



TEHNOLOGIILE CLOUD ȘI NECESITATEA IMPLEMENTĂRII CLOUD-ULUI HIBRID ÎN MEDIUL MILITAR

Colonel dr. Dan ȚIGĂNUȘ

Locțiitorul șefului Direcției comunicații și tehnologia informației
10.55535/GMR.2023.2.2

Cloud computing-ul a fost adoptat pe scară largă ca model de digitalizare de ultimă generație pentru transformarea organizației într-o entitate care stimulează dezvoltarea și inovarea. În zilele noastre, beneficiarii sistemelor de calcul urmăresc obținerea accesului rapid la ecosistemul virtual și o experiență nouă în spațiul cibernetic, care să se integreze perfect cu serviciile existente utilizate în mod curent. Din perspectiva organizației militare/Military Enterprise, cloud-ul oferă servicii pentru utilizatori și structuri într-un mod scalabil, extrem de fiabil și de maximă disponibilitate, având ca specific niveluri de securitate diferite asociate profilului individual și rolurilor funcționale în organizație. Din perspectiva utilizatorului final, cloud-ul oferă un model simplu pentru accesarea serviciilor de tehnologia informației/IT fără a fi nevoie ca factorul uman să înțeleagă pe deplin infrastructura de transport/transmisuni și tehnologia utilizată.

Acest articol explorează modul în care pot fi asigurate infrastructurile native moderne în cloud-ul clasificat și neclasificat militar și gestionate într-un mediu cibernetic național, privat militar sau mixt, cu implementare hibridă, împreună cu diverse cerințe și considerații de adaptare a aplicațiilor native în cloud pentru sisteme militare. În context, articolul oferă o introducere simplă, dar cuprinzătoare pentru imaginea de ansamblu a cloudului nativ și asupra tehnologiilor majore pe care dezvoltatorii le folosesc pentru a construi astfel de medii fiabile în spațiul cibernetic care ar putea face obiectul unei analize de fezabilitate pentru implementarea conceptului de cloud hibrid în spațiul cibernetic cu utilizare militară. Materialul se adresează experților IT, inginerilor DevOps, arhitecților de infrastructuri și sisteme CIS (sisteme de comunicații și tehnologia informației), entuziaștilor tehnologiilor cloud, experților în securitatea acestor sisteme și oricărui profesionist militar implicat în dezvoltarea, migrarea, implementarea și managementul serviciilor și operațiunilor curente ale unui sistem nativ în cloud.

Cuvinte-cheie: cloud computing, reziliență, organizație militară, tehnologia informației, spațiu cibernetic.



Motto: „Armata nu își poate optimiza strategia de modernizare fără cloud, care reprezintă coloana vertebrală a inteligenței artificiale.”

Ryan D. McCarthy,
fost secretar al armatei americane

INTRODUCERE

Pentru a profita din plin de viteza și agilitatea serviciilor cloud, multe dintre serviciile și aplicațiile existente au fost transformate în aplicații native în cloud, iar soluțiile noi sunt dezvoltate astfel încât să fie aplicabile în primul rând pentru cloud. Aplicațiile în cloud sunt construite chiar de la început pentru a permite și încorpora schimbările ulterioare la scară largă, cu efort minim și în timp scurt, dar și pentru a asigura disponibilitatea și reziliența sistemelor în funcțiune.

În mod implicit, infrastructura pentru aplicații native în cloud joacă un rol esențial în satisfacerea cu eficiență a nevoilor unei organizații militare și nu numai, dar această infrastructură trebuie să fie proiectată sau adaptabilă la cerințele de transfer informațional la distanțe cerute de mobilitatea și, uneori, caracterul expediționar al activităților și operațiilor militare. În cazul în care infrastructura de transmisuni (care asigură servicii de transmitere/*transmission services*) nu este proiectată astfel încât să asigure disponibilitate maximă și să ofere implicit reziliență, bazată pe redundanță, cu un management distribuit care aplică practicile și la standardele corecte, chiar și cele mai bune aplicații native în cloud vor eșua în spațiul cibernetic cu utilizare militară.

Chiar dacă utilizarea cloud-ului oferă o modalitate facilă de a rezolva problemele cu scalabilitatea, disponibilitatea și fiabilitatea serviciilor IT sub forma unor aplicații de bază și specializate (*FAS – Functional Area Services*)¹, această tehnologie nu reprezintă o soluție magică

¹ *Functional area services/FAS* – aplicații informatice specializate dedicate unor funcțiuni și servicii specializate în cadrul unei entități organizatorice militare; ex. LOGFAS – pachet de aplicații specializate pentru domeniul logistic care asigură accesul la date și informații, unele dintre acestea georeferențiate pe hărți digitale, despre existența bunurilor materiale, mobilitate, transport, destinație, furnizor, beneficiar, stare operațională etc.

Infrastructura pentru aplicații native în cloud joacă un rol esențial în satisfacerea cu eficiență a nevoilor unei organizații militare și nu numai, dar această infrastructură trebuie să fie proiectată sau adaptabilă la cerințele de transfer informațional la distanțe cerute de mobilitatea și, uneori, caracterul expediționar al activităților și operațiilor militare.



