

Regândirea sistemelor militare de comandă și control

Rethinking military command and control systems

Lt.col.Dr. George-Ion TOROI*

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

Abstract

Articolul explorează necesitatea regândirii arhitecturii și principiilor fundamentale ale sistemelor C2, analizând elementele esențiale care susțin eficiența operațională: flexibilitatea, modularitatea, supraviețuirea, amprenta redusă și reziliența. În contextul noilor paradigme ale operațiilor, de tip multidomeniu, și al progresului tehnologic accelerat, adaptarea C2 implică integrarea unor tehnologii emergente, precum inteligența artificială, automatizarea și capacitatea de răspuns în timp real pentru a optimiza procesul decizional. În mod particular, se accentuează importanța modularității și redundanței pentru a asigura funcționarea sistemelor, în condiții de conflict intens, alături de reducerea vulnerabilității electromagnetice și de creșterea mobilității. Concluziile articolului propun soluții practice pentru adaptarea sistemelor C2, organizate pe cele patru componente: personal, procese, sisteme tehnologice și puncte de comandă, subliniind, în același timp, rolul lor esențial în obținerea avantajului decizional, element crucial al succesului operațional în câmpul de luptă contemporan.

This article explores the need to rethink the architecture and fundamentals of C2 systems, analysing the essential elements that support operational effectiveness: flexibility, modularity, survivability, small footprint and resilience. In the context of new multi-domain operational paradigms and accelerated technological progress, C2 adaptation involves the integration of emerging technologies such as artificial intelligence, automation and real-time response capabilities to optimize decision-making. In particular, it emphasizes the importance of modularity and redundancy to ensure the operation of systems under conditions of intense conflict, as well as reducing electromagnetic vulnerability and increasing mobility. The article's conclusions propose practical solutions for adapting C2 systems organized around the four components of people, processes, technology systems and command posts, highlighting their essential role in achieving decision advantage, a critical element of operational success on the modern battlefield.

Cuvinte-cheie:

C2 (comandă și control); decizie; adaptare; tehnologie; factorul uman.

Keywords:

C2 (command and control); decision; adaptation; technology; human factor.

Info articol

Primit: 4 noiembrie 2024; Evaluat: 15 noiembrie 2024; Acceptat: 2 decembrie 2024; Disponibil online: 17 ianuarie 2025

Citare: Toroi, G.I. 2024. „Regândirea sistemelor militare de comandă și control”.

Buletinul Universității Naționale de Apărare „Carol I”. 13(4): 61-85. <https://doi.org/10.53477/2065-8281-24-39>



© Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”

Articol cu acces deschis distribuit în conformitate cu termenii și condițiile licenței Creative Commons Attribution ([CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

Mediul actual de operare se conturează ca un conglomerat integrat de Amenințări, resurse și capacități, extinzându-se dincolo de domeniile clasice terestru, aerian și maritim, incluzând și spațiul cosmic, cibernetice, spectrul electromagnetic sau dimensiunea informațională. Această complexitate accentuată necesită o regândire a modului în care sunt planificate, desfășurate și conduse operațiile militare, aducând noi provocări pentru conceptele tradiționale de comandă și control. În contextul transformărilor profunde din domeniul apărării, dar și pe fondul unei competiții tot mai acerbe între marile puteri, forțele armate occidentale întreprind măsuri accelerate de adaptare la noile cerințe și oportunități pe care le presupune conflictul armat contemporan (Bailey 2023).

Abordări moderne, precum operațiile multidomeniu, concept dezvoltat de Armata Statelor Unite și implementat și de NATO, pot asigura soluții menite să răspundă acestor noi exigențe, demonstrând necesitatea unei convergențe sporite a capacităților și sincronizării între diferitele domenii de operare, dar și cu partenerii internaționali. Provocările din partea adversarilor tehnologici de talie mare, cum ar fi China și Rusia, subliniază urgența adaptării forțelor armate la un nou tip de competiție între mari puteri, pe întreg spectrul conflictului. Această tranziție nu se limitează doar la alinierea capacităților militare, ci presupune un proces amplu de integrare a tehnologiilor avansate, de la inteligența artificială și automatizare, la supravegherea prin sateliți și comunicații digitalizate.

Problema de cercetare

În acest cadru, regândirea sistemelor de comandă și control devine o necesitate strategică pentru orice actor. Totuși, implementarea acestor schimbări nu este lipsită de dificultăți, deoarece mediul de operare în evoluție impune cerințe variate și, adesea, contradictorii asupra acestor sisteme. Articolul de față analizează implicațiile unor astfel de schimbări pentru forțele armate române, principala țintă a acestui studiu, și explorează posibilele direcții de adaptare a sistemelor de comandă și control, în încercarea de a contura un model de comandă viabil în fața provocărilor complexe ale viitorului.

Scopul cercetării

Din acest motiv, lucrarea de față își propune să analizeze factorii care influențează sistemele C2 și să identifice direcții de acțiune pentru ținta principală a acestui studiu, Armata României, în demersul de adaptare a acestora la provocările curente și ale viitorului apropiat. Necesitatea unei astfel de regândiri vine pe fondul transformării modului de înțelegere și de desfășurare a conflictelor armate, dar și al dezvoltărilor accelerate ale sistemelor tehnologice și al impactului acestora asupra modului curent de operare. În plus, având în vedere importanța comenzii și controlului ca element central în procesul operațiilor militare, devine absolut necesar ca demersul de adaptare a forțelor armate să înceapă cu analiza sistemelor de comandă și control.

Metodologia de cercetare

Cercetarea întreprinsă a fost una **de tip calitativ**, având drept scop, inițial, înțelegerea nuanțelor specifice sistemelor de comandă și control, pentru ca, ulterior,

să analizăm provocările acestora, izvorâte din natura și caracterul conflictelor, dar și din tendințele de evoluție a mediului de operare. De asemenea, în consens cu abordarea calitativă întreprinsă, am optat pentru un **raționament de tip inductiv** prin care am construit concluziile și rezultatele obținute din datele empirice avute la dispoziție (Leavy 2023, 9; Creswell și Creswell 2023, 276).

Considerând natura calitativă a studiului, acesta nu a avut ca obiectiv testarea și validarea de ipoteze. Lucrarea a fost direcționată de următoarele **întrebări de cercetare**:

- Ce presupun sistemele de comandă și control?
- Care sunt factorii care influențează sistemele de comandă și control?
- Care sunt aspectele de care trebuie să se țină cont pentru o adaptare eficientă a sistemelor de comandă și control?

Schema logică a cercetării întreprinse se regăsește în figura de mai jos.

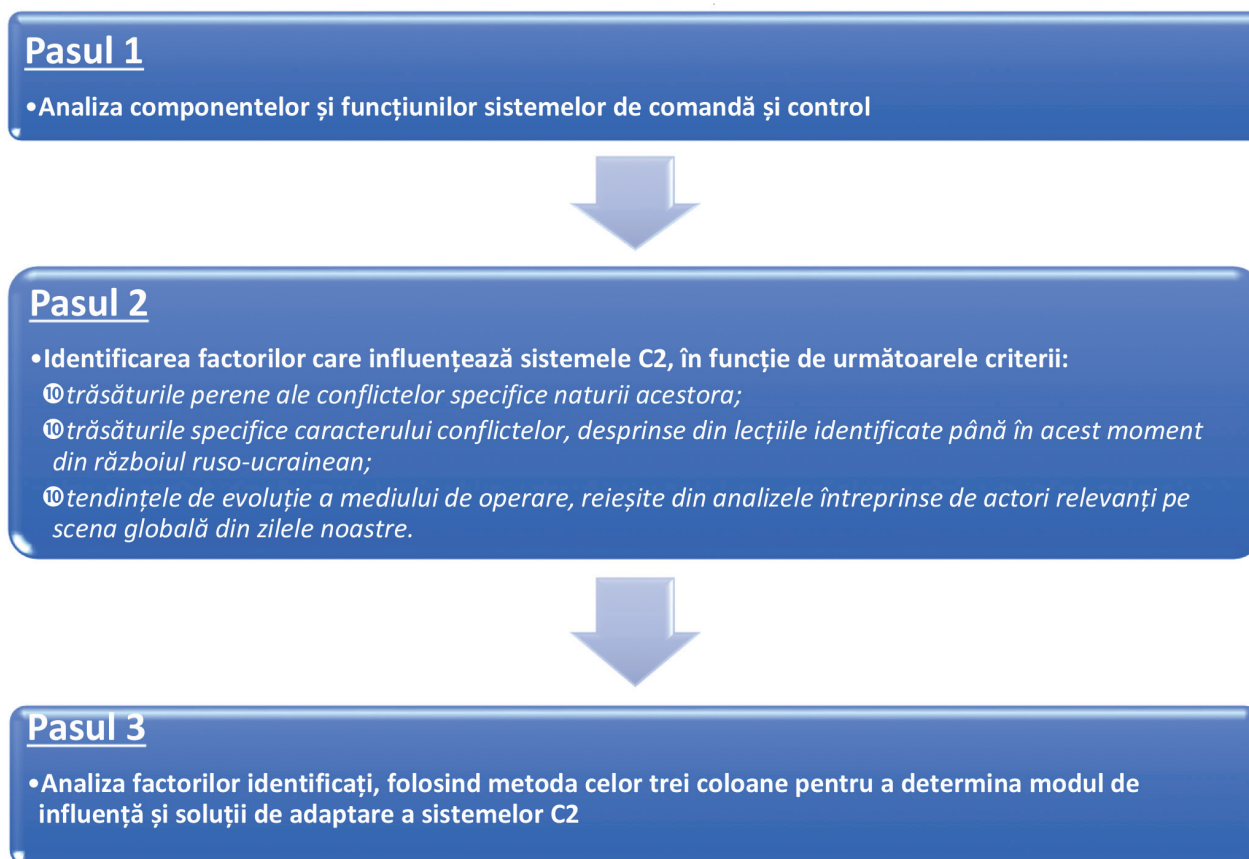


Figura 1 Schema logică a cercetării

Sursa: concepția autorului

Datele utilizate au fost, deopotrivă, **primare și secundare**. Astfel, am utilizat rezultatele unor cercetări anterioare pentru a identifica acele elemente ale naturii perene a conflictului, ale caracterului acestuia, rezultate din războiul ruso-ucrainean, dar și ale tendințelor de evoluție a mediului de operare, care pot influența sistemele de comandă și stat major. Am cules aceste date prin metoda analizei documentare pentru a le selecta pe cele mai relevante, în raport cu scopul studiului și cu întrebările de cercetare. **Eșantionarea** acestor date a fost una **de tip nonprobabilistic**, având la

bază trei criterii de selecție a datelor secundare:

- trăsăturile perene ale conflictelor specifice naturii acestora;
- trăsăturile specifice caracterului conflictelor, desprinse din lecțiile identificate până în acest moment din războiul ruso-ucrainean;
- tendințele de evoluție a mediului de operare, reieșite din analizele întreprinse de actori relevanți pe scena globală din zilele noastre.

