp util, suficient pentru a asigura apărarea împotriva acestora. Nivelul tehnologic existent la declanșarea conflagrației nu a permis construirea radarului, pentru detecția mijloacelor aeriene utilizându-se echipamente optice și acustice care au reprezentat, pe întreaga perioadă a conflictului, singurele surse de informații destinate apărării împotriva atacului aerian.

Dezvoltarea continuă a mijloacelor aeriene de către beligeranți a contribuit la transformarea avionului într-un mijloc de luptă eficient, devenind, în acest fel, o amenințare cu caracter permanent la adresa populației civile și a obiectivelor importante pentru efortul de război. Pericolul reprezentat de mijloacele de atac aerian a determinat autoritățile statelor beligerante să stimuleze cercetările în domeniu în vederea identificării unor soluții care să permită neutralizarea acestuia. În acest sens, au fost întreprinse acțiuni concrete de realizare a unor sisteme de supraveghere aeriană în scopul descoperirii și identificării aparatelor de zbor de la o distanță cât mai mare, astfel încât să se asigure timpul necesar pentru alertarea structurilor destinate combaterii acestora. Supravegherea spațiului aerian împotriva aeronavelor a fost realizată de către toate statele europene participante la conflict, după concepții asemănătoare, care presupuneau concentrarea efortului spre zona de desfășurare a operațiilor, iar în adâncimea teritoriului, pe direcțiile probabile de atac ale inamicului aerian. Sistemul de supraveghere gândit de puterile beligerante era compus din structuri specializate în descoperirea și identificarea mijloacelor aeriene, denumite structuri de *pândă și avertizare aeriană* (Teodorescu, Neagoe, Munteanu, 2001, pp. 37-42), care aveau misiunea de a furniza informațiile necesare pentru combaterea mijloacelor de atac aerian, importanța acestuia în cadrul apărării aeriene fiind reliefată de numărul mare de aparate de zbor pierdute comparativ cu perioada anterioară înființării acestuia.

Sfârșitul Primului Război Mondial nu a adus schimbări semnificative în ceea ce privește echipamentele utilizate în detecția aparatelor de zbor. Instrumentul de detecție a corpurilor metalice prezentat de inginerul Christian Hülsmeyer nu avea relevanță din punct de vedere militar, distanța de la care putea realiza detecția corpurilor fiind ne semnificativă din punct de vedere operațional. Chiar dacă se consideră că istoria radarului începe cu această realizare din 1904, dispozitivul realizat de inginerul Christian Hülsmeyer nu permitea determinarea distanței până la obiect, dar determina direcția pe care se găsea obiectul metalic. Posibilitățile de detecție ne semnificative comparativ cu caracteristicile tehnice ale mijloacelor de atac aerian au contribuit la menținerea dezinteresului față de acest echipament, iar diseminarea în rândul comunității științifice a rezultatelor referitoare la detecția obiectelor metalice cu ajutorul undelor electromagnetice nu a avut anvergura necesară pentru a intra în atenția oamenilor de știință.

Evoluția tehnologică înregistrată de mijloacele de atac aerian, precum și posibilitatea din ce în ce mai ridicată de izbucnire a unui nou război în Europa au generat o creștere a interesului puterilor militare referitor la detecția mijloacelor aeriene, fiind realizate studii, aproape simultan și independent, în SUA, Regatul Unit al Marii Britanii, URSS, Japonia, Germania, Franța și Italia. La 26 februarie 1935 a avut loc experimentul de la Daventry (Malanowski, 2019, p. 5), prin care se demonstra posibilitatea detecției mijloacelor aeriene cu ajutorul undelor radio, experimentul realizat reprezentând punctul culminant al studiilor desfășurate în domeniul electromagnetismului. Experimentul derulat la Daventry a convins conducerea armatei britanice de importanța deținerii unui radar în acțiunile desfășurate împotriva mijloacelor de atac aerian ale adversarului. Importanța acordată radarului de către conducerea armatei britanice rezultă din programul derulat pentru construirea acestuia și realizarea unui sistem de supraveghere a spațiului aerian care a devenit operațional înainte de începutul celui de-Al Doilea Război Mondial. Chiar dacă radarele au devenit elemente predominante în cadrul sistemului de supraveghere aeriană, totuși echipamentele optice și acustice întrebuintate în timpul Primului Război Mondial au continuat să existe și să asigure descoperirea mijloacelor aeriene simultan cu radarele. Sistemul de supraveghere aeriană realizat cu ajutorul radarelor a reprezentat



*Evoluția tehnologică înregistrată de mijloacele de atac aerian, precum și posibilitatea din ce în ce mai ridicată de izbucnire a unui nou război în Europa au generat o creștere a interesului puterilor militare referitor la detecția mijloacelor aeriene, fiind realizate studii, aproape simultan și independent, în SUA, Regatul Unit al Marii Britanii, URSS, Japonia, Germania, Franța și Italia.*



*Noul mijloc de luptă, avionul, a demonstrat un potențial de luptă ridicat, fiind capabil să pătrundă adânc în dispozitivul adversarului. Pentru a diminua impactul acestui nou mijloc de luptă asupra potențialului economic și militar, autoritățile politico-militare ale statelor implicate în conflict au depus eforturi susținute în scopul identificării unor soluții care să asigure detecția acestor mijloace de luptă.*

finalitatea unor cercetări în domeniul științei și tehnologiei, dar și produsul unor studii întreprinse pentru identificarea soluțiilor optime de organizare a acestuia, astfel încât să se obțină o diminuare a superiorității deținute de mijloacele de atac aerian față de apărarea aeriană. Realizarea unei apărări aeriene robuste și eficiente împotriva adversarului aerian presupunea obținerea, în timp real, a informațiilor despre evoluția acestuia în spațiul aerian. Îndeplinirea acestui deziderat presupunea o adaptare continuă a sistemului de supraveghere aeriană la posibilitățile de luptă ale mijloacelor de atac aerian, caracterizată de o dinamică structurală și funcțională permanentă, care urmărea creșterea eficienței procesului de obținere și prelucrare a datelor și a capacității de combatere a inamicului aerian de către apărarea aeriană.

### DINAMICĂ STRUCTURALĂ

Primul Război Mondial a introdus un nou mijloc de luptă, care a extins războiul într-o nouă dimensiune, și anume *spațiul aerian*. Noul mijloc de luptă, avionul, a demonstrat un potențial de luptă ridicat, fiind capabil să pătrundă adânc în dispozitivul adversarului. Pentru a diminua impactul acestui nou mijloc de luptă asupra potențialului economic și militar, autoritățile politico-militare ale statelor implicate în conflict au depus eforturi susținute în scopul identificării unor soluții care să asigure detecția acestor mijloace de luptă. Materializarea acestor soluții s-a realizat prin constituirea unor structuri specializate în descoperirea mijloacelor de atac aerian, precum și prin înzestrarea acestora cu mijloace tehnice, cu posibilități de detecție optică și acustică, apte să asigure descoperirea de la distanță maximă a acestora. Aceste structuri au fost grupate în cadrul unui sistem centralizat destinat să furnizeze informațiile necesare desfășurării acțiunilor împotriva inamicului aerian. În cadrul acestui sistem, structurile de pândă și avertizare aeriană erau conectate cu centrele de comandă militară și de protecție civilă, realizându-se, prin intermediul acestora, înștiințarea din timp a autorităților militare și civile despre apariția inamicului aerian.