Structurile de sprijin CIS, la cererea echipelor IT, au fost nevoite să cumpere fizic serverele și să le configureze local, să le instaleze sisteme de operare customizate pentru servere, să pregătească mediile de instalare pentru aplicații, apoi să implementeze aplicații de bază și specializate pentru utilizatori, instalate pe aceste servere fizice.

la toate provocările din domeniul comunicații, tehnologia informației și apărare cibernetică în mediul militar. Nu putem proiecta aplicații în cloud și să așteptăm ca acestea să fie în funcțiune pentru totdeauna și nici nu putem cere ca aplicațiile necesare pentru sistemele militare statice și dislocabile să fie livrate în containere ca servicii furnizate la distanță care să poată rula în cloud la nesfârșit și fără întreruperi. Pentru a profita din plin de ceea ce are de oferit cloudul, se impune, în primul rând, identificarea acelor servicii și aplicații de avangardă care să fie furnizate cu precădere prin infrastructuri cloud. De aceea, pentru înțelegerea importanței și avantajelor oferite de cloudul nativ ca proces, este nevoie să trecem în revistă ceea ce oferă astăzi infrastructura de comunicații și IT pornind de la serviciile dezvoltate pe parcursul evoluției internetului și preluării tehnologiilor comerciale în mediul militar și pentru utilizare militară.

Ulterior, după o analiză pertinentă a cloud-ului ca proces și tehnologie cu aplicabilitate militară, trebuie să identificăm metode de eficientizare și oportunități de utilizare a unor capacități de cloud în comun cu alte organizații guvernamentale și/sau private, astfel încât să se obțină avantaje maxime pentru instituția militară din utilizarea partajată a ceea ce se numește, în termeni de specialitate, *cloud hibrid*.

DRUMUL CĂTRE CLOUD

Analizând primele soluții de asigurare a serviciilor IT în etapa de început a internetului, valabile și pentru infrastructurile private de date, aplicațiile erau găzduite pe *servere fizice* care trebuiau achiziționate și pregătite înainte ca acestea să le poată utiliza. Structurile de sprijin CIS, la cererea echipelor IT, au fost nevoite să cumpere fizic serverele și să le configureze local, să le instaleze sisteme de operare customizate pentru servere, să pregătească mediile de instalare pentru aplicații, apoi să implementeze aplicații de bază și specializate pentru utilizatori, instalate pe aceste servere fizice. Au fost multe probleme și continuă, din păcate, în mediul militar să se întâmpine greutăți cu această abordare: sunt servere subutilizate, deoarece nu se ajunge niciodată să fie utilizate pe deplin ca resursă, este dificilă rularea simultană a mai multor aplicații, iar costurile de instalare și întreținere sunt ridicate în condițiile unui sistem al achizițiilor publice suficient de rigid, astfel încât să creeze dificultăți majore pentru asigurarea mentenanței pe tot ciclul de viață al acestor sisteme și echipamente fizice.

Plecând de la aceste limitări, a fost dezvoltată și preluată, inclusiv în mediul militar, *virtualizarea* pentru a permite utilizarea mai eficientă a serverelor fizice. Virtualizarea creează un strat logic peste echipamentele hardware fizice, care permite resurse subiacente, cum ar fi procesoare, memorie și stocare, care sunt împărțite, utilizate în comun și partajate. Virtualizarea a rezolvat multe probleme legate de utilizarea resurselor și găzduirea multiplă a aplicațiilor, dar structurile specializate de sprijin CIS încă mai au nevoie să dețină echipamentele hardware pentru a implementa aplicațiile și, de asemenea, să suporte toate costurile generale de funcționare a centrului de date. Acest lucru a dat naștere la necesitatea de a furniza și rula infrastructura ca serviciu (IaaS²), în cazul în care serverele sunt deținute de terți care sunt responsabili pentru infrastructura de bază pe care rulează aplicațiile utilizate de beneficiar. Astfel, a început era cloud computing-ului, care a permis companiilor comerciale și instituțiilor publice să se concentreze asupra aplicațiilor și mediilor subiacente acelor aplicații, resursele de personal care să-l mențină în funcțiune sau la problemele de configurare. IaaS a fost urmată de platforma ca serviciu (PaaS/Platform-as-a-Service), care s-a concentrat pe reducerea în continuare a efortului beneficiarilor prin separarea utilizării software-ului în raport cu timpul de utilizare efectivă. Acest lucru a însemnat că dezvoltatorii de aplicații soft s-au concentrat pe scrierea programelor de aplicații și definirea dependențelor de infrastructură, în condițiile în care platforma de servicii ar fi complet responsabilă pentru găzduirea, rularea, gestionarea și accesul la aplicații. PaaS a deschis calea către servicii cloud complet gestionate odată cu apariția