Datele primare utilizate au rezultat dintr-un proces propriu de inferență asupra rezultatelor obținute din analiza impactului factorilor identificați, în raport cu cele trei criterii anterioare, asupra sistemelor C2, folosind **metoda brainstormingului individual**. Factorii au rezultat în urma aplicării **metodei de analiză comparativă** a documentelor selectate anterior pentru a ne asigura de relevanța lor operațională.

În ultima fază a cercetării, folosind **metoda analizei tematice**, am determinat acele aspecte necesare adaptării sistemelor de comandă și control, codând datele și organizându-le pe cele patru componente specifice oricărui sistem C2: personal, procese, sisteme tehnologice și puncte de comandă.

Admitem totuși o serie de **limitări ale rezultatelor studiului** nostru, reieșite fie din natura neclasificată a datelor întrebuițate, fie din abordarea metodologică întreprinsă. S-a conștientizat permanent, având în vedere gradul sporit de implicare a cercetătorului în modul de desfășurare a studiului, existența unor potențiale biasuri care ar fi putut influența rezultatele obținute și s-au întreprins constant măsuri reflexive de reducere a interferenței acestora.

Structura lucrării

Lucrarea a fost împărțită în trei părți principale pentru a răspunde celor trei întrebări de cercetare. Astfel, în faza inițială, am analizat caracteristicile, componentele și funcțiunile sistemelor de comandă și control, reliefând, în același timp, relevanța operațională a acestora. În a doua secțiune a lucrării, care reprezintă și centrul de greutate al acesteia, am analizat factorii și modalitatea în care aceștia pot influența modul de funcționare al sistemelor, precum și modalitățile de contracarare a lor, din perspectiva C2. În ultima secțiune, cea dedicată concluziilor și propunerilor, am organizat rezultatele reieșite anterior, în concordanță cu cele patru componente ale oricărui sistem de comandă și control: personal, procese, sisteme tehnologice și puncte de comandă, propunând direcții pertinente și coerente de adaptare a acestora pentru Armata României.

1. Relevanța operațională a sistemelor de comandă și control

De când există umanitatea, conflictele au reprezentat o constantă a acesteia, reflectând cea mai violentă exprimare a societăților. Elaborarea de filosofii de gestionare a acestora pentru a asigura condițiile necesare asigurării victoriei a constituit un demers perpetuu al ființelor umane.

Ne găsim astăzi într-un moment de inflexiune pentru tot ceea ce înseamnă instrumentul militar de putere. Într-un mediu de operare tot mai complex și dinamic ([MCDC 2020](#), 1-2; [TC 7-102 2014](#), 1-2; [JCN1/17 2017](#), 1), abilitatea de a asigura coerența operațională a forțelor armate a devenit crucială pentru succesul misiunilor militare. În acest cadru, sunt necesare dezvoltarea și implementarea unor sisteme de comandă și control (C2) avansate, care să asigure motorul transformării sistemului militar în funcție de provocările mediului de operare. Sistemele C2 reprezintă cortexul operațional al unei forțe militare moderne, permițând o coordonare eficientă a resurselor și o luare rapidă a deciziilor în situații critice, fiind esențiale pentru planificarea și desfășurarea eficientă și eficace a operațiilor de luptă. Aceste sisteme trebuie să fie adaptabile la schimbările rapide din mediul de operare curent și să ofere o imagine completă și înțelegerea corectă a situației operaționale.

Nicio activitate specifică sistemului militar nu este mai importantă decât comanda și controlul ([MCDP-6 2018](#), 1-3). Chiar dacă aceasta nu este în măsură, de una singură, să realizeze atacuri directe asupra adversarului, să influențeze percepțiile acestuia sau să asigure suportul logistic necesar structurilor proprii de luptă, fără comandă și control, niciuna dintre activitățile cruciale pentru succesul operațiilor militare nu ar fi posibilă.

Chiar dacă literatura de specialitate ([AJP-3 2019](#), 1-21 - 1-25) tratează comanda și controlul în rând cu celelalte funcții ale luptei, precum informațiile, manevra, sprijinul prin foc, activitățile informaționale, protecția sau sprijinul logistic, în realitate, niciuna dintre aceste funcții nu ar avea un scop clar fără comandă și control. Aceasta înglobează toate funcțiile și operațiile militare, dându-le sens și armonizându-le într-un întreg semnificativ. Din acest motiv, sistemele de comandă și control au o importanță majoră în context militar, asigurând coordonarea și eficiența acțiunilor desfășurate de forțele armate. Prin urmare, înțelegerea profundă a acestor sisteme este crucială pentru succesul operațiilor militare.

Comanda și controlul reprezintă autoritatea, responsabilitățile și activitățile comandanților militari în conducerea și coordonarea eficientă a forțelor militare, precum și în punerea în aplicare a ordinelor legate de pregătirea și desfășurarea operațiilor militare ([ATP 3.2.2 2016](#), 1.1).

Comandantul reprezintă un element crucial al sistemului de comandă și control. Rolul său este de a monitoriza și dirija un spectru larg de activități, inclusiv planificarea operațională, organizarea resurselor, evaluarea amenințărilor, luarea deciziilor, precum și supervizarea și instruirea trupelor. Prin intermediul comenzii și controlului, se asigură coeziunea și sincronizarea acțiunilor militare, permițând astfel atingerea obiectivelor stabilite și realizarea eficientă a misiunilor. Un sistem de comandă și control bine dezvoltat asigură optimizarea utilizării resurselor, îmbunătățirea procesului de luare a deciziilor și sporirea capacității de răspuns în situații critice. Astfel, comanda și controlul reprezintă un element indispensabil pentru succesul oricărei operații militare.

Chiar dacă elementul central al C2 este comandantul, acesta nu poate exercita comanda și controlul forțelor și operațiilor de unul singur, având nevoie de sprijin în exercitarea acesteia. Așadar, sistemul de comandă și control presupune mai mult decât comandantul. Personalul implicat, procesele utilizate, sistemele tehnologice sau facilitățile de unde se poate exercita C2 (punctele de comandă), sunt elemente de o însemnătate similară, așa după cum reiese și din Figura 2. Nu se poate vorbi de un C2 eficient fără a lua în calcul, pe lângă comandant, și aceste patru elemente. În continuare, vom face o scurtă analiză a ceea ce presupune fiecare dintre ele pentru a asigura cadrul de analiză în secțiunile următoare privind nevoile de adaptare a sistemelor de comandă și control.

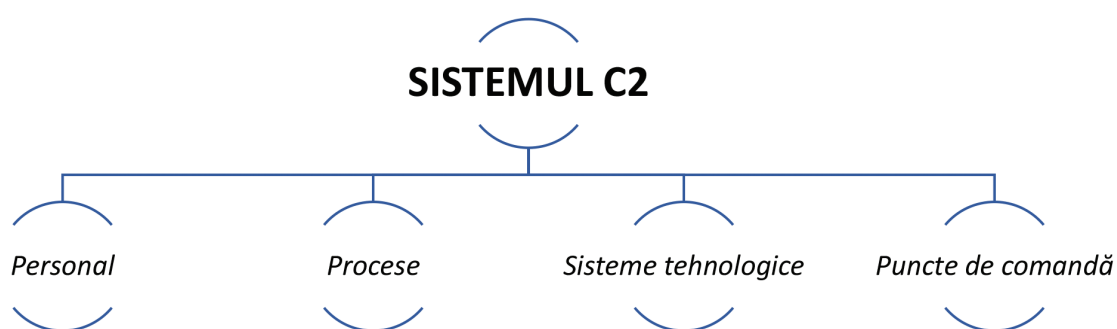


Figura 2 Elementele sistemului de comandă și control
Sursa: Wade 2023, 3-8

Din perspectiva C2, **personalul (Pe)** joacă un rol esențial în eficiența și coerența sistemului de comandă și control. Comandanții reprezintă, așa după cum am menționat anterior, elementul central în acest proces, având responsabilitatea directă de a lua decizii și de a conduce forțele. În plus, autoritatea și stilul de conducere al acestora pot contribui semnificativ la sporirea componentei morale a puterii de luptă (AJP-3.2 2022, 18) a structurilor armate. Simpla prezență a acestora în anumite momente și zone ale luptei poate influența, de multe ori, decisiv deznodământul ei. Sunt nenumărate exemple istorice în sprijinul acestei afirmații. Având în vedere rolul lor decisiv în direcționarea procesului operațiilor și în consecință modul de desfășurare a conflictului, comandanții trebuie să își gestioneze timpul între punctele de comandă (CP) și pozițiile unităților subordonate pentru a înțelege situația, pentru a observa direct operațiile și efectele acestora și pentru a motiva subordonații prin exemplu personal.

Cu toate acestea, este imposibil să aibă o percepție comprehensivă a situației operaționale doar prin aceste măsuri. Timpul reprezintă o limitare majoră a prezenței comandanților în toată aria de operații. Din acest motiv, un rol extrem de important îl are personalul de stat major. Acesta trebuie să sprijine comandanții în luarea și implementarea deciziilor, oferind analize și estimări în ariile funcționale specifice lor, care să crească eficiența deciziilor luate de comandant. Personalul statului major este responsabil de pregătirea planurilor, ordinelor și evaluărilor pentru a asigura controlul eficient al operațiilor. De asemenea, contribuie la integrarea și sincronizarea

puterii de luptă, asigurând informații relevante pentru a facilita înțelegerea situației și progresul misiunilor.

Atunci când se analizează sistemul de comandă și control, trebuie pus accent pe elemente precum stilul de conducere, leadership sau modul de instruire și educare a forțelor, pentru sporirea performanțelor personalului implicat în procesele specifice sistemelor de comandă și control.