Rezultatele obținute de beligeranți în acțiunile de combatere a mijloacelor de atac aerian după organizarea supravegherii aeriene au confirmat importanța acestui serviciu, acordându-se un rol însemnat îmbunătățirii și modernizării permanente a acestuia ca factor relevant în apărarea aeriană.

Primul Război Mondial a marcat începutul supravegherii spațiului aerian și detecției mijloacelor aeriene, fiind caracterizat, din perspectiva supravegherii aeriene, de următoarele aspecte:

- apariția primelor servicii de supraveghere și informare aeriană;
- elaborarea primelor concepții de organizare a supravegherii aeriene;
- organizarea procesului de instruire a efectivelor destinate posturilor de supraveghere aeriană;
- elaborarea și aplicarea în luptă a principiilor și normelor tactice privind întrebunțarea posturilor de supraveghere aeriană (Teodorescu et al., pp. 44-47).

Armata română, în perioada de neutralitate, a obținut concepțiile de organizare a serviciului de pândă și avertizare aeriană elaborate de armatele franceză, germană și belgiană, prin care se reglementa modul de realizare a supravegherii aeriene. Aceste documente au constituit baza necesară elaborării propriilor instrucțiuni destinate pregătirii observatorilor aerieni pentru descoperirea și identificarea aeronavelor inamice. Documentele elaborate de conducerea armatei române stabileau modul de obținere și transmitere a informațiilor spre posturile de conducere în vederea realizării protecției obiectivelor relevante pentru potențialul de război și a populației civile. Astfel, ca urmare a demersurilor întreprinse de conducerea armatei române în vederea apărării împotriva aeronavelor, s-a înființat, la 15.08.1916, prin Înaltul Decret nr. 2784 din 14.08.1916, prima structură destinată pentru supravegherea spațiului aerian, în cadrul Serviciului de Apărare Contra Aeronavelor, în scopul informării autorităților despre apariția mijloacelor de atac aerian ale adversarului (Ib., p. 67).

Perioada interbelică a cunoscut o evoluție științifică importantă, care a permis atingerea unui nivel tehnologic adecvat realizării radarului modern. Statele dezvoltate din punct de vedere tehnologic au construit radare capabile să descopere mijloacele de atac aerian de la distanțe mari, permițând forțelor de apărare aeriană să intervină eficient împotriva lor. Radarele construite atât de către Germania, cât și de către Marea Britanie au permis realizarea unor sisteme de supraveghere aeriană care au jucat un rol esențial pe timpul confruntărilor aeriene din timpul celui de-Al Doilea Război Mondial. Impulsionată de evoluția tehnologică a aparatelor de zbor aparținând



GÂNDIREA  
MILITARĂ  
ROMÂNEASCĂ

*Armata română, în perioada de neutralitate, a obținut concepțiile de organizare a serviciului de pândă și avertizare aeriană elaborate de armatele franceză, germană și belgiană, prin care se reglementa modul de realizare a supravegherii aeriene. Aceste documente au constituit baza necesară elaborării propriilor instrucțiuni destinate pregătirii observatorilor aerieni pentru descoperirea și identificarea aeronavelor inamice.*



*Apariția unei noi amenințări în spațiul aerian prin construcția, de către Germania nazistă, a rachetelor balistice V-2, a contribuit la creșterea interesului față de sistemul de supraveghere aeriană. Noul mijloc de luptă evolua la înălțimi și cu viteze foarte mari, punând în imposibilitate sistemul de supraveghere a spațiului aerian de a descoperi aceste mijloace.*

ambelor tabere aflate în conflict, radiolocația s-a dezvoltat continuu, acumulând realizări tehnologice care au permis creșterea posibilităților de descoperire a radarelor. La începutul războiului, Marea Britanie dispunea de un sistem de supraveghere aeriană operațional, denumit *Chain Home* (Toomay, Hannen, 2004, p. 3), capabil să descopere avioanele germane la distanțe suficient de mari pentru a asigura o reacție oportună a structurilor cu responsabilități în apărarea aeriană a teritoriului.

Desfășurarea defavorabilă a războiului pentru armata germană a înlăturat pericolul reprezentat de bombardierele germane asupra Angliei, sistemul de supraveghere britanic având un rol secundar în cadrul efortului de război al armatei britanice. Apariția unei noi amenințări în spațiul aerian prin construcția, de către Germania nazistă, a rachetelor balistice V-2, a contribuit la creșterea interesului față de sistemul de supraveghere aeriană. Noul mijloc de luptă evolua la înălțimi și cu viteze foarte mari, punând în imposibilitate sistemul de supraveghere a spațiului aerian de a descoperi aceste mijloace. Pericolul reprezentat de această nouă amenințare a impus reorganizarea sistemului de supraveghere aeriană britanic astfel încât să asigure detecția rachetelor V-2 imediat după lansare, urmărindu-se informarea structurilor cu responsabilități privind protecția populației. Noul sistem de supraveghere aeriană a fost numit *BIG BEN* (în *The Chain Home Radar System*), fiind menținut până la terminarea războiului, când radarele din componența acestuia au fost organizate într-un nou sistem, denumit *ROTOR* (în *Rotor radar system*), constituit în scopul detecției și urmăririi bombardierelor strategice sovietice.

## DINAMICĂ FUNCȚIONALĂ

Puterile militare europene au urmărit, în perioada premergătoare izbucnirii Primului Război Mondial, realizarea unor sisteme de supraveghere aeriană funcționale. Numărul redus atât al statelor posesoare de aparate de zbor, cât și al mijloacelor aeriene a determinat un interes diminuat pentru realizarea unui sistem de supraveghere aeriană viabil, care să asigure descoperirea, identificarea și transmiterea informațiilor necesare pentru combaterea mijloacelor de atac aerian. Primul Război Mondial a avut un rol semnificativ

În intensificarea eforturilor pentru realizarea acestui sistem, punând bazele procesului de prelucrare a datelor obținute și a unui sistem de comunicații prin care se asigura transmiterea informațiilor referitoare la situația aeriană. Structura acestui sistem de comunicații era astfel realizată, încât să asigure legătura între posturile de pândă aeriană, precum și legătura acestora cu punctele de comandă din cadrul sistemului de apărare contra aeronavelor. Fluxurile informaționale realizate erau valorificate la nivelul punctelor de comandă înființate în cadrul apărării contra aeronavelor, de către punctele de comandă cu responsabilități în apărarea civilă, precum și de către alte structuri care aveau repartizate sarcini pe linia combaterii inamicului aerian. Arhitectura sistemului de comunicații, prin care se asigura realizarea fluxurilor informaționale despre situația aeriană, era asemănătoare la toate puterile beligerante.