² În cazul unui model IaaS tipic, o companie, indiferent de dimensiuni, consumă servicii precum calcul, stocare și acces la baze de date de la un furnizor de cloud. Furnizorul de cloud oferă aceste servicii prin găzduirea de hardware și software în facilitățile fizice proprii sau într-o constelație arhitecturală integrată, cu guvernanta, management și reguli de utilizare bine definite. Compania nu mai trebuie să își achiziționeze și să își gestioneze propriile echipamente sau spații pentru găzduirea echipamentului, iar costurile trec la un model de tip plată în funcție de utilizare. Când compania are nevoie de resurse mai puține, plătește mai puțin. Atunci când se dezvoltă, compania își poate asigura accesul la resurse de calcul suplimentare și la alte tehnologii în câteva minute. În cadrul unui scenariu tradițional, cu resurse locale, compania își gestionează și își întreține propriul centru de date. Compania/organizația trebuie să investească în servere, capacități de stocare, software, interfețe și alte tehnologii; de asemenea, trebuie să angajeze personal IT sau contractori pentru a achiziționa, gestiona și moderniza toate echipamentele și licențele. Centrul de date trebuie să fie construit pentru a satisface cerințe de vârf, chiar dacă uneori volumul de lucru scade și aceste resurse rămân inactive. Invers, în cazul unei dezvoltări rapide a companiei, departamentul IT poate avea dificultăți în a ține pasul. Text adaptat după sursa: <https://www.oracle.com/ro/cloud/what-is-iaas/>, accesat la 9 decembrie 2022.



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Virtualizarea creează un strat logic peste echipamentele hardware fizice, care permite resurse subiacente, cum ar fi procesoare, memorie și stocare, care sunt împărțite, utilizate în comun și partajate. Virtualizarea a rezolvat multe probleme legate de utilizarea resurselor și găzduirea multiplă a aplicațiilor, dar structurile specializate de sprijin CIS încă mai au nevoie să dețină echipamentele hardware pentru a implementa aplicațiile și, de asemenea, să suporte toate costurile generale de funcționare a centrului de date.



Infrastructura nativă în cloud creează o abstractizare a infrastructurii furnizorului de cloud și pune la dispoziție infrastructura cu API-uri, în scopul interconectării acestei infrastructuri cu altele, similare, aparținând beneficiarilor, ca și componente sistemice de rețea. Această filozofie de gestionare a resurselor de infrastructură și aplicații software permite cu ușurință scalabilitatea și reducerea complexității infrastructurii, îmbunătățind indirect disponibilitatea, reziliența și mentenanța pe ciclul de viață.

software-ului ca serviciu (SaaS), popular cunoscut sub numele de „software la cerere”, care oferă beneficiarilor accesul la o anumită aplicație ca serviciu, contra cost. Pe măsură ce cloud computing-ul a câștigat în popularitate, a apărut și ideea de a beneficia de tehnologii adaptate cloud-ului nativ care ar utiliza cloud-ul mai eficient, valorificând în același timp întreg potențialul infrastructurii cloud și diferitele sale resurse. Acest lucru a dat naștere dezvoltării *infrastructurii native în cloud* și creării de aplicații native în cloud. Infrastructura nativă în cloud creează o abstractizare a infrastructurii furnizorului de cloud și pune la dispoziție infrastructura cu API-uri, în scopul interconectării acestei infrastructuri cu altele, similare, aparținând beneficiarilor, ca și componente sistemice de rețea. Această filozofie de gestionare a resurselor de infrastructură și aplicații software permite cu ușurință scalabilitatea și reducerea complexității infrastructurii, îmbunătățind indirect disponibilitatea, reziliența și mentenanța pe ciclul de viață. În mod similar, aplicațiile în cloud nativ cresc legătura dintre aplicație și infrastructură prin încorporarea unor funcții, cum ar fi monitorizarea stării de funcționare, telemetrie și măsurători, reziliență, microservicii de mediu de rețea sau autoreparare.

ADOPTAREA TEHNOLOGIEI CLOUD ÎN MEDIUL MILITAR

Apare de netăgăduit faptul că tehnologia cloud computing a schimbat modul în care se derulează activitățile unei entități organizaționale, inclusiv de tip militar, și, implicit, schimbul informațional între aceasta și cele cu care cooperează la nivel interinstituțional, corporatist sau global, în sprijinul obținerii eficienței operaționale în activitățile proprii, fie ele de natură economică, administrativ-gubernamentală sau militară. Cu ajutorul cloud-ului, organizațiile sunt acum în măsură să își eficientizeze activitatea, să implementeze rapid servicii IT și să își digitalizeze procesele.

Totul, de la resursele umane, raportarea financiară, lanțurile de aprovizionare până la simple aplicații mobile, a beneficiat

³ API-ul este un mijloc puternic și versatil de a conecta aplicații software diverse și disparate. API-urile permit unei game largi de produse software fără legătură să se integreze și să interopereze cu alte produse software și date. De asemenea, API-urile permit dezvoltatorilor să adauge caracteristici și funcționalități software-ului, folosind o gamă bogată de API-uri ale altor dezvoltatori. Sursa: <https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/tip/What-are-the-types-of-APIs-and-their-differences>, accesat la 6 decembrie 2022.

de implementări în cloud. Pe lângă considerațiile privind modelul de implementare adecvat, cum ar fi cloud public, hibrid sau privat, organizațiile se confruntă, de asemenea, cu o decizie privind modelele de servicii. Cele trei modele comune de cloud computing au fiecare caracteristici unice și ajută la rezolvarea unor necesități specifice în moduri adecvate nevoilor proprii.