A doua componentă a sistemelor C2 este reprezentată de **procesele (Pr)** specifice. Ele reprezintă un element esențial în organizarea activităților în cadrul statelor majore. Integrarea coerentă a acestor procese pentru a facilita luarea oportună a deciziilor și pentru a sprijini coordonarea eficientă a resurselor și acțiunilor de luptă se realizează prin dezvoltarea unui ritm de luptă bine articulat, integrat cu cel al eșalonului superior și al structurilor subordonate. Procesele de comandă și control joacă un rol vital în asigurarea eficienței operaționale a sistemelor militare. Ele permit coordonarea și sincronizarea acțiunilor din cadrul unei operații militare, contribuind la succesul acesteia. Un aspect crucial al acestor procese este că pot asigura structurii militare cadrul de a anticipa și de a răspunde rapid schimbărilor din mediul de operare.

Un proces major este procesul operației, care include activitățile principale de comandă și control, desfășurate în timpul etapelor de planificare, pregătire, executare și evaluare continuă a operației. Acest cadru permite comandanților să înțeleagă mediul de operare, să vizualizeze și să descrie starea finală a operației, să ia decizii articulate și să direcționeze structurile subordonate pentru a îndeplini propria intenție privind modul de desfășurare a operațiilor ([ADP 6-0 2019, 2-14 - 2-16](#)).

Pe lângă procesul operației, comandanții și personalul de stat major folosesc procesele integratoare pentru a sincroniza diferite funcții specifice. Aceste procese constau într-o serie de pași și activități care integrează funcțiile de luptă prin încorporarea mai multor discipline pentru a atinge un anumit obiectiv. Procesele integratoare includ pregătirea informativă a mediului de operare, culegerea informațiilor, managementul țintelor, managementul riscurilor sau managementul cunoștințelor.

Procesele C2 sunt concepute pentru a fi simple și rapide, permițând comandanților să acționeze eficient chiar și în condiții de stres extrem. Acestea trebuie să fie suficient de eficiente pentru a crește ritmul operațiilor, iar secvențele de planificare ale personalului trebuie să fie simplificate pentru a facilita rapiditatea reacțiilor. În plus, procesele C2 trebuie să ofere flexibilitate și adaptabilitate în fața schimbărilor de situație și să permită îmbunătățiri continue pentru a face față provocărilor din ce în ce mai complexe ale mediului de operare. Astfel, prin implementarea și utilizarea optimă a proceselor C2, se poate asigura un flux de lucru eficient și o gestionare eficace a resurselor pentru a atinge obiectivele operaționale stabile.

Totuși, având în vedere era digitală în care trăim, dar și dinamica sporită a schimbărilor operaționale, comandanții trebuie să aibă la dispoziție instrumente și

tehnologii avansate pentru a-și spori capacitatea de a lua decizii în timp real și de a le putea comunica eficient și la timp. Din acest motiv, a treia componentă a comenzii și controlului, **sistemele tehnologice (ST)**, sunt indispensabile în asigurarea unei comunicări eficiente între diferitele niveluri de comandă și control, precum și în monitorizarea și gestionarea resurselor militare în mod optim. Astfel, pentru a asigura eficacitatea și rapiditatea proceselor de comandă și control în domeniul militar, este crucial să se dezvolte și să se implementeze tehnologii moderne și sisteme informatice performante.

Componentele principale ale sistemelor tehnologice includ aplicațiile destinate utilizatorului final, serviciile de informații și datele, precum și transportul și managementul digital al informației. Aceste elemente lucrează împreună pentru a asigura o comunicare eficientă și o gestionare optimă a informațiilor, sprijinind astfel funcționarea eficientă a sistemului C2.

Timpul reprezintă un factor critic în operațiile militare moderne. Forțele armate trebuie să depună eforturi considerabile pentru a se asigura că desfășoară ciclul decizie acțiune, cunoscut și sub numele inventatorului său, ciclul Boyd (OODA – Observe, Orient, Decide, Act/Observă, Orientează-te, Decide, Acționează), mai repede și mai corect decât adversarul. În acest cadru, abilitatea de a folosi tehnologia în scopul urgentării luării deciziilor oportune poate asigura câștigarea avantajului decizional, în raport cu adversarul.

Ultima componentă a sistemului C2 este reprezentată de **punctele de comandă (PC)**. Ele joacă un rol esențial în asigurarea unei coordonări continue, sincronizării și schimbului de informații dintre diferite structuri. Importanța lor derivă din faptul că oferă o locație fizică, unde personalul, procesele și sistemele tehnologice se integrează pentru a asista comandantii în înțelegerea, vizualizarea, descrierea, direcționarea, conducerea și evaluarea operațiilor militare.

Funcțiile comune tuturor punctelor de comandă includ gestionarea cunoștințelor și a informațiilor, construirea și menținerea unei înțelegeri situaționale corecte, menținerea estimărilor curente pentru susținerea procesului decizional al comandantului, controlul operațiilor în desfășurare, evaluarea acestora și planificarea următoarelor etape ale luptei, precum și coordonarea cu organizațiile interne și externe, în interesul îndeplinirii misiunii încredințate.

Toate aceste patru elemente sunt esențiale pentru eficiența sistemului de comandă și control. Abilitatea de a crea un sistem C2 mai performant decât al adversarului este un demers vital în realizarea precondițiilor pentru succesul operațional ([ATP 3.2.2 2016, 1.1](#)). În acest demers, este obligatorie identificarea de soluții pentru eficientizarea **funcțiilor specifice oricărui sistem C2**:

- dezvoltarea unei înțelegeri situaționale corecte și oportune care să ofere informații corecte și la timp referitoare la inamic, teren și propriile vulnerabilități;
- dezvoltarea unor obiective clare și flexibile care să ajusteze țintele, în funcție de schimbările situaționale;

- *stabilirea de acțiuni adecvate situației* care să direcționeze și să coordoneze eforturile forțelor pentru o acțiune armonizată și viguroasă;
- *monitorizarea continuă* care să permită adaptarea rapidă la schimbările apărute în câmpul de luptă;
- *asigurarea securității operaționale* care să împiedice inamicul să obțină informații privind intențiile reale ale forțelor proprii;
- *generarea unui ritm rapid al acțiunilor* care să exploateze oportunitățile apărute și care să asigure un tempo ridicat al acțiunilor militare și menținerea inițiativei operaționale.

2. Provocări operaționale contemporane la adresa sistemelor de comandă și control și potențiale soluții de adaptare

Rolul acestui capitol este de a identifica factorii care pot influența comanda și controlul în actualul mediu de operare, demers extrem de important pentru stabilirea potențialelor măsuri care trebuie implementate în vederea adaptării sistemelor de comandă și control. În plus, această secțiune își propune ca, în raport cu factorii identificați, să formuleze deducții și concluzii pertinente pentru sistemele de comandă și control, aplicând un instrument critic des utilizat în procesul de planificare a operațiilor militare, analiza pe trei coloane.

Doresc să menționez de la început că factorii analizați în acest capitol au rezultat doar din surse deschise, astfel că una dintre principalele limitări ale rezultatelor studiului întreprins rezultă din natura datelor colectate și analizate. Eșantionarea datelor utilizate a fost una de tip nonprobabilistic, fiind realizată în raport cu trei elemente pe care le considerăm relevante pentru procesul de adaptare a sistemelor de comandă și control:

- trăsăturile perene ale conflictelor specifice naturii acestora;
- trăsăturile specifice caracterului conflictelor, desprinse din lecțiile identificate până în acest moment din războiul ruso-ucrainean;
- tendințele de evoluție a mediului de operare, reieșite din analizele efectuate de actori relevanți pe scena globală din zilele noastre.

2.1. Analiza naturii conflictelor din perspectiva influenței asupra sistemelor C2

Războiul este un fenomen social, fiind cea mai violentă exprimare a societății la un anumit moment. Conform majorității teoreticienilor militari, acesta presupune atât caracteristici care au rămas constante în fața trecerii anilor, cât și caracteristici care s-au transformat odată cu istoria. Natura războiului este componenta atemporală, ea nefiind definită de momentul în care acesta are loc sau de caracteristicile societății din acea perioadă. Astfel, putem afirma că aceasta a rămas constantă de-a lungul timpului. Anumite aspecte fundamentale ale războiului, cum ar fi rolul factorului uman, caracterul violent al confruntărilor, impactul distructiv al lor asupra societăților, incertitudinea constantă sau fricțiunea au rămas constante de-a lungul timpului și se apreciază că au reprezentat trăsături esențiale ale acestora, indiferent

de modul în care s-au transformat. Deși toate aceste caracteristici influențează într-o oarecare măsură sistemele C2, cea mai mare influență o are, fără doar și poate, **nivelul de incertitudine**, specific confruntărilor militare. Modul de influențare a acestuia asupra sistemelor C2, precum și potențialele soluții de limitare a impactului negativ se pot regăsi în analiza din tabelul de mai jos.

TABEL NR. 1

Analiza nivelului de incertitudine specific naturii conflictelor armate, din perspectiva sistemelor de comandă și control

Factor 1 – Nivelul de incertitudine specific naturii conflictelor armate	
Deduții	Concluzii
1.1. Influențarea procesului de luare a deciziilor (Riscuri sporite)	<p>1.1.1. Luarea deciziilor în condiții de incertitudine (Pr, Pe) - antrenarea personalului în acceptarea calculată a riscurilor și gestionarea operațională a acestora; - integrarea eficientă a procesului de management al riscurilor în luarea deciziilor.</p> <p>1.1.2. Dezvoltarea gândirii critice a personalului (Pr) - utilizarea instrumentelor analitice de analiză a informațiilor (de exemplu: Red teaming, Alternative Analysis etc.); - educarea personalului în folosirea gândirii critice și creative.</p>
1.2. Dificultăți privind anticiparea modului de evoluție a situației operaționale	<p>1.1.2. Oportunități privind inducerea în eroare a adversarului (Pr) - folosirea incertitudinii ca bază pentru construirea unei operații de inducere în eroare a adversarului.</p> <p>1.2.1. Nevoia de investiție în tehnologia emergentă pentru sporirea posibilităților de colectare și analiză a datelor (ST, Pr) - integrarea tehnologiei emergente (de exemplu: Inteligența artificială) în sprijinul proceselor specifice realizării înțelegerii operaționale.</p>

2.2. Analiza caracterului conflictelor din perspectiva influenței asupra sistemelor C2

Deși unele aspecte ale conflictelor rămân neschimbate de-a lungul timpului, așa după cum am prezentat anterior, caracterul războiului este cel supus evoluției continue. De-a lungul timpului, acesta s-a schimbat aproape radical, în funcție de circumstanțele momentului în care a avut loc conflictul. Principalii factori generatori de schimbare sunt reprezentați de societate, diplomație, politică și tehnologie (JP-1 2017, I-4). Așadar, această metamorfoză a conflictelor armate este dependentă, în principal, de inovațiile tehnologice și științifice, de schimbările demografice, politice și chiar educaționale ale unei societăți la un moment dat, în mare măsură de caracteristicile proprii mediului de securitate, specific vremurilor respective (UK Ministry of Defence 2020, 1).