Perioada premergătoare izbucnirii celui de-Al Doilea Război Mondial a adus o dezvoltare tehnologică notabilă a mijloacelor de atac aerian, prin îmbunătățirea caracteristicilor tehnice ale acestora, dar și o serie de realizări importante în domeniul electronicii, având ca finalitate dezvoltarea și îmbunătățirea echipamentelor de comunicații și realizarea unor radare cu posibilități de descoperire foarte bune. Impunerea radarului ca mijloc de supraveghere a spațiului aerian a contribuit la modificarea concepției privind organizarea sistemului de supraveghere aeriană atât de către Marea Britanie, cât și de către Germania. Corespunzător acestei noi concepții de organizare se realizează o modificare a arhitecturii sistemului de comunicații și apare o nouă viziune privind modul de prelucrare și diseminare a informațiilor. Marea Britanie a realizat un sistem informațional centralizat, în care datele obținute de radarele din compunerea sistemului de supraveghere aeriană erau transmise spre un punct de comandă central, unde erau materializate pe hărți, stabilindu-se, în urma prelucrării acestora, obiectivele pe care inamicul urma să le atace. Informațiile obținute în urma prelucrării datelor furnizate de radare erau utilizate pentru dirijarea aviației de vânătoare la interceptare sau conducerea focului bateriilor de apărare antiaeriană.

La începutul războiului împotriva Marii Britanii, Germania a organizat apărarea aeriană sub forma unui aliniament organizat pe sectoare care dispuneau de radare de supraveghere și dirijare



GÂNDIREA  
MILITARĂ  
ROMÂNEASCĂ

*Marea Britanie a realizat un sistem informațional centralizat, în care datele obținute de radarele din compunerea sistemului de supraveghere aeriană erau transmise spre un punct de comandă central, unde erau materializate pe hărți, stabilindu-se, în urma prelucrării acestora, obiectivele pe care inamicul urma să le atace. Informațiile obținute în urma prelucrării datelor furnizate de radare erau utilizate pentru dirijarea aviației de vânătoare la interceptare sau conducerea focului bateriilor de apărare antiaeriană.*





*Sistemul C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) asigură o imagine clară a ceea ce se întâmplă în zona de interes prin prelucrarea datelor și informațiilor furnizate de senzori, astfel încât să ofere forțelor suportul informațional necesar desfășurării acțiunilor și îndeplinirii misiunilor.*

a focului, proiectoare și vânători de noapte asociați fiecărui sector, dirijarea vânătorului realizându-se vizual, cu ajutorul reflectoarelor care iluminau ținta. Ulterior, contramăsurile britanice de anihilare a acestui aliniament au avut ca efect reorganizarea apărării aeriene prin dispunerea radarelor sub forma unei rețele și coordonarea centralizată a vânătorilor către ținte (Murray, 1983, pp. 177-179). În același timp, Germania a integrat sistemele de supraveghere aeriană ale statelor aliate prin conectarea operativă a fluxurilor informaționale furnizate de sistemul propriu de supraveghere cu sistemele similare din țările aliate, înființând, în acest sens, pe teritoriul Germaniei, *Centre de informații cu Puterile Aliate* (Teodorescu et al., p. 154). Arhitectura sistemului informațional britanic și german consta în conexiunile existente între posturile radar și punctele de comandă și se realiza prin echipamente de comunicații care asigurau transmiterea informațiilor despre inamicul aerian.

După război, arhitectura funcțională a sistemelor de supraveghere aeriană nu a suferit modificări sensibile, cele produse având rolul de a optimiza activitatea în punctele de comandă.

Dezvoltarea înregistrată în ultimele decenii în domeniul tehnologiei informației și a comunicațiilor a determinat modificări la nivelul arhitecturii funcționale a sistemelor de supraveghere aeriană. Utilizarea rețelelor de calculatoare a crescut capacitatea de colectare, prelucrare și diseminare a datelor și informațiilor în timp real, producând modificări sensibile în arhitectura sistemului de transmitere a informațiilor despre inamicul aerian. Integrarea acestor rețele este realizată de către sistemul C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), care asigură o imagine clară a ceea ce se întâmplă în zona de interes prin prelucrarea datelor și informațiilor furnizate de senzori, astfel încât să ofere forțelor suportul informațional necesar desfășurării acțiunilor și îndeplinirii misiunilor (în *Control the Chaos. Control the Outcome*).

Dinamica funcțională a sistemului de supraveghere aeriană a avut ca finalitate adaptarea la cerințele operaționale valabile la un moment dat, constituind o reflectare fidelă a modului de organizare a sistemului de supraveghere prin radiolocație a spațiului aerian prin care se asigura desfășurarea optimă a proceselor informaționale.

Adaptarea structurală și funcțională a sistemului de supraveghere aeriană este un proces continuu, care are ca scop îmbunătățirea posibilităților de descoperire, urmărire, identificare, prelucrare și diseminare a datelor și informațiilor despre inamicul aerian, precum și minimizarea sau neutralizarea avantajelor de natură tehnologică deținute de acesta. Avansul tehnologic deținut de mijloacele de atac aerian va impune o reconfigurare a arhitecturii sistemului de supraveghere a spațiului aerian prin care să se reducă superioritatea deținută de acesta. Descoperirea amenințărilor existente în spațiul aerian și evitarea surprinderii forțelor proprii de către un posibil adversar au constituit scopuri pentru care au fost înființate și dezvoltate sistemele de supraveghere aeriană. Pentru îndeplinirea acestor scopuri, statele lumii au realizat rețele de senzori capabile să mențină sub supraveghere permanentă volume cât mai mari din spațiul aerian, astfel încât să asigure detecția mijloacelor aeriene de la distanțe maxime, care să permită reacția oportună a forțelor proprii împotriva acestora.

Potențialul ridicat de atac al mijloacelor aeriene a impus dezvoltarea unor rețele de senzori complexe, capabile să asigure supravegherea unor areale geografice mari, având ca efect obținerea unor sisteme de supraveghere a spațiului aerian cu o arhitectură din ce în ce mai complexă, în vederea realizării unor cerințe operaționale superioare. Evoluția calitativă a acestui sistem constituie premisa obținerii succesului în confruntările aeriene ale viitorului, rolul acestuia în realizarea puterii aeriene a unui stat fiind evidențiat de către generalul american Henry H. Arnold, care a afirmat că „prima dintre necesitățile puterii aeriene în perspectiva securității naționale este preeminența în cercetare”. (Westenhoff, 1990, p. 50).