Organizațiile, inclusiv cele din sectorul public, implementează în mod obișnuit diferite soluții cloud și utilizează diverse modele de servicii. Devine esențial să reținem că, indiferent de modelul de servicii pe care îl implementăm, apare întrebarea dacă putem, de asemenea, să valorificăm pentru instituția militară, pe lângă cloud-ul propriu privat, și cloud public sau mediile cloud hibride? În situația unui răspuns afirmativ, va fi nevoie de furnizori strategici pentru instituția militară, care garantează pe termen lung opțiuni de cloud public sau hibrid și care oferă continuitate în operarea și mentenanța acestora pe ciclul de viață pentru toate instrumentele și tehnologiile de cloud oferite. Prin intermediul serviciilor furnizate din cloud, se poate oferi acces la aplicații oriunde, oricând și pe orice dispozitiv, contribuind la obținerea de noi beneficii în materie de eficiență operațională și administrativă în cadrul organizației militare. Atunci când se gândesc la modelul de servicii potrivit, structurile militare ar trebui să înceapă prin a-și pune întrebarea: *Care este soluția pentru a obține cel mai bun randament general, cu resursele la dispoziție, pentru activitatea proprie, în condiții de eficiență economică și operațională, la pace, criză sau război?* Se pare că partenerul american a găsit răspunsul la această întrebare, având în vedere intențiile recent publicate ale Pentagonului de a lansa o competiție pe piața de profil de aproximativ 9 mld. USD printr-un contract semnat în data de 7 decembrie 2022 pentru așa-numitul proiect multianual *Joint Warfighting Cloud*, competiție în care Amazon, Google, Microsoft și Oracle se vor lupta să obțină cât mai mult din drepturile de realizare a acestei capabilități strategice pentru apărare până în anul 2028 (Demarest).

Limitele de demarcație dintre IaaS și PaaS s-au estompat în ultima perioadă, deoarece marii furnizori de cloud computing le oferă pe ambele în același mediu. IaaS poate ajuta organizațiile să obțină rezultate eficiente în ceea ce privește costurile cu hardware-ul și infrastructura, dar PaaS poate reduce și mai mult cheltuielile administrative și poate extinde utilizarea la beneficiarii mai puțin obișnuiți, cu instrumente



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Organizațiile, inclusiv cele din sectorul public, implementează în mod obișnuit diferite soluții cloud și utilizează diverse modele de servicii. Devine esențial să reținem că, indiferent de modelul de servicii pe care îl implementăm, apare întrebarea dacă putem, de asemenea, să valorificăm pentru instituția militară, pe lângă cloud-ul propriu privat, și cloud public sau mediile cloud hibride?



Cu Infrastructure as a Service (IaaS), organizațiile militare pot beneficia de resursele puse la dispoziție de un furnizor de cloud pentru a face economii de costuri în ceea ce privește capacitățile de procesare și de stocare, precum și pentru a obține posibilitatea de a mări sau micșora rapid capacitățile dislocabile proprii, scalabile în funcție de designul operațional și misiunile atribuite structurilor de sprijin CIS.

de înaltă tehnologie. Odată definită o problemă a cărei rezolvare se poate aborda cu o soluție de cloud computing, structurile militare pot trece la elaborarea tipului potrivit de soluție cloud, ceea ce necesită o înțelegere a Platform-as-a-Service, Infrastructure-as-a-Service și a aplicațiilor native în cloud, pe care le explorăm în cadrul acestui articol.

Cu *Infrastructure as a Service (IaaS)*, organizațiile militare pot beneficia de resursele puse la dispoziție de un furnizor de cloud pentru a face economii de costuri în ceea ce privește capacitățile de procesare și de stocare, precum și pentru a obține posibilitatea de a mări sau micșora rapid capacitățile dislocabile proprii, scalabile în funcție de designul operațional și misiunile atribuite structurilor de sprijin CIS. Cu IaaS, beneficiarii pot accesa instantaneu capacități de procesare și trafic sporite, fără a face investiții costisitoare în hardware. Prin adoptarea IaaS în mediul militar, se rezolvă, în principal, două seturi de probleme.

Primul dintre acestea este legat de cheltuielile de capital și bugetarea investițiilor. Având în vedere nevoile urgente, de cele mai multe ori, pentru asigurarea cu celeritate a infrastructurii extinse în mediul de execuție al misiunii și de proiectare a serviciilor CIS scalabile și modulare, adaptate la dinamica mediului militar, este necesară existența unui buget operațional la dispoziție, așa cum beneficiază, de exemplu, organizațiile multinaționale de securitate și apărare pentru misiunile în desfășurare, precum și anumite entități specializate pentru intervenție rapidă la nivel național, ca și cheltuieli pentru servicii (operare și mentenanță/O&M), care să permită accesarea unor capacități, pe baza unor aranjamente contractuale predefinite, în funcție de caracterul de urgență și de nevoile beneficiarilor participanți la misiune, fără a mai fi nevoie de apelarea la ciclul bugetar pentru investiții.