Astăzi, într-o lume extrem de complexă și într-o alertă schimbare, sistemele de comandă și control trebuie să țină pasul și să se adapteze la aceste transformări pentru a-și putea menține viabile funcțiile esențiale desfășurării eficiente a operațiilor de luptă. Un prim element definitoriu al societății contemporane este reprezentat de **tehnologizarea** accentuată a acestuia și de sporirea dependenței factorului uman de astfel de tehnologii, iar domeniul militar nu face excepție. Acest aspect aduce cu sine o serie de oportunități, dar și provocări pentru viitoarele sisteme C2.

Capacitatea de a lua decizii mai rapid și mai exact decât adversarul, împreună cu avansul în precizia armelor de lovire la distanță și reducerea timpului necesar angajării

țintelor, reprezintă avantaje cruciale pe câmpul de luptă modern. Tehnologia actuală influențează profund toate ramurile sectorului militar „și determină adaptarea artei militare și a doctrinelor, manualelor și procedurilor de operare existente.” (Stanciu și Gimiga 2023, 159) Fie că se referă la procesul de detectare și angajare a țintelor, la culegerea și analiza informațiilor sau la comunicare și menținerea imaginii operaționale, tehnologia a schimbat fundamental modul de operare al forțelor armate și, implicit, sistemele de comandă și control.

Dezvoltarea tehnologică a adus cu sine și expansiunea domeniilor de operare specifice forțelor armate, NATO recunoscând relativ recent spațiul și mediul cibernetic în rândul acestora. În consecință, confruntările armate au devenit mult mai complexe, multidimensionalitatea fiind una dintre caracteristicile pregnante ale lor. Vorbim, în ziua de azi, despre necesitatea **abordării multidomeniu a operațiilor militare** în demersul de îndeplinire a misiunilor încredințate (Crilly și Mears 2022; Ellison și Sweijs 2023, 1; NATO 2022; NATO Parliamentary Assembly 2022, 3). O astfel de abordare aduce cu sine provocări suplimentare pentru sistemele C2, impunând adaptări pentru a răspunde complexității și integrării informaționale din multiple domenii (terestru, aerian, maritim, cibernetic, spațial).

Mai mult, evoluția rapidă a **tehnologiei antisatelit** și capacitatea crescută de a desfășura **operații ostile, extinse în spațiul cibernetic** au contribuit semnificativ la adăugarea unor noi dimensiuni într-o imagine deja complexă a modului în care ar putea să se desfășoare un eventual conflict viitor între marile puteri (Nilsson 2023, 49). Toate acestea au un impact direct asupra sistemelor de comandă și control, considerând faptul că forțele armate actuale depind în mare măsură de sateliți pentru navigație, de comunicații, de supraveghere și monitorizare, iar pierderea acestora ar putea compromite grav abilitatea de a coordona, de a sincroniza și de a conduce operațiile în multiple domenii de operare. Mai mult, operațiile ostile în spațiul cibernetic au devenit tot mai sofisticate și prevalente în ultimii ani. Acestea pot include atacuri asupra infrastructurii critice, precum sistemul energetic, rețeaua de transport, rețeaua bancară sau sistemele de apărare, având potențialul de a provoca un impact semnificativ asupra eficienței și securității sistemelor C2.

În plus, ca și consecință directă a dezvoltării tehnologice accentuate, asistăm în domeniul militar la o **sporire a capacităților tehnice ale senzorilor de culegere de informații**. Acest aspect a condus spre o transparență ridicată a câmpului de luptă. Un element definitoriu în sprijinul acestei afirmații, așa după cum este demonstrat de războiul ruso-ucrainean (Gosselin-Malo 2024), este reprezentat de **folosirea dronelor**. „Utilizarea sistemelor aeriene fără pilot a creat un câmp de luptă transparent, în care nu mai există niciun refugiu.” (Collins 2023, 8)

Dronele au revoluționat modul de operare al forțelor armate. Versatilitatea lor face din drone o armă extrem de importantă, având potențialul de a sprijini îndeplinirea mai multor funcții ale luptei. Inițial, folosite doar în scopuri de recunoaștere, dronele au devenit arme de atac fatale pentru tehnica blindată, substanțial mai scumpă.

Relevanța lor operațională este demonstrată și de denumirea existentă în literatura de specialitate, aceea de gloanțe magice (Hambling 2020). Impactul acestora este unul extrem de mare și asupra sistemelor de comandă și control. Asigurarea protecției și securității punctelor de comandă reprezintă una dintre cele mai mari provocări în fața acțiunii sistemelor aeriene fără pilot ale adversarului. Totuși, dronele au un rol extrem de important și în sprijinul dezvoltării unei înțelegeri situaționale aprofundate, „informațiile furnizate de drone și distribuite prin noile rețele digitale de comandă pe câmpul de luptă crescând considerabil viteza de decizie și acțiune.” (Molloy 2024, 90)

Armatele vestice s-au bucurat de o poziție superioară în toate conflictele de la începutul acestui mileniu, aspect care nu mai este valabil în ziua de astăzi. Lumea se află într-o stare de competiție acerbă, **multipolaritatea** fiind caracteristica fundamentală a societății actuale (IISS 2023, 27). Situația curentă demonstrează că abilitatea de a opera liber, cu acces la majoritatea facilităților tehnologice și operaționale nu mai este valabilă. **Mediul de operare este unul extrem de contestat**, cu potențiali adversari deținând capacități similare calitativ. Acest aspect pune o presiune suplimentară pe regândirea sistemelor de comandă și control, de la procesele specifice, la tehnologia utilizată sau la modul de organizare a punctelor de comandă. Formatul clasic al acestora din urmă, specific conflictelor începutului de mileniu, extrem de statice, cu o dimensiune impresionantă și cu tehnologie la discreție, face din aceste puncte de comandă o țintă relativ ușoară în fața unui adversar extrem de puternic, ca cei din ziua de azi (Nagl 2024, p. 24). Reducerea și mascarea dimensiunilor, a amprentei termice și electromagnetice sau sporirea mobilității trebuie să reprezinte **demersuri obligatorii pentru a asigura supraviețuirea sistemelor de comandă și control** în mediul de operare actual (Beagle, Slider și Arrol 2023, 10). Mai mult, **creșterea preciziei și letalității armelor, precum și transparența spațiului de confruntare și reducerea timpului de identificare-angajare a țintelor** reprezintă provocări suplimentare pentru aceste sisteme și impun identificarea de soluții viabile pentru sporirea protecției punctelor de comandă în asigurarea funcționalității continue a structurilor militare și a operațiilor desfășurate de acestea.

Creșterea ritmului și complexității operațiilor militare reprezintă, de asemenea, una dintre principalele provocări ale zilelor noastre. Îmbunătățirile în mobilitate, rază de acțiune și letalitate comprimă limitele de timp și spațiu, ceea ce solicită un volum mai mare de informații actualizate și un ritm operațional sporit, punând o presiune suplimentară asupra îndeplinirii eficiente a funcțiilor specifice sistemelor de comandă și control. Mai mult, creșterea letalității armelor impune o dispersie tot mai mare a forțelor pentru a asigura supraviețuirea acestora, ceea ce extinde limitele sistemelor de comandă și control și impune un volum semnificativ de tehnologie și informații pentru coordonarea eficientă a forțelor și operațiilor militare.

Asociați cu transparența sporită a mediului de confruntare, acești factori determină limitări majore privind mascarea forțelor și operațiilor de luptă, ceea ce impune identificarea de soluții alternative privind realizarea surprinderii adversarului, dar și asigurarea protecției forțelor proprii.

În plus, un amestec de sisteme cu echipaj, fără echipaj și autonome va aduce o schimbare suplimentară în letalitate și în modul de utilizare, în timp ce sistemele hipersonice, balistice, rachetele cu rază lungă de acțiune și capacitățile de contracarare a operațiilor în spațiu vor continua să extindă domeniul competitivității. Toate aceste trăsături specifice caracterului actual al conflictelor armate impun nevoia de regândire a sistemelor proprii de comandă și control pentru a răspunde cât mai eficient provocărilor curente.

De asemenea, complexitatea și dinamismul ridicat al transformărilor din mediul actual de operare generează probleme complicate și ascunse, a căror rezolvare devine tot mai greu de identificat. În acest cadru, latura umană a sistemelor C2 trebuie să insiste asupra adoptării și dezvoltării unei **mentalități de tip ”red teaming”** care să asigure dezvoltarea gândirii critice și creative personalului propriu ([UK Ministry of Defence 2021](#), 1; [JDP 0-01.1 2023](#), 50).

Comandantul continuă să reprezinte un element crucial al sistemului de comandă și control, așa după cum este demonstrat de conflictul în desfășurare ruso-ucrainean. Abilitatea de a inspira și de a motiva personalul din subordine s-a dovedit a fi o calitate deosebită care a sporit capacitatea de reziliență a poporului ucrainean, contribuind la sporirea componentei morale a capacității de luptă. Leadershipul a fost și va rămâne un element definitoriu al conflictelor, care are potențialul de a motiva și de a uni persoane și de a menține capacitatea operațională ridicată a forțelor armate ([MCDC 2020](#), 4). În plus, același conflict a demonstrat că folosirea conceptului de comandă a misiunii a fost fundamental în câștigarea superiorității decizionale a ucrainenilor în fața rușilor. Încrederea în comandanții subordonați și asigurarea libertății privind modalitatea de acțiune a acestora pentru îndeplinirea intenției eșalonului superior reprezintă esența comenzii misiunii.

În plus, având în vedere poziția României de membru în Alianța Nord-Atlantică, eventualele operații militare la care militarii români vor lua parte vor fi, cu siguranță, multinaționale. Din acest motiv, proiectarea viitoarelor sisteme C2 trebuie să țină cont de un aspect crucial al **operațiilor multinaționale**, cel al interoperabilității, în toate cele trei dimensiuni ale sale: tehnică, procedurală și umană ([AJP-01, 2022](#), 71).

Rezultatul analizei impactului caracterului conflictelor actuale asupra sistemelor de comandă și control și a potențialelor soluții de adaptare a acestora se regăsește în tabelul nr. 2.