## **ORGANIZAREA SISTEMULUI DE SUPRAVEGHERE A SPAȚIULUI AERIAN DE CĂTRE ARMATA ROMÂNĂ**

În perioada interbelică, România a elaborat studii privind pânda și alarma aeriană, în care se aduceau argumente pentru constituirea unor structuri specializate în supravegherea aeriană încă din timp de pace. Astfel, în anul 1933, a fost înființat Serviciul General de Pândă și Alarmă (Teodorescu et al., p. 96), care avea rolul să asigure supravegherea spațiului aerian național și furnizarea informațiilor



*Adaptarea structurală și funcțională a sistemului de supraveghere aeriană este un proces continuu, care are ca scop îmbunătățirea posibilităților de descoperire, urmărire, identificare, prelucrare și diseminare a datelor și informațiilor despre inamicul aerian, precum și minimizarea sau neutralizarea avantajelor de natură tehnologică deținute de acesta.*



*Pe timpul desfășurării celui de-Al Doilea Război Mondial, a fost acordată o atenție sporită sistemului de pândă și alarmă, urmărindu-se realizarea unei apărări aeriene eficiente, concentrată pe apărarea unor obiective importante pentru desfășurarea războiului, amintind, în acest sens, zona petrolieră a orașului Ploiești. Importanța acestei regiuni petroliere pentru desfășurarea războiului a determinat Germania să realizeze un sistem de supraveghere bazat pe radare de tipul Freya și Würtzburg.*

necesare pentru apărarea împotriva unui posibil adversar. Amenințarea cu izbucnirea unui nou război în Europa a convins autoritățile române să amelioreze capacitatea țării de a se apăra împotriva atacurilor aeriene. În acest sens, la 28 octombrie 1940 se înființa Comandamentul Apărării Antiaeriene, în subordinea căruia intrau toate forțele și mijloacele participante la apărarea antiaeriană a țării. Cu aceeași dată, în subordinea noului comandament era trecut și nou-înființatul Serviciu al Apărării Pasive (AMR, fond 1376). Mijloacele tehnice întrebuițate pentru descoperirea aparatelor de zbor erau asemănătoare celor din Primul Război Mondial, statul român nereușind să achiziționeze radare pentru înzestrarea sistemului de supraveghere împotriva aeronavelor. Pe timpul desfășurării celui de-Al Doilea Război Mondial, a fost acordată o atenție sporită sistemului de pândă și alarmă, urmărindu-se realizarea unei apărări aeriene eficiente, concentrată pe apărarea unor obiective importante pentru desfășurarea războiului, amintind, în acest sens, zona petrolieră a orașului Ploiești. Importanța acestei regiuni petroliere pentru desfășurarea războiului a determinat Germania să realizeze un sistem de supraveghere bazat pe radare de tipul *Freya* și *Württemberg*, care furnizau informațiile necesare pentru desfășurarea acțiunilor de luptă de către aviația de vânătoare și bateriile de apărare antiaeriană. Sistemul de supraveghere aeriană realizat de armata germană pentru apărarea aeriană a regiunii petroliere a orașului Ploiești era inclus într-un sistem mult mai amplu, constituit de Germania în zona Peninsulei Balcanice, astfel:

- un prim aliniament, cuprins între litoralul grecesc al Mării Mediterane și Munții Balcani, având un centru de interceptare la Kalmuki, lângă Megara;
- un al doilea aliniament pe Dunăre, cuprins între Cernavodă – Turnu-Severin, pe râul Olt, între localitățile Corabia și Brașov și continua pe aliniamentul Adjud – Galați, fiind destinat pentru supravegherea spațiului aerian pe direcțiile probabile de acțiune ale inamicului aerian, furnizarea informațiilor necesare bateriilor antiaeriene pentru combaterea acestuia și alarmarea populației civile (AMR, fond 319).

Analiza sistemului de supraveghere organizat pe teritoriul țării noastre relevă faptul că acesta era caracterizat de coexistența sistemului de pândă aeriană aflat în compunerea armatei române, specific Primului Război Mondial, și un sistem de supraveghere bazat

pe radare, organizat de armata germană pentru asigurarea informațiilor necesare apărării zonei petroliere. Cele două sisteme menționate colaborau, asigurând îndeplinirea misiunii repartizate. Ulterior, ca urmare a evoluției nefavorabile a războiului, Germania a transferat mijloacele radar existente pe teritoriul României armatei române, cu scopul de a crește capacitatea statului român de a-și apăra teritoriul propriu împotriva inamicului aerian. Sistemul de supraveghere a spațiului aerian realizat de armata română în perioada interbelică și pe durata celui de-Al Doilea Război Mondial, până la momentul 23 august 1944, prezintă următoarele aspecte:

- organizarea este asemănătoare primei conflagrații mondiale, urmărindu-se supravegherea principalelor direcții probabile de atac ale inamicului aerian și furnizarea informațiilor necesare pentru apărarea antiaeriană a obiectivelor importante;
- posturile de pândă și alarmare sunt înzestrate cu echipamente de cercetare optice și acustice, similar modului de înzestrare specific Primului Război Mondial;
- conducerea armatei române a identificat, din perspectivă organizatorică, soluțiile adecvate îndeplinirii scopurilor propuse, existând un salt calitativ evident față de concepția de organizare aplicată în Primul Război Mondial, astfel încât s-a realizat o adaptare la cerințele de supraveghere aeriană existente, în funcție de mijloacele tehnice avute la dispoziție, la declanșarea celui de-Al Doilea Război Mondial.

Din analiza efectuată asupra evoluțiilor înregistrate de sistemele de supraveghere aeriană în perioada interbelică și pe durata desfășurării războiului, rezultă că dinamica structurală a acestuia a fost în concordanță cu saltul calitativ înregistrat de mijloacele de atac aerian, urmărindu-se ca structurile de supraveghere aeriană constituite să fie capabile să îndeplinească misiunile primite.

## EVOLUȚIA SISTEMULUI DE SUPRAVEGHERE AERIANĂ ÎN PERIOADA RĂZBOIULUI RECE

După încheierea celui de-Al Doilea Război Mondial, sistemele de supraveghere aeriană au fost adaptate să facă față amenințărilor specifice perioadei postbelice, respectiv rachetele balistice, de croazieră și aviația de bombardament capabilă să transporte încărcături nucleare. Atât SUA, cât și URSS au realizat sisteme de supraveghere



*După încheierea celui de-Al Doilea Război Mondial, sistemele de supraveghere aeriană au fost adaptate să facă față amenințărilor specifice perioadei postbelice, respectiv rachetele balistice, de croazieră și aviația de bombardament capabilă să transporte încărcături nucleare. Atât SUA, cât și URSS au realizat sisteme de supraveghere a spațiului aerian cu posibilități de descoperire la distanțe mari a amenințărilor provenite din spațiul aerian sau cosmic.*