Al doilea set de beneficii pe care IaaS le poate aduce sistemului militar este managementul infrastructurii proprii. Menținerea, modernizarea continuă, intervenția pentru remedierea deranjamentelor și mentenanța infrastructurii IT reprezintă activități consumatoare de resurse, care pot fi transferate unui furnizor extern de cloud computing, cu menținerea, evident, a acelor servicii care privesc în mod deosebit securitatea cibernetică și managementul resurselor informaționale critice pentru organizația militară. Pentru a determina strategia de definire a nivelului de implementare a externalizării acestor servicii de infrastructură



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Simultan cu adoptarea și aplicarea modelului de securitate „Zero Trust” în infrastructurile și sistemele militare, PaaS poate asigura o evoluție esențială pentru organizația militară prin potențialul oferit de valorificarea nivelurilor de management externalizat al aplicațiilor, inclusiv furnizare SaaS și a datelor care constituie resurse informaționale, aplicații analitice și aplicații pentru sisteme mobile și dislocabile.

pe baza modelului IaaS, agențiile și factorii de decizie militari vor stabili care este pragul critic pentru a obține beneficii maxime în condiții de eficacitate operațională și eficiență economică maximă. Din perspectivă tehnică, cu IaaS, structurile militare CIS se pot aștepta la beneficii pe următoarele paliere de efort care vizează capacitățile de colectare, procesare, analiză și diseminare a informațiilor, stocarea datelor și asigurarea accesului partajat la informații/date, în funcție de profilul utilizatorilor, precum și asigurarea redundanței/backup-ului și recuperării datelor în caz de dezastre, astfel:

- soluții scalabile pentru procesare și capacități extinse de stocare a datelor;
- controlul costurilor cu infrastructura IT, bazat pe timpul și capacitățile utilizate;
- optimizarea resurselor de rețea prin automatizare;
- reducerea costurilor cu achiziția și mentenanța pe ciclul de viață al echipamentelor hardware;
- reducerea presiunii pe resursa de personal înalt calificată, care necesită timp îndelungat de formare și specializare și a cărei retenție în organizația militară este din ce în ce mai dificilă;
- acces rapid la servicii pentru operativitate în condiții de mobilitate maximă a entităților organizaționale beneficiare ale acestor servicii în mediul static, dar mai ales dislocabil.

Dar, IaaS nu este singurul model de servicii în cloud, ci ar trebui să facă parte dintr-o strategie cloud mai amplă, care să includă PaaS, care oferă beneficii suplimentare într-o soluție cloud completă. Prin implementarea PaaS în spațiul cibernetic cu utilizare inclusiv militară, se atribuie furnizorului de servicii extern o responsabilitate mai mare pentru a gestiona și optimiza mediul cloud, ceea ce poate duce la reducerea cheltuielilor de administrare IT și la creșterea performanței asigurării acestor servicii. Simultan cu adoptarea și aplicarea modelului de securitate „Zero Trust”⁴ în infrastructurile și sistemele militare, PaaS poate asigura o evoluție esențială pentru organizația militară prin potențialul oferit de valorificarea nivelurilor

⁴ Abordare inovatoare a conceptului de protecție informatică introdusă de John Kindervag cu aproape un deceniu în urmă, analist la Forester Research în acea vreme, care face din *susceptibilitate* elementul central al unei strategii de securitate cibernetică intitulată *Zero Trust*, adică nimic nu este de încredere, întotdeauna trebuie verificate identitatea și autenticitatea unei interogări în rețea – articolul *Modelul de securitate Zero trust, beneficii și posibilități de implementare*, Datanet System Integration, <https://datanets.ro>, accesat la 9 decembrie 2022.



Întotdeauna va fi nevoie de resursă tech-savvy în armată, întrucât rolul acestor experți se va concentra acum pe adaptarea calitativă a utilizării aplicațiilor la nevoile utilizatorilor militari, pe asigurarea sprijinului tehnic adecvat pentru management informațional, implementarea modelului arhitectural de securitate adecvat tipului de activitate pe bază de design operațional și de arhitectură de acces și partajare orientată pe profilul și rolurile deținute în organizație.

de management externalizat al aplicațiilor, inclusiv furnizare SaaS și a datelor care constituie resurse informaționale, aplicații analitice și aplicații pentru sisteme mobile și dislocabile. În mod particular, PaaS poate să aducă beneficii structurilor militare prin:

- eficiență mai mare în utilizarea resurselor de personal în domeniul dezvoltării de programe IT;
- securitate CIS sporită prin automatizarea proceselor în cloud, protecția și actualizările pentru managementul infrastructurii fără intervenție umană;
- performanță crescută în asigurarea serviciilor, având în vedere accesul limitat în timp și volum, în funcție de tipul și tempoul activităților militare;
- reziliență sporită bazată pe creșterea toleranței la erori și a disponibilității serviciilor în cloud.