TABEL NR. 2

Analiza impactului caracterului conflictelor actuale asupra sistemelor de comandă și control

Factor 2 – Trăsături specifice caracterului conflictelor actuale	
Deducții	Concluzii
<p>2.1. Transparență ridicată a spațiului de confruntare, ca urmare a dezvoltării sistemelor de culegere a informațiilor</p>	<p>2.1.1. Măsurile sporite de protecție a sistemelor C2 (ST, PC, Pe) - dezvoltarea și implementarea de tehnologie de protecție a rețelelor în spațiul cibernetic; - protecția fizică a punctelor de comandă – dispersie, măsuri OPSEC, sisteme contra-dronă (EW, sisteme Ra.Art.AA, alte tipuri de arme – de exemplu, laser) etc; - antrenarea personalului privind folosirea măsurilor OPSEC.</p> <p>2.1.2. Avantaje privind înțelegerea situațională (Pr, Pe) - ajustarea procesului JISR pentru colectarea datelor relevante; - înțelegerea limitărilor sistemelor de culegere a datelor pentru a nu cădea în capcana de a fi indus în eroare (a vedea nu este sinonim cu a înțelege).</p>
<p>2.2. Volum mare de date, ca urmare a dezvoltării sistemelor de culegere a informațiilor</p>	<p>2.2.1. Nevoia de investiție în tehnologia emergentă pentru sporirea capacităților de culegere și pentru analiza rapidă a unui mare volum de date (ST, Pr, Pe) - integrarea inteligenței artificiale în sprijinul proceselor specifice sistemelor de comandă și control; - tehnologizarea sistemelor de colectare pentru a reduce limitările acestora (condiții atmosferice, spectrul electromagnetic, timp – zi/noapte) în demersul de asigurare a înțelegerii situaționale; - trebuie înțeles foarte bine rolul factorului uman și cât de mult trebuie și se poate automatiza decizia.</p> <p>2.2.2. Situații sporite de erori prin imposibilitatea de analiză a datelor relevante (Pr, Pe) - luarea deciziilor trebuie să conțină obligatoriu un proces de management al riscurilor; - antrenarea comandanților și personalului comandamentelor în acceptarea riscurilor și gestionarea acestora.</p> <p>2.2.3. Posibilități sporite de a fi indus în eroare (Pr) - imposibilitatea de a gestiona volumul mare de date poate contribui la înțelegerea eronată a situației și la crearea oportunităților pentru adversar de a ne induce în eroare; - este nevoie de dezvoltarea unui proces de contracarare a inducerii în eroare, pregătirea constituind un prim element esențial al acestui proces.</p>
<p>2.3. Digitalizarea câmpului de luptă</p>	<p>2.3.1. Oportunități de accelerare a ciclului propriu decizie-acțiune (Pr, Pe) - implementarea sistemelor de inteligență artificială și algoritmi de analiză pentru a gestiona volumul mare de date; - dezvoltarea unor mecanisme de prioritizare a informațiilor esențiale pentru luarea deciziilor în timp scurt; - instruirea personalului pentru a optimiza interpretarea și folosirea informațiilor digitale.</p> <p>2.3.2. Necesitatea unor măsuri avansate de securitate cibernetică și de protecție împotriva interferențelor (Pr, Pe, ST) - implementarea unui sistem de monitorizare continuă și de apărare împotriva atacurilor cibernetice; - integrarea unor măsuri de redundanță și continuitate operațională, în caz de atacuri cibernetice; - creșterea rezilienței prin instruirea personalului asupra riscurilor cibernetice și măsurilor de securitate.</p>
<p>2.4. Mediul de operare este unul extrem de contestat</p>	<p>2.4.1. Crearea unor structuri de comandă mai agile, capabile să opereze în medii contestate (PC, Pe, ST) - optimizarea rețelelor de comunicații pentru mobilitate și securitate sporită; - adoptarea unor practici de dispersie a punctelor de comandă și folosirea de sisteme redundante; - pregătirea personalului pentru a acționa și în mod analogic; - introducerea de măsuri suplimentare de securitate pentru protejarea locațiilor C2 împotriva atacurilor directe și indirecte (de exemplu, drone).</p> <p>2.4.2. Implementarea unor măsuri de protecție pasivă și activă pentru reducerea amprentei și mascarea punctelor de comandă (ST, PC, Pe) - dezvoltarea și utilizarea de echipamente și tehnologii pentru reducerea amprentei termice și electromagnetice, inclusiv sisteme de izolare și camuflaj electromagnetic multispectral; - optimizarea arhitecturii C2 pentru a permite o configurație modulară și flexibilă, reducând vizibilitatea și timpul necesar instalării/dislocării în teren; - creșterea capabilităților de detecție preventivă, identificând din timp orice amenințare de supraveghere a adversarului.</p>

Deducții	Concluzii
<p>2.4. Mediul de operare este unul extrem de contestat</p>	<p>2.4.3. Creșterea mobilității pentru evitarea detectării și atacurilor (Pe, Pr, PC) - introducerea unor puncte de comandă mobile și a unor echipamente C2 de dimensiuni reduse, care pot fi rapid transportate și instalate în noi locații; - adoptarea unor proceduri de relocare rapidă, menite să crească dificultatea detectării și urmăririi de către adversar; - instruirea personalului pentru operarea în scenarii de mobilitate ridicată, pregătind proceduri și procese rapide de deconectare și reconectare la rețelele de comunicații și date.</p>
<p>2.5. Multidimensionalitatea confruntării</p>	<p>2.5.1. Dezvoltarea unor structuri C2 integrate și interoperabile (ST, PC, Pr, Pe) - implementarea de arhitecturi C2 multidomeniu, capabile să gestioneze simultan operații în spațiile terestru, aerian, maritim, cibernetic și spațial; - crearea unor canale de comunicare sigure și rapide între domenii pentru a permite schimbul de informații relevante în timp real; - instruirea personalului C2 pentru a înțelege specificitățile fiecărui domeniu de operare.</p> <p>2.5.2. Creșterea capacităților de procesare și analiză a datelor provenite din diferite domenii (ST, Pr, Pe) - utilizarea inteligenței artificiale și a algoritmilor avansați pentru integrarea datelor din mai multe domenii, oferind o imagine operațională coerentă; - crearea unui sistem de priorizare automată a informațiilor, astfel încât datele critice din orice domeniu să fie semnalate rapid factorilor decizionali; - optimizarea proceselor de coordonare interdomenii pentru a asigura că acțiunile în orice spațiu operațional sunt sincronizate și susțin obiectivele generale ale misiunii.</p> <p>2.5.3. Flexibilitatea și adaptabilitatea structurilor C2 pentru răspunsul eficient și coerent în mai multe domenii (ST, PC, Pr) - dezvoltarea unor proceduri și echipamente C2 configurabile pentru a permite adaptarea rapidă la cerințele specifice ale fiecărui domeniu; - introducerea unor module de comandă și control scalabile, care să permită răspunsuri eficiente la niveluri diferite de intensitate și într-o varietate de medii de operare; - formarea continuă a personalului în adaptarea și coordonarea răspunsului pentru operații interdependente în mai multe domenii, crescând astfel reziliența operațională.</p>
<p>2.6. Operații multinaționale</p>	<p>2.6.1. Necesitatea realizării interoperabilității dintre sisteme C2 (ST, PC, Pr, Pe) - adoptarea unor standarde comune de comunicații și securitate pentru a permite conectivitatea dintre diverse sisteme C2, facilitând schimbul de informații și coordonarea operațională; - dezvoltarea de protocoale standardizate și de formate comune pentru raportare și transmitere a ordinelor, care să fie ușor de utilizat de toate forțele implicate; - implementarea unor programe de interoperabilitate, prin care forțele partenere să fie familiarizate cu echipamentele și procedurile aliate, crescând astfel coeziunea operațională.</p> <p>2.6.2. Investiții în pregătirea personalului și antrenamente comune pentru operații multinaționale (PC, Pr, Pe) - organizarea de exerciții multinaționale periodice pentru a instrui personalul C2 din forțele aliate în lucrul în comun; - crearea unor manuale și proceduri comune de instruire care să includă practici și protocoale pentru coordonarea rapidă, în contexte de operare cu multiple națiuni implicate; - încurajarea schimbului de personal și experiență între națiunile partenere, crescând astfel înțelegerea reciprocă și capacitatea de reacție integrată.</p> <p>2.6.3. Dezvoltarea unei infrastructuri de comunicații adaptate operațiilor multinaționale (ST, PC) - implementarea unor rețele de comunicații interoperabile, securizate și eficiente care să susțină schimbul rapid de informații dintre forțele aliate, fără vulnerabilități de securitate; - investiții în tehnologii și echipamente de comunicații portabile, compatibile cu rețelele forțelor partenere, astfel încât informațiile să fie disponibile tuturor părților implicate.</p>

2.3. Analiza tendințelor de evoluție a mediului de operare și influența acestora asupra sistemelor C2

Tendențele de evoluție a mediului de operare reprezintă un factor determinant în analiza modului de adaptare a sistemelor de comandă și control. Într-un context marcat de schimbări rapide și de dezvoltări tehnologice avansate, structurile militare trebuie să-și ajusteze continuu sistemele C2 pentru a face față provocărilor

emergente. Această adaptare presupune nu doar integrarea noilor tehnologii, dar și reevaluarea proceselor decizionale pentru a răspunde eficient la complexitatea și dinamica actualelor și viitoarelor conflicte.

Pentru a identifica influența tendințelor de evoluție a mediului de operare asupra sistemelor C2, este necesar, în primul rând, să înțelegem care sunt aceste tendințe. Astfel, am realizat o analiză comparativă a viziunilor de evoluție a trei actori importanți pe scena relațiilor internaționale, care au publicat recent documente în acest sens: SUA (TRADOC G2 2024), Regatul Unit al Marii Britanii (UK Ministry of Defence 2024) și NATO (NATO 2023).

Toate aceste analize au un element comun, tehnologia. Rolul acesteia este esențial și pentru domeniul militar, ea deținând capacitatea de a modela mediul de operare al viitorului. **Noile tehnologii**, care combină puterea de procesare, conectivitatea, automatizarea, calculul cuantic, învățarea automată și inteligența artificială, vor permite nu doar o nouă generație de sisteme de arme, ci și noi modalități de desfășurare a războiului.