*În cazul României, după terminarea războiului, s-a continuat dezvoltarea sistemului de supraveghere aeriană prin achiziția de radare, de construcție sovietică în marea lor majoritate, care au intrat în înzestrarea armatei române din anul 1949. În acest sens, armata română a dezvoltat un sistem de supraveghere aeriană care includea o singură componentă, cea terestră, având o arhitectură bazată pe structuri de tip post, companie și batalion.*

a spațiului aerian cu posibilități de descoperire la distanțe mari a amenințărilor provenite din spațiul aerian sau cosmic. În acest sens, SUA și URSS au inițiat programe de dezvoltare a sistemelor de supraveghere a spațiului aerian care să asigure avertizarea timpurie, materializate prin constituirea unor rețele complexe de radare, dispuse pe areale geografice mari, realizate cu scopul de a descoperi, la distanțe foarte mari față de obiectivele de apărare, lansările de rachete balistice intercontinentale și atacurile executate din aer de către adversar. Pericolul reprezentat de mijloacele de atac aerian, rachetele balistice și de croazieră a avut un puternic impact asupra decidenților politici și militari ai celor două superputeri. În acest sens, au fost proiectate și realizate mijloace de supraveghere aeriană destinate neutralizării avantajului înregistrat de acești vectori. Finalitatea urmărită de aceste puteri militare consta în includerea acestor mijloace de supraveghere aeriană în rețele de senzori radar destinate să asigure descoperirea mijloacelor de atac menționate la distanța maximă permisă de posibilitățile tehnice ale acestora. Rețelele astfel constituite vor contribui la realizarea unor sisteme de supraveghere a spațiului aerian cu o arhitectură complexă, care să asigure sprijinul informațional necesar desfășurării acțiunilor de apărare. Evoluția tehnologică a mijloacelor aeriene a impus adaptarea sistemului de supraveghere a spațiului aerian la posibilitățile de luptă ale acestora prin realizarea unor rețele complexe de senzori care includ o componentă terestră, navală, aeriană și spațială (cosmică) destinate să asigure îndeplinirea cerințelor actuale privind apărarea antibalistică.

Costurile ridicate generate de realizarea și întreținerea unui sistem de o asemenea complexitate nu permit tuturor statelor să includă în arhitectura sistemelor de supraveghere aceste componente simultan. În funcție de realitățile economice, amenințările existente, posibilitățile de combatere și, nu în ultimul rând, de poziția geografică a acestora, sistemele de supraveghere a spațiului aerian pot să includă una sau mai multe componente din cele menționate anterior.

În cazul României, după terminarea războiului, s-a continuat dezvoltarea sistemului de supraveghere aeriană prin achiziția de radare, de construcție sovietică în marea lor majoritate, care au intrat în înzestrarea armatei române din anul 1949. În acest sens, armata română a dezvoltat un sistem de supraveghere aeriană care includea o singură componentă, cea terestră, având o arhitectură bazată pe structuri de tip post, companie și batalion. Sistemul astfel

constituit a beneficiat de atenția factorilor de decizie, fiind modernizat și îmbunătățit continuu, atât din punct de vedere al înzestrării, cât și din punct de vedere organizatoric, urmărindu-se adaptarea acestuia la realizările de natură tehnologică din domeniul aviației, rachetelor sol-aer și artileriei antiaeriene.

În concluzie, sistemul de supraveghere a spațiului aerian a înregistrat o dinamică structurală adaptată la evoluțiile tehnologice ale mijloacelor de atac aerian ale adversarului. În același timp, acest sistem a fost gândit ca principal element al unui sistem mult mai complex, destinat să asigure detectarea noilor amenințări reprezentate de rachetele balistice și de croazieră, asigurând informațiile necesare pentru contracararea și combaterea acestora.

### ABORDAREA SISTEMULUI DE SUPRAVEGHERE DIN PERSPECTIVA TEORIEI COMPLEXITĂȚII

Dinamica sistemelor de supraveghere aeriană, structurală și funcțională este generată de nevoia identificării unor soluții de natură tehnică sau tactică destinate pentru detecția oportună a mijloacelor de atac aerian. Sistemele de supraveghere a spațiului aerian sunt sisteme complexe, care prezintă un număr foarte mare de interacțiuni între elementele acestuia. Andrei Kolmogorov<sup>1</sup> a formulat o definiție interesantă a complexității, în care afirma că „o structură este cu atât mai complexă, cu cât este mai mare numărul de informații necesare pentru descrierea acesteia” (complexity.ro, 2013). Înțelegerea cu dificultate a complexității unui sistem rezultă din necunoașterea mecanismelor interne sau a lipsei de informații despre fenomenele sau procesele care se produc în cadrul acestuia. Complexitatea unui sistem este descrisă de gradul de incertitudine referitor la comportamentul și evoluțiile acestuia, fiind generat de mulțimea interacțiunilor existente între elementele sistemului și între sistem și mediul extern cu care interacționează (Stănciulescu, 2003, p. 44). Un rol important în dinamica sistemelor complexe îl deține studiul rețelelor, în sensul că determinarea caracteristicilor topologiei acestora ar conduce la o cunoaștere și o înțelegere mai bună (Derzsy, 2012). Cunoașterea caracteristicilor sistemelor complexe, a legilor care le guvernează



*Andrei  
Kolmogorov  
a formulat  
o definiție  
interesantă a  
complexității,  
în care afirma  
că „o structură  
este cu atât  
mai complexă,  
cu cât este mai  
mare numărul  
de informații  
necesare pentru  
descrierea  
acesteia”.  
Înțelegerea cu  
dificultate a  
complexității  
unui sistem  
rezultă din  
necunoașterea  
mecanismelor  
interne sau  
a lipsei de  
informații despre  
fenomenele sau  
procesele care se  
produc în cadrul  
acestuia.*

<sup>1</sup> Andrei Kolmogorov, matematician rus, profesor la Universitatea de Stat din Moscova, a avut o contribuție importantă la dezvoltarea teoriei probabilităților, statistică, logică matematică, precum și la dezvoltarea teoriei complexității.



*Războiul bazat pe rețea este definit ca o „modalitate de a genera putere de luptă prin integrare într-o rețea informațională a senzorilor, decidenților și executanților în scopul cunoașterii cuprinzătoare și permanente a spațiului luptei, mării eficienței conducerii (prin viteză, stabilitate și forță), accelerării dinamicii operațiilor (prin ritm, intensitate și densitate adecvate), realizării sinergiei efectelor planificate pe obiective, sporirii viabilității și obținerii unui anumit grad de autosincronizare acțională”.*

asigură înțelegerea comportamentului și evoluției lor viitoare, prin care se poate prezice comportamentul și pot fi identificate direcții și modalități optime de modelare a acestora.