În context, ar putea apărea, printre experți tehnici și analiști în domeniul resurselor, întrebarea sau chiar prejudecata că nu am mai avea nevoie de management sau expertiză IT, de arhitecți cloud sau de administratori de baze de date în mediul privat militar, în condițiile accesării resurselor cloud public guvernamental sau hibrid. Răspunsul este pe cât de simplu, pe atât de adevărat: întotdeauna va fi nevoie de resursă tech-savvy în armată, întrucât rolul acestor experți se va concentra acum pe adaptarea calitativă a utilizării aplicațiilor la nevoile utilizatorilor militari, pe asigurarea sprijinului tehnic adecvat pentru management informațional, implementarea modelului arhitectural de securitate adecvat tipului de activitate pe bază de design operațional și de arhitectură de acces și partajare orientată pe profilul și rolurile deținute în organizație. La fel de adevărat este că o parte din activitățile de administrare a infrastructurii și a serviciilor, în special a acelor servicii comune pentru întreaga entitate organizațională, se vor eficientiza prin eliminarea redundanței între administratori și prin reducerea costurilor de operare și mentenanță, nu fără a considera și resursele utilizate pentru proiectare arhitecturală, implementare sistemică și managementul configurației cu resurse proprii de expertiză și operare. Orientarea activității experților CIS în armată pe dezvoltarea aplicațiilor proprietar, pe baza resurselor software asigurate în cloud ca PaaS și/ sau SaaS, inclusiv cu utilizarea aplicațiilor native în cloud, va conduce la obținerea cu rapiditate, în beneficiul utilizatorilor, a sprijinului adecvat nevoilor proprii, plecând de la cerințele operaționale care, de cele

mai multe ori, sunt greu de interpretat fără un proces adecvat de management al cunoașterii/*knowledge management* care să conducă la identificarea cerințelor de resurse CIS și la alocarea eficientă a acestora în sprijinul celor care le utilizează, în special comunitățile de utilizatori în mediul operațional și al luptătorului. Explorarea rapidă a cerințelor de sprijin cu servicii în mediile dislocabile și mobile, identificarea fluxurilor informaționale și a nevoilor de acces la date și informații, pe baza matricelor cu cerințe de schimb informațional, managementul proceselor în activități și acțiuni militare cu caracter permanent sau temporar, crearea mediului virtual de gestiune centralizată și computerizată a datelor (*data lake*) cu rol de a permite identificarea oportună a informațiilor relevante pentru utilizatorul cu profil personalizat, sunt tot atâtea provocări care ne stau în față înaintea de a adopta o anumită arhitectură pentru accesul la resurse disponibile într-un cloud privat, hibrid sau public.

PROVOCĂRI ÎN CLOUD ȘI REZISTENȚA LA SCHIMBARE

Furnizorii comerciali de cloud au devenit o soluție dominantă pentru aplicațiile enterprise⁵ pe măsură ce au crescut cererile de piață și nevoile operaționale din spațiul public și guvernamental. Această abordare oferă avantaje precum disponibilitate și scalabilitate mai mari, împreună cu flexibilitatea de a proiecta aplicațiile într-un mod care indică de la început utilizarea serviciilor cloud.

Cu toate acestea, când soluțiile cloud au fost introduse pentru prima dată, numeroase provocări au fost luate în calcul de potențialii beneficiari, inclusiv de securitate, management eficient al costurilor, conformitate sau performanță. Se apreciază, în literatura de specialitate (Singh, Kehoe, 2022), că acele provocări inițiale sunt acum un lucru din trecut pentru majoritatea consumatorilor de cloud, deoarece au fost înregistrate progrese atât în tehnologiile aplicate de furnizorii de cloud, cât și în modul în care organizațiile consumatoare



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Furnizorii comerciali de cloud au devenit o soluție dominantă pentru aplicațiile enterprise pe măsură ce au crescut cererile de piață și nevoile operaționale din spațiul public și guvernamental. Această abordare oferă avantaje precum disponibilitate și scalabilitate mai mari, împreună cu flexibilitatea de a proiecta aplicațiile într-un mod care indică de la început utilizarea serviciilor cloud.

⁵ Soluție comprehensivă la scara organizației inclusiv de tip militar, a cărei implementare are rolul de a rezolva o problemă sau de a eficientiza un proces critic pentru modernizarea și dezvoltarea organizației sau de a crește performanțele sistemului de schimb informațional în interiorul sau exteriorul organizației. Gartner, companie cunoscută de cercetare și consultanță, definește aplicațiile enterprise ca fiind concepute pentru a „*integra soluțiile software într-un singur sistem cu ajutorul căruia să se desfășoare toate operațiile unei companii pentru a facilita cooperarea și coordonarea activității în întreaga organizație. Aplicațiile enterprise au, de asemenea, rolul de a conecta organizația cu furnizorii, partenerii de afaceri și clienții*”. <https://www.roweb.ro/ro/blog/ce-sunt-aplicatiile-enterprise>, accesat la 7 ianuarie 2023.