Toate acestea au un impact direct și asupra sistemelor C2 specifice forțelor armate. Tehnologiile novatoare pot sprijini urgentarea procesului de luare a deciziei prin prelucrarea și analiza unui volum mare de date, asigurând premisele generării unei imagini operaționale aproape complete la toate nivelurile de conflict. Printre principalele beneficii ale integrării tehnologiilor emergente în cadrul sistemelor C2, sunt recunoscute a fi (NIAG 2022, 1-29 - 1-30):

- înțelegerea mai rapidă și mai profundă a situației operaționale;
- direcționarea mai rapidă a forțelor, comparativ cu adversarul;
- sincronizarea sporită a efectelor operaționale pe câmpul de luptă;
- îmbunătățirea proceselor, capacităților și efectelor, realizate prin celelalte funcții ale luptei, precum sprijinul logistic, protecția, sprijinul prin foc sau activitățile informaționale.

În sprijinul comenzii și controlului, în termeni practici, tehnologia are capacitatea de a îmbunătăți:

- culegerea, analiza, fuzionarea, partajarea și, cel mai important, exploatarea datelor din toate sursele pertinente pentru toate domeniile relevante, cu scopul de a oferi cea mai bună înțelegere a situației posibile, asigurând astfel avantajul informațional pe câmpul de luptă;
- utilizarea eficace a acestor informații pentru a lua decizii mai bine informate și mai bine calculate, asigurând astfel avantajul decizional, în raport cu adversarul;
- sincronizarea informațiilor și a efectelor operațiilor în toate mediile și domeniile de operare;
- optimizarea ritmului de luptă pentru un tempo decizional superior adversarului.

Având în vedere dinamica tot mai mare și complexitatea tot mai sporită a confruntărilor militare, este de așteptat ca tehnologia să reprezinte un factor primordial în construirea noilor sisteme C2. Analiza și impactul principalelor tehnologii emergente, cu relevanță în acest sens, sunt prezentate în tabelul de mai jos (NIAG 2022, 3-106 - 1-115; NATO Science & Technology Organization 2020, 41 - 111).

TABEL NR. 3

Analiza impactului principalelor tehnologii emergente în construirea noilor sisteme C2

Tehnologie	Detalii	Cum poate sprijini C2
<p>Inteligența artificială</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inteligența artificială (IA) reprezintă capacitatea mașinilor de a executa sarcini care, în mod obișnuit, necesită inteligență umană. Aceste sarcini includ recunoașterea de tipare, învățarea din experiență, formularea de concluzii, realizarea de predicții și luarea de decizii sau demararea unor acțiuni. IA emulează aspecte ale cogniției umane, precum percepția, raționamentul, planificarea și învățarea. Această tehnologie poate executa autonom sarcini, precum planificarea, înțelegerea limbajului, recunoașterea obiectelor și sunetelor, învățarea sau rezolvarea problemelor. Aceasta este considerată de mulți specialiști a avea cel mai mare impact revoluționar asupra societății, în general, și sistemelor militare, în particular. Președintele rus, Vladimir Putin, aprecia, în 2017, că „inteligența artificială reprezintă viitorul.(...) Cine devine lider în această sferă va ajunge să conducă lumea.” (Russia Today 2017) Unul dintre avantajele constă în faptul că nu este influențată de factori, precum stresul sau oboseala. (Dragomir și Alexandrescu 2017, 58) 	<ul style="list-style-type: none"> - analiza datelor; - îmbunătățirea capacităților de colectare a datelor; - dezvoltarea sistemelor de lovire și a efectului acestora; - executarea anumitor sarcini în punctele de comandă; - sporirea posibilității de dezinformare (de exemplu, deep fake); - sprijinirea procesului de planificare a operațiilor prin asigurarea unor metode rapide și mai eficiente de comparare și analiză (jocuri de război) a cursurilor de acțiune.
<p>Tehnologia "Blockchain" sau tehnologia blocurilor</p>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Blockchain</i> este o tehnologie de registru distribuit care combină elemente din criptografie, mecanisme de consens și sisteme distribuite. Aceasta permite stocarea descentralizată și securizată a datelor printr-o structură de blocuri de informații înlănțuite, partajate, replicate și sincronizate între membrii rețelei. Blockchain asigură o securitate ridicată a datelor prin imposibilitatea de a modifica un bloc existent, fără a altera toate blocurile ulterioare. Astfel, tehnologia previne alterarea retroactivă a datelor și asigură integritatea informației. În context militar, blockchain oferă potențialul pentru un schimb de date coerent între diferite structuri ierarhice, cum ar fi rețelele de senzori sau posturile de comandă. Aceasta facilitează un flux sigur și sincronizat de informații în medii distribuite și complexe. 	<ul style="list-style-type: none"> - sporirea schimbului de date; - asigurarea înțelegerii situaționale; - asigurarea securității datelor și comunicațiilor.
<p>Augmentarea umană (Human Augmentation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Augmentarea umană se referă la tehnologiile utilizate pentru a îmbunătăți performanța umană. În context militar, aceasta include domeniile umane fiziologice, sociale, cognitive, precum și interfețe avansate om-mașină. Principalele categorii de îmbunătățire a performanței umane includ: <ul style="list-style-type: none"> <i>Simțuri îmbunătățite/extinse</i> (de exemplu, vedere augmentată, auz, gust, miros), care adaugă noi dimensiuni informaționale pentru sistemele C2; <i>Cogniție sporită</i>, obținută prin identificarea stării cognitive umane și adaptarea feedbackului computerizat la nevoile utilizatorului, accelerând procesul decizional; <i>Acțiune augmentată</i>, realizată prin monitorizarea acțiunilor umane și maparea lor în medii locale, la distanță sau virtuale. 	<ul style="list-style-type: none"> - sporirea capacității de înțelegere situațională; - sporirea eficienței de analiză și procesare umană a datelor; - îmbunătățirea ritmului de lucru al personalului; - revoluționarea schimbului de informații dintre persoane; - îmbunătățirea procesului de luare a deciziilor prin limitarea influențelor biasurilor cognitive.

Tehnologie	Detalii	Cum poate sprijini C2
Internet of Battle Things (IoBT)	<ul style="list-style-type: none"> Ideea de bază a IoBT este de a conecta toate elementele disponibile pe câmpul de luptă (vehicule, drone, soldați, dispozitive portabile, arme, senzori etc.) într-o rețea autoconfigurabilă pentru a facilita schimbul de informații. Astfel, se pot partaja, de exemplu, starea de sănătate a soldaților printr-un sistem de monitorizare, imaginile captate de camera unei arme cu structurile de informații din punctul de comandă ori se pot transmite video de la un UAV, avion sau satelit la o patrulă de cercetare din zonă. 	<ul style="list-style-type: none"> - schimb facil de informații; - sprijinirea monitorizării situației; - asigurarea înțelegerii situaționale; - sprijinul evaluării pagubelor BDA (Battle Damage Assessment).
Tehnologia 5G/6G/7G	<ul style="list-style-type: none"> Tehnologia de telefonie mobilă este utilizată nu doar pentru a conecta persoane cu dispozitive portabile (de exemplu, smartphone-uri), ci și pentru a conecta aproape toate tipurile de dispozitive (computere, senzori etc.). Tehnologia 5G va fi disponibilă pentru următorii 10 ani, în timp ce 6G, aflată momentan în faza de definire, ar putea fi complet disponibilă până în 2035, conform estimărilor, oferind acoperire mai mare, viteze de transmisie ridicate, precizie de localizare la nivel de centimetru și calcul la marginea rețelei. În jurul anului 2040, 7G ar putea fi în fazele de planificare. Ambele tehnologii permit utilizarea "network slicing", care facilitează implementarea de rețele „private” cu echipamente comerciale standard, folosind rețele comerciale. 	<ul style="list-style-type: none"> - securizarea datelor transmise; - sporirea înțelegerii situaționale.
Tehnologia cuantică	<ul style="list-style-type: none"> Tehnologiile cuantice vor juca un rol important în îmbunătățirea capacităților de înțelegere situațională, comunicații și securitate cibernetică. Categoriile în care pot fi împărțite tehnologiile cuantice în contextul C2 sunt: senzoriale, de comunicații și calcul. Principalele realizări până în 2040 pentru fiecare categorie ar putea fi: <ul style="list-style-type: none"> o <i>senzoriale</i>: senzori cuantici pentru aplicații C2, dispozitive portabile de navigare cuantică; o <i>comunicații</i>: legături cuantice securizate punct-la-punct, internet securizat pentru apărare, care combină comunicațiile cuantice și clasice; o <i>calcul</i>: calculatoarele cuantice vor depăși puterea de calcul a computerelor clasice. 	<ul style="list-style-type: none"> - sporirea înțelegerii situaționale; - asigurarea securității cibernetice.
Hiperautomatizare (robotizare)	<ul style="list-style-type: none"> Pentru a excela în automatizare, combinarea mai multor tehnologii poate contribui la crearea unor spații inteligente – medii fizice în diverse domenii, în care oamenii și tehnologia permit sistemelor să interacționeze, să se conecteze și să se coordoneze, încercând să reducă la minimum intervenția umană și să optimizeze eforturile. Este de așteptat ca, până în 2040, hiperautomatizarea să atingă un nivel amplu de expansiune, procesele digitale să devină o parte esențială a oricărei operații militare, incluzând automatizarea proceselor robotice pentru a reduce intervenția umană (mai ales în sarcinile repetitive) și luarea deciziilor bazate pe IA în toate etapele OODA. Intervenția umană se va concentra doar pe activități de mare valoare în planificarea și atribuirea sarcinilor, precum și în decizii importante (Human-in-the-Loop). 	<ul style="list-style-type: none"> - reorganizarea structurilor de forțe; - reconfigurarea modalității de transmitere a ordinelor; - sporirea eficienței proceselor operaționale; - sporirea letalității; - interoperabilitatea om-robot; - luarea deciziei într-un timp cât mai redus.