Abordarea câmpului de luptă din perspectiva complexității asigură un nivel crescut de înțelegere a acestuia, prin identificarea interconexiunilor atât de natură militară, cât și nonmilitară, care se stabilesc între elementele participante la acțiune. Creșterea complexității acțiunilor militare a fost generată de evoluția științifică și tehnologică înregistrată de societatea umană în ultimul secol și de implementarea acestora în domeniul militar, care a avut ca efect o amplificare a ritmului de desfășurare a acțiunilor și o diversificare a amenințărilor cărora armatele moderne trebuie să le facă față. Saltul calitativ înregistrat în ultimele decenii în domeniul tehnologiilor informației și comunicațiilor a contribuit la accelerarea procesului de transformare și adaptare a structurilor militare la cerințele câmpului de luptă înalt tehnologizat, specific societății informaționale. Un produs al acestui proces îl constituie *războiul bazat pe rețea (RBR)*, fiind definit ca o „modalitate de a genera putere de luptă prin integrare într-o rețea informațională a senzorilor, decidenților și executanților în scopul cunoașterii cuprinzătoare și permanente a spațiului luptei, mării eficienței conducerii (prin viteză, stabilitate și forță), accelerării dinamicii operațiilor (prin ritm, intensitate și densitate adecvate), realizării sinergiei efectelor planificate pe obiective, sporirii viabilității și obținerii unui anumit grad de autosincronizare acțională” (Onișor, Moștofle, 2003).

Conceptul *RBR – război bazat pe rețea (NCW – Network Centric Warfare)* a fost menționat, în premieră, în anul 1998, în lucrarea „*Network Centric Warfare: Its Origin and Future*”, elaborată de Arthur K. Cebrowski și John J. Garstka (www.usni.org, 1998), în care era prezentat ca o nouă eră a războiului, generat de dezvoltarea tehnologiilor informației și comunicațiilor și de evoluțiile înregistrate în domeniul economic, fiind considerat, totodată, un produs al societății informaționale. În acest sens, autorii considerau că schimbările produse sunt caracterizate de următoarele aspecte:

*„- schimbarea accentului de la platformă la rețea;*

*- trecerea de la modul de percepere al actorilor ca independenți la cel prin care aceștia sunt percepuți ca făcând parte dintr-un ecosistem ce se adaptează continuu;*

- *importanța de a face alegeri strategice pentru a se adapta sau chiar a supraviețui în astfel de ecosisteme în schimbare*” (Cebrowski, Garstka, 1998).

*RBR* a fost utilizat pe scară largă, în anul 2003, în Războiul din Golf, în care s-a reușit integrarea foarte bună, într-un flux informațional unic, a unor structuri aparținând tuturor categoriilor de forțe, care a permis folosirea sistemelor de armament în funcție de misiunile primite și finalitățile dorite de decident. Integrarea fluxurilor informaționale a asigurat un nivel înalt de cunoaștere a spațiului de luptă, care a facilitat identificarea oportună și reacția rapidă la schimbările de natură operațională, imprimând un ritm ridicat de ducere a acțiunilor de luptă și o eficiență foarte bună a acestora.

Din definiția prezentată, deducem că, prin *RBR*, superioritatea informațională asupra adversarului este transformată în putere de luptă prin interconectarea entităților spațiului de luptă (senzori, decidenți, executanți), oferind libertate de acțiune și o capacitate ridicată de adaptare și supraviețuire a forțelor în câmpul de luptă. Interconectarea entităților existente în spațiul de luptă permite o capacitate sporită de diseminare a informațiilor necesare pentru cunoașterea situației operaționale, obținând avantajul oferit de disponibilitatea permanentă a informațiilor, ceea ce asigură concentrarea tuturor forțelor și mijloacelor disponibile pentru a acționa rapid, precum și un nivel de cooperare ridicat, având ca efect creșterea eficienței în executarea misiunilor primite.

O entitate existentă în spațiul de luptă cu un rol important în asigurarea datelor și informațiilor necesare obținerii imaginii reale a câmpului de luptă o constituie *rețeaua de senzori*. Aceasta va asigura obținerea datelor și informațiilor despre adversar, care vor fi transmise imediat decidenților pentru procesare, asigurând acestora o imagine reală a câmpului de luptă și luarea unei decizii optime într-un timp foarte scurt. Existența acestei rețele permite o cunoaștere și înțelegere superioară a complexității câmpului de luptă și a variabilelor care determină creșterea nivelului de incertitudine specific evoluției situației operaționale.

Gradul de incertitudine generat de complexitatea câmpului de luptă modern are la bază lipsa informațiilor despre inamic, despre obiectivele urmărite și modul de desfășurare a acțiunilor în vederea îndeplinirii acestora. Incertitudinea câmpului de luptă asigură un potențial



GÂNDIREA  
MILITARĂ  
ROMÂNEASCĂ

*Interconectarea entităților existente în spațiul de luptă permite o capacitate sporită de diseminare a informațiilor necesare pentru cunoașterea situației operaționale, obținând avantajul oferit de disponibilitatea permanentă a informațiilor, ceea ce asigură concentrarea tuturor forțelor și mijloacelor disponibile pentru a acționa rapid, precum și un nivel de cooperare ridicat, având ca efect creșterea eficienței în executarea misiunilor primite.*





*Realizarea unor rețele complexe de senzori va contribui la identificarea oportună a amenințărilor la adresa forțelor proprii, asigurând furnizarea informațiilor necesare pentru combaterea sau neutralizarea acestora în vederea executării în deplină siguranță a operațiilor aeriene.*

ridicat de desfășurare a acțiunilor asimetrice de către actorii statali și nonstatali implicați în conflict. Reducerea nivelului de incertitudine se poate realiza prin obținerea informațiilor corespunzătoare zonei de interes astfel încât să se realizeze o imagine reală a câmpului de luptă. Imaginea obținută va contribui la creșterea capacității de influențare a deciziilor pe care adversarul le adoptă pe timpul desfășurării acțiunilor, evidențiind rolul informațiilor în planificarea și desfășurarea acestora. Neutralizarea amenințărilor asimetrice va impune obținerea unei superiorități informaționale asupra adversarului, care va fi transpusă în superioritate decizională pe timpul desfășurării acțiunilor. Realizarea acestei superiorități informaționale va avea ca suport fizic o gamă variată de senzori dispuși pe platforme spațiale, aeriene, maritime și terestre care vor fi utilizați în scopul descoperirii indiciilor despre pregătirea unor eventuale acțiuni ostile și asigurarea timpului necesar pentru contracararea efectelor acestora asupra forțelor proprii. Realizarea unor rețele complexe de senzori va contribui la identificarea oportună a amenințărilor la adresa forțelor proprii, asigurând furnizarea informațiilor necesare pentru combaterea sau neutralizarea acestora în vederea executării în deplină siguranță a operațiilor aeriene. Eficacitatea acțiunilor desfășurate de forțele aeriene va fi determinată de calitatea imaginii câmpului de luptă, un rol important revenind supravegherii și cercetării zonei în care se vor desfășura acțiunile militare, producerea și diseminarea acestora asigurând angajarea coerentă și eficientă a forțelor în vederea neutralizării amenințărilor identificate în zona de interes. Rețelele de senzori vor fi organizate sub forma unui sistem de supraveghere aeriană destinat să asigure supravegherea spațiului aerian, terestru și maritim. Aceste sisteme vor fi concepute cu arhitecturi din ce în ce mai complexe, astfel încât să asigure, prin parametri specifici, îndeplinirea cerințelor operaționale ale câmpului de luptă și să asigure adaptarea acțiunilor militare proprii la situația concretă existentă în zona de desfășurare a operațiilor.