Prin natura evoluției în procesul de transformare digitală la nivel național, interinstituțional, european sau al Alianței Nord-Atlantice și cu extindere și interdependențe la scară globală, spațiul virtual cu utilizare militară este deja expus fenomenului integrării și federalizării în mediul virtual.

implementează soluțiile cloud, ținând cont de particularitățile și nevoile proprii. Evident, deși s-a parcurs un drum lung, aceasta nu înseamnă că tehnologiile cloud sunt perfecte. Ceea ce contează pentru o eventuală concepție de aplicare a modelului hibrid de implementare în mediul militar a cloud-ului este că s-a ajuns la o maturitate suficientă pe piața de profil, încât devine nu numai oportună, ci și obligatorie analiza dacă sau nu este nevoie de externalizarea unor servicii de cloud pentru sistemul informațional în spațiul cibernetic cu utilizare militară. Prin natura evoluției în procesul de transformare digitală la nivel național, interinstituțional, european sau al Alianței Nord-Atlantice și cu extindere și interdependențe la scară globală, spațiul virtual cu utilizare militară este deja expus fenomenului integrării și federalizării în mediul virtual. Dacă vom continua să întoarcem spatele soluțiilor cloud de tip hibrid (cloud propriu privat, completat cu acces la infrastructuri și servicii externalizate), există riscul de a întârzia în implementarea și operaționalizarea spațiului cibernetic cu utilizare militară cu costuri ridicate și cu efort suplimentar greu de justificat.

Cu siguranță, deciziile privind adoptarea unor soluții de cloud hibrid trebuie să țină cont de particularitățile sistemului militar, pe linia securității și apărării cibernetice în general, respectiv de cerințele de pregătire a platformelor și interfețelor de acces în special, a profilului utilizatorilor cu drepturi specifice pentru utilizarea unor resurse informaționale în funcție de rolul și funcțiile îndeplinite prin aplicarea modelului „Zero Trust”, dar, considerăm noi, de cea mai dificilă componentă în implementarea unui astfel de construct – relația contractuală și de cooperare pe termen nedeterminat cu furnizorul/furnizorii strategici de servicii și aplicații în cloud, potențial utilizabile în organizația militară.

Rămân, în continuare, în analiză o serie de provocări în adoptarea unei soluții adecvate mediului cloud militar, cum ar fi:

❖ *prea multe alegeri:* există o mulțime de furnizori de cloud cu o gamă largă de servicii și acest lucru atrage după sine nevoia de a dispune de arhitecți și ingineri experți, care să constituie echipe apte să opereze serviciile și să le folosească în funcție de cerințele tehnice și operaționale în organizația militară. Numai că pregătirea, timpul de formare, specializarea pe domenii funcționale și retenția acestor ingineri sunt dificile, din păcate, așa cum realitatea care ne înconjoară o demonstrează;

❖ *dezvoltarea rapidă a serviciilor și tehnologiilor cloud:* un număr mare de noi servicii cloud sunt lansate de gigantii furnizorilor de cloud, cum ar fi Amazon, Microsoft sau Google. Acest lucru duce la o nevoie mai mare de a forma ingineri militari capabili să preia aceste noi servicii și o nevoie mai mare de cunoaștere pentru a menține aceste servicii pe măsură ce aplicațiile se actualizează prin versiunile noi;

❖ *generații succesive de soluții tehnologice:* pe măsură ce se realizează tranziția către era cloudului, se complică arhitectura de aplicații care provin din diverse generații de soluții de infrastructură, de la centre de date bazate pe servere fizice la mașini virtuale, la containere, respectiv la tehnologii fără server. Migrarea aplicațiilor necesită un efort semnificativ pentru a înțelege elementele tehnologice avansate și modul de utilizare a acestora la capacitate maximă pe baza performanțelor operaționale și tehnice;

❖ *complexitate sistemică în continuă creștere:* aceste tehnologii în creștere rapidă, combinate cu migrarea accelerată a sarcinilor de lucru în cloud, au dat naștere la complexitate în operare și mentenanță (O&M) pe ciclul de viață prin creșterea, printre altele, a pachetului de indicatori de urmărit, cum ar fi sistemele de stocare, modelele de securitate, modelele de guvernare și/sau platformele de management;

❖ *evoluția domeniilor operaționale și, implicit, a celor informaționale în mediul militar multinațional și interinstituțional:* serviciile funcționale în continuă dezvoltare pe domenii operaționale (terestru, aerian, naval, cibernetic și spațial) unde activează forțele armate, generate la nivel interinstituțional de Sistemul Național de Securitate, precum și amplexarea activităților militare desfășurate de entități operaționale multinaționale pe teritoriul țării (corp, divizie, brigadă, grupuri de luptă etc.) sau în afara acestuia în teatrele de operații, creează dificultăți din perspectiva utilizării pe principiile federalizării în mediul de execuție al misiunii sau operației militare; coroborat cu domeniile de aplicare specifice fiecărui utilizator în punctele de comandă și comandamente și cu multitudinea de furnizori de soluții software proprietare, se impune aplicarea unui pachet de standarde bine definit în domeniul cloud-ului militar și, de aici, soluții interoperabile de interfață între diferite sisteme și soluții aplicate;

❖ *managementul datelor și modele de inteligență artificială:* formele de organizare, stocare, acces și diseminare a datelor, instrumentele tehnologice la dispoziție pentru dezvoltările arhitecturale



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Pe măsură ce se realizează tranziția către era cloudului, se complică arhitectura de aplicații care provin din diverse generații de soluții de infrastructură, de la centre de date bazate pe servere fizice la mașini virtuale, la containere, respectiv la tehnologii fără server. Migrarea aplicațiilor necesită un efort semnificativ pentru a înțelege elementele tehnologice avansate și modul de utilizare a acestora la capacitate maximă pe baza performanțelor operaționale și tehnice.