Chiar dacă asistăm la o tehnologizare fără precedent a societății, apreciem că **decizia va continua să reprezinte un atribut al factorului uman**, cel puțin în viitorul apropiat. Asociind această afirmație cu incertitudinea sporită a mediului de operare, dar și cu faptul că modul de funcționare a creierelor este predispus la greșeli și prejudecăți sistematice (AJP3.10.2 2020, 42), viitoarele sisteme C2 trebuie să se adapteze, având în continuare comandantul ca element central al procesului operației. Aceasta impune necesitatea de pregătire și educare adecvată a acestuia pentru a fi în măsură să îndeplinească eficient funcțiile specifice de direcționare a întregii operații militare. Comandanții vor trebui să aibă dezvoltate abilități de înțelegere corectă a mediului de operare, de vizualizare a modului de rezolvare

a problemei operaționale, de descriere eficientă a acestei căi subordonaților, de direcționare a execuției, în raport cu evoluția volatilă a situației din câmpul tactic, de conducere prin leadership a forțelor și de evaluare continuă a progresului pentru a asigura adaptarea oportună a operației la provocările din mediul de operare. În plus, pregătirea comandanților trebuie să includă și o componentă de reflecție internă asupra propriilor limitări cognitive care pot influența calitatea procesului decizional. Rațiunea includerii unei asemenea componente de educare este demonstrată de presupunerile de planificare eronate, făcute de ruși la începutul conflictului, și de consecințele incomensurabile ale unor astfel de decizii, bazate pe prejudecăți greșite. Ceea ce trebuia să fie o operație specială de 3 zile (Watling și Reynolds 2022, 1) s-a transformat, pentru ruși, într-un conflict care durează de aproape 3 ani, în care s-au investit considerabile resurse și efort.

Rezultate, concluzii și propuneri

În era informației, deși unele aspecte ale comenzii și controlului (C2) rămân neschimbate, precum natura războiului, incertitudinea și presiunea timpului, evoluțiile tehnologice au adus schimbări fundamentale. Lumea contemporană este marcată de instabilitate și de un ritm rapid al schimbărilor, iar aceste caracteristici se reflectă și în contextul militar. Într-o astfel de eră, sistemele de C2 trebuie să fie extrem de adaptabile și să funcționeze eficient, indiferent de tipul de conflict sau de mediul în care operează. Tehnologia are un rol crucial în îmbunătățirea capacităților C2, dar vine și cu riscuri considerabile. Pe de-o parte, tehnologia poate contribui la optimizarea deciziilor și la o coordonare mai eficientă, dar, pe de altă parte, există pericolul de a deveni supradependenți de echipamente și de a crea supraîncărcare informațională. Aceasta poate induce o iluzie periculoasă, aceea că războiul poate fi gestionat cu precizie absolută, ceea ce nu este realist. În plus, cu cât sistemele C2 devin mai elaborate și mai conectate, cu atât cresc riscurile de perturbare, de atacuri cibernetice sau supraîncărcare informațională. Din acest motiv, trebuie găsite soluții de protecție și de optimizare a fluxurilor de date specifice sistemelor de comandă și control. Creșterea resurselor destinate cercetării și inovării în domeniul tehnologiilor emergente, pentru a asigura păstrarea unui avantaj competitiv, în raport cu adversarii, poate asigura descoperiri care să sprijine eficientizarea sistemelor C2.

Totuși, articolul de față nu s-a dorit a fi o foaie de parcurs pentru adaptarea sistemelor de comandă și control, ci, mai degrabă, a încercat să scoată în evidență anumite elemente extrem de importante care trebuie avute în vedere la realizarea planului de transformare. Analiza caracteristicilor imuabile ale naturii conflictelor, precum și cele ale caracterului celor actuale, dar și a tendințelor de evoluție a mediului de operare a reprezentat pilonii pe care am construit rezultatele prezentate.

Deși înțelegem că procesul de transformare a sistemului de comandă și control românesc nu trebuie să constituie un efort individual, ci unul colectiv și bine direcționat de către factorii de decizie de la cel mai înalt nivel din Armata României,

apreciem că articolul de față poate sprijini acest demers cel puțin prin două **elemente extrem de valoroase**:

- rezultatele obținute, care pot constitui piloni de adaptare a sistemelor C2;
- modalitatea științifică prin care am dezvoltat aceste rezultate. Identificarea, într-o primă fază, a factorilor care pot influența sistemele C2 și a modului în care o pot face, ulterior, printr-un proces de inferență, determinarea modului de adaptare a acestora, considerăm a fi abordarea corectă spre transformarea sistemelor de comandă și control din Armata României.

În continuare, vom prezenta **cele mai importante rezultate, obținute** în urma demersului științific întreprins, sub formă de recomandări pentru ținta principală a acestui studiu, factorii decizionali ai Armatei României, organizate pe cele patru componente ale sistemelor de comandă și control, evidențiate în prima secțiune a acestei lucrări. Aceste rezultate au survenit în urma unei analize tematice a datelor reieșite din aplicarea în secțiunea anterioară a metodei „*analiza factorilor pe trei coloane*”. Toate aceste date rezultate au fost supuse, în această etapă, unui proces riguros de analiză, cu scopul de a asigura organizarea lor pe teme mai ample, care, ulterior, au fost încadrate în cele patru mari categorii ale sistemelor de comandă și control, în raport cu specificul fiecăreia dintre ele.

Personal

- Comandantul va continua să rămână elementul central al procesului de luare a deciziei. Acest aspect impune nevoia de pregătire constantă a acestuia. În plus, crearea unui sistem de transfer al memoriei instituționale din generație în generație, de la un comandant către viitorii comandanți poate eficientiza demersul de pregătire.
- Leadershipul trebuie să rămână elementul fundamental al comandanților militari.
- Nevoia de adoptare a unei mentalități de tip „*red teaming*” care să asigure dezvoltarea gândirii critice și creative personalului propriu.
- Dezvoltarea unei gândiri critice și creative, focalizată pe declanșarea de efecte care să încetinească ciclul decizie-acțiune al inamicului.
- Nevoia de instruire a personalului în operarea sistemelor digitale, pe fondul tehnologizării sistemelor de comandă și control.
- Pregătirea personalului pentru acțiunea și, în mod analogic, considerând posibilitatea crescută de acțiune într-un mediu contestat împotriva unui adversar cu capacități sporite de război electronic.
- Educația personalului trebuie să se focalizeze pe cum ar trebui să gândească și mai puțin pe ce ar trebui să gândească. O astfel de abordare poate asigura flexibilitatea mentală necesară personalului de a se adapta și de a răspunde eficient provocărilor care pot apărea în mediul de operare tot mai volatil și incert.
- Înțelegerea modului în care funcționează creierul uman în timpul luării deciziilor și al erorilor de judecată care pot apărea ca urmare a propriilor biasuri cognitive.
- Implementarea și antrenarea conceptului de „comandă prin misiune” (Mission Command) trebuie să înceapă din timp de pace. Dacă acesta nu se implementează în modul de lucru zilnic, este puțin probabil că se va realiza eficient în caz de război.
- Necesitatea realizării interoperabilității umane dintre sistemele C2 proprii și cele

ale aliaților, pe fondul probabilității crescute de desfășurare a operațiilor militare în mediu multinațional.

Procese

- Adaptarea ritmului de luptă al unităților pentru a scurta timpul de luare a deciziilor prin includerea tehnologiilor emergente.
- Scurtarea procesului decizie-acțiune propriu.
- Optimizarea proceselor operaționale prin utilizarea tehnologiilor emergente.
- Abilitatea de a transmite în timp real imaginea operațională de ansamblu la cele mai de jos eșaloane și de actualizare automată a acesteia la toate nivelele de comandă.
- Reducerea dimensiunii ordinelor transmise sau utilizarea tehnologiei emergente pentru a asigura înțelegerea rapidă a acestora. De exemplu, ordinele de operații la nivel de corp de armată NATO ajung în mod regulat la 750 de pagini, iar cele de nivel înrunit, la 1.000 de pagini. Sunt puține persoane într-un comandament care le citesc în totalitate (Storr 2023, 87).
- Necesitatea realizării interoperabilității procedurale dintre sistemele C2 proprii și cele ale aliaților, pe fondul probabilității crescute de desfășurare a operațiilor militare în mediu multinațional.

Sisteme tehnologice

- Transformarea digitală a punctelor de comandă prin integrarea tehnologiilor emergente în sprijinul eficientizării proceselor specifice funcțiilor sistemelor de comandă și stat major (înțelegere situațională, decizie etc.).
- Utilizarea sistemelor tehnologice performante pentru ușurarea întocmirii, transmiterii, lecturării și înțelegerii rapide a ordinelor scrise. Acest lucru poate reduce timpul de planificare a noilor operații, cu efect direct asupra diminuării ciclului propriu decizie-acțiune (OODA).
- Nevoia de identificare de soluții tehnice de protecție a sistemelor C2: cibernetică, reducerea amprentei electromagnetice și termice etc.
- Dependența de tehnologie poate crea și vulnerabilități într-un mediu contestat și în fața unui adversar cu capacități sporite de război electronic.
- Necesitatea realizării interoperabilității tehnice dintre sistemele C2 proprii și cele ale aliaților, pe fondul probabilității crescute de desfășurare a operațiilor militare în mediu multinațional.

Puncte de comandă

- Asigurarea de măsuri de protecție sporită: fizice și electromagnetice.
- Regândirea modului de organizare a punctelor de comandă (dimensiunea curentă a lor este mult prea mare și sunt mult prea statice, ceea ce le face extrem de vulnerabile într-o perioadă în care a crescut precizia armelor de la distanță și s-a redus timpul dintre detecție și angajare la doar câteva minute) pentru a răspunde provocărilor crescânde ale mediului de operare și pentru a asigura supraviețuirea acestora și funcționalitatea continuă a C2 (de exemplu, adoptarea unor practici de dispersie a punctelor de comandă și folosirea de sisteme redundante. S-ar putea să fie nevoie ca modulele integrate și cele funcționale să nu mai acționeze din același loc, iar când

ne referim la Punctul de comandă de bază, să nu mai înțelegem o singură locație, ci o multitudine de locuri/module care împreună, prin suportul tehnologic, să întrunească funcțiunile acestui punct de comandă).

- Introducerea de măsuri suplimentare de securitate pentru protejarea fizică și electromagnetică a locațiilor C2 împotriva atacurilor directe și indirecte (de exemplu, împotriva dronelor sau sistemelor de EW ale adversarilor).

- Reducerea și mascarea dimensiunilor, a amprentei termice și electromagnetice a punctelor de comandă (de exemplu, investiția în baterii silențioase care să permită funcționarea pentru o perioadă cât mai mare a sistemelor tehnice din PC, care să înlocuiască zgomotoasele grupuri electrogene; identificarea de soluții care să înlocuiască sistemele de aer condiționat care produc un zgomot mare și care pot deconspira locația punctelor de comandă). *„Războiul dintre Rusia și Ucraina arată clar că semnătura electromagnetică emisă de punctele de comandă din ultimii 20 de ani nu poate supraviețui în fața ritmului și preciziei unui adversar care deține tehnologii bazate pe senzori, război electronic, sisteme aeriene fără pilot sau cu acces la imagini satelitare.”* (Nagl 2024, 24)

- Utilizarea măsurilor de inducere în eroare a adversarului prin crearea de puncte de comandă false poate constitui o soluție în demersul de sporire a protecției sistemelor C2 (Nagl 2024, 242).