Dezvoltarea sistemului de supraveghere aeriană în vederea asigurării unor parametri ai zonei de supraveghere superiori celor existenți va presupune implementarea următoarelor aspecte:

- îmbunătățirea rețelei de senzori prin dezvoltarea, achiziția și dispunerea unor radare pe platforme terestre, aeriene și maritime cu posibilități superioare de detecție a țintelor;

- îmbunătățirea rețelei de senzori prin dezvoltarea, achiziția și dispunerea unor radare de supraveghere terestră, de mici dimensiuni, care să permită măsuri sporite pentru protecția forței, precum și completarea cu informații a zonelor nesupravegheate din imediata apropiere a dispozitivului de luptă al forțelor proprii;
- constituirea unei rețele de radare pasive, care să asigure detecția mijloacelor aeriene pe baza reflexiei, de către mijloacele aeriene, a undelor electromagnetice provenite de la iluminatorii de oportunitate;
- dezvoltarea și încorporarea în cadrul sistemului de supraveghere a unor mijloace tehnice care să permită detecția pe orbită a sateliților de supraveghere aparținând unui potențial adversar.

Posibilele direcții de evoluție pentru arhitectura sistemului de supraveghere aeriană asigură adaptarea acestuia la amenințările existente în câmpul de luptă modern, contribuind, în acest fel, la creșterea eficienței acțiunilor forțelor aeriene. Posibilitățile de luptă ale mijloacelor de atac aerian determină configurația acestui sistem, arhitectura sistemului de supraveghere aeriană fiind astfel gândită, încât să asigure detecția acestora la distanță maximă.

În acest sens, o evoluție marcată de creșterea complexității câmpului de luptă poate fi urmărită la Centrul de Operații Aeriene (COA). Centrul de Operații Aeriene are sub comanda și controlul său supravegherea aeriană și structurile de aviație și apărare aeriană cu baza la sol destinate să asigure apărarea spațiului aerian. Centrul de Operații Aeriene, analizat din perspectiva acestui studiu, reprezintă structura finală destinată pentru prelucrarea datelor și informațiilor furnizate de celelalte elemente din arhitectura sistemului de supraveghere a spațiului aerian, permițând unor forțe, dispersate din punct de vedere geografic, să dispună de o imagine reală a câmpului de luptă. COA îndeplinește funcția de comandă și control, funcționând ca un centru vital al operației aeriene destinat să monitorizeze și coordoneze misiunile primite de forțele aeriene.

Organizarea unui COA, indiferent că a fost constituit la nivel național sau pentru a deservi un teatru de operații, a fost gândită și realizată pentru a îndeplini funcțiile amintite în concordanță cu cerințele operaționale existente în zona de responsabilitate a acestuia. Spre exemplu, în războiul din Vietnam, Tactical Air Control Center



*Centrul de Operații Aeriene reprezintă structura finală destinată pentru prelucrarea datelor și informațiilor furnizate de celelalte elemente din arhitectura sistemului de supraveghere a spațiului aerian, permițând unor forțe, dispersate din punct de vedere geografic, să dispună de o imagine reală a câmpului de luptă.*



a reflectat, din punct de vedere organizatoric, structura de comandă divizată existentă prin care operațiile aeriene au fost împărțite pe criterii geografice și organizaționale (acțiuni desfășurate în sud, în special în sprijinul comandanților forțelor terestre, iar în nord, bombardarea unor obiective relevante pentru economia războiului, fiind executate în cele mai multe acțiuni de interdicție aeriană). Chiar dacă organizarea COA este diferită, iar doctrinar pot fi stabilite mai multe modele organizaționale, un element de analiză a acestui model o constituie relația existentă cu Statul Major al Forțelor Aeriene. Indiferent de modelul organizațional acceptat, în esență, rolul COA este acela de a desfășura procesul de planificare curentă, monitorizare și coordonare a operațiilor aeriene.

*Viitorul COA depinde de rapiditatea cu care se realizează înlocuirea sistemelor hardware vechi, fixe, cu sisteme noi, automate, bazate pe cloud, care vor permite o reconfigurare a arhitecturii în funcție de misiune sau sarcinile primite, în loc să fie ancorat într-o singură poziție, crescând, în acest fel, agilitatea sistemului.*

Evoluția tehnologică înregistrată în ultimele decenii și creșterea complexității câmpului de luptă impun COA transformări care să asigure o adaptare cât mai rapidă la cerințele mediului operațional. Colonel Frederick Coleman, în articolul *Beyond the AOC-Building the Next Generation of Operational Command and Control* identifică patru direcții de efort pentru transformarea COA, și anume: distribuție, sistem, organizare și personal. Progresele înregistrate în domeniul comunicațiilor permit *distribuția* funcțiilor de comandă-control, conducerea putându-se realiza de oriunde, de pe o singură locație sau din mai multe locuri simultan, către mai multe unități, având ca efect o mai mare rezistență a sistemului la acțiunile adversarului, mai ales dacă funcțiile critice de comandă-control sunt dispuse în afara razei de acțiune a mijloacelor de atac ale acestuia. Viitorul COA depinde de rapiditatea cu care se realizează înlocuirea *sistemelor* hardware vechi, fixe, cu sisteme noi, automate, bazate pe cloud, care vor permite o reconfigurare a arhitecturii în funcție de misiune sau sarcinile primite, în loc să fie ancorat într-o singură poziție, crescând, în acest fel, agilitatea sistemului. *Organizarea*, în viitor, trebuie să corespundă și să reflecte cerințele operaționale ale câmpului de luptă, având ca efect creșterea eficienței COA. Și, nu în ultimul rând, realizarea unui sistem de comandă-control profesionist presupune constituirea și dezvoltarea unui grup de experți în domeniul comandă-control prin crearea unui corp de *personal* care să fie specializat în acest domeniu (Coleman, 2021).

Provocările majore ale centrelor de operații aeriene, indiferent de nivelul lor (Air Operation Center, Combined Air Operation Center),

aliat sau național, constau în: existența unei *strategii aerospațiale*, modul de rezolvare a problemelor reprezentate de *time sensitive target*, *modul de integrare a ISR*, modul de gestionare a problemelor apărute într-un război de coaliție și capacitatea centrului de operații de a se extinde la război, având în vedere numărul foarte mare de ieșiri avion pe timpul desfășurării operațiilor. Modul în care vor fi rezolvate aceste probleme în viitor va determina capacitatea centrului de operații de a exercita comanda și controlul, având ca efect creșterea eficienței acțiunilor desfășurate de forțele aeriene și obținerea superiorității decizionale asupra adversarului.

## CONCLUZII

Dinamica structurală și funcțională a arhitecturii sistemului de supraveghere aeriană evidențiază soluțiile de natură tehnică și organizatorică identificate la un moment dat, care contribuie la asigurarea sprijinului informațional necesar pentru planificarea și desfășurarea acțiunilor militare. Legătura existentă între posibilitățile de luptă ale mijloacelor aeriene și arhitectura sistemului de supraveghere aeriană este evidențiată de efortul permanent depus de puterile militare relevante pentru adaptarea structurală și funcțională a acestuia, destinată să diminueze avantajele de natură tehnică sau operațională de care dispun, la un moment dat, mijloacele de atac aerian. În consecință, o prioritate a decidenților militari a constituit-o organizarea și dezvoltarea unui sistem de supraveghere aeriană destinat să asigure detecția mijloacelor de atac aerian ale adversarului și asigurarea suportului informațional necesar tuturor structurilor cu misiuni în apărarea aeriană a zonei de operații sau suveranității unui stat în spațiul aerian propriu.

## BIBLIOGRAFIE:

1. Cebrowski, A.K., Garstka, J.J. (1998). *Network Centric Warfare: Its Origin and Future*. Alabama: U.S. Naval Institute, <https://www.usni.org/magazines/proceedings/1998/january/network-centric-warfare-its-origin-and-future>, accesat la 22 iunie 2022.
2. Coleman, F. (2021). *Beyond the AOC-Building the Next Generation of Operational Command and Control*. Wild Blue Yonder, online journal. Air University, <https://www.airuniversity.af.edu/Wild-Blue-Yonder/Article-Display/Article/2963845/air-operations-center-evolution-a-roadmap-for-progress/>, accesat la 5 iulie 2022.



GÂNDIREA  
MILITARĂ  
ROMÂNEASCĂ

*Provocările majore ale centrelor de operații aeriene, indiferent de nivelul lor (Air Operation Center, Combined Air Operation Center), aliate sau naționale, constau în: existența unei strategii aerospațiale, modul de rezolvare a problemelor reprezentate de time sensitive target, modul de integrare a ISR, modul de gestionare a problemelor apărute într-un război de coaliție și capacitatea centrului de operații de a se extinde la război, având în vedere numărul foarte mare de ieșiri avion pe timpul desfășurării operațiilor.*



3. Derzsy, N. (2012). *Studierea sistemelor sociale complexe prin fizică statistică*, teză de doctorat. Cluj-Napoca: Universitatea Babeș-Bolyai, [http://doctorat.ubbcluj.ro/sustinerea\\_publica/rezumate/2012/fizica/DERZSY\\_NOEMI\\_RO.pdf](http://doctorat.ubbcluj.ro/sustinerea_publica/rezumate/2012/fizica/DERZSY_NOEMI_RO.pdf), accesat la 12 iulie 2022.
4. Iordache, N., Vlăsceanu, R., Savu, I., Chiper, C. (2001). *Istoria radiolocației din apărarea antiaeriană a României*. București: Editura Pro Transilvania.
5. Malanowski, M. (2019). *Signal Processing for Passive Bistatic Radar*. Boston: Editura Artech House.
6. Murray, W. (1983). *Strategy for Defeat: The Luftwaffe, 1933-1945*. Alabama: Air University Press, Maxwell Air Force Base.
7. Onișor, C., Moștoflei, C. (2003). *Aspecte teoretico-metodologice și modalități practice de aplicare a conceptului război bazat pe rețea, în Armata României, corespunzător Structurii de Forțe 2007*. București: Centrul de Studii Strategice de Securitate. Editura Universității Naționale de Apărare, [http://cssas.unap.ro/ro/pdf\\_studii/rbr.pdf](http://cssas.unap.ro/ro/pdf_studii/rbr.pdf), accesat la 27 iunie 2022.
8. Stănciulescu, F. (2003). *Modelarea sistemelor de mare complexitate*. București: Editura Tehnică.
9. Teodorescu, E., Neagoe, V., Munteanu, I. (2001). *Supravegherea aeriană – de la mitolocație la radiolocație*. București: Editura Sylvi.
10. Toomay, J.C., Hannen, P.J. (2004). *Radar Principles for the Non-specialist*. Third Edition, SciTech Publishing Inc., Raleigh. SUA: North Carolina.
11. Westenhoff, C.M. (1990). *Military Air Power – The CADRE Digest of Air Power Opinions and Thoughts*. Air University Press, Maxwell Air Force Base. SUA: Alabama, citat Henry H. Arnold, [https://media.defense.gov/2017/Apr/06/2001728008/-1/-1/0/B\\_0036\\_WESTENHOFF\\_CADRE\\_DIGEST\\_AIRPOWER.PDF](https://media.defense.gov/2017/Apr/06/2001728008/-1/-1/0/B_0036_WESTENHOFF_CADRE_DIGEST_AIRPOWER.PDF), accesat la 2 martie 2022.
12. Arhivele Militare Române (AMR), Fond 1376. Apărarea Pasivă, dosar nr. 1374, f. 132; Fond 319. Comandamentul Artileriei Antiaeriene, dosar nr. 23, f. 163, apud [www.historia.ro/sectiune/general/articol/fortareata-ploiestului](http://www.historia.ro/sectiune/general/articol/fortareata-ploiestului), accesat la 25 februarie 2022.
13. *Control the Chaos. Control the Outcome*, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/c4isr.html>, accesat la 25 februarie 2022.
14. *Rotor radar system*, <http://www.radarpages.co.uk/mob/rotor/rotorarticle1.htm>, accesat la 10 februarie 2022.
15. *The Chain Home Radar System*, <http://www.radarpages.co.uk/mob/ch/chainhome.htm>, accesat la 10 februarie 2022.
16. U.S. Air Forces Central (2017), <https://www.afcent.af.mil/About/Fact-Sheets/Display/Article/217803/combined-air-operations-center-caoc/>, accesat la 5 iulie 2022.
17. [www.afcent.af.mil/About/Fact-Sheets/Display/Article/217803/combined-air-operations-center-caoc/](http://www.afcent.af.mil/About/Fact-Sheets/Display/Article/217803/combined-air-operations-center-caoc/), accesat la 12 iunie 2022.

18. [www.airuniversity.af.edu/Wild-Blue-Yonder/Article-Display/Article/2963845/air-operations-center-evolution-a-roadmap-for-progress/](http://www.airuniversity.af.edu/Wild-Blue-Yonder/Article-Display/Article/2963845/air-operations-center-evolution-a-roadmap-for-progress/), accesat la 12 iunie 2022.
19. <http://www.complexity.ro/arhiva2013/sisteme.html>, accesat la 12 iunie 2022.
20. <https://www.usni.org/magazines/proceedings/1998/january>, accesat la 28 iunie 2022.