Formele de organizare, stocare, acces și diseminare a datelor, instrumentele tehnologice la dispoziție pentru dezvoltările arhitecturale în IT, soluțiile inteligente de analiză rapidă, apariția culturii DevOps ca model arhitectural ce permite ca o aplicație ce altădată dura timp foarte mult pentru dezvoltare poate fi lansată acum în câteva minute, constituie tot atâtea provocări în fața celor care au responsabilitatea de a identifica și aplica cele mai adecvate soluții pentru implementarea cloud-ului în mediul militar.

În IT, soluțiile inteligente de analiză rapidă pentru identificare și furnizare a datelor, respectiv transformarea acestora în informații pentru utilizator, mașini inteligente care procesează prin cunoaștere, apariția culturii DevOps ca model arhitectural ce permite ca o aplicație ce altădată dura timp foarte mult pentru dezvoltare poate fi lansată acum în câteva minute, constituie tot atâtea provocări în fața celor care au responsabilitatea de a identifica și aplica cele mai adecvate soluții pentru implementarea cloud-ului în mediul militar.

Deci, în ciuda avantajelor multiple pe care la introduce cloud-ul ca model arhitectural pentru managementul și utilizarea serviciilor de tehnologia informației în sistemul militar, există o serie de complexități care determină amploarea, viteza de adoptare și identificarea potențialilor furnizori de modele hibride, instituții guvernamentale și operatori comerciali, dar niciuna dintre aceste complexități și posibile limitări nu reprezintă obstacole de netrecut și, mai mult, nu diminuează nevoia de analiză pertinentă pentru adoptarea soluțiilor cloud hibride în mediul militar.

CONCLUZII

În acest articol, am încercat să prezint, cu ajutorul referințelor bibliografice și pe baza eforturilor curente în domeniul dezvoltării capabilităților militare naționale axate pe cloud computing, modul în care tehnologiile native în cloud pot influența adoptarea unor soluții fezabile, oportune și eficiente pentru sistemele militare de comunicații și tehnologia informației.

Plecând de la înțelegerea parcursului tehnologic prin care cloud-ul a devenit popular și a modului în care a evoluat rapid în spațiul public și comercial, de la echipamente fizice hardware trecând prin virtualizare și până la mediul de lucru fără servere în gestiunea proprie, utilizând aplicații software native în cloud, îmi doresc să aduc în atenția celor implicați în proiectarea și implementarea capabilităților militare în spațiul cibernetic destinate sprijinului operațiilor de tip întrunit în domenii operaționale multiple (*multi/all-domain operations: land, sea, air, space and cyberspace*) necesitatea de a aplica bunele practici, standardele tehnice și modelele de securitate CIS pentru implementarea și extinderea utilizării celor mai noi tehnologii pentru mediul militar.

Înțeleg, totodată, provocările pe care adoptarea evolutivă a cloud-ului în mediul de rețea clasificat multinivel le implică și, mai ales, dificultățile generate de rezistența la schimbările introduse de utilizarea tehnologiilor și aplicațiilor cloud native în spațiul cibernetic controlat de instituțiile din sistemul național de securitate. Soluțiile tehnice pentru adoptarea cloud computing-ului și a tehnologiilor aferente, native pentru acest model de furnizare a serviciilor, sunt în permanentă evoluție, dar adoptarea lor și utilizarea în beneficiul entităților organizaționale militare țin numai de capacitatea de înțelegere, de voința și, în ultimă instanță, de decizia noastră de ne adapta proceselor de transformare digitală și de a păși peste barierele nu atât tehnologice, dar mai ales cultural-organizaționale din prezent.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE:

1. Demarest, C., <https://www.c4isrnet.com/author/colin-demarest>, accesat la 8 decembrie 2022.
2. Singh, N., Kehoe, M. (2022). *Cloud native infrastructure with Azure, Building and managing cloud native applications*. Editura O'Reilly Media.
3. <https://azure.microsoft.com/pt-br/blog/azure-application-architecture-guide>, accesat la 22 februarie 2023.
4. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture>,
5. <https://datanets.ro>, accesat la 17 februarie 2023.
6. <https://www.oracle.com/ro/cloud/what-is-iaas/>, accesat la 21 ianuarie 2023.
7. <https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/tip/What-are-the-types-of-APIs-and-their-differences>, accesat la 17 februarie 2023.



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Soluțiile tehnice pentru adoptarea cloud computing-ului și a tehnologiilor aferente, native pentru acest model de furnizare a serviciilor, sunt în permanentă evoluție, dar adoptarea lor și utilizarea în beneficiul entităților organizaționale militare țin numai de capacitatea de înțelegere, de voința și, în ultimă instanță, de decizia noastră de ne adapta proceselor de transformare digitală și de a păși peste barierele nu atât tehnologice, dar mai ales cultural-organizaționale din prezent.