- Sporirea mobilității punctelor de comandă pentru evitarea detectării și a atacurilor. Mutarea constantă a PC pentru a evita detectarea cu realizarea continuă a funcționalității C2.

- Necesitatea realizării interoperabilității dintre sistemele C2 proprii și cele ale aliaților, pe fondul probabilității crescute de desfășurare a operațiilor militare în mediu internațional.

În plus, principiile care trebuie să stea la baza noilor sisteme de comandă și control, pentru a asigura un grad sporit de adaptabilitate la provocările curente și viitoare din mediul de operare, sunt flexibilitatea, modularitatea, supraviețuirea, amprenta redusă la sol și reziliența.

Flexibilitatea presupune capacitatea sistemului de comandă și control (C2) de a se adapta rapid la schimbările din mediul de operare. Acest principiu implică atât structuri și proceduri adaptabile, cât și folosirea tehnologiei care permite răspunsuri rapide la provocările neprevăzute. Flexibilitatea sistemului C2 este crucială pentru a răspunde rapid la noi amenințări sau oportunități, precum și pentru a ajusta prioritățile și resursele, în funcție de evoluția situației din câmpul de luptă.

Modularitatea presupune construirea sistemului din componente independente, dar interoperabile, care pot fi combinate și reconfigurate, în funcție de nevoi. În contextul C2, acest principiu permite crearea de structuri personalizate care se potrivesc fiecărei misiuni și facilitarea modernizării prin integrarea de noi tehnologii, fără a afecta întregul sistem. Modularitatea oferă forțelor armate capacitatea de a optimiza resursele și de a îmbunătăți eficiența operațională.

Supraviețuirea se referă la capacitatea sistemului C2 de a funcționa în condiții potrivnice,

inclusiv în medii contestate. Acest principiu se poate realiza prin dispersie adecvată, mărime redusă, redundanță, mobilitate, camuflaj, măsuri de inducere în eroare, măsuri OPSEC, precum și prin integrarea sistemelor antidronă și a altor tehnologii defensive pentru realizarea protecției fizice și cibernetice adecvate. Scopul este de a reduce vulnerabilitatea în fața atacurilor inamice și de a asigura continuitatea operațiilor.

Amprenta redusă la sol presupune minimizarea dimensiunii fizice și a semnăturii electromagnetice a punctelor de comandă, reducând astfel șansele de a fi detectate și lovite de inamic, (o soluție poate fi dispersia și conducerea operațiilor din mai multe locații distanțate care să opereze ca un întreg). Un sistem C2 cu o amprentă redusă este mai greu de identificat și localizat, contribuind la siguranța personalului și a echipamentelor. Acest principiu este esențial în fața adversarilor care dispun de capabilități avansate de supraveghere și de atac.

Reziliența se referă la capacitatea sistemului de a-și reveni rapid după o întrerupere sau un atac și de a menține funcționalitatea pe termen lung. Reziliența include redundanța sistemelor, procese de backup și planuri de continuitate care să permită operarea chiar și în caz de pierderi sau disfuncții. Acest principiu asigură că, în fața unui atac sau a unei defecțiuni, sistemele C2 pot continua să își îndeplinească misiunea esențială, fără a compromite eficiența generală a operațiilor.

În concluzie, adaptarea sistemelor de comandă și control la provocările mediului contemporan de operare necesită o abordare holistică și integrată, care să țină cont atât de evoluția tehnologică, cât și de schimbările în dinamica conflictelor globale și de tendințele de evoluție a mediului de operare. În acest sens, sistemele C2 trebuie să găsească un echilibru între utilizarea tehnologiei și adaptabilitatea umană. Sunt, de asemenea, cruciale dezvoltarea și implementarea unor strategii flexibile, care să permită adaptarea rapidă la schimbările neprevăzute, dar și testarea obligatorie în diferite contexte a potențialelor soluții de adaptare a sistemelor de comandă și control. Aceasta va asigura o funcționare coerentă și flexibilă, esențială în fața provocărilor complexe și dinamice ale războiului modern.

Referințe

- ADP 6-0.** 2019. *Mission Command: Command and Control of Army Forces*. Washington DC: US Headquarters Department of the Army.
- AJP-01.** 2022. *Allied Joint Doctrine, Edition F, Version 1*. NATO Standardization Office.
- AJP-3.** 2019. *Allied Joint Doctrine for the conduct of operations. C, Version 1*. NATO Standardization Office.
- AJP3.10.2.** 2020. *Allied Joint Doctrine for operations security and deception, edition A, version 2*. NATO Standardization Office.
- AJP-3.2.** 2022. *Allied Joint Doctrine for Land Operations, edition B, version 1*. NATO Standardization office.

- ATP 3.2.2. 2016. *Command and Control of Allied Land Forces*. B, Version 1. NATO Standardization Office.
- Bailey, Kathryn. 2023. "Army looks to transform future command and control". https://www.army.mil/article/267509/army_looks_to_transform_future_command_and_control.
- Beagle, Lt. Gen. Milford "Beags", Brig. Gen. Jason C. Slider și Lt. Col. Matthew R. Arrol. 2023. "The Graveyard of Command Posts." *The Military Review* 10-24. <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2023/Graveyard-of-Command-Posts/>.
- Collins, Major General Charles. 2023. "Mobilizing the British Army." *The British Army Review* (182): 6-9.
- Creswell, John W. și J. David Creswell. 2023. *Research design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, Ediția a șasea. Los Angeles: Sage Publications.
- Crilly, Martin și Alan Mears. 2022. "Multi Dimensional and Domain Operations (MDDO)". <https://wavelroom.com/2022/01/26/mddo/>.
- Dragomir, Florentina-Loredana și Gelu Alexandrescu. 2017. „Aplicații ale inteligenței artificiale în fundamentarea deciziei.” *Buletinul Universității Naționale de Apărare „Carol I”* 56-61.
- Ellison, Davis și Tim Sweijjs. 2023. *Breaking Patterns Multi-Domain Operations and Contemporary Warfare*. Hague: The Hague Centre for Strategic Studies.
- Gosselin-Malo, Elisabeth. 2024. "Drone warfare in Ukraine prompts fresh thinking in helicopter tactics". <https://www.defensenews.com/global/europe/2024/07/19/drone-warfare-in-ukraine-prompts-fresh-thinking-in-helicopter-tactics/>.
- Hambling, David. 2020. "The «Magic Bullet» Drones Behind Azerbaijan's Victory Over Armenia". <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/11/10/the-magic-bullet-drones-behind-azerbajjans-victory-over-armenia/>.
- JCN1/17. 2017. *Joint Concept Note (JCN) 1/17 Future Force Concept*. UK Ministry of Defence.
- JDP 0-01.1. 2023. *Joint Doctrine Publication 0-01.1 UK Terminology Supplement to NATO Term*. Edition B. UK Ministry of Defence.
- JP-1. 2017. *Joint Publication 1 Doctrine for the Armed Forces of the United States*. US Joint Chiefs of Staff.
- Leavy, Patricia. 2023. *Research Design – Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches*, Ediția a doua. New York: The Guilford Press.
- Multinational Capability Development Campaign [MCDC]. 2020. "Future Leadership". https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5fdccd0de90e07452ec36ee8/20201210-MCDC_Future_Leadership-web.pdf.
- MCDP-6. 2018. *Command and Control*. US Marines Corps.
- Molloy, Dr Oleksandra. 2024. *Drones in Modern Warfare: Lessons Learnt from the War in Ukraine*. Australian Army Research Centre.

- Nagl, John A.** 2024. *A call to arms: Lessons from Ukraine for the Future Force*. Strategic Studies Institute, UIS Army War College.
- NATO.** 2022. *Initial Alliance Concept for Multi-Domain Operations*. Norfolk: NATO Allied Command Transformation.
- NATO.** 2023. *Strategic Foresight Analysis 2023*. Norfolk: NATO Allied Command Transformation.
- NATO Parliamentary Assembly.** 2022. *The future of Warfare*. NATO Science and Technology Committee.
- NATO Science & Technology Organization.** 2020. *Science & Technology Trends 2020-2040 - Exploring the S&T Edge*. Bruxelles. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf.
- NATO Industrial Advisory Group [NIAG].** 2022. *Command and Control Capabilities in support of Multi Domain Operations (Multi Domain C2)*.
- Nilsson, Niklas.** 2023. "Commanding Contemporary and Future Land Operations." În *Advanced Land Warfare. Tactics and Operations*, de Mikael Weissmann și Niklas Nilsson, 43-62. Oxford University Press.
- Russia Today.** 2017. <https://www.rt.com/news/401731-ai-rule-world-putin/>.
- Stanciu, Cristian-Octavian și Silviu-Iulian Gimiga.** 2023. „Noile tehnologii și impactul lor asupra domeniului militar.” *Buletinul Universității Naționale de Apărare „Carol I”* 12 (2): 157-169.
- Storr, Jim.** 2023. "The Command of Land Forces." În *Advanced Land Warfare. Tactics and Operations*, de Niklas Nilsson Mikael Weissmann, 87-103. Oxford University Press.
- TC 7-102.** 2014. *Training Circular No. 7-102 Operational Environment and Army learning*. Washington DC: Headquarters Department of the Army.
- The International Institute for Strategic Studies [IISS].** 2023. *Strategic Survey 2022. The Annual Assessment of Geopolitics*. Londra: Routledge.
- TRADOC G2.** 2024. *The Operational Environment 2024-2034: Large-Scale Combat Operations*. US Army Training and Doctrine.
- UK Ministry of Defence.** 2020. *Introducing the Integrated Operating Concept 2025*.
- . 2021. "Red Teaming Handbook". https://assets.publishing.service.gov.uk/media/61702155e90e07197867eb93/20210625-Red_Teaming_Handbook.pdf.
- . 2024. *Global Strategic Trends: Out to 2055*.
- Wade, Norman M.** 2023. *AODS 7 The Army Operations & Doctrine Smartbook - Multidomain operations*. The Lightning Press.
- Watling, Jack, și Nick Reynolds.** 2022. *Operation Z. The Death Throes of an Imperial Delusion*. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies.