

CONTENTS

MAGAZINE



3 Bianca ANTOFIE

Studiu privind creșterea performanțelor unei instalații de lansare destinate lansării proiectilelor reactive nedirijate cal. 122 mm
Study on improving the performance of an artillery launching system designed for firing unguided 122mm rocket projectiles

10 Dana-Andreea-Alexandra PÎRVOI

Dispozitiv exploziv de neutralizare pentru muniția de artilerie nefuncționată/Explosive disposal for unexploded artillery ammunition

22 Daniela SANDU, Mihail MUNTEANU, Ovidiu IORGA, Nicoleta GRIGORIU, Cristiana EPURE, Alexandru MARIN

Studiu comparativ între testul de stabilitate la vacuum (VST) și analiza calorimetrică de flux de căldură (HFC) pentru determinarea stabilității chimice pentru pulberile pe bază de nitroceluloză (NC)/Comparative analysis: evaluating chemical stability in nitrocellulose-based propellants through vacuum stability testing (VST) and heat flow calorimetry (HFC)

28 Ioana-Georgiana BUGEAN, Constantin TOADER, Petrișor ZAMORA IORDACHE, Narcisa CIONGIC

Decontaminare nucleară și radiologică
Nuclear and radiologic decontamination

37 Ionuț DATCU, Tiberiu AXINTE, Lidia CALANCEA, Vlad MIHAELA, Nicoleta NEACȘU, Iulia TOMOZEI

Noi tendințe și evoluții ale navelor de cercetare în domeniul maritim/New trends and developments of research vessel in the field of maritime

44 Denisa PETRAȘCU, Anca Daniela STOICA, Mariana LAZĂR, Alina PLĂPĂMARU, Dragoș DOGARU

Rețele de date FMN ȘI IOT – aplicații în domeniul militar/FMN AND IOT data networks – military applications

55 Denisa PETRAȘCU, Anca Daniela STOICA, Marius PETREA, Mariana LAZĂR, Gabriel Neacșu, Alina PLĂPĂMARU

Rețele mobile AD HOC de comunicații pentru aplicații militare/AD HOC mobile communications networks for military applications

67 Irina COICIU, Marin TĂNASE

Aspecte privind digitalizarea proceselor de management al riscurilor, gestionare a crizelor și management al continuității activității pentru creșterea rezilienței instituțiilor/Aspects regarding the digitization of risk management processes, crisis management and business continuity management for increasing the resilience of institutions



Gentle reader,

Our magazine comprises articles relative to the scientific research and technological innovation activity specific to the army forces categories: land, air and naval forces, as well as to other structures within the Ministry of National Defense, different strategies, management issues, the latest scientific research novelties, scientific exhibitions etc.

The scientific researchers, professors, the personnel in charge with the military acquisition, research, design, maintenance, as well as the logistics, may find out that our magazine comprehends an ample information back-up, furthermore extremely useful in your professional career.

Editorial office

Notice that the “Military Technology” magazine articles are under the intellectual property of the Military Equipment and Technologies Research Agency.

The entire or partial duplication of the “Military Technology” magazine articles, information, or illustrations may be licensed only with the Editorial office written agreement.

The manuscripts send for publication get into the magazine property. The articles which are not published are not given back to the authors.

The Editorial office doesn't take charge of the co-workers mistakes within their articles.

www.actm.ro

STUDIU PRIVIND CREȘTEREA PERFORMANȚELOR UNEI INSTALAȚII DE LANȘARE DESTINATE LANȘĂRII PROIECTILELOR REACTIVE NEDIRIJATE CAL. 122 MM

Sublocotenent ing. **Bianca ANTOFIE**
Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare
Centrul de cercetare și inovare pentru sisteme de armamente

STUDY ON IMPROVING THE PERFORMANCE OF AN ARTILLERY LAUNCHING SYSTEM DESIGNED FOR FIRING UNGUIDED 122MM ROCKET PROJECTILES

Second Lieutenant Eng. **Bianca ANTOFIE**
Military Equipment and Technologies Research Agency
Research and Innovation Center for Armaments

Scopul acestui studiu este de a analiza performanțele actuale ale unei instalații de lansare destinate lansării proiectilelor reactive nedirijate cal.122 mm în comparație cu performanțele crescute ale unei versiuni teoretice. În vederea îndeplinirii acestui obiectiv, s-a ales un sistem de referință, în urma efectuării unor cercetări asupra sistemelor prevalente din categoria acestui tip de lansatoare. S-au ales drept principali factori ce caracterizează performanțele unui sistem muniția utilizată și stabilitatea.

The aim of this study is to analyze the current performances of an artillery launching system designed for firing unguided 122mm rocket projectiles in comparison with the enhanced performances of a theoretical version. To achieve this objective, a reference system was chosen based on a research made on prevalent systems within this category of launchers. The primary chosen factors to characterize the system's performance were the ammunition and stability.

1. Introducere

În cadrul artileriei terestre, aruncătoarele de proiectile reactive au un rol esențial în asigurarea sprijinului forțelor luptătoare. Principalele avantaje ale utilizării unui astfel de sistem constau în posibilitatea executării unor trageri rapide, a părăsirii poziției de tragere într-un interval scurt de timp, precum și puterea de neutralizare a obiectivelor inamice. Principalul exponent al familiei lansatoarelor de proiectile reactive nedirijate cal. 122 mm este BM-21 „Grad”, care, datorită dovedirii eficienței sale, a devenit una dintre cele mai des utilizate lansatoare autopropulsate pe roți și, implicit, o sursă de inspirație pentru multe state, care și-au construit sisteme similare. În Fig 1.1 este prezentată o analiză sintetică a unora dintre soluțiile constructive dezvoltate de unele țări, printre care și România. Dintre acestea, s-a ales drept referință pentru acest studiu, lansatorul APRA-40.

1. Introduction

Within the field of ground artillery, rocket projectile launchers play an essential role in supporting combat forces. The main advantages of using such a system include the ability to execute rapid firing and swiftly relocate from the firing position, along with the capability to neutralize enemy targets. The primary representative of unguided 122mm rocket projectile launcher systems is the BM-21 “Grad,” which, owing to its proven effectiveness, has become one of the most widely used wheeled self-propelled launchers and, consequently, a source of inspiration for many countries that have developed similar systems. Figure 1.1 provides a concise analysis of some of the design solutions developed by various countries, including Romania. Among these, the APRA-40 launcher was chosen as the reference for this study.”

| Nr. Crt. | Denumirea instalației de lansare și țara producătoare | Țara de origine | Calibru [mm] | Număr tuburi de ghidare | Lungime proiectil [mm] | Masă proiectil [kg] | Câmp de tragere | | Bătaia maximă |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|---------------|
| | | | | | | | Vertical | Orizontal | |
| 1. | APRA-40 | România | 122 | 40 | 2960 | 66 | 0°-55° | Stânga 110° Dreapta 100° | 20400 |
| 2. | LAROM | România | 122 | 40 | 2960 | 66 | 0°-55° | Stânga 100° Dreapta 90° | 20400 |
| 3. | BM-21 | Rusia | 122 | 40 | 2870 | 66,6 | 0°-55° | Stânga 120° Dreapta 60° | 20380 |
| 4. | RM-70 | Cehia | 122 | 40 | 3230 | 67 | 0°-55° | Stânga 125° Dreapta 70° | — |
| 5. | T-122 | Turcia | 122 | 40 | 2900 | 66,6 | — | — | 20000 |
| 6. | RL-21 | Egipt | 122 | 30 | 2870 | — | 0°-55° | Stânga 102° Dreapta 72° | 20000 |
| 7. | FIROS-30 | Italia | 122 | 40 | 2815 | 65 | 0° - +60° | ±105° | 34000 |
| 8. | NORINCO | China | 122 | 40 | 2870 | 66,8 | 0° - +55° | ±102° | 30000 |
| 9. | Hadid | Iran | 122 | 40 | 2815 | 65 | 1° - +58° | stânga 102° dreapta 72° | 21500 |

Fig. 1.1. . Analiză comparativă a instalațiilor de lansare a proiectilelor reactive nedirijate cal.122 mm utilizate pe plan internațional/ Fig. 1.1. Comparative analysis of unguided 122mm rocket projectile launching systems used internationally

2. Analiza factorilor care influențează performanțele unei instalații de lansare

Factorii care influențează performanțele unui lansator multiplu de rachete constituie o categorie vastă. Putem să amintim însă unii dintre cei mai importanți factori, cum ar fi: muniția utilizată, precizia, bătaia, puterea de foc, capacitatea de trecere, greutatea și dimensiunile de gabarit și timpul de îndeplinire a misiunii. Dintre aceștia, se face raportare la muniție și la stabilitate.

Muniția utilizată de APRA-40 este lovitura reactivă cu mișcare lentă de rotație. Modificările ce pot fi aduse la nivelul acestei lovituri în vederea creșterii performanțelor instalației de lansare vizează precizia, bătaia maximă și efectul letal pe care îl poate genera sistemul. Se consideră o configurație teoretică, ce, prin prisma modificărilor aduse muniției clasice, conduce la îmbunătățirea performanțelor, prin impunerea unei mase mai mici și a unei forțe de tracțiune superioare, care să conducă la o viteză mai mare. Astfel de modificări implică obținerea unei bătaii mărite și, implicit, asigură un nivel de siguranță crescut al personalului, prin prisma faptului că lansatorul va fi mai greu de reperat, nefiind în proximitatea obiectivului. Pe baza acestei configurații se continuă studiul cu analiza stabilității.

Pentru studiul stabilității se analizează evoluțiile oscilațiilor care apar la nivelul

2. Analysis of Factors Influencing the Performance of a Launching System

The factors influencing the performance of a multiple rocket launcher constitute a vast category, among which some of the most important ones include: ammunition, precision, range, firepower, penetration capability, weight and size dimensions. Among these, ammunition and stability are the main ones for this paper.

The ammunition used by the APRA-40 consists of a slow-rotating reactive projectile, propelled by a guidance pin sliding along the helical channel of the guiding tube.

Modifications that can be made to this projectile to enhance the launcher's performance aim at improving precision, maximum range, and the lethal effect the system can produce.

A theoretical configuration is considered, which, through modifications to the conventional ammunition, leads to performance enhancements by imposing a smaller mass and higher traction force, resulting in increased velocity.

Such changes involve achieving an extended range and, consequently, ensuring a higher level of personnel safety as the launcher becomes more challenging to detect, being distant from the target. Based on this configuration, the study proceeds with the analysis of stability.

The stability study involves analyzing the oscillations that occur within the launching

instalației de lansare. Se are în vedere o schemă simplificată a acesteia, evidențiindu-se trei părți componente principale: racheta, partea basculantă și șasiul. Acestei reprezentări i se atașează o serie de sisteme de axe și variabile care definesc poziția lansatorului și starea de mișcare a acestuia (Fig 1.2.).

system. A simplified schematic representation is considered, highlighting three main components: the rocket, the tilting part, and the chassis. This representation includes a series of axis systems and variables that define the launcher's position and its motion state (Fig 1.2).

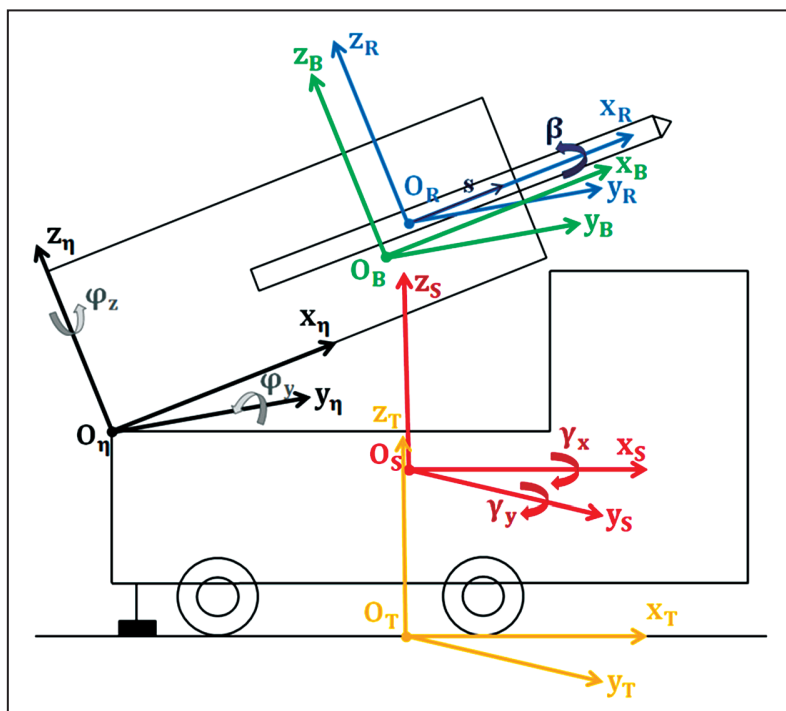


Fig. 1.2. Sistemele de referință ale sistemului lansator-rachetă și gradele de libertate [1]/
 Fig. 1.2. Reference systems of the launcher-rocket system and degrees of freedom [1]

În urma determinării gradelor de libertate și forțelor caracteristice fiecărei componente și pe baza formulării unor relații cinematice și dinamice care descriu mișcarea sistemului lansator-rachetă, s-a dezvoltat ILANPRN [1], un program complex, capabil să genereze grafice elocvente pentru descrierea stabilității sistemului, care a fost utilizat pentru a determina oscilațiile care apar la nivelul instalației de lansare, atât pentru varianta standard, cât și pentru varianta teoretică cu performanțe îmbunătățite. Pentru al doilea caz, s-au adus modificări programului, astfel încât să corespundă noilor cerințe.

After determining the degrees of freedom and characteristic forces of each component and formulating kinematic and dynamic relationships describing the launcher-rocket system's motion, ILANPRN [1], a complex program capable of generating insightful graphs depicting system stability, was developed.

This program was used to determine the oscillations occurring within the launching system for both the standard and the theoretically enhanced performance variants. Modifications were made to the program for the latter case to meet the new requirements.

3. Rezultate comparative între configurația standard și cea modificată

Se consideră muniția clasică și muniția cu caracteristici îmbunătățite. Pentru a analiza performanțele obținute utilizând cele două tipuri de muniții se vor compara bătaia și dimensiunea oscilațiilor care apar la nivelul instalației de

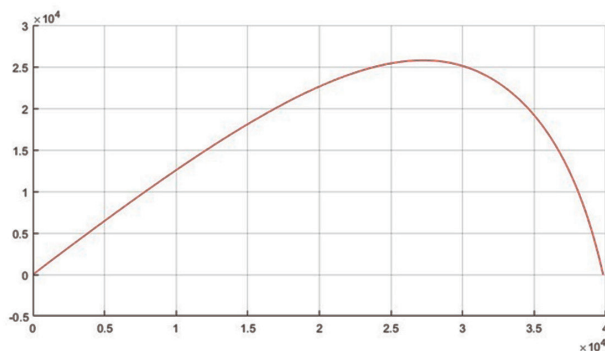
3. Comparative results between the standard and modified configurations

Both conventional and enhanced-performance ammunition types are considered. To analyze the performance obtained using these two types of ammunition, the range and amplitude of oscillations occurring within the launching

lansare, prezentând ulterior modul în care modificarea muniției produce diferențe la nivelul preciziei, prin calcularea CEP și observarea efectului asupra punctelor de cădere.

Teoretic, performanțele pot crește dacă se aduc modificări motorului rachetă, pentru a obține o valoare superioară a forței de tracțiune și se consideră o masă mai mică a proiectilului. În urma introducerii noilor date despre muniție în program, se calculează trei iterații și se ilustrează graficul bătăii obținute.

În Fig 1.3. se observă că punctul de cădere se află în proximitatea valorii de 40000 m pe axa y, corespunzătoare unei distanțe de aproximativ 40 km. Creșterea distanței de la care se poate realiza tragerea este evidentă, comparativ cu cazul lansării unui proiectil M-21-OF, pentru care bătăia, în ipoteza utilizării datelor inițiale pentru tragere, este ilustrată în Fig 1.4.



**Fig. 1.3. Bătăia obținută pentru muniția îmbunătățită/
Fig. 1.3. Range obtained for enhanced-performance ammunition**

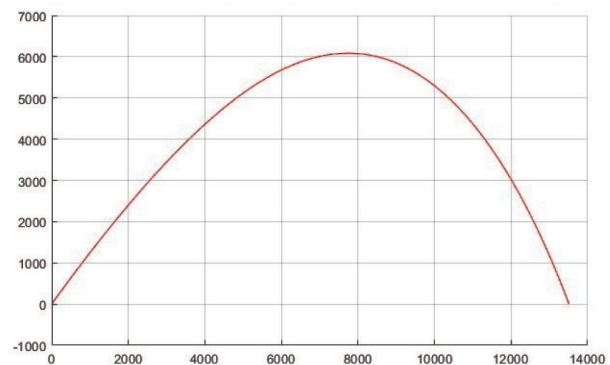
Modificarea parametrilor de intrare ai muniției, cu precădere la nivelul motorului rachetă, conduce, de asemenea, la creșterea forței de tracțiune, care va avea evoluția prezentată în Fig. 1.5. Se observă că valoarea forței de tracțiune în regim nominal este superioară cazului utilizării muniției clasice. Pentru a observa diferența dintre tracțiunea obținută în cazul utilizării muniției modificate și în cazul muniției M-21-OF, se realizează un grafic comparativ între cele două rezultate.

Evoluțiile graficelor obținute pentru descrierea oscilațiilor ce apar la nivelul instalației de lansare obținute în cele două cazuri sunt asemănătoare, variațiile fiind teoretic suficient de mici cât să nu perturbe stabilitatea sistemului.

system will be compared. Subsequently, the effects of ammunition modification on precision will be evaluated by calculating CEP (Circular Error Probable) and observing the impact on the impact points.

In theory, performance can be improved by modifying the rocket engine to achieve higher traction force and considering a smaller projectile mass. After inputting the new ammunition data into the program, three iterations are calculated to illustrate the graph of the obtained range.

Figure 1.3 shows that the impact point is close to the value of 40,000 m on the y-axis, corresponding to a distance of approximately 40 km. The increased firing range is evident compared to the case of launching an M-21-OF projectile, where the range, assuming the same initial firing data, is illustrated in Figure 1.4.



**Fig. 1.4. Bătăia obținută pentru muniția M-21-OF/
Fig. 1.4. Range obtained for M-21-OF ammunition**

Adjusting the input parameters of the ammunition, particularly at the rocket engine level, also leads to increased traction force, which will be depicted in Figure 1.5.

It's evident that the traction force value under nominal conditions surpasses that of using conventional ammunition.

To highlight the difference between the traction obtained when using the modified ammunition and the M-21-OF ammunition, a comparative graph between the two results is generated.

The graphical trends depicting the oscillations within the launching system in both cases are similar, with theoretical variations small enough not to disrupt the system's stability.

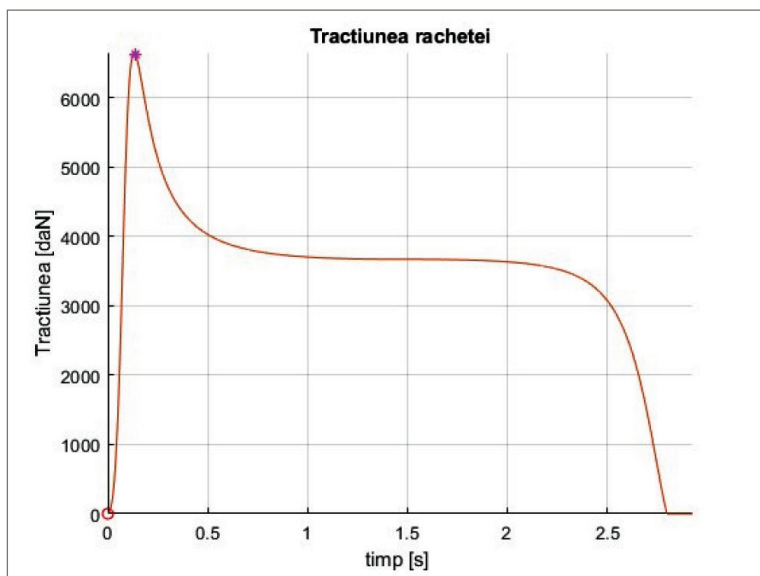


Fig 1.5. Graficul forței de tracțiune obținut pentru cazul utilizării muniției modificate/ Fig. 1.5. Graph of the traction force obtained for the case of using modified ammunition

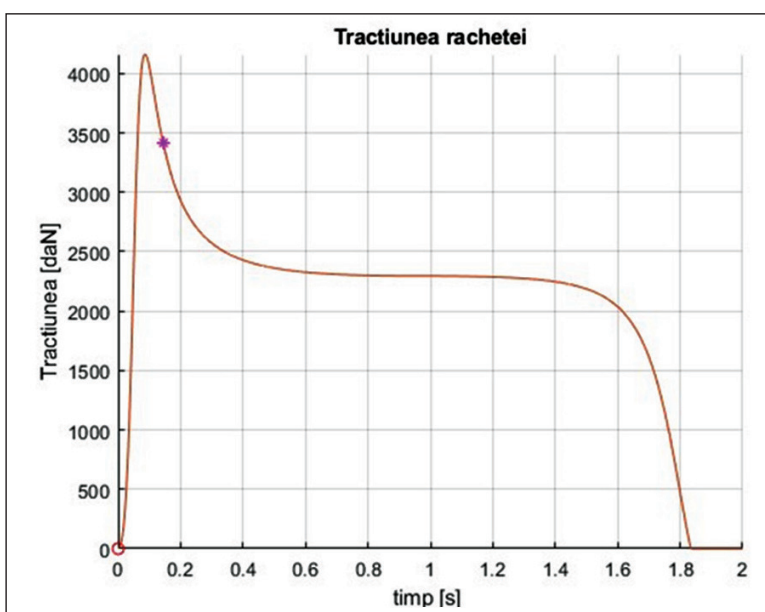


Fig. 1.6. Graficul forței de tracțiune obținut pentru cazul utilizării muniției standard/ Fig.1.6. Graph of the traction force obtained for the case of using standard ammunition

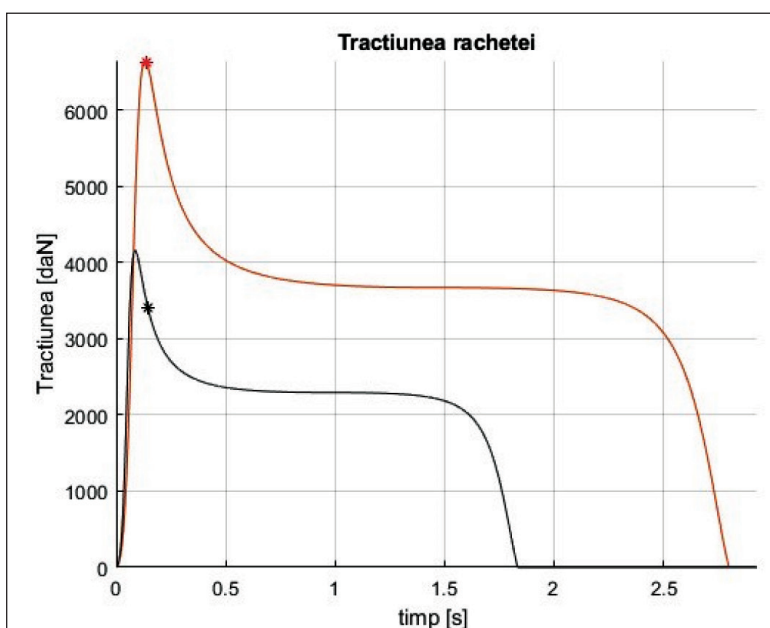


Fig. 1.7. Graficul comparativ al forței de tracțiune/ Fig. 1.7. Comparative graph of traction force

În continuare, se are în vedere și realizarea unei comparații privind precizia corespunzătoare utilizării celor două configurații. Pentru a observa dimensiunea împrăștierii, se realizează un program de calcul Matlab prin care se determină grafic CEP. Se utilizează datele inițiale specifice muniției clasice și muniției îmbunătățite. Inițial, se are în vedere dezvoltarea programului pe baza unei distribuții uniforme a punctelor de cădere.

Rezultatele obținute în urma rulării acestui program sunt prezentate în figurile 1.8. și 1.9. În Fig 1.8. este ilustrat CEP pentru cazul muniției standard. Valoarea numerică obținută este 102.166, iar în Fig 1.9 este ilustrat CEP pentru cazul muniției îmbunătățite. Valoarea numerică obținută este 361.6207.

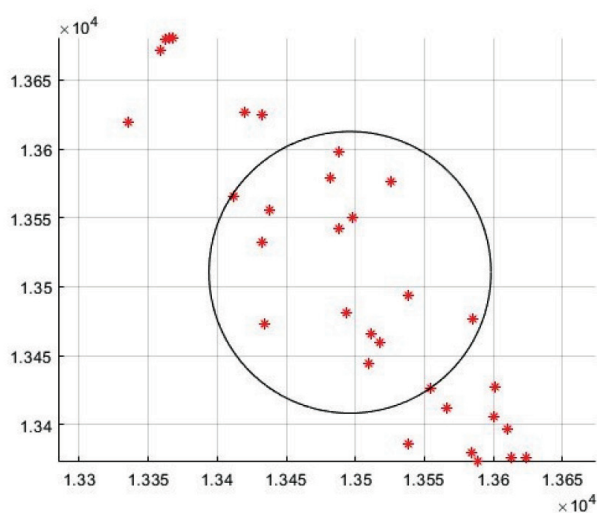


Fig. 1.8. CEP corespunzător cazului utilizării muniției M-21-OF/ Fig. 1.8. Circular Error Probable (CEP) corresponding to the use of M-21-OF ammunition.

Așadar, comparând valorile obținute, respectiv 102.166m pentru cazul utilizării muniției M-21-OF și 361.6207m, pentru cazul utilizării muniției îmbunătățite, este evident că utilizarea muniției îmbunătățite implică scăderea preciziei, dată fiind și creșterea considerabilă a distanței de tragere. Astfel, pentru o creștere a bătăii cu aproximativ 35%, apare și o scădere a preciziei cu aproximativ 28%.

Totuși, în realitate, punctele de cădere nu au un caracter uniform, ci urmează distribuția Gauss, majoritatea punctelor fiind concentrate în centru, iar celelalte puncte pot fi plasate aleatoriu, neuniform. Acest caz se apropie mai mult de fenomenul real deoarece, în cazul unei trageri,

Next, a comparison regarding the corresponding precision of the two configurations is considered.

To observe the dispersion dimension, a Matlab calculation program is designed to determine the CEP graph. Initial calculations are based on a uniform distribution of impact points.

The results obtained from running this program are presented in Figures 1.8 and 1.9. Figure 1.8 illustrates the CEP for the standard ammunition case, yielding a numerical value of 102.166, while Figure 1.9 depicts the CEP for the improved ammunition case, resulting in a numerical value of 361.6207.”

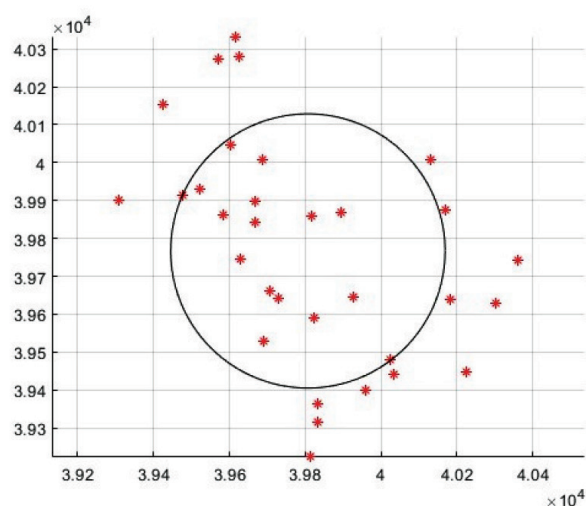


Fig. 1.9. CEP corespunzător cazului utilizării muniției modificate/ Fig. 1.9. Circular Error Probable (CEP) corresponding to the use of modified ammunition.

Therefore, comparing the obtained values, namely 102.166m for the M-21-OF ammunition case and 361.6207m for the enhanced ammunition case, it's evident that utilizing the improved ammunition entails a decrease in precision, considering the considerable increase in firing distance. Consequently, for an approximate 35% increase in range, there's an approximate 28% decrease in precision.

However, in reality, the impact points don't follow a uniform pattern but rather a Gaussian distribution, with most points concentrated in the center, while the remaining points may be randomly distributed and non-uniform. This scenario aligns more closely with real-world

nu toate proiectilele trase sunt îndreptate spre punctul dorit, din mai multe motive, printre care se numără erorile umane sau condițiile mediului.

Rezultatele obținute în urma rulării programului sunt ilustrate în Fig 1.10. și 1.11.

Pentru cazul lansării unui proiectil M-21-OF, valoarea CEP obținută este 126.4701, iar pentru cazul lansării proiectilului îmbunătățit, valoarea CEP obținută este 540.0181.

Așadar, precizia este mult mai bună în cazul utilizării muniției clasice, diferența procentuală între cele două valori CEP fiind de aproximativ 24%.

Utilizând programul ILANPRN modificat și un program de calcul pentru determinarea CEP utilizând atât distribuția uniformă, cât și normală, au rezultat grafice relevante pentru analiza performanțelor celor două configurații de muniții. Creșterea vitezei proiectilului aduce după sine, din păcate, rezultate nefavorabile în ceea ce privește precizia, care reprezintă un important aspect de îndeplinit.

phenomena since not all fired projectiles hit the intended target due to various factors such as human errors or environmental conditions.

The results obtained from running the program are illustrated in Figures 1.10 and 1.11. For the case of launching an M-21-OF projectile, the CEP value obtained is 126.4701, whereas for the improved projectile, the resulting CEP value is 540.0181. Thus, precision is much better in the case of using conventional ammunition, with a percentage difference of approximately 24% between the two CEP values.

Using the modified ILANPRN program and a calculation tool to determine the Circular Error Probable (CEP) using both uniform and normal distributions, relevant graphs have resulted for analyzing the performances of the two ammunition configurations. Unfortunately, increasing the projectile's velocity leads to unfavorable outcomes regarding precision, which represents a crucial aspect to achieve.

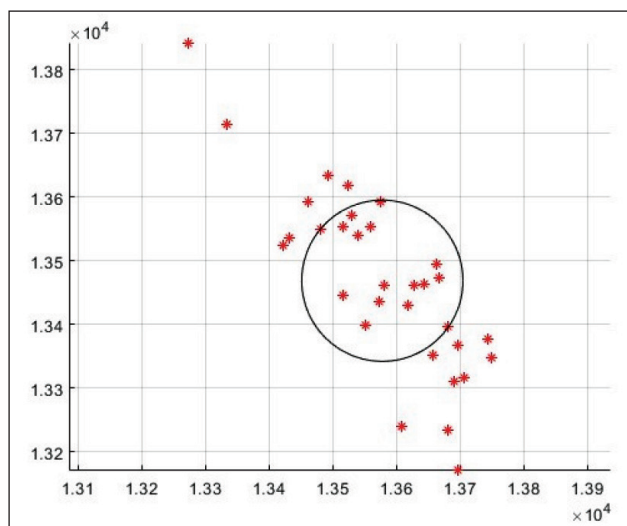


Fig. 1.10. CEP corespunzător cazului utilizării muniției M-21-OF/ Fig. 1.10 Circular Error Probable (CEP) corresponding to the use of M-21-OF ammunition

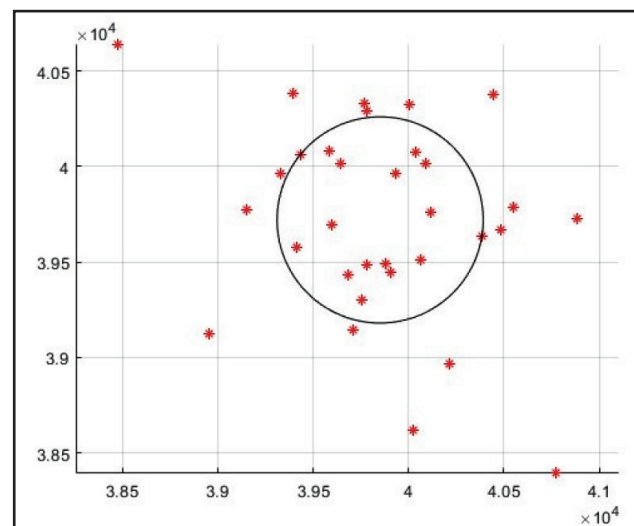


Figura 1.11. CEP corespunzător cazului utilizării muniției modificate/ Fig. 1.11. Circular Error Probable (CEP) corresponding to the use of modified ammunition

Bibliografie/References

[1] P. Șomoiag, Sisteme de armament. Dinamica instalațiilor de lansare autopropulsate, Ed. Academiei Tehnice Militare, București, 2007

DISPOZITIV EXPLOZIV DE NEUTRALIZARE PENTRU MUNIȚIA DE ARTILERIE NEFUNCȚIONATĂ

*Sublocotenent Ing. Dana-Andreea-Alexandra PÎRVOI
Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare
Centrul de cercetare și inovare pentru sisteme de armamente*

EXPLOSIVE DISPOSAL FOR UNEXPLODED ARTILLERY AMMUNITION

*Second lieutenant Eng. Dana-Andreea-Alexandra PÎRVOI
Military Equipment and Technologies Research Agency
Research and Innovation Center for Armaments*

Dispozitivele de neutralizare reprezintă un sistem cu ajutorul căruia personalul EOD poate interveni în scurt timp și în siguranță pentru neutralizarea unor muniții de artilerie nefuncționate amplasate în diferite locuri, fie că este vorba despre un poligon (un loc special amenajat pentru acest tip de activități), fie că acestea ajung în locuri în care pot prezenta un pericol pentru personalul civil cu care intră în contact. S-a constatat că pentru o funcționare adecvată a dispozitivelor trebuie să se țină cont de viteza de propulsie a jetului și presiunea acestuia, astfel încât să nu aibă o valoare prea mare pentru a iniția explozivul din compoziția muniției.

În prezenta lucrare sunt prezentate principii care stau la baza proiectării și funcționării unui dispozitiv exploziv de neutralizare. S-a constatat că industria producătoare de dispozitive de neutralizare este într-o dezvoltare continuă și intensă, căutând cele mai eficiente și sigure metode de a înlătura pericolul provocat de munițiile rămase neexplodate în urma conflictelor armate. De asemenea, au fost analizate și detaliate concepte teoretice care să ajute la proiectarea unui asemenea dispozitiv, realizat pentru a putea neutraliza o muniție de artilerie nefuncționată. S-a constatat că unul dintre cei mai importanți pași sunt reprezentați de studierea jeturilor ce pot fi folosite pentru aceste încărcături, undele de șoc generate la impactul dintre jet și țintă și modul în care proiectilul și ținta reacționează la impact.

1. Introducere

Munițiile de artilerie nefuncționate reprezintă categoriile de muniții utilizate în scop militar, trecute prin gura de foc, lansate sau inițiate, care nu au funcționat conform destinației, precum și cele utilizate care nu au fost distruse, descoperite în alte locuri decât cele permise.

Neutralization devices are systems that allow EOD personnel to intervene quickly and safely in the neutralization of unexploded artillery munitions placed in various locations, whether it be on a firing range (a specially designated area for these activities) or in places where they may pose a danger to civilian personnel they come into contact with. It has been observed that for the proper functioning of these devices, the speed of the jet propulsion and its pressure must be taken into account to ensure it does not have too high a value to initiate the explosive in the munition composition.

This work presents the principles underlying the design and operation of an explosive ordnance neutralization device. It has been noted that the industry producing neutralization devices is in continuous and intense development, seeking the most efficient and safe methods to remove the danger posed by unexploded munitions left behind after armed conflicts. Additionally, theoretical concepts have been analyzed and detailed to assist in the design of such a device, created to neutralize unexploded artillery munitions. It has been found that one of the most important steps involves studying the jets that can be used for these charges, the shock waves generated upon the impact between the jet and the target, and how the projectile and the target react upon impact.

1. Introduction

Unexploded artillery ammunition, or UXO, encompasses various categories of military munitions that have been fired, launched, or initiated but failed to function as intended.

Munițiile de artilerie care necesită folosirea unui asemenea dispozitiv exploziv de neutralizare, sunt acele muniții de artilerie rezultate din acțiuni precum: atacuri aeriene asupra teritoriului, operațiuni militare terestre duse în timpul războiului, explozii sau incendii la depozitele de muniții sau materii explozive, accidente pe timpul transportului de muniție sau targerii de instrucție cu muniție de război în poligoane special amenajate.

Scopul activității de neutralizare este de a pune în imposibilitatea de a funcționa o muniție care reprezintă un pericol pentru viață, bunuri, proprietate și de a permite desfășurarea activităților fără ca asta să mai constituie un risc.

Dispozitivele de neutralizare sunt adesea întâlnite în rândul dispozitivelor explozive improvizate pentru că acestea sunt amplasate în locuri care pot afecta populația, nepermițând distrugerea lor prin inițiere fără a fi periculos pentru mediul în care se situează. Cu toate acestea, au fost realizate mijloace de neutralizare pentru ambele categorii de muniții, ele funcționând în principiu după aceleași principii de construcție, prezentând mecanisme asemănătoare. Acest dispozitiv pentru neutralizarea muniției de artilerie nefuncționate reprezintă un sistem cu ajutorul căruia personalul EOD poate interveni în scurt timp și în siguranță pentru a îndepărta pericolul funcționării accidentale a unei muniții de artilerie amplasată în diferite locuri, special amenajate pentru acest tip de activități (poligon) sau locuri care periclitează viața personalului civil cu care intră în contact.

2. Principii de neutralizare

Neutralizarea este procedura de a pune o muniție nefuncționată în indisponibilitatea de a se manifesta, de a-l face inofensiv, de a nu exploda și nu a produce pierderi. Scopul activității de neutralizare este de a separa mecanic un sistem de inițiere și încărcătura de bază care intră în componența acestora.

Un sistem de neutralizare are mai multe caracteristici, dar cea mai importantă caracteristică a sa este de a induce în muniție un șoc suficient de mare pentru a produce dezgregarea mecanică a componentelor din care este construită, dar totodată acest șoc trebuie să fie limitat astfel încât să nu se inițieze transformarea explozivă a încărcăturii. Restul caracteristicilor de care se ține cont pentru un sistem de neutralizare sunt:

These unexploded munitions can pose significant hazards when they are found in areas where they shouldn't be, outside of designated military zones. The need for explosive ordnance disposal (EOD) devices for such artillery ammunition arises from various circumstances, including aerial attacks on territories, ground-based military operations during wartime, explosions or fires at ammunition depots, accidents during ammunition transport, and live-fire training exercises on specialized ranges.

The purpose of the neutralization activity is to render non-functional any munition that poses a threat to life, property, and the environment, thus enabling the continuation of activities without it posing a risk.

Neutralization devices are often encountered, especially in the case of improvised explosive devices, because they are often placed in locations that could endanger the population, making their destruction through initiation hazardous to the surrounding environment. However, means of neutralization have been developed for both categories of munitions, functioning on fundamentally similar construction principles and employing similar mechanisms. This device for the neutralization of unexploded artillery ammunition represents a system that enables EOD personnel to swiftly and safely intervene, removing the risk of accidental functioning of artillery ammunition located in various places, specially designed for such activities (firing ranges), or areas that pose a danger to the lives of civilian personnel who may come into contact with them.

2. Principles of neutralization

Neutralization is the procedure of rendering unexploded ordnance non-functional, making it incapable of manifesting, exploding, or causing harm. The purpose of neutralization is to mechanically separate the initiation system and the main charge that constitutes the ordnance.

A neutralization system has several characteristics, but its most important feature is to induce a shock of sufficient magnitude within the ordnance to mechanically disassemble its components. However, this shock must also be limited to prevent the explosive transformation of the charge. Other characteristics considered for a neutralization system include:

- Puterea de perforare și capacitatea de a distruge un anumit material (ținta);

- Masa, viteza, densitatea și energia cinetică a proiectilului și a jetului indus de dispozitivul exploziv de neutralizare.

Neutralizarea muniției neexplodate se referă la procesul de eliminare sau de dezamorsare a acestora. Există mai multe tehnici și metode folosite pentru neutralizare care depind de tipul și dimensiunea loviturii și de condițiile în care se găsește, cum ar fi: detonarea controlată, dezamorsarea manuală, dezamorsarea robotizată, dezamorsarea prin distrugere chimică.

În cazul muniției de artilerie, cea mai eficientă metodă este cea care prevede o detonație controlată, unde trebuie să se cunoască cu foarte mare precizie tipul muniției și dimensiunea acesteia, distanța de siguranță astfel încât să se poată plasa dispozitivul de neutralizare într-un punct strategic. În cele mai multe cazuri, această metodă este urmată de o dezamorsare manuală pentru a asigura neutralizarea compeltă și sigură a muniției neexplodate. Una dintre cele mai eficiente abordări a metodei de detonație controlată este cea de neutralizare prin separare mecanică.

Neutralizarea prin separare mecanică a elementelor care intră în componența munițiilor, poate fi realizată prin următoarele metode:

- prin generarea unor unde de șoc în urma impactului dintre un proiectil sau un jet format din diverși agenți de disrupere și lovitura de artilerie. În acest caz, după impact, la interfața dintre proiectil (jet) și țintă, să existe aceeași presiune și viteză materială, caracterizând starea de echilibru care se stabilește la interfață;

- prin generarea unor unde de șoc în urma detonării explozivilor plasați în contact direct cu piesele supuse șocului. Metoda este distructivă, ceea ce implică faptul că trebuie să se țină cont atât de efectele conjugate ale încărcăturii de exploziv care urmează a fi neutralizată, cât și de încărcătura de exploziv utilizată la neutralizare. Această metodă se poate utiliza numai în anumite locuri în care poate fi asigurată o rază de siguranță eficientă;

- prin generarea unor unde de șoc prin intermediul laserilor, fiind o metodă utilizată în prezent doar în laboratoarele de cercetare.

Mijloacele și metodele de neutralizare trebuie să fie specifice, astfel ca efectul neutralizării să realizeze pagube materiale minime și să evite orice pierdere de vieți omenești.

- Penetrating power and the ability to destroy a specific material (target).

- The mass, velocity, density, and kinetic energy of the projectile and the induced jet of the explosive ordnance disposal device.

Neutralizing unexploded ordnance refers to the process of eliminating or disarming them. There are several techniques and methods used for neutralization, which depend on the type and size of the ordnance and the conditions in which it is found. These techniques may include controlled detonation, manual disarmament, robot-assisted disarmament, and chemical destruction.

In the case of artillery ammunition, the most effective method often involves controlled detonation, where precise knowledge of the type and size of the ordnance is required, along with establishing a safe distance to strategically place the neutralization device. In many cases, this method is followed by manual disarmament to ensure the complete and safe neutralization of unexploded ordnance. One of the most efficient approaches to controlled detonation is the method of mechanical separation.

Mechanical separation neutralization of the components within munitions can be accomplished through the following methods:

- by generating shockwaves resulting from the impact between a projectile or a jet formed by various disrupting agents and the artillery round. In this case, after impact, at the interface between the projectile (jet) and the target, there should be the same pressure and material velocity, characterizing the equilibrium state established at the interface;

- by generating shockwaves through the detonation of explosives placed in direct contact with the parts subjected to shock. This method is destructive, and it requires consideration of both the combined effects of the charge to be neutralized and the explosive charge used for neutralization. This method can only be used in specific locations where an effective safety radius can be ensured;

- by generating shockwaves using lasers, a method currently only used in research laboratories.

The means and methods of neutralization must be specific to ensure that the neutralization effect results in minimal material damage and avoids any loss of human lives.

Astfel, cele mai cunoscute și eficiente metode de neutralizare ale muniției sunt considerate următoarele:

- Prin disrupție
 - Cu jet de lichid (necesită o masă și o viteză suficient de mare astfel încât să perforzeze învelișul, dar să nu producă inițierea mijloacelor de inițiere sau a explozivului)
 - Cu bolțuri
 - Cu alte dispozitive
- Cu jet cumulativ
- Cu EFP

3. Tipuri de sisteme de neutralizare

Modul de funcționare și de compunere al unui sistem de neutralizare poate fi pus în evidență printr-o scurtă prezentare a câtorva disruptoare și sisteme existente și folosite încă de la începutul anului 1970. Se vor prezenta atât kit-uri pentru a putea pune în evidență modul în care acesta este realizat și făcând corelație cu kit-ul ce urmează a fi proiectat, dar și sisteme și dispozitive ce nu formează un set cu altele.

- Sistemul de neutralizare VULCAN. Acesta este extrem de versatil și este folosit pe scară largă în întreaga lume. Setul de bază include 10 dispozitive și poate fi completat cu accesorii pentru utilizarea subacvatică. Are o rată de succes de aproximativ 100 % și poate neutraliza o gamă largă de muniții: de la grenade de mână la rachete de croazieră. Sistemul necesită o energie destul de scăzută pentru o performanță uriașă. Sistemul are nevoie de proiectile pentru a funcționa, iar kitul are în compunerea sa 2 din fiecare tip de proiectile, putând fi folosit într-o multitudine de aplicații.

Thus, the most well-known and effective methods of munition neutralization are considered the following:

- Through disruption
 - With a liquid jet (requires sufficient mass and velocity to penetrate the casing without initiating the fuzing or explosive)
 - With bolts
 - With other devices
- Using a shaped charge jet
- EFP

3. Types of neutralization systems

The operation and composition of a neutralization system can be highlighted through a brief presentation of several disruptors and systems that have been in use since the early 1970s. Both kits to illustrate how it is done and correlate with the kit to be designed, as well as systems and devices that do not form a set with others, will be presented.

- The VULCAN neutralization system. This system is extremely versatile and widely used worldwide. The basic kit includes 10 devices and can be supplemented with accessories for underwater use. It has a success rate of approximately 100% and can neutralize a wide range of munitions, from hand grenades to cruise missiles. The system requires relatively low energy for exceptional performance. Projectiles are needed for the system to operate, and the kit includes 2 of each type of projectile, making it suitable for a multitude of applications.

| VULCAN | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Tipuri de proiectile/ Types of projectiles | Performanță/Performance | Cantitatea de exploziv/ The quantity of explosive | Cantitatea/ The quantity |
| Conuri de cupru/ Pâlnie cumulativă și set EFP de cupru/ Copper cones/ Copper EFP | <ul style="list-style-type: none"> - perforază oțelul moale, betonul sau cărămida mai groasă de 75 mm/Pierces soft steel, concrete, or bricks thicker than 75 mm, causes controlled detonation or deflagration of steel-cased ammunition. - provoacă detonarea controlată sau deflagrația muniției cu tub de oțel | 20g - 50g | 10/pachet/ 10/pack |

Tab. 3. 1 Caracteristicile sistemului VULCAN/Tab. 3. 1 The characteristics of the VULCAN System

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| <p>Conuri de magneziu/ Pâlnie cumulativă de magneziu/ Magnesium cones/ Magnesium EFP</p> | <ul style="list-style-type: none"> - mai puțin penetrant decât cele de cupru, dar ușor de perforat chiar și proiectile și bombe cu pereți mai groși - aprinde în mod controlat explozivul sau încărcătura pirotehnică - Less penetrative than copper ones, but easily penetrates even projectiles and bombs with thicker walls. - Initiates the explosive or pyrotechnic charge in a controlled manner. | 30g – 50g | <p>10/pachet 10/pack</p> |
| <p>Set EFP de magneziu și aluminiu/ Magnesium and aluminum EFP set</p> | <ul style="list-style-type: none"> - poate forma găuri mari de 20 mm, în ținte de oțel de 5 mm, de la o distanță de cel puțin 2500 mm - can create large 20 mm holes in 5 mm steel targets from a distance of at least 2500 mm | 15g – 50g | <p>10/pachet 10/pack</p> |
| <p>Set de proiectile lichide/ Liquid Projectile Set</p> | <ul style="list-style-type: none"> - o pereche de conuri de plastic care formează un proiectil de apă care perforază muniții de oțel cu o grosime de maximum 10 mm - a pair of plastic cones forming a water projectile that penetrates steel munitions with a maximum thickness of 10 mm | 10g - 30g | <p>10/pachet 10/pack</p> |



Fig. 3.1. Sistemul de neutralizare VULCAN (<https://www.explosives.net/datasheets/>)
Fig. 3.1. The VULCAN Neutralization System (<https://www.explosives.net/datasheets/>)

Sistemul de neutralizare Pluton este un sistem prin încărcare care aparține familiei Vulcan și este următoarea dimensiune mai mare după sistemul Vulcan. Ca parte a familiei “Vulcan”, împărtășește multe caracteristici comune de design cu celelalte dimensiuni, reducând sarcina de antrenament a introducerii unui sistem complet nou.

The Pluton neutralization system is a charge-loading system that belongs to the Vulcan family and is the next size up from the Vulcan system. As part of the ‘Vulcan’ family, it shares many common design features with the other sizes, reducing the training burden of introducing an entirely new system.

| PLUTON | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Tipuri de proiectile/ Types of projectiles | Performanță/Performance | Cantitatea de exploziv/ The quantity of explosive | Cantitatea/ The quantity |
| Set de conuri de cupru/ Pâlnie cumulativă și set EFP de de cupru Copper cones/ Copper EFP | <ul style="list-style-type: none"> - perforază oțelul, betonul gros sau cărămida și ținte robuste la distanțe mari (specific EFP) - penetrates thick steel, concrete, or robust brick targets at long distances (specifically EFP). - provoacă detonarea controlată sau deflagrația muniției cu tub de oțel, fiind utilizat atât ca dezamorsator cât și ca disruptor - causes controlled detonation or deflagration of steel-cased ammunition, used as both a disruptor and a neutralizer | 250g - 300g | 3/pachet |
| Set de conuri de magneziu/ Pâlnie cumulativă de magneziu Magnesium cones/ Magnesium EFP | <ul style="list-style-type: none"> - mai puțin penetrante decât cele de cupru, dar performanță ridicată chiar și pentru proiectile și bombe cu pereți groși - Less penetrative than copper ones, but high performance even for projectiles and bombs with thick walls. - aprinde în mod controlat explozivul sau încărcătura pirotehnică, puțin probabil să provoace o detonație - Initiates the explosive or pyrotechnic charge in a controlled manner, less likely to cause a detonation | 250g – 300g | 3/pachet |
| Conuri de magneziu de înaltă performanță High-performance magnesium cones | <ul style="list-style-type: none"> - Aceleași specificații ca în cazul conurilor de formare a jetului de magneziu obișnuite, dar cu un nivel ușor mai ridicat de performanță - Same specifications as regular magnesium jet forming cones but with a slightly higher level of performance | 250g – 300g | 3/pachet |
| Set de proiectile lichide Liquid Projectile Set | <ul style="list-style-type: none"> - Conuri de plastic cu pereți subțiri cu apă între ele care pot penetra o muniție cu corp de oțel. - Thin-walled plastic cones with water between them that can penetrate a steel-cased ammunition. - Utilizat pentru a ejecta focoasele și a dispersa conținutul muniției cu un risc minim de detonație. - Used to eject warheads and disperse the content of the ammunition with a minimal risk of detonation | 250g – 300g | 3/pachet |

Tab. 3.2. Caracteristicile sistemului PLUTON/Tab. 3.2. The characteristics of the PLUTON System



Fig. 3.3 Dispozitivele din alcătuirea Kitului Sistemului de neutralizare Pluton
 (<https://www.explosives.net/datasheets/>)/**Fig. 3.3 The devices comprising the PLUTON**
Neutralization System Kit (<https://www.explosives.net/datasheets/>)

Dispozitivele pot fi încărcate cu exploziv cuprins între valorile 50 – 300g, în funcție de efectul necesar. Kitul conține o gamă largă de proiectile cu care copurile sunt încărcate care funcționează atât prin jet cumulativ, cât și prin EFP. La fel ca Vulcan, se poate folosi cu prin crearea efectului dorit cu jet de lichide.

În urma analizei tuturor acestor sisteme de neutralizare s-a constatat că cea mai eficientă metodă de neutralizare, dar și cea mai cunoscută în domeniul militar este propulsia prin intermediul explozivilor. În funcție de modul de realizare al încărcăturii, munițiile cu propulsie cu ajutorul explozivilor sunt:

- Muniții cumulative – pâlnia cumulativă (conică, semisferică sau parabolică) este propulsată în urma detonației încărcăturii de explozie sub forma unui jet, care la impactul cu ținta produce perforarea acestuia.

- Muniții cu formare de proiectil (tip EFP) – placa metalică puțin adâncă, sub forma unei lentile, este propulsată în urma detonației încărcăturii de explozie. Această placă metalică este proiectată în așa fel încât, după detonație și pe timpul zborului, să se transforme într-o formă asemănătoare unui proiectil.

- Muniții cu efect prin schije – grenade ofensive, mine anti-personal

- Încărcături diedrice – acestea permit secționarea unor profile metalice (armături din beton armat, șine de cale ferată)

Procesul de neutralizare constituie un mijloc modern și eficient care are ca scop separarea mecanică a elementelor explozive din cadrul muniției de artilerie neexplodate și nefuncționale.

The devices can be loaded with explosive ranging from 50 to 300g, depending on the required effect. The kit contains a wide range of projectiles with which the bodies are loaded, working through both cumulative jet and EFP mechanisms. Like Vulcan, it can also be used to achieve the desired effect with liquid jets.

Following the analysis of all these neutralization systems, it has been found that the most efficient and well-known method of neutralization in the military field is propulsion through explosives. Depending on the method of charge implementation, munitions with propulsion through explosives can be categorized as:

- Cumulative munitions - The cumulative cone (conical, hemispherical, or parabolic) is propelled by the detonation of the explosive charge in the form of a jet, which, upon impact with the target, produces perforation.

- Explosively Formed Projectile (EFP) munitions - A shallow metal plate, in the form of a lens, is propelled by the detonation of the explosive charge. This metal plate is designed in such a way that, after detonation and during flight, it transforms into a projectile-like shape.

- Munitions with fragmentation effect - offensive grenades, anti-personnel mines.

- Biconical charges - these allow for the severing of metal profiles (reinforced concrete reinforcements, railway tracks)

The neutralization process is a modern and efficient means aimed at the mechanical separation of explosive components from unexploded and non-functional artillery munitions.

De asemenea, se poate afirma că cel mai eficient principiu de funcționare este propulsia unui jet de agent de disrupere prin detonarea unei cantități de exploziv, cea mai mare parte a sistemelor de neutralizare bazându-se pe efecte cumulative, propulsia de proiectile (EFP) și rareori pe efectul prin schije. Aceste tipuri de dispozitive constituie diferite configurații și dimensiuni pentru a putea face față oricărui tip de muniție, de la grenade de mână, la bombe de aruncător, de aviație sau chiar și rachete de croazieră. Pentru o mai bună protecție a personalului, a fost introdusă inteligența computerizată, astfel diferite tipuri de roboți pot lua locul operatorilor din cadrul EOD.

4. Proiectarea unui dispozitiv exploziv de neutralizare

Proiectarea propriu-zisă a unui dispozitiv exploziv a fost împărțită în două etape: teoretică și practică.

În ceea ce privește partea teoretică, aceasta cuprinde analiza fenomenelor ce apar în cazul unui asemenea dispozitiv, studiindu-se undele de șoc care prezintă discontinuitatea parametrilor termodinamici ai mediului parcurs de acestea.

Legat de acest subiect, o undă este propagarea, într-un mediu material, a unei perturbații de stare și mișcare a mediului material. La nivel atomic se poate imagina unda ca o succesiune de impacturi interatomice ale atomilor învecinați. [1]

Tipuri de unde existente în medii dense, care determină fenomenele generate la impactul dintre jet și țintă sunt:

- Unda de șoc
- Unda plastică
- Unda elastică

Undele de șoc induse sunt efecte imediate ale detonației asupra mediului înconjurător, care creează în materie o zonă ce avansează progresiv cu presiuni foarte ridicate și temperaturi înalte. Acest lucru face ca studiul undelor de șoc să reprezinte o componentă importantă în fenomenele generate la impactul dintre jet și țintă.

Unda de șoc reprezintă discontinuitatea parametrilor termodinamici ai mediului parcurs de aceasta. Șocul este definit de cinci mărimi:

1. două cinematice

- u – viteza materială pe care unda o propagă în mediu,
- D – viteza relativă cu care unda se deplasează în acel mediu.

2. trei de stare

- p - presiunea,

The study has found that the industry producing neutralization devices is in a continuous and intense development, seeking the most efficient and safe methods to eliminate the danger posed by unexploded munitions left after armed conflicts.

Furthermore, it can be stated that the most efficient operating principle is the propulsion of a disruptor agent jet through the detonation of an explosive charge, with the majority of neutralization systems relying on cumulative effects, projectile propulsion (EFP), and rarely on shrapnel effects. These types of devices come in various configurations and sizes to handle any type of munition, from hand grenades to artillery shells, aviation bombs, or even cruise missiles. For better personnel protection, computerized intelligence has been introduced, allowing various types of robots to take the place of EOD operators.

4. Designing an explosive neutralization device

The actual design of an explosive device has been divided into two stages: theoretical and practical.

As for the theoretical part, it encompasses the analysis of the phenomena that occur in the case of such a device, studying the shockwaves that exhibit the discontinuity of the thermodynamic parameters of the medium through which they propagate.

Regarding this subject, a wave is the propagation, within a material medium, of a disturbance of the state and motion of the material medium. At the atomic level, the wave can be imagined as a succession of interatomic impacts of neighboring atoms.

Types of waves that exist in dense media and determine the phenomena generated upon the impact between the jet and the target are:

- Shock wave
- Plastic wave
- Elastic wave

The induced shock waves are immediate effects of detonation on the surrounding environment, creating a zone in matter that progressively advances with very high pressures and temperatures. This makes the study of shock waves an important component in the phenomena generated upon the impact between the jet and the target.

The shockwave represents the discontinuity of the thermodynamic parameters of the medium

- ρ - masa volumică sau v - volumul masic (densitate absolută),

- E - energia specifică

Cunoscută și sub denumirea de curbă Hugoniot, adiabaticele dinamice este una dintre cele mai importante curbe caracteristice utilizate, reprezentând traiectoria stărilor posibile ale unui mediu supus unei unde de șoc și se referă la mărimile p și v (presiunea și volumul specific).

Relația care face posibilă trasarea curbei este relația lui Hugoniot (4.1.)

Cea de-a doua curbă importantă este polara de șoc, care este reprezentarea adiabaticele dinamice în planul (p,u) , deci face referire la mărimile presiunii p și vitezei materiale u . Ecuația ei nu apare în formă explicită în relațiile de calcul ale unde de șoc, însă poate fi dedusă din relația de conservare a cantității de mișcare (4.2.).

A treia curbă caracteristică este reprezentată de izentropă și, spre deosebire de celelalte două, reprezintă consecințele evenimentului, adică starea mediului după acțiunea unde de șoc.

Izentropa este simbolizată (S) , iar panta acesteia este (4.3.)

Cunoașterea curbelor este necesară pentru a putea studia impactul dintre jet și țintă și pentru a analiza modul în care se comportă muniția ce urmează a fi neutralizată cu materialul jetului. Se cunoaște foarte bine faptul că problema referitoare la proiecția jeturilor, evaluarea acestora asupra diferitelor obiective și estimarea riscurilor potențiale este una destul de dificilă și complicată spre deosebire de studiul unde de șoc în aer, un subiect mult mai cercetat și experimentat. Acest fapt determină apariția unor ipoteze simplificatoare în estimarea efectelor obținute în urma interacțiunii proiectil-țintă.

Pe timpul impactului dintre proiectil și țintă, energia cinetică a proiectilului are rol primordial în comprimarea țintei, ceea ce determină apariția unei unde de șoc. Caracteristicile acestei unde de șoc induse în țintă, dar și în proiectil și intensitatea ei, sunt determinate pe baza principiului de continuitate al curgerilor, adică pe ambele părți ale

through which it propagates. Shock is defined by five quantities:

- Two kinematic quantities:

- u - the material velocity at which the wave propagates in the medium,

- D - the relative velocity at which the wave moves in that medium.

- Three state quantities

- p - pressure,

- ρ - mass density or v - mass volume (absolute density),

- E - specific energy.

Also known as the Hugoniot curve (4.1.), dynamic adiabaticele is one of the most important characteristic curves used, representing the possible states of a medium subjected to a shockwave, and it relates to the variables p and v (pressure and specific volume).

The mathematical relationship that makes it possible to plot the curve is the Hugoniot relation:

The second important curve is the shock polar, which represents the dynamic adiabaticele in the (p, u) plane, so it refers to the variables of pressure (p) and material velocity (u) .

Its equation may not appear explicitly in the calculation relationships of the shockwave, but it can be deduced from the conservation of momentum equation (4.2.).

The third characteristic curve is represented by the isentrope, and unlike the other two, it represents the consequences of the event, i.e., the state of the medium after the shockwave has acted.

The isentrope is symbolized as (S) , and its slope is (4.3.).

Knowledge of these curves is necessary to study the impact between the jet and the target and to analyze how the ammunition to be neutralized behaves with the material of the jet. It is well known that the problem related to the projection of jets, evaluating their effects on different targets, and estimating potential risks is quite challenging and complicated compared to the study of shockwaves in the air, which is a

$$E(p, v) - E(p_1 - v_1) = \frac{1}{2}(p + p_0)(v_0 - v) \quad (4.1)$$

$$p - p_0 = \rho_0 * u * D(u) \quad (4.2)$$

$$m_s = \left(\frac{\delta p}{\delta v} \right)_s = -(\rho C)^2 \quad (4.3)$$

interfeței proiectil-țintă se egalează presiunile p și vitezele materiale u . [1] Problema se determină cu ajutorul polarelor de șoc ale materialelor care sunt implicate la impact. Ținând cont că studiul actual se realizează pentru un proiectil de artilerie, ținta este formată din două sau mai multe materiale, se consideră ca fiind construit dintr-o succesiune de materiale, aflate în contact, pentru determinarea presiunii induse.

Dispozitivul exploziv de neutralizare analizat în cadrul studiului, va trebui să neutralizeze o muniție de artilerie încărcată cu TNT de un înveliș de oțel. Dispozitivul are o căptușeală metalică formată dintr-un material eficient și ductil care, conform studiilor, prezintă cele mai bune valori în studiul polarelor de șoc la întâlnirea cu oțelul corpului și explozivul adăpostit de acesta.

Partea practică are în centru numeroși algoritmi de calcul în care au fost calculate polarele de șoc și inversele acestora, unde de șoc undelor de șoc care se propagă și se reflectă în fiecare material din alcătuirea sistemului (magneziu \rightarrow oțel \rightarrow TNT \rightarrow oțel). S-au ales ca referință cele mai întâlnite 2 materiale din compunerea munițiilor, oțelul reprezentând corpul exterior și TNT-ul explozivul cu care este încărcată muniția. Tot în cadrul acestei părți s-a realizat algoritmul, pentru calcularea caracteristicilor de detonație ale explozivului plastic folosit în cadrul dispozitivului exploziv (HITEX) prin metoda Kamlet-Jacobs.

În funcție de valorile obținute s-a putut determina viteza cu care pleacă jetul EFP, utilizând constanta lui Gurney pentru o configurație de tip cilindric, asemănătoare calupului de exploziv proiectat.

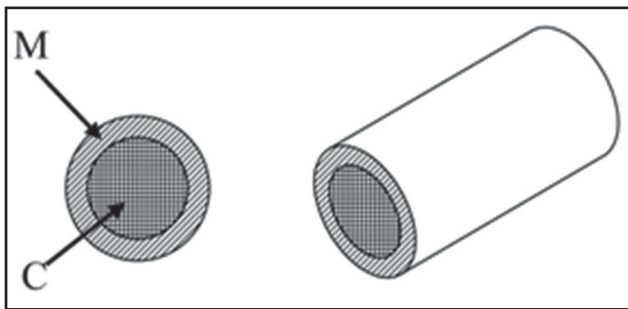


Fig 4.1 Configurația cilindrică a cilindrului de plastic umplut cu explozivul tip HITEX/

Fig 4.1 The cylindrical configuration refers to the shape of the plastic cylinder filled with HITEX explosive

much more researched and experimented subject. This leads to the development of simplifying assumptions in estimating the effects obtained from the interaction between the projectile and the target.

During the impact between the projectile and the target, the kinetic energy of the projectile plays a crucial role in compressing the target, leading to the formation of a shockwave.

The characteristics of this shockwave induced in both the target and the projectile, as well as its intensity, are determined based on the principle of continuity of flows, where pressures (p) and material velocities (u) are equal on both sides of the projectile-target interface. This problem is solved using shock Hugoniot curves for the materials involved in the impact. Given that the current study is conducted for an artillery projectile, the target is composed of two or more materials, and it is considered as being constructed from a succession of materials in contact when determining the induced pressure.

The explosive neutralization device analyzed in this study is designed to neutralize an artillery round loaded with TNT and enclosed in a steel casing.

The device has a metallic lining made of an efficient and ductile material, which, according to studies, exhibits the best performance in the study of shock Hugoniot curves when interacting with the steel casing and the explosive contained within it.

The practical part of the study involves numerous calculation algorithms that have been used to compute shock Hugoniot curves and their inverses.

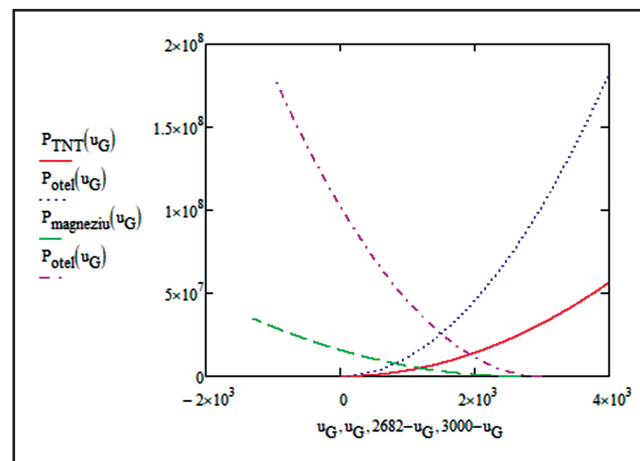


Fig 4.2 The interaction of shock Hugoniot curves and their inverses for the used materials/

Fig 4.2 Neutralization device „Section view”

Pentru o valoare a densității de aproximativ $1,71 \text{ g/cm}^3$ s-a obținut valoarea vitezei egală cu 2682 m/s .

Pentru aceste valori, în urma unui algoritm de calcul realizat în programul Mathcad s-au obținut următoarele grafice la interacțiunea dintre jetul de magneziu și ținta de formă metal→exploziv→metal.

În ceea ce privește partea structurală, corpul dispozitivului este realizat din material plastic (PVC), cu o grosime a pereților de 6 mm . La interior se află căptușeala metalică care poate avea o valoare a unghiului cuprinsă între 90° și 120° și calupul de exploziv plastic tip HITEX cu greutate cuprinsă între 4 și 8 g , ceea ce face ca, în ansamblu, masa întregului dispozitiv să fie de 180 g , ceea ce îl face ușor de manipulat și de transportat. Pe lângă cele 3 componente importante ale dispozitivului, acesta are și un capac din același material precum corpul pentru a proteja explozivul. Atât explozivul, cât și capacul sunt prevăzute cu locaș special pentru introducerea capsei detonante necesare inițierii încărcăturii din interiorul dispozitivului.

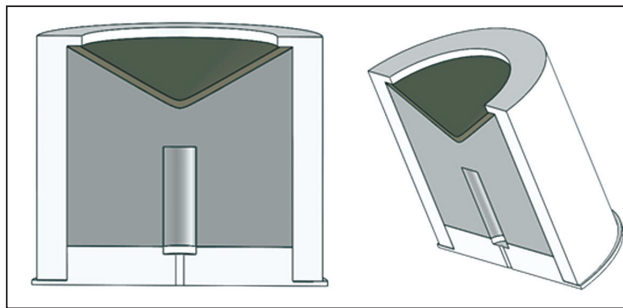


Fig 4. 2 Interacțiunea polarelor de șoc și inversele polarelor de șoc pentru materialele folosite/
Fig 4.2 Dispozitiv de neutralizare
„Vederea în secțiune”

5. Concluzii

Dispozitivele de neutralizare reprezintă acele sisteme cu ajutorul cărora personalul EOD poate interveni în scurt timp și în siguranță pentru neutralizarea unor muniții de artilerie nefuncționante amplasate în diferite locuri, fie că este vorba despre un poligon (un loc special amenajat pentru acest tip de activități), fie că acestea ajung în locuri în care pot prezenta un pericol pentru personalul civil cu care intră în contact. S-a constatat că pentru o funcționare adecvată a dispozitivelor trebuie să se țină cont de viteza de propulsie a jetului și presiunea acestuia, astfel încât să nu aibă o valoare prea mare pentru a iniția explozivul din compoziția muniției.

These calculations model the propagation and reflection of shock waves in each material within the system (magnesium → steel → TNT → steel). The most common materials found in the composition of the munitions, steel representing the outer casing, and TNT as the explosive, have been chosen as reference materials.

In this part of the study, an algorithm was developed to calculate the detonation characteristics of the plastic explosive used in the explosive device (HITEX) using the Kamlet-Jacobs method.

Based on the obtained values, the velocity of the EFP jet could be determined, using Gurney's constant for a cylindrical configuration similar to the explosive liner. For a density value of approximately 1.71 g/cm^3 , a velocity of 2682 m/s was obtained.

To illustrate the interaction between the magnesium jet and the target composed of metal, explosive, and metal, various graphs were generated using a calculation algorithm in the Mathcad program.

These graphs likely depict the effects and outcomes of the interaction between the jet and the target materials.

The structural part of the device is made of 6 mm thick PVC material, with the interior containing the metallic lining. The metallic lining can have an angle between 90° and 120° , and the device is filled with a plastic explosive block of HITEX type weighing between 4 and 8 g .

The overall mass of the entire device is 180 g , making it lightweight and easy to handle and transport. In addition to these components, the device has a cap made of the same material as the body, which serves to protect the explosive. Both the explosive and the cap are equipped with a special location for inserting the detonating cap needed to initiate the charge inside the device.

5. Conclusions

Disposal devices represent systems with which EOD personnel can intervene quickly and safely to neutralize unexploded artillery munitions placed in various locations, whether it is a specially arranged area for such activities (a firing range) or if these munitions end up in places where they could pose a danger to civilians who are exposed to them.

Principiul de funcționare al acestor dispozitive explozive proiectate în cadrul lucrării este asemănător cu cel al sistemelor de tip Vulcan și Pluton dezvoltate de Alford Technologies aflate într-o continuă cercetare și perfecționare. Cel mai mare dezavantaj al acestor tipuri de dispozitive este acela că pot fi folosite o singură dată, efectul fiind obținut prin distrugerea și fragmentarea lor odată cu inițierea sistemului. Avantajul cel mai important care face din aceste dispozitive un necesar în cadrul oricărei armate, îl reprezintă eficiența în cadrul echipelor EOD prin asigurarea îndepărtării pericolului adus de o astfel de muniție nefuncționată și ușurința cu care poate fi transportat și utilizat, datorită dimensiunilor reduse și simplității construcției geometrice.

În urma studiului efectuat s-a constatat că industria producătoare de dispozitive de neutralizare este într-o dezvoltare continuă și intensă, căutând cele mai eficiente și sigure metode de a înlătura pericolul provocat de munițiile rămase neexplodate în urma conflictelor armate. De asemenea, se poate afirma că cel mai eficient principiu de funcționare este propulsia unui jet de agent de disrupere prin detonarea unei cantități de exploziv, cea mai mare parte a sistemelor de neutralizare bazându-se pe efecte cumulative, propulsia de proiectile (EFP) și rareori pe efectul prin schije. Aceste tipuri de dispozitive constituie diferite configurații și dimensiuni pentru a putea face față oricărui tip de muniție, de la grenade de mână, la bombe de aruncător, de aviație sau chiar și rachete de croazieră. Pentru o mai bună protecție a personalului, a fost introdusă inteligența computerizată, astfel diferite tipuri de roboți pot lua locul operatorilor din cadrul EOD.

It was found that for the proper functioning of the devices, it is necessary to consider the propulsion speed of the jet and its pressure so that it does not have too high a value to initiate the explosive in the composition of the munition.

The operating principle of these explosive devices designed within this work is similar to that of Vulcan and Pluton-type systems developed by Alford Technologies, which are under continuous research and improvement. The most significant disadvantage of these types of devices is that they can only be used once, with the effect being achieved through their destruction and fragmentation upon initiation of the system. The most important advantage that makes these devices necessary in any army is their efficiency within EOD teams by ensuring the removal of the danger posed by such unexploded munitions and the ease of transport and use due to their compact size and geometric simplicity.

Following the conducted study, it has been observed that the industry producing neutralization devices is continuously and intensely developing, searching for the most efficient and safe methods to eliminate the danger posed by unexploded munitions left behind after armed conflicts. It can also be stated that the most effective operating principle is the propulsion of a jet of disrupting agent through the detonation of a quantity of explosive. The majority of neutralization systems are based on cumulative effects, EFP (Explosively Formed Penetrators) propulsion, and occasionally fragment effects. These types of devices come in various configurations and sizes to handle different types of munitions, from hand grenades to artillery shells, aviation bombs, and even cruise missiles. To enhance personnel safety, computerized intelligence has been introduced, allowing various types of robots to replace operators in the field of Explosive Ordnance Disposal (EOD).

Bibliografie

- [1] M. Lupoae, Muniții de geniu, București: Editura Academiei Tehnice Militare, 2017.
- [2] E. TRANĂ, Efectele și calculul efectelor munițiilor de artilerie cu destinație principală, București: Editura Academiei Tehnice Militare, 2006.
- [3] M. M. O. O. I. T.V. ȚIGĂNESCU, Fizica exploziei. Teorie și aplicații, București: Editura Academiei Tehnice Militare, 2017.
- [4] D. PRICE, "Critical Parameters for detonation propagation and initiation of solid explosives," NSW: Technical Report, 1981.

STUDIU COMPARATIV ÎNTRE TESTUL DE STABILITATE LA VACUUM (VST) ȘI ANALIZA CALORIMETRICĂ DE FLUX DE CĂLDURĂ (HFC) PENTRU DETERMINAREA STABILITĂȚII CHIMICE PENTRU PULBERILE PE BAZĂ DE NITROCELULOZĂ (NC)

Inginer Daniela SANDU
Locotenent ing. Mihail MUNTEANU
Mr.dr.ing. Ovidiu IORGA
Dr.ing. Nicoleta GRIGORIU
Dr.ing. Cristiana EPURE
Locotenent ing. Alexandru MARIN

Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare
Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie

COMPARATIVE ANALYSIS: EVALUATING CHEMICAL STABILITY IN NITROCELLULOSE-BASED PROPELLANTS THROUGH VACUUM STABILITY TESTING (VST) AND HEAT FLOW CALORIMETRY (HFC)

Engineer Daniela SANDU
1st Lieutenant eng. Mihail MUNTEANU
Major eng. Ovidiu IORGA, PhD
Engineer Nicoleta GRIGORIU, PhD
Engineer Cristiana EPURE, Ph.D.
1st Lieutenant eng. Alexandru MARIN

Military Equipment and Technologies Research Agency
Research and Innovation Center for CBRN Defense and Ecology

Pulberile pe bază de nitroceluloză sunt caracterizate de procese de descompunere consistente, care le fac relevante pentru analiza comparativă a două metode de determinare a stabilității. Testul de stabilitate la vacuum (VST) oferă informații importante despre stabilitatea pulberilor pentru că la încălzire acest tip de material energetic degajă produși gazoși sub formă de oxizi nitrici. Analiza calorimetrică de flux de căldură este o tehnică modernă, mult mai sensibilă, ce permite observarea și cuantificarea semnalelor echivalente cu diferitele procese ce au loc în probă pe parcursul testului. Rezultatele obținute în urma testării a trei tipuri de pulbere coloidală, cu compoziție, geometrie și destinație diferită au fost evaluate multicriterial, considerând aspecte precum repetabilitatea și complexitatea.

Nitrocellulose based propellants are characterized by consistent decomposition processes, which make them relevant for the comparative analysis of two stability determination methods. The vacuum stability test (VST) provides important information on the stability of propellants because upon heating this type of energetic material releases gaseous products in the form of nitric oxides. Heat flow calorimetric analysis is a modern, much more sensitive technique that allows the observation and quantification of signals equivalent to the different processes occurring in the sample during the test. The results obtained from the testing of three types of colloidal propellant, with different composition, geometry and purpose were evaluated multicriterially, considering aspects such as repeatability and complexity.

1. Introducere

Nitroceluloza este un material energetic din clasa esterilor nitrici folosit la fabricarea pulberilor coloidale de peste 100 de ani. Pe parcursul acestei durate, stabilitatea chimică a pulberilor pe bază de nitroceluloză a rămas o proprietate atent urmărită în fazele de calificare a pulberilor cât și pe parcursul duratei de serviciu a acestora[1]. O problemă deosebită o constituie fenomenul de denitrare a nitrocelulozei din compoziția pulberilor. Acest fenomen decurge în relație cu temperatura de depozitare a pulberii, fiind autocatalizat de acumularea de oxizi nitrici în urma descompunerii și de creșterea temperaturii în pulbere ca urmare a efectului exoterm al descompunerii[2],[3].

Se poate identifica și cuantifica procesul de descompunere al nitrocelulozei prin măsurarea cantității de gaze generate de pulbere atunci când este expusă la căldură sau prin măsurarea fluxului de căldură generat de pulbere. Pe baza acestor două mărimi măsurabile, în directă legătură cu descompunerea nitrocelulozei, au fost dezvoltate două metode standardizate de estimare a stabilității pulberilor pe bază de nitroceluloză, respectiv STANAG 4556 ed: 1 explosives, vacuum stability test și STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry.[4]

2. Experimental

2.1. Testul de stabilitate la vacuum

Testul de stabilitate la vacuum efectuat pe cele trei tipuri de pulbere a urmat metodologia STANAG 4556 ed: 1 explosives, vacuum stability test [5]: probe reprezentative de 5g din fiecare lot de pulbere au fost introduse în tuburile de test și aduse la temperatura constantă de 90°C în blocul de încălzire.

Traductorii de presiune din tuburile de sticlă estimează continuu creșterea presiunii ca urmare a gazelor degajate. Rezultatele sunt prezentate ca o funcție de presiune dependentă de timp.

În figura următoare sunt prezentate profilele de presiune în tuburile de test pentru cele trei tipuri de materiale energetice analizate:

Prin aplicarea formulei de calcul 1 (luând în considerare o densitate absolută a pulberii de 1,6g/cm³), au fost obținute rezultatele prezentate în Tabelul 1, stabilitatea pulberii fiind evaluată în conformitate cu cerințele STANAG 4556 ed: 1 explosives, vacuum stability test.

1. Introduction

Nitrocellulose is an energetic material of the nitric ester class used in the manufacture of colloidal propellants for over 100 years. During this time, the chemical stability of nitrocellulose-based propellants has remained a closely monitored property in the propellant qualification phases as well as during their service life^[1]. A particular problem is the denitration phenomenon of nitrocellulose from the propellant composition. This phenomenon occurs in relation with the storage temperature of the propellant and it is autocatalyzed by the accumulation of the nitric oxides following decomposition and the increase of temperature in the propellant due to the exothermic effect of decomposition^{[2],[3]}.

The decomposition process of nitrocellulose can be identified and quantified by measuring the amount of gas generated by the propellant when exposed to heat or by measuring the heat flux generated by the propellant. On the basis of these two measurable quantities, directly related to the decomposition of nitrocellulose, two standardized methods for estimating the stability of nitrocellulose-based propellants have been developed: STANAG 4556 ed: 1 explosives, vacuum stability test and STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry.^[4]

2. Experimental

2.1. Vacuum Stability Test (VST)

The vacuum stability test performed on the three types of propellants followed the STANAG 4556 ed: 1 explosives, vacuum stability test methodology^[5]: representative samples of 5g from each batch of propellant were placed in test tubes and heated to a constant temperature of 90°C in the heating block. Pressure transducers in the glass tubes continuously estimate the pressure increase due to the off-gassing. The results are presented as a function of pressure dependent on time. The following figure shows the pressure profiles in the test tubes for the three types of energetic materials analyzed:

By applying calculation formula 1 (taking into account an absolute propellant density of 1.6g/cm³), the results shown in the Table 1 were obtained, the propellant stability being evaluated according to the requirements of STANAG 4556 ed: 1 explosives, vacuum stability test.

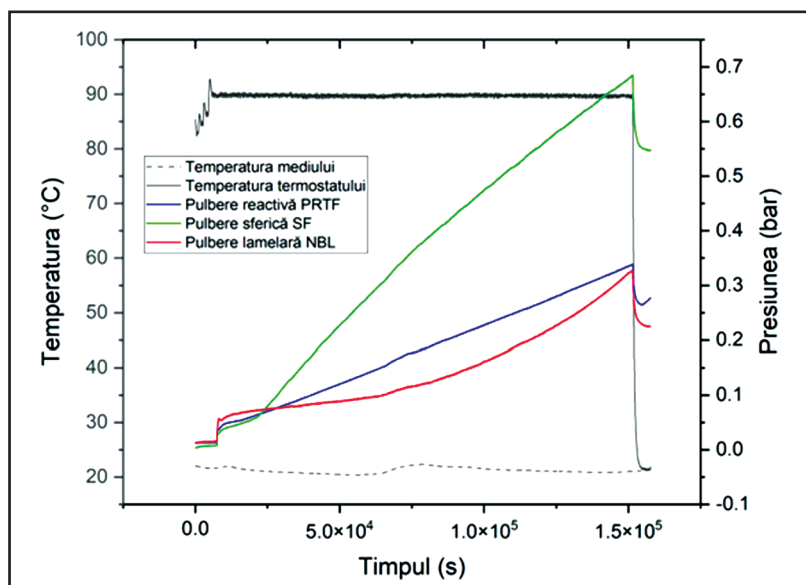


Fig. 1. Înregistrările efectuate cu ajutorul sistemului de achiziție pentru temperatură și presiune/
Fig. 1. Recordings made using the acquisition system for temperature and pressure

$$V = \left(V_c + V_t - \frac{m}{d} \right) * \left(\frac{273 * p_2}{273 + t_2} - \frac{273 * p_1}{273 + t_1} \right) * \frac{1}{1,013} \quad (1)$$

Conform cu standardul, valoarea maximă a volumului de gaze generat pe perioada a 40 de ore nu trebuie să depășească 2cm³.

Unde V – volumul de gaz degajat de proba (cm³); p₁ – presiunea măsurată la începutul testului (bar); p₂ – presiunea măsurată la sfârșitul testului (bar); t₁ – temperatura camerei la începutul testului (°C); t₂ – temperatura camerei la sfârșitul testului (°C); m – masa de exploziv (5g); d – densitatea reală a pulberii (g/cm³)

According to the standard, the maximum value of the gas volume generated during 40 hours should not exceed 2cm³.

Where V – volume of gas released by the sample (cm³); p₁ – pressure measured at the beginning of the test (bar); p₂ – pressure measured at the end of the test (bar); t₁ – room temperature at the beginning of the test (°C); t₂ – room temperature at the end of the test (°C); m – mass of explosive (5g); d – real density of the propellant (g/cm³)

| Tipul de pulbere | Volumul de gaze (cm ³) | Aprecieri asupra stabilității |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Pulbere lamelară | 0,795 | Stabilă |
| Pulbere reactivă | 0,993 | Stabilă |
| Pulbere sferică | 2,052 | Instabilă – la limită |
| Propellant type | Gas volume (cm ³) | Observation about stability |
| Lamellar propellant | 0,795 | Stable |
| Reactive propellant | 0,993 | Stable |
| Spherical propellant | 2,052 | Unstable – borderline |

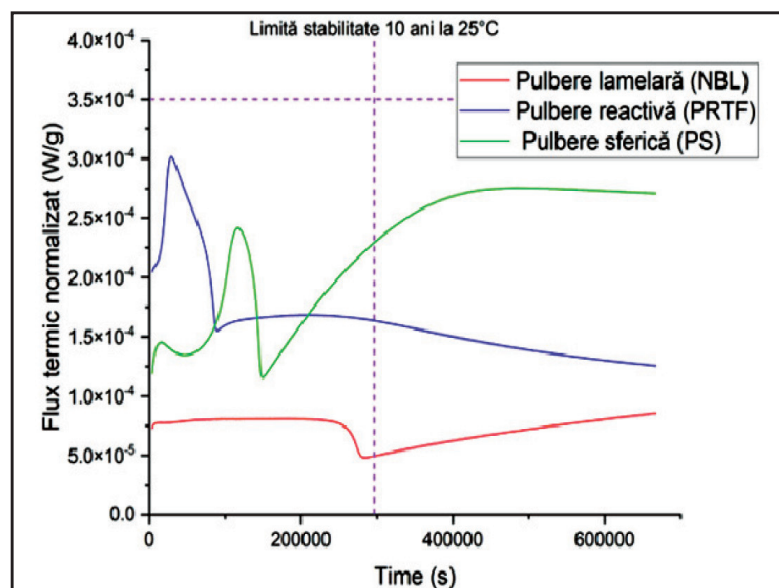
2.2. Analiză Calorimetrică de Flux de Căldură (HFC)

Analiza calorimetrică de flux de căldură performată pe cele trei tipuri de pulbere a urmat metodologia STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry[6]: probe reprezentative de 1g din fiecare lot de pulbere au fost introduse în minicalorimetre și încălzite la temperatura constantă de 90°C, timp de 8 zile.

2.2. Heat Flow Calorimetry (HFC)

The heat flow calorimetric analysis performed on the three types of propellants followed the STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry [6] methodology: representative samples of 1g from each batch of propellant were placed in minicalorimeters and heated to a constant temperature of 90°C for 8 days.

*Fig. 2. Graficul flux de căldură normalizat ($\mu\text{W/g}$) și limitele timp-flux maxim admisibile pentru o pulbere stabilă pentru 10 ani de depozitare/
Fig. 2. Normalized heat flux graph ($\mu\text{W/g}$) and maximum allowable time-flux limits for a stable propellant for 10 years of storage*



Microcalorimetrul măsoară cu sensibilitate căldura generată, care este eliberată sau absorbită în funcție de schimbările ce au loc în probă din punct de vedere chimic. Rezultatele sunt prezentate ca o funcție a cantității de căldură în raport cu timpul.

Rezultatele obținute în urma analizei HFC sunt prezentate în figura de mai jos.

Pulberea lamelară (NBL- linia roșie) manifestă cel mai mic flux termic și implicit generează cea mai mică cantitate de căldură pe parcursul analizei. Se observă o diminuare bruscă a fluxului termic după o perioadă de 3 zile de expunere la temperatură (de la 75 la $45 \mu\text{W/g}$) urmată de o creștere lentă și liniară a fluxului termic până la o valoare de $80 \mu\text{W/g}$. Cantitatea totală de căldură degajată de probă pe perioada analizei este de aproximativ 50J/g .

Pulberea reactivă (PRTF- linia albastră) manifestă cel mai mare flux termic înregistrat în cadrul analizei (de $300 \mu\text{W/g}$) în primele 12 de ore de expunere apoi scade către valoarea de $150 \mu\text{W/g}$ în primele 24 de ore. Din acest punct, fluxul termic are o ușoară tendință de creștere urmată după al doilea maxim de o pantă descendentă lină către sfârșitul analizei. Valoarea totală a căldurii degajate pe perioada analizei este de 110J/g .

Pulberea sferică (linia verde) manifestă 3 puncte de maxim de flux termic pe perioada analizei. Un prim maxim cu valoarea de $145 \mu\text{W/g}$ se înregistrează în primele 4 ore de expunere și poate fi atribuit reacțiilor de descompunere aerobică (cu oxigenul prins în capsulă). Al doilea maxim se manifestă la aproximativ 36 de ore de la începerea analizei și are o valoare de $240 \mu\text{W/g}$,

The microcalorimeter sensitively measures the heat generated, which is released or absorbed depending on the chemical changes occurring in the sample. The results are presented as a function of heat amount dependent on time.

The results obtained from the HFC analysis are shown in the figure below.

The lamellar propellant (NBL-red line) shows the lowest heat flux and therefore generates the least amount of heat during the analysis. A sharp decrease in heat flux is observed after a period of 3 days of temperature exposure (from 75 to $45 \mu\text{W/g}$) followed by a slow and linear increase in heat flux up to a value of $80 \mu\text{W/g}$. The total amount of heat released from the sample during the analysis period is approximately 50J/g .

The reactive propellant (PRTF-blue line) shows the highest heat flux recorded in the analysis (of $300 \mu\text{W/g}$) in the first 12 hours of exposure and then decreases to $150 \mu\text{W/g}$ in the first 24 hours. From this point, the heat flux has a slight increasing trend and, following the second maximum, a smooth downward slope towards the end of the analysis. The total value of heat released during the analysis period is 110J/g .

The spherical propellant (PS- green line) shows 3 points of maximum heat flux during the analysis period. A first maximum with the value of $145 \mu\text{W/g}$ occurs in the first 4 hours of exposure and can be attributed to the aerobic decomposition reactions (with trapped oxygen). The second maximum occurs approximately

fiind urmat apoi de o scădere bruscă a fluxului termic către valoarea minimă înregistrată de 120 $\mu\text{W/g}$. Din acest punct, fluxul termic urmează o creștere lentă, pe parcursul a 5 zile către a treia maximă, situată în jurul valorii de 260 $\mu\text{W/g}$. După această valoare fluxul de căldură generat scade lent. Valoarea totală a căldurii degajate pe perioada analizei este de 150 J/g.

Conform cu standardul STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry, pentru a putea considera o pulbere pe bază de nitroceluloză stabilă pentru o perioadă de 10 ani în condițiile depozitării la o temperatură medie de 25°C, fluxul termic nu trebuie să depășească valoarea maximă de 350 $\mu\text{W/g}$ în primele 3,43 zile de analiză (296352 secunde). În baza acestui criteriu s-a stabilit că toate cele trei tipuri de pulberi analizate sunt stabile.

3. Concluzii

Tehnica VST este utilă în evaluarea stabilității chimice a substanțelor cunoscute prin evaluarea volumului total de gaze generate. În cazul substanțelor care nu emană produși de descompunere gazoși, tehnica nu se pretează. Metoda de măsură se bazează pe măsurarea presiunii totale acumulate în tubul de test, motiv pentru care pe măsură ce testul înaintază, este mai dificil de a observa variații ale volumului de gaze emanat, nefiind posibilă observarea diferitelor etape/faze în procesul de descompunere.

Tehnica HFC este deosebit de sensibilă, fiind capabilă să surprindă mai multe faze succesive și concurente apărute în procesul de degradare a probei de analizat (evaporarea substanțelor volatile, consumul de stabilizator, denitrarea autocatalitică a nitrocelulozei, etc). Cu ajutorul HFC se pot observa, cuantifica și urmări prin deconvoluția semnalelor diferite procese de degradare apărute în material.

Prin experimentele realizate pentru cazul particular al pulberilor pe bază de nitroceluloză sistemul VST este util în a evalua stabilitatea chimică la momentul analizei, cu precizie suficientă. Pentru estimarea stabilității pe o durată mai mare, pentru înțelegerea fenomenelor de descompunere și pentru analiza materialelor energetice cu compoziție complexă, echipamentul HFC prezintă caracteristici net superioare.

36 hours after the start of the analysis and has a value of 240 $\mu\text{W/g}$, followed by a sharp decrease in heat flux towards the minimum value recorded of 120 $\mu\text{W/g}$. After this value the generated heat flux slowly decreases. The total value of heat release during the analysis period is 150 J/g.

According to STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry, in order to consider a nitrocellulose based propellant stable for a period of 10 years under storage conditions at an average temperature of 25°C, the heat flow must not exceed the maximum value of 350 $\mu\text{W/g}$ during the first 3.43 days of analysis (296352 seconds). On the basis of this criterion it was determined that all three types of propellants analyzed are stable.

3. Conclusion

The VST technique is useful in assessing the chemical stability of known substances by evaluating the total volume of gases generated. In the case of substances that do not emit gaseous decomposition products, the technique is not suitable. The measurement method is based on the measurement of the total pressure built up in the test tube, which makes it more difficult to observe variations in the volume of gases emitted as the test progresses and it is not possible to observe the different steps/phases in the decomposition process. The HFC technique is particularly sensitive, being able to capture several successive and concurrent phases occurring in the degradation process of the sample analyzed (evaporation of volatile substances, stabilizer consumption, autocatalytic denitration of nitrocellulose, etc.). With HFC it is possible to observe, quantify and trace by signal deconvolution the different degradation processes occurring in the material. The experiments carried out for the particular case of nitrocellulose-based propellants have shown that VST system is useful in assessing chemical stability at the time of analysis with sufficient precision. For estimating stability over a longer period of time, for understanding decomposition phenomena and for the analysis of energetic materials with complex composition, the HFC equipment is clearly superior.

Bibliografie/References

1. High Explosives and Propellants, S. Fordham
2. NC-based energetic materials- stability, decomposition and ageing, Dr. Manfred A. Bohn, 2007
3. Chemical Stability, Compatibility and Shelf Life of Explosives, Beat Vogelsanger
4. Analytical Methods for Stability Assessment of Nitrate Esters-Based Propellants, Djalal Trache & Ahmed Fouzi Tarchoun, 2019
5. STANAG 4556 ed: 1 explosives: vacuum stability test
6. STANAG 4582 ed: 1 explosives: nitrocellulose based propellants, stability test procedure and requirements using heat flow calorimetry

DECONTAMINARE NUCLEARĂ ȘI RADIOLOGICĂ

Cpt.dr.ing. Ioana-Georgiana BUGEAN

Col.dr.ing. Constantin TOADER

Dr.fiz. Petrișor ZAMORA IORDACHE

Chim. Narcisa CIONGIC

*Agencia de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare
Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie*

NUCLEAR AND RADIOLOGIC DECONTAMINATION

Cpt.eng. Ioana-Georgiana BUGEAN PhD

Col.eng. Constantin TOADER PhD

Phys. Petrișor ZAMORA IORDACHE PhD

Chem Narcisa CIONGIC

*Military Equipment and Technologies Research Agency
Research and Innovation Center for CBRN Defense and Ecology*

Utilizarea armelor radiologice este o amenințare care trebuie luată în considerare. Pe lângă atacurile teroriștilor, trebuie făcute pregătiri și pentru un dezastru al unei centrale nucleare sau contaminarea cu surse medicale radiologice. Exploziile de la centrala nucleară japoneză Fukushima Daiichi după cutremurul masiv din martie 2011 au crescut teama de contaminare cu radiații. În cazul contaminării radiologice, tratamentul rapid poate salva vieți.

Decontaminarea rapidă poate reduce morbiditatea și mortalitatea, poate limita răspândirea contaminării și poate menține funcționarea ED pentru tratamentul altor pacienți.

1. Recunoașterea contaminării

Primul pas al recunoașterii contaminării este de a înțelege diferența dintre expunere și contaminarea cu agenți radiologici. Expunerea este definită de apropierea unui individ de materialul care emite radiații ionizante. De fapt, atingerea, inhalarea sau înghițirea aceluși material este contaminare.

O analogie utilă este să ne imaginăm o persoană care stă în jurul unui foc de tabără. Pur și simplu stând lângă foc, individul este expus la căldură. Dacă persoana stă suficient de aproape de foc, s-ar putea chiar să se ardă; cu toate acestea, de îndată ce persoana este îndepărtată din apropierea focului, cu siguranță nu ar arde pe nimeni altcineva. Dacă persoana cade în foc, pe lângă faptul că este arsă, el sau ea devine acoperită de cenușă.

In the use of radiologic weaponry is one threat that must be considered. In addition to attack by terrorists, preparations must also be made for a nuclear power plant disaster or contamination by radiologic medical sources. The explosions at the Fukushima Daiichi Japanese nuclear powerplant after the March 2011 massive earthquake increased fear of contamination from radiation. In the event of radiologic contamination, rapid treatment can be lifesaving.

Rapid decontamination can reduce morbidity and mortality, limit the spread of contamination, and keep the ED functioning for the treatment of other patients.

1. Recognition of Contamination

The first step of recognizing contamination is to understand the difference between exposure to and contamination by radiologic agents. Exposure is defined by an individual's proximity to material emitting ionizing radiation. Actually touching, inhaling, or swallowing that material is contamination.

A useful analogy is to imagine a person sitting around a campfire. By merely sitting next to the fire, the individual is exposed to the heat. If the person sits close enough to the fire, he or she might even get burned; however, as soon as the person is removed from the proximity of the fire, he or she would certainly not burn anyone else. If the person falls into the fire, in addition to being burned, he or she becomes covered in ash. This is external contamination.

Aceasta este contaminare externă.

Dacă alți oameni ating individul care a căzut în incendiu, s-ar pune cenușă pe mâini, răspândind contaminarea. În timpul căderii în foc, dacă individul ar înghiți, a inhalat sau a absorbit oricare dintre cenușa prin piele tăiată, el sau ea ar fi și el contaminat intern.

2. Echipament individual de protecție

Pentru un incident radiologic izolat, echipamentul individual de protecție (EIP) de nivel D este tot ceea ce este necesar. EIP de nivel D constă din halat chirurgical, mască și mănuși de latex (precauții universale). Dacă este posibilă contaminarea prin aer, folosirea unui aparat respirator de purificare a aerului (mască cu filtru N95 sau 100) mărește protecția. De asemenea, trebuie purtată protecție pentru ochi pentru a preveni contaminarea oculară de la orice stropire în timpul procedurii de decontaminare. Dacă există vreo posibilitate de expunere mixtă, pot fi necesare niveluri mai ridicate de EIP, așa cum este dictat de agenții chimici sau biologici implicați.

Dispozitivele de ecranare care sunt utilizate în mod normal pentru studii radiologice nu sunt recomandate pentru decontaminarea radiologică.



If other people touch the individual who fell into the fire, they would get ash on their hands, spreading the contamination. In the course of falling into the fire, if the individual swallowed, inhaled, or absorbed any of the ashes through cut skin, he or she would be internally contaminated as well.

2. Personal Protective Equipment

For an isolated radiologic incident, level D personal protective equipment (PPE) is all that is required. Level D PPE consists of surgical gown, mask, and latex gloves (universal precautions). If airborne contamination is a possibility, the use of a fitted air-purifying respirator (N95 or 100 filter mask) increases protection. Eye protection should also be worn to prevent ocular contamination from any splashing during the decontamination procedure.

If any possibility of mixed exposure exists, higher levels of PPE may be required as dictated by the chemical or biological agents involved.

Shielding devices that are normally used for radiology studies are not recommended for radiologic decontamination.

*Această imagine arată un membru al echipei de decontaminare a Centrului Medical Naval din San Diego, ca parte a unui exercițiu de tratare a pacienților într-un scenariu de accidente în masă contaminate cu radiații/
This image shows a Naval Medical Center San Diego decontamination team member as a part of a drill to treat patients in a radiation contaminated mass casualty scenario.*

Aceste dispozitive, cum ar fi șorturile de plumb, au fost concepute pentru a bloca radionuclizii cu energie scăzută și nu sunt scuturi eficiente pentru emisiile de energie ridicată prezente în majoritatea situațiilor de decontaminare. În plus, volumul lor împiedică procesul de decontaminare și, prin urmare, duce la un timp de expunere crescut.

Capacitatea de ecranare este limitată în mediul spitalicesc. Cu toate acestea, alți factori pot limita expunerea la cei care asigură decontaminarea pacientului. Acești factori sunt timpul, distanța și cantitatea. Cu cât timpul petrecut în mediul contaminat este mai lung, cu atât este mai mare doza de radiații pentru lucrător; prin urmare, se recomandă o abordare rotativă a echipei. Dublarea distanței de la sursa radioactivă scade doza cu un factor de 4. De asemenea, se recomandă limitarea cantității de articole radioactive din zona de decontaminare.

3. Decontaminare externă

Procesul de decontaminare externă poate fi împărțit în 2 etape: decontaminare grosieră și decontaminare secundară.

3.1. Decontaminare grosieră

Decontaminarea grosieră este de obicei efectuată înainte ca pacientul să ajungă într-un mediu spitalicesc. Constă în îndepărtarea îmbrăcămintii pacientului și, dacă este posibil, o scurtă irigare a întregului corp al pacientului cu apă. Îmbrăcămintea trebuie îndepărtată printr-o metodă atentă de „rulare în jos” pentru a preveni inhalarea particulelor din aer. Dacă pacientul este contaminat numai de o sursă radiologică, apa este suficientă pentru spălare. Dacă există o posibilitate de contaminare mixtă, ar trebui utilizate protocoalele de decontaminare biologică și/sau chimică deoarece aceste regimuri sunt mai extinse decât cele utilizate pentru decontaminarea radiologică. Deoarece cea mai mare parte a contaminării radiologice este localizată pe cap și pe mâini, pacientul trebuie să fie în poziția „cap-spate” în timpul dușului inițial pentru a preveni scurgerea în ochi, nas sau gură. Spălarea timpurie a mâinilor este, de asemenea, importantă.

Decontaminarea este prezentată în imaginea de mai jos.

Decontaminarea grosieră îndepărtează mai mult de 95% din contaminarea externă și face ca pacientul să fie în siguranță. Dacă decontaminarea grosieră nu a avut loc pe teren,

These devices, such as lead aprons, were designed to block low-energy radionuclides and are not effective shields for the high-energy emissions present in most decontamination situations. In addition, their bulk hinders the decontamination process and therefore leads to an increased exposure time.

Shielding capacity is limited in the hospital environment. However, other factors may potentially limit exposure to those providing patient decontamination. These factors are time, distance, and quantity.

The longer the time spent in the contaminated environment, the greater the dose of radiation to the worker; therefore, a rotating team approach is advised.

Doubling the distance from the radioactive source decreases the dose by a factor of 4. Likewise, limiting the quantity of radioactive items in the decontamination area is advisable.

3. External Decontamination

The process of external decontamination can be divided into 2 stages: gross decontamination and secondary decontamination.

3.1. Gross decontamination

Gross decontamination is usually performed before the patient reaches a hospital environment. It consists of removal of all the patient's clothing and, if possible, brief irrigation of the patient's entire body with water. Clothing should be removed with a careful „roll-down” method to prevent inhalation of airborne particulates. If the patient is contaminated solely by a radiologic source, water is sufficient for the washing. If a possibility of mixed contamination exists, the protocols for biologic and/or chemical decontamination should be used because these regimens are more extensive than those used for radiologic decontamination. Since most radiologic contamination is located on the head and hands, the patient should be in the „head-back” position during initial showering to prevent run-off into the eyes, nose, or mouth. Early handwashing is also important.

Decontamination is shown in the image below.

Gross decontamination removes more than 95% of external contamination and renders



aceasta trebuie efectuată de personalul ED într-un loc de decontaminare desemnat. În majoritatea centrelor, locul de decontaminare este în exterior și imediat adiacent cu UR. Cantitatea mică de radioactivitate prezentă în scurgerea de irigare produce un risc minim pentru alimentarea comună cu apă sau pentru apele subterane; prin urmare, decontaminarea pacientului nu trebuie amânată prin încercări de a limita scurgerea. Cu toate acestea, protocoalele unității și legile locale, statale și federale trebuie respectate întotdeauna. După o decontaminare grosiera, pacientul trebuie înfășurat într-o cearșaf pentru transport în sala de urgență.

Dacă pacientul care necesită decontaminare devine instabil din punct de vedere medical în orice moment al procesului, acordarea asistenței medicale ar trebui să aibă prioritate față de decontaminare. Riscul pentru personalul care acordă îngrijire atunci când tratează un pacient cu contaminare radiologică este practic nul. Dacă este disponibil, un contor de radiație poate fi utilizat pentru a identifica cazul extrem de rar al unui pacient care emite o cantitate de radiații suficientă pentru a provoca panică.

În cazul unui incident cu victime în masă, decontaminarea brută este tot necesar a fi făcută imediat. Pacienții trebuie să se dezbrace, cu asistență dacă este necesar. Dacă sunt capabili să se dezbrace, pacienții pot face duș pentru scurt timp într-o zonă de decontaminare. La fel, echipa de decontaminare are nevoie doar de apă pentru a spăla scurt pacienții care nu pot face duș. În acest moment, pacienții sunt suficient decontaminați și pot primi tratament pentru orice problemă medicală. Decontaminarea secundară a acestor pacienți poate fi amânată până când sunt disponibile mai multe resurse.

the patient safe for access by care providers. If gross decontamination has not occurred in the field, it must be performed by ED personnel in a designated decontamination site. In most centers, the decontamination site is outside and immediately adjacent to the ED. The small amount of radioactivity present in the irrigation runoff produces minimal risk to the communal water supply or groundwater; therefore, patient decontamination should not be delayed by attempts to contain run-off. However, facility protocols and local, state, and federal laws should always be followed. After gross decontamination, the patient should be wrapped in a sheet for transport into the ED.

If the patient requiring decontamination becomes medically unstable at any point during the process, provision of medical care should take precedence over decontamination. The risk to care providers when treating a patient with radiologic contamination is virtually nil. If available, a radiation survey meter can be used to identify the extremely rare case of a patient who is emitting an amount of radiation sufficient to cause concern.

In the event of a mass casualty incident, gross decontamination is all that is immediately necessary. Patients should disrobe, with assistance if necessary. If able to ambulate, patients can briefly shower in a decontamination area. Likewise, the decontamination team needs only water to briefly wash patients who are unable to shower themselves. At this point, patients are sufficiently decontaminated and can receive treatment of any medical problems. Secondary decontamination of these patients can be postponed until more resources are available.

3.2. Decontaminare secundară

Decontaminarea secundară este o curățare metodică treptată a oricăror zone radioactive rămase ale pacientului. Ar trebui efectuată sub îndrumarea ofițerului pentru protecția radiațiilor (RSO) al spitalului sau a altui membru al echipei instruit în utilizarea dispozitivelor de detectare a radiațiilor (RDD).

O zonă din ED ar trebui să fie rezervată pentru procedura de decontaminare. Deoarece această zonă poate fi scoasă din funcțiune pentru o perioadă semnificativă, ar trebui aleasă o locație care să nu întrerupă funcționarea normală a departamentului. O cale către camera de decontaminare ar trebui să fie făcută cu pardoseli din hârtie și bariere clare pentru a preveni răspândirea contaminării. În plus, aceste bariere împiedică intrarea personalului străin și a vizitatorilor. O echipă de decontaminare este formată de obicei din RSO și doi asistenți, dintre care unul poate fi un clinician. Cu toate acestea, într-un cadru cu victime în masă, clinicienii probabil nu vor fi disponibili pentru a efectua decontaminarea. Toți membrii echipei ar trebui să-și schimbe îmbrăcămintea obișnuită în haine care pot fi puse în pungă după procedură. De asemenea, trebuie purtate acoperitoare pentru încălțăminte, măști chirurgicale și protecție pentru ochi. Fiecare membru ar trebui să primească un dozimetru individual, care este un dispozitiv care măsoară pasiv expunerea la radioizotopi.

Procedura generală pentru decontaminarea secundară implică utilizarea unui RDD pentru a efectua un sondaj din cap până la picioare a tuturor zonelor corpului pacientului. Este necesară o irigare suplimentară pentru orice zone cu citiri peste prag, care este determinat de RSO pe baza calibrării RDD. Toate secrețiile și orice scurgere de fluide trebuie colectate pentru prelevare de probe și estimarea dozei. După irigare, suprafețele sunt din nou sondate. Acest proces este continuat până când sunt atinse niveluri acceptabile. Nivelurile acceptabile pot fi ușor peste valoarea inițială și ar trebui determinate de RSO și de medicii care ofera tratament.

4. Decontaminare internă

Decontaminarea internă poate fi realizată printr-o serie de metode, inclusiv blocarea absorbției enterale, blocarea captării organelor terminale, diluarea și chelarea. Viteza este esențială deoarece unii izotopi pot fi încorporați de organele terminale în decurs de o oră de la expunere și sunt foarte greu de îndepărtat. Prin

3.2. Secondary decontamination

Secondary decontamination is a stepwise methodical cleansing of any remaining radioactive areas of the patient. It should be performed under the guidance of the hospital's Radiation Safety Officer (RSO) or another member of the team trained in the use of radiation detection devices (RDD).

An area in the ED should be set aside for the decontamination procedure. Because this area may be out of service for a significant period, a location should be chosen that would not interrupt the normal workings of the department. A path to the decontamination room should be made with paper floor coverings and clear barriers to prevent the spread of contamination. In addition, these barriers prevent the entrance of extraneous personnel and visitors.

A decontamination team customarily consists of the RSO and two assistants, one of whom may be a clinician. However, in a mass-casualty setting, clinicians will likely not be available to perform decontamination. All members of the team should change out of their normal clothing into attire that can be bagged after the procedure. Shoe coverings, surgical masks, and eye protection should also be worn. Each member should be issued a dosimeter, which is a device that passively measures exposure to radioisotopes.

The general procedure for secondary decontamination involves using an RDD to perform a head-to-toe survey of all areas of the patient's body. Further irrigation is required for any areas with readings above the threshold, which is determined by the RSO on the basis of the RDD calibration. All secretions and runoff should be collected for sampling and dose estimation. After irrigation, the areas are surveyed again. This process is continued until acceptable levels are reached. Acceptable levels may be slightly above baseline and should be determined by the RSO and treating physicians.

4. Internal Decontamination

Internal decontamination can be achieved by a number of methods, including the blockade of enteral absorption, blockade of end-organ uptake, dilution, and chelation. Speed is of the essence because some isotopes can be incorporated by end organs within an hour of exposure and are very difficult to remove. Therefore, EDs that

urmare, ED care se așteaptă să aibă grijă de aceste persoane trebuie să aibă la dispoziție resursele necesare pentru decontaminarea internă.

5. Blocarea absorbției la nivelul organelor interne

Lavaj gastric și agenți emetici: Deși aceste strategii pot scădea absorbția radioizotopilor dacă sunt inițiate devreme după contaminarea gastrică, ele creează, de asemenea, riscul de aspirare a radioizotopilor, ducând la contaminarea respiratorie. Nu au fost efectuate studii care să utilizeze lavaj gastric sau agenți emetici pentru decontaminarea radiologică. Cu toate acestea, se poate face o comparație cu expunerile toxicologice în care există puține utilizări recomandate pentru aceste proceduri. Autorii nu recomandă în prezent utilizarea de rutină a lavajului gastric sau a agenților emetici.

Metode de legare enterală: S-a demonstrat că unele metode de legare enterală leagă în mod eficient agenții specifici de contaminare.

- Sulfat de bariu: Acest medicament, care este utilizat în mod obișnuit pentru studii de contrast radiografic, formează legături ireversibile cu stronțiu și radiu, care sunt utilizate în echipamentele militare, industriale și medicale mai vechi. Odată legați, acești agenți trec prin tractul gastrointestinal neabsorbiți. Pentru decontaminarea internă trebuie administrată o doză de 200 ml de sulfat de bariu 100%.

- Săruri de aluminiu și magneziu: disponibile comercial în agenți precum Maalox și Mylanta, aceste săruri se leagă și reduc absorbția de stronțiu, radiu și fosfor într-un mod similar cu sulfatul de bariu. O doză de 100 ml din oricare dintre acești agenți trebuie administrată pe cale orală sau sondă nazogastrică cât mai curând posibil după expunere.

- Albastru de Prusia: Acest agent se leaga de cesiu și talii și crește eliminarea radioizotopilor. Cesiul se găsește în aparatele de radioterapie medicală și a fost folosit de teroriști din Rusia în timpul unei tentative de atac; taliul este utilizat în imagistica medicală. De asemenea, albastrul de Prusia blochează absorbția rubidiului. Dacă este prezentă contaminarea internă cu unul dintre acești agenți, administrați 1 g pe cale orală timp de 3 săptămâni. Acest medicament a primit recent aprobarea FDA sub numele de Radiogardase.

are expected to care for these individuals must have the resources for internal decontamination available.

5. Blockade of enteral absorption

Gastric lavage and emetic agents: Although these strategies may decrease absorption of radioisotopes if initiated early after gastric contamination, they also create the risk of aspiration of radioisotopes, leading to respiratory contamination. No studies using gastric lavage or emetic agents for radiologic decontamination have been performed. However, a comparison can possibly be made with toxicologic exposures in which there are few recommended uses for these procedures. The authors currently do not recommend the routine use of gastric lavage or emetic agents.

Enteral binding methods: Some enteral binding methods have been shown to effectively bind specific agents of contamination.

- Barium sulfate: This drug, which is commonly used for radiographic contrast studies, forms irreversible bonds with strontium and radium, which are used in older military, industrial, and medical equipment. Once bound, these agents pass through the gastrointestinal tract unabsorbed. A 1-time dose of 200 mL of 100% barium sulfate should be administered for internal decontamination.

- Aluminum and magnesium salts: Commercially available in agents such as Maalox and Mylanta, these salts bind to and reduce the absorption of strontium, radium, and phosphorus in a manner similar to barium sulfate. A dose of 100 mL of either of these agents should be given by mouth or nasogastric tube as soon as possible after exposure.

- Prussian blue: This agent binds to and increases the elimination of cesium and thallium. Cesium is found in medical radiotherapy devices and was used by terrorists in Russia during an attempted attack; thallium is used in medical imaging. Prussian blue also blocks the absorption of rubidium. If internal contamination with one of these agents is present, administer 1 g by mouth tid for 3 weeks. This medication has recently received FDA approval under the name Radiogardase.

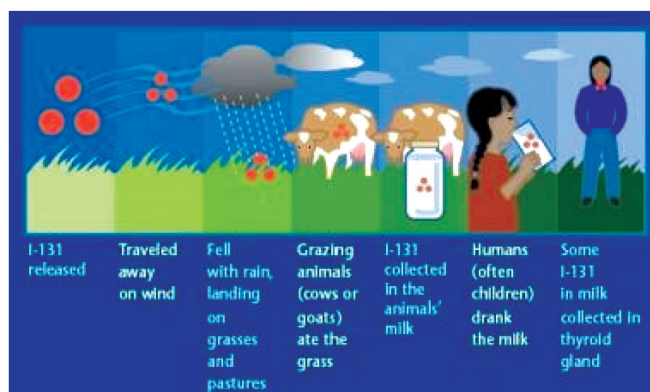
- Cărbune activ: La pacienții fără un nivel scăzut de conștiință, administrarea unei doze de cărbune activ se poate lega și accelera eliminarea unor radioizotopi.

Deoarece efectele adverse ale acestui medicament sunt rare, se recomandă cărbunele activ dacă este administrat la scurt timp după expunere. O doză de 50-100 g trebuie administrată pe gură sau sondă gastrică; dacă pacientul prezintă risc de aspirație, acest medicament trebuie evitat.

6. Protecția organelor interne

Iodură de potasiu (KI): Acest medicament a primit recent multă atenție din partea presei. Este privit de public ca un agent universal de blocare a tuturor efectelor unui atac radiologic sau nuclear. Iodul radioactiv (RAI) este prezent în barele de combustibil ale reactoarelor nucleare; prin urmare, în cazul oricărui astfel de accident, atac terorist sau utilizarea barelor de combustibil pentru dispozitive explozive (dispozitive de dispersie a radiațiilor, bombe murdare), RAI poate fi eliberat. Toxicitatea primară a RAI este periculoasă pentru glanda tiroidă. Blocarea competitivă a RAI și a absorbției de tehneciu poate fi realizată cu doze mari de KI. Eficacitatea este direct proporțională cu viteza de administrare, care este de preferință în decurs de 6 ore de la expunere. Toxicitatea RAI este cea mai mare în populația pediatrică, dar acest medicament trebuie administrat oricărui pacient care a fost contaminat. Doza este de 300 mg/zi pe cale orală timp de 1-2 săptămâni.

Imaginea de mai jos arată cum iodul radioactiv poate fi dispersat după un incident și intră în lanțul trofic. Ingestia este cea mai importantă cale de absorbție a iodului radioactiv, deși este posibilă și inhalarea.



*Expunerea internă
la Iod-131 prin ingestie./
Internal exposure
to Iodine-131
through ingestion.*

- Activated charcoal: In patients without a decreased level of consciousness, the administration of one dose of activated charcoal may bind to and speed the elimination of some radioisotopes. Because the adverse effects of this medication are rare, activated charcoal is recommended if administered shortly after exposure. A dose of 50-100 g should be given by mouth or gastric tube; if the patient is at risk for aspiration, this medication should be avoided.

6. Blockade of end-organ uptake

Potassium iodide (KI): This medication has recently received much attention by the press. It is viewed by the public as a universal blocking agent for all the effects of a radiologic or nuclear attack. Radioactive iodine (RAI) is present in nuclear reactor fuel rods; therefore, in the event of any reactor accident, terrorist attack, or use of fuel rods for terrorist explosive devices (radiation dispersal devices, ie, dirty bombs), RAI can be released. The primary toxicity of RAI is to the thyroid gland. Competitive blockade of RAI and technetium uptake can be achieved with large doses of KI. Effectiveness is directly proportional to the speed of administration, which is preferably within 6 hours of exposure. Toxicity of RAI is highest in the pediatric population, but this medication should be administered to any patient who has been contaminated. The dose is 300 mg/d by mouth for 1-2 weeks.

The image below shows how radioactive iodine can be dispersed after an incident and enters into the food chain. Ingestion is the most significant route of radioactive iodine uptake, though inhalation is also possible.

Calciu: Gluconatul de calciu sau clorură de calciu pot fi administrate pentru a limita încorporarea stronțului sau a calciului radioactiv în os. Pacienții pot primi 1 g de clorură de calciu sau 3 g de gluconat de calciu administrate intravenos.

7. Diluția

Fluide orale: tritiul este prezent în armele nucleare și este folosit de armată pentru ochiuri luminescente ale armelor. Dacă se suspectează contaminarea internă cu tritiu, se administrează abundent lichide orale sau intravenoase pentru a determina diluarea și pentru a crește excreția renală a apei tritiate. Lichidul oral în cantitate de 5-10 L/zi trebuie administrat timp de 1 săptămână. Monitorizarea sodiului este necesară dacă se utilizează fluide hipotonice. Fosfor: Similar cu diluarea tritiului, încărcarea orală cu săruri de fosfor (Neutra-Phos) poate îmbunătăți eliminarea fosforului radioactiv. Un pachet de Neutra Phos sau 2 comprimate de K Phos trebuie administrate câte o dată pe cale orală, timp de 3 zile. Penicilamina: cobaltul radioactiv este utilizat pentru radioterapie medicală și iradierea alimentelor. În cazul contaminării interne cauzate de cobalt radioactiv, se pot obține efecte clinice similare cu administrarea DTPA cu utilizarea penicilaminei. Doza este de 250-500 mg pe cale orală de 4 ori pe zi.

8. Afectarea organelor interne

Bicarbonatul de sodiu: uraniul sărăcit se găsește în barele de combustibil ale reactoarelor nucleare și în armele nucleare. Poate provoca necroză tubulară acută (ATN) și insuficiență renală în cazuri de contaminare internă. Alcalinizarea asigurată de bicarbonatul de sodiu face uraniul mai puțin nefrototoxic. Se administrează intravenos un bolus inițial de 2 mEq /kg. Apoi adăugați 4 fiole la 1 L de D5W și titrați la un pH urinar de 6,5-7,5. (Acidificarea urinară a fost propusă pentru a îmbunătăți eliminarea stronțului.)

9. Excizia plăgii

Excizia plăgii poate fi luată în considerare atunci când rana este contaminată cu un izotop care are un timp de înjumătățire foarte lung, cum ar fi plutoniul.

10. Obținerea de sfaturi de specialitate

Tratamentul pacienților cu contaminare internă implică regimuri diagnostice și terapeutice complicate.

Calcium: Calcium gluconate or calcium chloride can be administered to limit the incorporation of strontium or radioactive calcium into bone. Patients can receive 1 g of calcium chloride or 3 g of calcium gluconate administered intravenously.

7. Dilution

Oral fluids: Tritium is present in nuclear weapons and is used by the military for luminescent gun sights.

If internal contamination with tritium is suspected, administer copious oral or intravenous fluids to cause dilution and increase renal excretion of tritiated water.

Oral fluid in the amount of 5-10 L/d should be administered for 1 week. Sodium monitoring is necessary if hypotonic fluids are used.

Phosphorus: Similar to dilution of tritium, oral loading with phosphorus salts (Neutra-Phos) can enhance the elimination of radioactive phosphorus.

One packet of NeutraPhos or 2 tablets of K Phos should be administered qid by mouth for 3 days.

8. Decrease organ damage

Sodium bicarbonate: Depleted uranium is found in reactor fuel rods and nuclear weapons. It can cause acute tubular necrosis (ATN) and renal failure in cases of internal contamination. The alkalization provided by sodium bicarbonate makes the uranium less nephrotoxic.

Administer an initial bolus of 2 mEq/kg intravenously.

Then add 4 ampules to 1 L of D5W and titrated to a urinary pH of 6.5-7.5. (Urinary acidification has been proposed to enhance the elimination of strontium.)

9. Wound excision

Wound excision may be considered when the wound is contaminated with an isotope that has a very long half-life, such as plutonium.

10. Obtaining Expert Advice

The treatment of patients with internal contamination involves complicated diagnostic and therapeutic regimens.

11. Concluzii

Confruntarea cu surse radioactive nesigilate sau radioizotopi a devenit o amenințare în contextul evenimentelor actuale. Această amenințarea trebuie tratată cât mai serios și totodată trebuie stabilite protocoale pentru decontaminarea tehnicii dar și a personalului. Trebuie acordată o atenție deosebită decontaminării personalului, aici ne referim atât la populația civilă cât și la personalul militar. Personalul care asigură decontaminarea necesită experiență radiofarmaceutică dar și cunoștințe și abilități de gestionare a materialului radioactiv. În consecință, membrii personalului trebuie să fie familiarizați cu conceptul ALARA și cu bunele practici de laborator specifice muncii lor.

11. Conclusion

Dealind with unsealed radioactive sources or radioisotopes has become a threat in the context of current events. This threat must be treated as seriously as possible and at the same time protocols must be established for the decontamination of equipment and personnel. Particular attention must be paid to the decontamination of personnel, here we refer to both the civilian population and military personnel. The personnel who ensure decontamination require radiopharmaceutical experience, but also skill in managing radioactive material. Accordingly, the staff members must be familiar with the ALARA concept and good laboratory practices specific to their work.

NOI TENDINȚE ȘI EVOLUȚII ALE NAVELOR DE CERCETĂRE ÎN DOMENIUL MARITIM

Cpt. cdor. dr. ing. Ionuț DATCU

Dr. ing. Tiberiu AXINTE

Inginer Lidia CALANCEA

Inginer Vlad MIHAELA

Asp. ing. Nicoleta NEACȘU

Inginer Iulia TOMOZEI

Agencia de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare

Centrul de Cercetare și Inovare pentru Forțele Navale

NEW TRENDS AND DEVELOPMENTS OF RESEARCH VESSEL IN THE FIELD OF MARITIME

Cpt. cmdr. dr. eng. Ionuț DATCU

Dr. eng. Tiberiu AXINTE

Engineer Lidia CALANCEA

Engineer Vlad MIHAELA

Midn. eng. Nicoleta NEACȘU

Engineer Iulia TOMOZEI

Military Equipment and Technologies Researches Agency

Center for Navy Scientific Research and Innovation

Această lucrare prezintă aspecte legate de utilizarea navelor de cercetare. În zilele noastre, utilizarea unei nave de cercetare este folosită cu succes la diverse studii științifice din domeniul maritim. În articol sunt prezentate cele mai importante nave de cercetare din istorie: HMS Endeavor, Belgica și Calypso. Navele de cercetare sunt utilizate în diverse domenii: hidrografic, pescuit, arheologie, militar, biologie, etc. Datorită misiunilor diverse, navele de cercetare multidisciplinare pot să realizeze mai multe activități specifice. De altfel, navele de cercetare moderne au laboratoare proprii în care lucrează cercetători autorizați. Mai mult, pe navele pentru cercetare multidisciplinară se pregătesc studenți de la universitățile de profil maritim. Ultimele nave de cercetare moderne prezentate în lucrare sunt Simon Stevin (Belgia) și Roger Rovelle (SUA).

1. Introducere

Una dintre primele nave de cercetare s-a numit „Endeavor”. Aceasta navă a aparținut Marinei Militare Britanice iar comandantul acestei nave de cercetare a fost James Cook. Nava Endeavor care a fost construită în anul 1764. Ea plecat în prima misiune în anul 1769 spre Australia și Noua Zeelandă, principala misiune a navei HMS Endeavor fiind de cartografiere, Fig. 1.

This paper presents aspects related to the use of research vessels. Nowadays, the use of a research ship is used successfully in various scientific studies in the maritime field. The article present the most important research vessel in history: HMS Endeavour, Belgica and Calypso. Research ships are used in various fields: hydrographic, fishing, archaeology, military, biology, etc. Due to their diverse missions, multirole research vessels can perform several specific activities. Moreover, modern research ships have their own laboratories where licensed researcher work. Furthermore, studies of maritime universities are being prepared on multidisciplinary research ships. The latest ships modern researchers presented in the paper are Simon Stevin (Belgium) and Roger Rovelle (USA).

1. Introduction

One the first research vessel was called „Endeavor”.

This ship belonged to the British Navy and the captain of this reserach ship was James Cook. The ship Endeavor was built in 1764. It left in first mission in 1769 to Australia and New Zealand. The main mission of HMS Endeavor being of mapping, Fig. 1.

O altă navă de cercetare care a făcut istorie a fost Belgica. De altfel, Belgica a fost o navă cu aburi. Construcția acesteia a fost finalizată în anul 1884 la Svelvik (Norvegia), Fig. 2.



Fig. 1 Nava HMS Endeavor/
Fig. 1 HMS Endeavor vessel

Fig. 2 Nava Belgica/
Fig. 2 Belgica vessel



Caracteristicile tehnice ale navei Belgica sunt prezentate în figura de mai jos, Tabelul 1.

| Caracteristici tehnice | Valori | Unit |
|------------------------|--------|-------|
| Tonaj | 263 | tone |
| Lungime | 35,97 | metri |
| Lațime | 7,62 | metri |
| Înălțime | 4,11 | metri |

Nava Belgica a fost într-un voiaj dedicat activității de cercetare în Antarctica (1897-1899). În echipa de cercetare de pe nava Belgica au participat doi cercetători celebri: Roald Amundsen și Emil Racoviță.

Caracteristicile tehnice ale navei Calypso sunt prezentate în figura de mai jos, Tabelul 2.

| Caracteristici tehnice | Valori | Unitate de măsură |
|--------------------------------|--------|-------------------|
| Tonaj | 294 | t |
| Lungime | 43 | m |
| Lățime | 7,60 | m |
| Pescaj | 3.00 | m |
| Puterea motorului (8 cilindri) | 4360 | kW |
| Viteza | 10 | noduri |

Cea mai cunoscută navă de cercetare din lume a fost de departe nava Calypso, navă de cercetare franceză condusă de celebrul comandant Jacques-Yves Cousteau, [1].

Another research vessel that made history was „Belgica”. Besides, the Belgica was a steamship. Its construction was completed in 1884 in Svevilvik (Norway), Fig. 2.

Technical characteristics of the Belgica ship are shown in the figure below, Tab. 1.

| Technical characteristics | Values | Measurement units |
|---------------------------|--------|-------------------|
| Tonnage | 263 | tons |
| Length | 35.97 | meters |
| Beam | 7.62 | meters |
| Height | 4.11 | meters |

The ship Belgica was on a voyage dedicated to Antarctic reserach (1897-1899). Two famous researchers participated in the research team on the ship Belgica: Roald admunsen and Emil Racovita.

Technical characteristics of the Calypso ship are shown in the figure below, Tab. 2.

| Tehnicl characteristics | Values | Measurement units |
|------------------------------|--------|-------------------|
| Tonnage | 294 | tons |
| Lenth | 43 | meters |
| Beam | 7.60 | meters |
| Draft | 3.00 | meters |
| Installed power (8-cylinder) | 4360 | kW |
| Speed | 10 | knots |

The most famous reserach vessel in the world was by far the Calypso, a french research vessel comanded by the famous Commander Jacques-Yves Cousteau, [1].

Nava Calypso a executat misiuni de explorare științifică în domeniul maritim de aproape jumătate de veac, Fig. 3.

The ship Calypso performed scientific exploration missions in the maritime field almost half a century, Fig. 3.



Fig. 3. Nava Calypso/ Fig. 3. Calypso vessel

2. Studiul unei nave de cercetare

Navele de cercetare îndeplinesc misiuni științifice diversificate și în același timp complexe. Prin urmare, cele mai importante misiuni pe mare realizate cu navele de cercetare sunt în următoarele domenii: biologie marină, offshore, hidrologie, arheologie și militar, Fig. 4.

2. Study of research vessel

The research vessel fulfill diverse and at the same time complex scientific missions.

Therefore, the most important missions at the sea carried out with research vessels are in the following fields: marine biology, offshore, hydrology, archeology and military, Fig. 4.

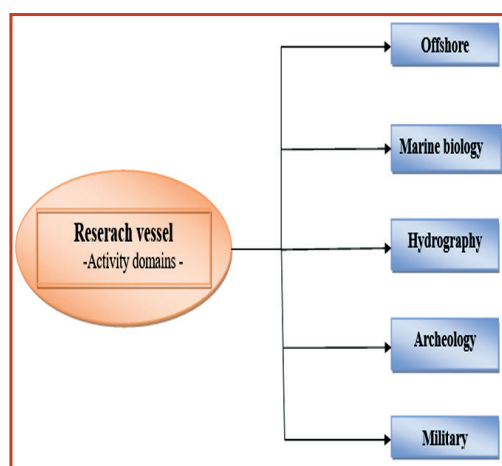


Fig. 4 Principalele domenii de activitate ale navelor de cercetare/
Fig. 4 The main areas of activity for research vessel

Navele de cercetare sunt folosite în misiuni științifice desfășurate pe ape interioare (lacuri, fluvii, etc.), mări sau oceane, [2].

În funcție de misiunile pe care le îndeplinesc și mediul în care își desfășoară activitatea, navele de cercetare pot fi de mai multe tipuri:

- Navă de cercetare hidrografică. De altfel, este navă concepută pentru a efectua inspecții hidrografice (ex. Cpt. Cdor. Alexandru Catuneanu).

- Navă de cercetare în domeniul pescuitului. Aceste nave sunt dotate cu instalații capabile să tragă diferite tipuri de plase de pescuit, să colecteze plancton sau probe de apă de la o gamă largă de adâncimi și să transporte echipamente acustice de găsire a peștilor (ex. Steaua De Mare 1).

The research vessels are used in scientific missions carried out on inland waters (lakes, rivers, etc.), seas or oceans, [2].

Depending on the missions, they perform and the environment in which they operate, research ships can be of several types:

- Hydrographic reserarch vessel. Otherwise, it is a vessel designed to carry out hydrographic inspections, (ex. Cpt. Cdor. Alexandru Catuneanu).

- Fisheries research vessel. These vesels are equipped with facilities capable of pulling types of fishing nets, collecting plankton or water samples from a wide range of depths and carrying acoustic fish-finding (ex. Steaua De Mare 1).

• Navă oceanografică. Nava efectuează cercetări asupra caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale apei din mare sau ocean (ex. Mare Nigrum)

• Navă de cercetare fluvială și costieră. Nava este specializată în studiul acvaculturii și calității apei din zona fluvială și costieră (ex. Istros).

După cum se observă, scopul principal în care nava își desfășoară misiunea se determină dimensiunile și implicit deplasamentul acestuia:

• Deplasamentul navei (D) → masa reală a unei nave de cercetare, care se determină cu relația:

$$D = V \cdot \rho \quad (1)$$

Unde:

V – volumul carenei.

ρ – densitatea apei în care plutește nava de cercetare.

• Deplasamentul navei goale (light displacement) D_o → greutatea navei de cercetare la ieșirea din șantier dar fără rezerve de: combustibil, apă, echipaj, provizii, ulei, etc

• Deplasamentul de plină încărcare (D_f) → greutatea unei nave de cercetare până la linia de plutire împreună cu rezerve de combustibil, apă, provizii, ulei, etc.

• Deadweightul (D_w) → capacitatea utilă de încărcare a navei:

$$D_w = D_f - D_o \quad (2)$$

• Deplasamentul net (D_{wn}) → greutatea mărfii (ex. pești, piese arheologice, etc.) care poate fi încărcată pe nava de cercetare și se determină cu relația:

$$D_{wn} = D_{wb} - G_r \quad (3)$$

În care G_r reprezintă toate greutatețile de la bordul navei (instalații, apă, ulei, combustibil, etc.) fără marfă, [3].

Navele de cercetare în misiuni de cercetare folosește instalații speciale pentru a ridica sau manipula diverse echipamente de cercetare (ex. sonar, magnetometru, ROV, un cadru, vinciuri, macarale, etc), Fig. 5.

• Oceanographic vessel. The ship carries out research on the physical, chemical and biological characteristics of sea or ocean water (ex. Mare Nigrum).

• River and coastal research vessel. The ship is specialized in the study of aquaculture and water quality in the fluvial and coastal area (ex. Istros).

As can be seen, the main purpose in which the ship carries determines the dimensions and implicitly the displacement of this ship:

• Ship's displacement (D) → actual mass of a research vessel, which is determined with the relationship:

Where:

V – volume of the hull.

ρ – density of the water on which the reserach vessel floats.

• Light displacement (D_o) – the weight of thw research vessel when leaving the shipyard but without reserves of: fuel, water, crew, provisions, oil, etc.

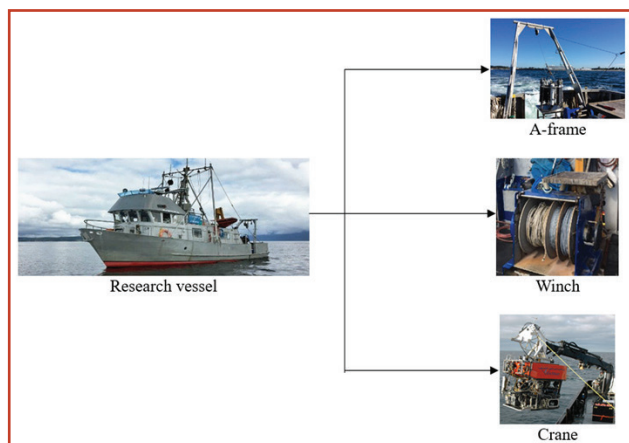
• Full load displacement (D_f) – the weight of a research ship to the waterline both with reseerves of: fuel, water, provisions, oil, etc.

• Deadweightul (D_w) → useful load capacity of the vessel:

Net displacement (D_{wn}) → the weight of the goods (ex. fish, archaeological pieces, etc.) that can be loaded on the research vesel ans is determined with the relationship:

Where G_r represents all the weights on board the ship (ex. installations, water, oil, fuel, etc.) without goods, [3].

Research vessels on reserach missions use spevcial rigs to lift or handle various research equipments (ex. sonar, magnetometers, ROV, A-frame, winches, cranes, etc.), Fig. 5.



**Fig. 5 Instalațiile navei de cercetare/
Fig. 6 Research vessel – types of ship accidents**

În proiectarea acestor nave se ia în calcul și probabilitatea unor accidente navale, [4].

Accidentele care pot să apară la navele de cercetare sunt: coliziunea (27%), eșuarea (11%), foc sau explozii (15%) și altele (47%), Fig. 6.

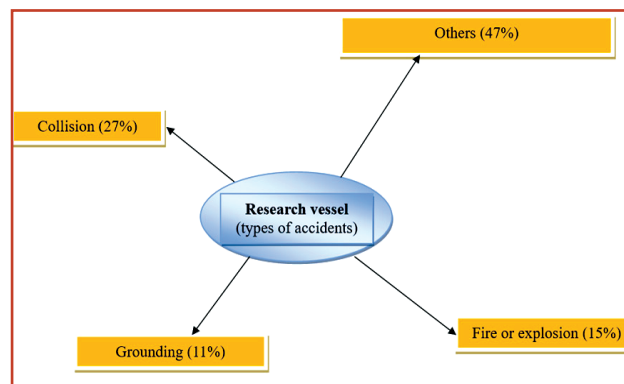
În ultimul sfert de secol, navele de cercetare științifică multidisciplinară s-au dezvoltat constant. Aceste nave pot îndeplini mai multe misiuni: biologie marină, oceanografie, geofizică, etc. De altfel, valoarea medie a unei nave de cercetare poate începe de la 12 milioane euro în funcție de deplasament și echipamente.

O navă modernă pentru cercetare științifică multidisciplinară este Simon Stevin din Belgia, [5]. Nava de cercetare științifică multidisciplinară poartă numele unui mare cercetător flamand din Belgia (matematician, fizician și inginer militar) care a trăit în perioada 1548 – 1620.

De obicei pe această navă se pot îmbarca 10 cercetători pentru misiuni de cercetare sau 20 de studenți pentru practică de specialitate pe mare. De regulă, nava Simon Steven este ancorată în portul Ostende din Belgia, Fig. 6.

O altă navă de cercetare modernă este nava Roger Revelle. Această navă este construită în SUA și aparține Institutului de Oceanografie Scripps de la Universitatea California din 1996, Fig. 8.

Nava Roger Revelle poartă numele unui om de știință și savant care a studiat încălzirea globală atropică precum și mișcarea plăcilor tectonice ale Pământului.



**Fig. 6 Navă de cercetare – tipuri de accidente navale/
Fig. 5 Instalațiile de reserach vessel**

In the design of these ships, the probability of naval accidents is also taken into account, [4].

Accidents that can appear at research vessel are: collision (27%), grounding (11%), fire or explosion (15%) and others (47%), Fig. 6.

In the last quarter of a century, multidisciplinary scientific research vessels have been constantly developing. These ships can perform several missions: marine biology, oceanography, geophysics, etc.

Moreover, the average value of a research vessel can start from 12 million euros depending on displacement and equipment.

A multirole research vessel is generally used for hydrographic research, training students from universities profile navigation, testing modern technologies that are applied in navigation.

A modern ship for multidisciplinary scientific research is Simon Stevin from Belgium, [5].

The ship for multidisciplinary scientific research is named after a great Flemish from Belgium researcher (mathematician, physicist and military engineer) who lived between 1548 and 1620. Usually, on this ship can take 10 researchers on research missions or 20 students for practice at sea. The Simon Steven vessel is ordinarily anchored in the port of Ostend from Belgium, Fig. 7.

Another modern research vessel featured in the article is the Roger Rovellet ship. This vessel is built in the USA and belongs to the Scripps Institution Oceanography from the University of California since 1996, Fig. 8.



Fig. 7 Simon Stevin – navă de cercetare multidisciplinară/
Fig. 7 Simon Stevin – multidisciplinary research ship

Caracteristicile tehnice ale navei Roger Revelle sunt prezentate în tabelul de mai jos, Tabelul 3.

Tab. 2. Echipajul navei Roger Revelle este format din 22 marinari și poate să transporte până la 37 de cercetători.

| Caracteristici tehnice | Valori | Unitate de măsură |
|--------------------------------|--------|-------------------|
| Tonaj | 3180 | t |
| Lungime | 84.4 | m |
| Lățime | 16 | m |
| Pescaj | 5.2 | m |
| Puterea motorului (8 cilindri) | 4478 | kW |
| Viteza | 21.7 | noduri |

Concluzii

Datorită complexității și specificului domeniului marin unele nave de cercetare sunt dotate cu laboratoare performante. În aceste laboratoare, cercetătorii pot obține rezultate eficiente și rapide, la fața locului.

Navele de cercetare sunt dotate cu echipamente și instalații speciale pentru:

- Monitorizarea stocurilor de pește.
- Studii hidro-acustice.
- Studii seismice.
- Studii biologice, fizice și chimice.

Mai mult, navele de cercetare moderne sunt dotate din proiectare cu o punte adaptată pentru manipularea de: ROV (vehicul acționat de la distanță), AUV (vehicul subacvatic autonom), geamanduri, ancore, etc.



Fig. 8 Roger Revelle – navă de cercetare oceanografică/
Fig. 8 Roger Revelle – oceanographic research vessel

The ship Roger Revelle is named after a scientist and scholar who studied anthropogenic global warming, as well as the movement of Earth's tectonic plates. Technical characteristics of the Roger Revelle are shown in the table below, **Tab. 2. The Roger Revelle vessel has a crew of 22 sailors and can carry up to 37 researchers.**

| Tehnic characteristics | Values | Measurement units |
|------------------------------|--------|-------------------|
| Tonnage | 3180 | tons |
| Length | 84.4 | meters |
| Beam | 16 | meters |
| Draft | 5.2 | meters |
| Installed power (8-cylinder) | 4478 | kW |
| Speed | 21.7 | knots |

Conclusions

Because of complexity and specificity of the marine field, some research ships are equipped with high performance laboratories. In these laboratories, researchers can obtain efficient and fast results on the ground.

Some research vessels are equipped with special equipment and installation for:

- Monitoring of fish stocks.
- Hydro-acoustic studies.
- Seismic studies.
- Biological, physical and chemical studies.

Furthermore, the modern vessels are designed with an adapted deck for handling: ROV (remotely operated vehicle), AUV (autonomous underwater vehicle), buoys, anchors, etc.

Navele de acest tip aparțin în cea mai mare parte institutelor de cercetare sau universităților maritime. În viitor, datorită proiectelor de cercetare din domeniul maritim tot mai complexe, navele se vor dezvolta în direcția unor acțiuni eficiente cu capacitate mobilă de adaptare la misiuni care respectă protecția mediului.

The ships of this type for the most part belong to research institutes or maritime universities.

In the future, thanks to increasingly complex maritime research projects, the ships will develop in the direction of efficient actions with mobile capacity to adapt to missions that respect the protection of the environment.

Bibliografie/References

[1] Cupsa, O. S., ASPECTS OF THE MARITIME TRANSPORT EVOLUTION DURING THE MIDDLE AGES, Constanta Maritime University Annals, vol. 12, issue 16, pp. 25-27, 2011.

[2] Stanca, C., Ancuta, C., Acomi, N., Andrei, N., Assessment of current criteria for dynamic stability of container vessels, ModRech International Conference – Modern Technologies in Industrial Engineering IV, IOP Conf. Series: Material Science and Engineering, doi: 10.1088/1757-899X/145/8/082022, 2016.

[3] Dragan, C., COMPETIVITY ASPECTS ON ROMANIAN MARITIME TRANSPORTS. Constanta Maritime Annals, Issue 17, vol. 13, 2012.

[4] Badara, N., Cristea, O., AIS MONITORING OF DANUBE DELTA AND DANUBE-BLACK SEA NAVIGATION ROUTE, “Mircea cel Batran” Naval Academy Scientific Bulletin, vol. 15, issue 1, 2012.

[5] Volintiru, O.N., Scurtu, I.C., Stefanescu, T.M., Modeling and optimization of HVAC system for special ships, Journal of physics: Conference Series, doi: 10.1088/1742-6596/1122/1/012004, 2018.

REȚELE DE DATE FMN ȘI IOT – APLICAȚII ÎN DOMENIUL MILITAR

Lt.ing. Denisa Petrașcu

Mr.ing. Anca Daniela Stoica

Slt.ing. Mariana Lazăr

Inginer Alina Plăpămaru

Inginer Dragoș Dogaru

Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare

Centrul de cercetare și inovare pentru tehnologii informaționale și comunicații

FMN AND IOT DATA NETWORKS – MILITARY APPLICATIONS

Lt.eng. Denisa Petrașcu

Mr.eng. Anca Daniela Stoica

2nd Lt.eng. Mariana Lazăr

Engineer Alina Plăpămaru

Engineer Dragoș Dogaru

Military Equipment and Technologies Research Agency

Research and Innovation Center for Information Technology and Communications

În acest articol sunt prezentate, pe scurt, informații despre sistemele și rețelele de comunicații militare modern – FMN (Federated Mission Networking) și IoT (Internet of Things), cu rol vital în asigurarea securității și apărării naționale într-un context geo-politic regional și global caracterizat de instabilitate și conflicte militare. În cadrul articolului sunt prezentate inclusiv aspectele problematice foarte complexe referitoare la asigurarea protecției fizice și informaționale a rețelelor; în condițiile creșterii și diversificării continue a vulnerabilităților și amenințărilor interne și/sau externe.

1. Introducere

Realizarea de capacități pentru dezvoltarea, operarea și reziliența rețelelor de comunicații militare reprezintă o prioritate la nivelul fiecărui stat membru NATO/UE. În domeniul apărării și securității militare, acestea trebuie să asigure:

- Comandă și control (C2): Sistemele de comunicații le permit comandanților să emită ordine, să primească rapoarte și să ia decizii informate în timp real.
- Conștientizarea situației: Informațiile în timp util și exacte sunt vitale pentru ca forțele militare să aibă o înțelegere clară a mediului operațional. Sistemele de comunicare facilitează schimbul

This article presents information about modern military communication systems and networks - FMN (Federated Mission Networking) and IoT (Internet of Things), with a vital role in ensuring national security and defense in a regional and global geopolitical context characterized by instability and military conflicts. The article also presents the aspects of the very complex issue related to ensuring the physical and informational protection of networks, in the conditions of the continuous growth and diversification of vulnerabilities and internal and/or external threats.

1. Introduction

Achieving capabilities for the development, operation and resilience of military communications networks is a priority at the level of each NATO/EU member state. In the field of defense and military security, they must ensure:

- Command and Control (C2): Communications systems allow commanders to issue orders, receive reports and make informed decisions in real time.
- Situational Awareness: Timely and accurate information is vital for military forces to have a clear understanding of the operational environment.

de informații cu privire la pozițiile inamice, mișcările și alte informații relevante, contribuind la îmbunătățirea conștientizării situației.

- Coordonare și colaborare: operațiunile militare implică adesea mai multe ramuri ale forțelor armate, precum și parteneri de coaliție. Sistemele de comunicare permit coordonarea și colaborarea fără întreruperi între diferite unități, asigurându-se că acestea lucrează împreună eficient pentru a atinge obiective comune.
- Comunicații tactice: Pe câmpul de luptă, comunicarea rapidă și sigură este esențială pentru coordonarea manevrelor tactice, cum ar fi mișcările trupelor, recunoașterea și angajarea cu inamicul.
- Securitate și criptare: comunicațiile militare trebuie să fie foarte sigure pentru a preveni accesul neautorizat și interceptarea de către potențiali adversari.
- Reziliență și redundanță: sistemele de comunicații militare sunt proiectate pentru a fi robuste și rezistente, capabile să funcționeze chiar și în medii ostile (război electronic)
- Comunicații strategice: include transmiterea deciziilor de politică, mesaje diplomatice și menținerea unei poziții descurajatoare. Comunicarea strategică poate influența percepțiile și acțiunile atât ale aliaților, cât și ale potențialilor adversari.
- Logistica și suport: logistica militară se bazează în mare măsură pe comunicarea eficientă pentru transportul personalului, echipamentelor și proviziilor. Sistemele de comunicații ajută la gestionarea lanțurilor de aprovizionare, la coordonarea transportului și la sprijinirea aspectelor logistice ale operațiunilor militare.
- Răspuns în situații de urgență și managementul crizelor: Forțele militare sunt adesea implicate în eforturile de ajutor în caz de dezastre și de răspuns la situații de urgență.

Rețelele militare reprezintă principalele elemente de exercitare a comenzii și controlului la toate nivelele ierarhice ale armatei, începând

Communication systems facilitate the exchange of information on enemy positions, movements and other relevant information, helping to improve situational awareness.

- Coordination and Collaboration: Military operations often involve multiple branches of the armed forces as well as coalition partners. Communication systems enable seamless coordination and collaboration between different units, ensuring that they work together effectively to achieve common goals.
- Tactical Communications: On the battlefield, fast and secure communications are essential for coordinating tactical maneuvers such as troop movements, reconnaissance, and engagement with the enemy.
- Security and Encryption: Military communications must be highly secure to prevent unauthorized access and interception by potential adversaries.
- Resilience and redundancy: military communications systems are designed to be robust and resilient, capable of operating even in hostile environments (electronic warfare).
- Strategic communications: includes conveying policy decisions, diplomatic messages, and maintaining a discouraging posture. Strategic communication can influence the perceptions and actions of both allies and potential adversaries.
- Logistics and Support: Military logistics relies heavily on effective communication to transport personnel, equipment, and supplies. Communications systems help manage supply chains, coordinate transportation, and support the logistical aspects of military operations.
- Emergency Response and Crisis Management: Military forces are often involved in disaster relief and emergency response efforts.

Military networks represent the main elements of exercising command and control at all hierarchical levels of the military, starting

de la nivel tactic până la nivel strategic. În contextual actual, unul din cele mai importante elemente în cadrul acestor sisteme de comunicații și informatică este asigurarea interoperabilității între statele care fac parte din Organizația Tratatului de Nord.

2. FMN (Federated Mission Networking)

Federated Mission Networking (FMN) este o inițiativă semnificativă pentru a ajuta asigurarea interoperabilității și eficacității operaționale a Organizației Tratatului Atlanticului de Nord, este o contribuție cheie la Inițiativa Forțelor conectate, ajutând forțele aliate și parteneri să comunice, să formeze și să opereze mai bine împreună. În contextul FMN, o federație este o asociație în care fiecare parte interesată își păstrează controlul asupra propriilor capacități, în timp ce acceptă și respectă cerințele stabilite în acorduri pre-negociate și convenite într-un mod colectiv. FMN este o abordare strategică a rețelelor militare care își propune să stimuleze colaborarea și interoperabilitatea între diferite entități militare care participă la operațiuni comune și de coaliție. Scopul final este de a îmbunătăți eficacitatea și eficiența misiunilor militare prin facilitarea comunicării fără întreruperi și a schimbului de informații între forțe diverse și dispersate geografic.

Conceptul FMN presupune scenarii în care comandantul unei operațiuni efectuează eficient procese end-to-end și împărtășește informații într-un mediu de coaliție. Această abilitate este activată printr-o înțelegere comună a modului în care sunt descrise acele procese și prin accesul la informații partajate și sigure. Comandantul trebuie să fie capabil să comunice intenția și direcția până la nivel tactic și să furnizeze rapoarte și recomandări până la nivel strategic. Informațiile trebuie să fie disponibile în întreaga forță a coaliției în orice scenariu operațional previzibil. Implementarea FMN reflectă o lecție clară învățată: experiența operațională a demonstrat că o rețea de misiune federată este cel mai bun mijloc de a crea acest mediu comun de partajare a datelor și informațiilor la nivelul întregii misiuni. Capacitatea de a genera instanțe de rețea de misiuni federate este, prin urmare, o capacitate cheie, esențială pentru NATO, națiunile membre

from the tactical level to the strategic level. In the current context, one of the most important elements within these communications and IT systems is ensuring interoperability between the states that are part of the Northern Treaty Organization.

2. FMN (Federated Mission Networking)

Federated Mission Networking (FMN) is a significant initiative to help ensure the interoperability and operational effectiveness of the North Atlantic Treaty Organization, it is a key contributor to the Connected Forces Initiative, helping allied and partner forces to communicate, train and operate together. In the FMN context, a federation is an association where each stakeholder retains control over its own capabilities while accepting and complying with requirements set out in pre-negotiated and collectively agreed upon agreements. FMN is a strategic approach to military networks that aims to foster collaboration and interoperability between different military entities participating in joint and coalition operations. The ultimate goal is to improve the effectiveness and efficiency of military missions by facilitating seamless communication and information sharing between diverse and geographically dispersed forces.

The FMN concept envisions scenarios where the commander of an operation effectively performs end-to-end processes and shares information in a coalition environment. This ability is enabled by a shared understanding of how those processes are described and access to shared and secure information. The commander must be able to communicate intent and direction down to the tactical level and provide reports and recommendations up to the strategic level. The information must be available across the coalition force in any foreseeable operational scenario. The FMN implementation reflects a clear lesson learned: operational experience has shown that a federated mission network is the best means of creating this common mission-wide data and information sharing environment. The ability to spawn federated mission network instances is therefore a key capability essential to NATO,

NATO și/sau entitățile non-NATO care participă la operațiuni. Federated Mission Networking propune ca rețelele de misiune să fie:

- Mai simple, prin reducerea numărului de opțiuni de alăturare;
- Mai robuste, prin eliminarea necesității unui nucleu centralizat și prin introducerea peeringului redundant (TACOMS);
- Mai rapide la configurare, prin furnizarea de soluții de șabloane disponibile;
- Mai ușor de gestionat, prin utilizarea practicilor comune și interoperabile de management al serviciilor IT;
- Mai flexibile, prin faptul că nu trebuie să depindă de un singur nucleu;
- Capabile să partajeze informații cu alte entități, prin introducerea etichetării datelor;
- Mai eficiente din punct de vedere al costurilor, permițând furnizarea încrucișată a serviciilor între participanții la rețeaua misiunii.

Pentru a facilita colaborarea și coordonarea între „Afiliații FMN”, NATO a fost de acord să găzduiască un Secretariat FMN care este compus din ofițeri de legătură din fiecare „Afiliat FMN”. Secretariatul FMN coordonează activitățile a cinci grupuri de lucru care abordează cerințele operaționale și de securitate, planificarea capacităților și dezvoltarea specificațiilor, asigurarea și validarea interoperabilității și coordonarea implementării schimbărilor. Grupurile de lucru își transmit produsele unui grup de management FMN pentru revizuire și livrare către organele de guvernare naționale sau organizaționale respective pentru examinare, acceptare și implementare.

Conceptul FMN a identificat șase obiective care conduc cerințele operaționale pentru aproape toate rețelele de misiune:

- Comunicare fără întreruperi de la om la om în întreaga forță;
- O singură vedere a spațiului de luptă din Rețeaua Misiunii;
- Furnizarea la timp a unei rețele de misiune;
- Furnizarea de date consecvente, sigure, precise și fiabile ale misiunii;
- Capacitățile comunității de interese (COI) care se aliniază cu cerințele misiunii;

NATO member nations and/or non-NATO entities participating in operations. Federated Mission Networking proposes that mission networks be:

- Simpler, by reducing the number of joining options;
- More robust, by eliminating the need for a centralized core and by introducing redundant peering (TACOMS);
- Faster to set up by providing readily available template solutions;
- Easier to manage, by using common and interoperable IT service management practices;
- More flexible, in that it does not have to depend on a single core;
- Able to share information with other entities, by introducing data tagging;
- More cost-effective by enabling cross-provision of services between mission network participants.

To facilitate collaboration and coordination between “FMN Affiliates”, NATO has agreed to host an FMN Secretariat that is composed of liaison officers from each “FMN Affiliate”. The FMN Secretariat coordinates the activities of five working groups that address operational and security requirements, capability planning and specification development, ensuring and validating interoperability, and coordinating change implementation. Working groups submit their products to an FMN management group for review and delivery to their respective national or organizational governing bodies for review, acceptance and implementation.

The FMN concept identified six objectives that drive the operational requirements for almost all mission networks:

- Seamless human-to-human communication throughout the force;
- A single view of the battlespace in the Mission Network;
- Timely provision of a mission network;
- Providing consistent, secure, accurate and reliable mission data;
- Community of Interest (COI) capabilities that align with mission requirements;
- Well-trained staff who can support an

- Personal bine instruit care poate susține un ciclu de decizie eficient și poate profita din plin de sistemele furnizate.

FMN definește patru tipuri diferite de medii:

- Mediu de antrenament colectiv (CTE) pentru pregătirea forțelor înainte a unei misiuni;
- Mediu de verificare și validare (VVE) pentru testarea oricăror modificări ale procedurilor, aplicațiilor și serviciilor;
- Mediul de planificare a operațiunilor (OPE) pentru sprijinirea planificării colaborative a participanților la coalitiție, care se desfășoară înainte de desfășurare;
- Mediul de execuție a misiunii (MEE) acoperă desfășurarea efectivă și instanțierea unei rețele de misiune federată pentru a sprijini o anumită operațiune.

Planul de implementare FMN al NATO a identificat necesitatea stabilirii unei abordări în firul misiunii pentru a oferi un context coerent pentru interoperabilitate, instruire, planificare și activități de misiune pentru a spori eficacitatea operațiunilor viitoare și pentru a informa implementarea FMN. Drept urmare, comandamentele strategice ale NATO au produs un concept de capstone al misiunii NATO. Implementarea acestui concept va avea un impact asupra dezvoltării Doctrinei, Organizației, Instruirii și Standardelor și necesită contribuții și participarea comunității operaționale.

3. IOT (Internet of Things)

Tehnologia Internet of Things (IoT) este o rețea globală de dispozitive inteligente interconectate cu scopul de a colecta date prin intermediul unor procese inteligente. Această tehnologie este adoptată de multe industrii și întreprinderi pentru a simplifica, îmbunătăți și automatiza diferite procese. IoT reprezintă convergența mai multor domenii interdisciplinare.

Tehnologia IoT are potențialul de a îmbunătăți dramatic diverse aspecte ale capacităților militare și de apărare.

Creșterea explozivă a tehnologiei din sectorul comercial care exploatează convergența cloud computingului, comunicații mobile, colectarea datelor senzorilor rețelele și inteligența artificială este a provocare majoră pentru armată. De aici apare un nou concept, încă neexploatat, numit Internet of Battlefield Things (IoBT).

effective decision cycle and take full advantage of the systems provided.

The FMN defines four different types of media:

- Collective Training Environment (CTE) to prepare forces before a mission;
- Verification and Validation Environment (VVE) for testing any changes to procedures, applications and services;
- Operations Planning Environment (OPE) to support coalition participants' collaborative pre-deployment planning;
- The Mission Execution Environment (MEE) covers the actual deployment and instantiation of a federated mission network to support a specific operation.

NATO's FMN Implementation Plan identified the need to establish a mission-thread approach to provide a coherent context for interoperability, training, planning and mission activities to enhance the effectiveness of future operations and inform FMN implementation. As a result, NATO's strategic commands produced a capstone concept of the NATO mission. Implementation of this concept will impact the development of Doctrine, Organization, Training and Standards and requires input and participation from the operational community.

3. IOT (Internet of Things)

The Internet of Things (IoT) technology is a global network of intelligent devices interconnected with the purpose of collecting data through intelligent processes. This technology is being adopted by many industries and businesses to simplify, improve and automate various processes. IoT represents the convergence of several interdisciplinary fields.

IoT technology has the potential to dramatically improve various aspects of military and defense capabilities. The explosive growth of technologies in the commercial sector exploiting the convergence of cloud computing, mobile communications, sensor data collection, networks and artificial intelligence is a major challenge for the military. From here comes a new, as yet unexploited concept called the Internet of Battlefield Things (IoBT).

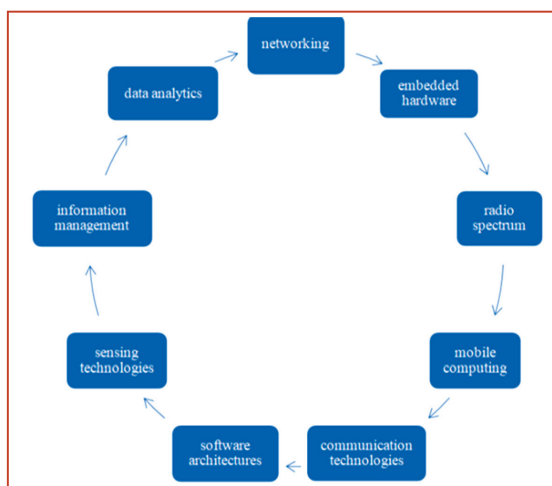


Fig. 1 Internet of Things – Domenii interdisciplinare/ Fig. 1 Internet of Things – Interdisciplinary fields

Obiectivul principal al Internet of Battlefield Things (IoBT) se dorește a fi conștientizare situațională a câmpului de luptă folosind o rețea de senzori și dispozitive analitice interconectate.

Internet of Military Things (IoMT) sau Internet of Battlefield Things (IoBT) este o clasă de Internet of Things (IoT) pentru operațiuni moderne de luptă și război inteligent, cu rol în colectarea și transferarea datelor prin internet pentru a realiza o gamă largă de activități, într-un mod mai eficient și mai informat. Succesul acestei inițiative masive IoT depinde, desigur, de capacitatea de a colecta și stoca volume uriașe de date de streaming de la mii de surse în timp real. O provocare mult mai mare, este de fapt înțelegerea tuturor acestor informații instantanee și transmiterea rezultatelor luptătorilor suficient de repede încât să le poată folosi în avantajul lor.

Principalele obstacolele tehnice specifice utilizării dispozitivelor/tehnologiilor IoT se referă la:

- Fuzionarea, integrarea și partajarea unor volume uriașe de date IoT în flux generate de dispozitive aflate în zone militare izolate cu zeci de formate de date și rețele de comunicații diferite. În mod ideal, scopul este un singur format de date și un singur depozit de date care poate fi procesat rapid.
- Alegerea unei rețele comune cu lățime de bandă mare și cu latență redusă care să servească drept țesut conjunctiv între dispozitivele militare IoT și mediile de procesare edge și cloud și AI. Există numeroase posibilități, inclusiv prin satelit

The primary objective of the Internet of Battlefield Things (IoBT) is intended to be situational awareness of the battlefield using a network of interconnected sensors and analytical devices.

The Internet of Military Things (IoMT) or Internet of Battlefield Things (IoBT) is a class of Internet of Things (IoT) for modern combat operations and intelligent warfare, with a role in the collection and transfer of data over the Internet to achieve a wide range of activities, in a more efficient and informed way. The success of this massive IoT initiative, of course, depends on the ability to collect and store huge volumes of streaming data from thousands of sources in real time. A much bigger challenge is actually making sense of all this instantaneous information and getting the results to fighters fast enough that they can use it to their advantage.

The main technical obstacles specific to the use of IoT devices/technologies refer to:

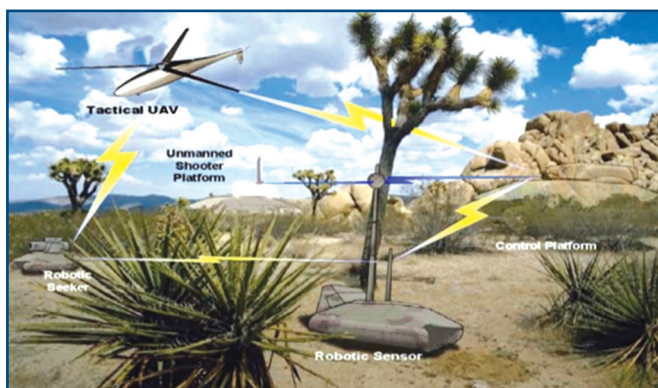
- Merging, integrating and sharing huge volumes of streaming IoT data generated by devices in isolated military areas with dozens of different data formats and communication networks. Ideally, the goal is a single data format and a single data store that can be processed quickly.
- Choosing a common high-bandwidth, low-latency network to serve as the connective tissue between military IoT devices and edge and cloud and AI processing environments. There are many possibilities, including satellite and

și soluții specializate de rețea militară proprietară, dar 5G este imaginat de mulți ca eventuala soluție de țesut conjunctiv.

- Împărțirea inteligentă a procesării și stocării datelor între un mediu centralizat masiv scalabil, cum ar fi cloud-ul, atunci când este fezabil, și sisteme cu performanțe rapide situate la marginea rețelei.
- Stocarea, comunicațiile, sincronizarea și procesarea de date rezistente la marginea rețelei, chiar și în locații îndepărtate sau în momente în care nu există capacități tradiționale de comunicare, cum ar fi 5G, disponibile, adesea timp de săptămâni.
- Prevenirea, detectarea și remedierea atacurilor cibernetice etanșe pentru toate aceste comunicații și stocare de date.

Dispozitivele IoT ar putea fi utilizate pe scară largă în diverse programe de pregătire a personalului militar în modul de luptă virtuală.

Toate dispozitivele tehnice care vor fi în funcțiune vor trebui conectate la un sistem comun, începând cu senzorul UAV și terminând cu un dispozitiv portabil în muniția soldatului. Se presupune că integrarea în rețeaua globală va oferi comandanților posibilitatea de a lua rapid decizii cu privire la desfășurarea acțiunilor ofensive, defensive și de altă natură în teatrul de operații.



*Fig. 3 Conectarea militarilor cu tehnologii inteligente/
Fig. 3 Connecting the military with smart technologies*

specialized proprietary military network solutions, but 5G is envisioned by many as the eventual connective tissue solution.

- Intelligent data processing and storage between a massively scalable centralized environment, such as the cloud, when feasible, and fast-performing systems located at the edge of the network.
- Resilient data storage, communications, synchronization and processing at the edge of the network, even in remote locations or at times when traditional communications capabilities such as 5G are not available, often for weeks at a time.
- Tight cyberattack prevention, detection and remediation for all such communications and data storage.

IoT devices could be widely used in various training programs for military personnel in virtual combat mode.

All technical devices that will be in operation will have to be connected to a common system, starting with the UAV sensor and ending with a portable device in the soldier's ammunition. It is assumed that integration into the global network will provide commanders with the ability to quickly make decisions about the conduct of offensive, defensive and other actions in the theater of operations.

*Fig. 2 Rețea de senzori și dispozitive analitice/
Fig. 2 Sensor and analytical devices network*



3.1. Funcționalități IoBT în Apărare

Apărarea este într-o continuă dezvoltare, folosind senzori avansați, drone de supraveghere și recunoaștere, conversații prin satelit, investind substanțial în tehnologii mobile, împreună cu mobilitatea tactică pentru războinici. Principalele funcționalități ale IoT pentru apărare sunt prezentate în figura de mai jos.

3.1. IoBT functionalities in Defence

Defense is in constant development, using advanced sensors, surveillance and reconnaissance drones, satellite conversations, investing substantially in mobile technologies, along with tactical mobility for warfighters.

The main functionalities of IoT for defense are shown in the figure below.

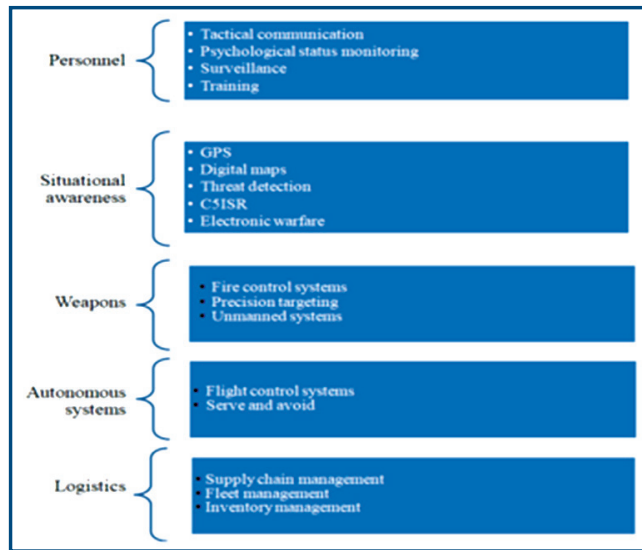


Fig. 4 Funcționalități IoT/ Fig. 4 IoT Functionalities

Dispozitivele inteligente încorporate în corpul soldaților ar putea oferi informații pentru viitoarele sisteme C5ISR. În consecință, sistemele C5ISR vor putea folosi fluxuri de date de la milioane de senzori montați atât pe soldați cât și pe o varietate de platforme, sateliți de supraveghere, UAV-uri (vehicule aeriene fără pilot), pentru a oferi o conștientizare a situației detaliată.

În lumea modernă, operațiunile militare devin din ce în ce mai complexe și mai imprevizibile. Utilizarea IoT poate ajuta personalul militar și de apărare să ia măsuri adecvate în medii din ce în ce mai presurizate.

Smart devices embedded in soldiers' bodies could provide information for future C5ISR systems. Therefore, C5ISR systems will be able to use data streams from millions of sensors mounted both on soldiers and on a variety of platforms, surveillance satellites, UAVs (unmanned aerial vehicles), to provide detailed situational awareness. In the modern world, military operations are becoming more and more complex and unpredictable.

The use of IoT can help military and defense personnel take appropriate action in increasingly pressurized environments.

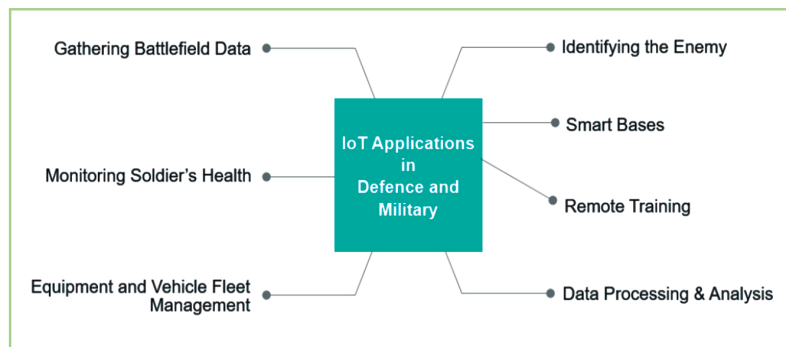


Fig. 5 Aplicații IoT în domeniul militar/ Fig. 5 IoT applications in the military field

Cele mai importante aplicații ale IoT în apărare sunt:

- Colectarea datelor din câmpul de luptă;
- Monitorizarea stării de sănătate a soldaților;
- Managementul flotei de vehicule și a echipamentelor;
- Identificarea inamicului;
- Baze militare inteligente;
- Antrenament la distanță;
- Procesarea și analiza datelor.

3.2. Colectarea datelor din câmpul de luptă

IoT permite forțelor armate să supravegheze câmpul de luptă cu drone aeriene fără pilot care sunt echipate cu camere și senzori. Aceste drone pot captura imagini live, pot urmări peisajul și locația inamicilor și pot transmite date în timp real către centrul de comandă. Cu ajutorul acestor date, ofițerii pot fi cu ochii pe câmpul de luptă și pot lua decizii informate în timp util.

3.3. Monitorizarea stării de sănătate a soldaților

O altă aplicație a tehnologiei IoT în apărare și armată este cunoașterea stării de sănătate a unui soldat. Acest lucru se realizează prin plasarea de senzori în hainele soldaților pentru a urmări sau a monitoriza central sănătatea lor fizică și mentală. Senzorii pot monitoriza ritmul cardiac, temperatura corpului și distribuția termică, precum și unele atribute comportamentale, cum ar fi modelele de vorbire. Datele cu privire la modificarea stării de sănătate a soldaților pot fi partajate medicilor în timp real, astfel încât aceștia să se poată aproviziona în avans cu suplimentele sau echipamentele medicale necesare, în funcție de nevoile soldaților.

3.4. Managementul flotei de vehicule și a echipamentelor

Întreținerea regulată a vehiculelor militare și transportul eficient al muniției și al trupelor sunt importante pentru o operațiune militară de succes. Prin intermediul tehnologiei IoT se poate realiza urmărirea proviziilor de la sursă până acolo unde sunt necesare pe câmpul de luptă.

Încorporarea senzorilor în vehiculele militare poate ajuta la urmărirea locației acestora, a nivelului combustibilului, a nivelului de deteriorare, a stării motorului și a altor parametri cruciali. Urmărirea inteligentă a transportului militar permite flotelor militare să identifice rapid

The most important applications of IoT in defense are:

- Collecting data from the battlefield;
- Monitoring the health of soldiers;
- Vehicle and equipment fleet management;
- Identification of the enemy;
- Intelligent military bases;
- Remote training;
- Data processing and analysis.

3.2. Collecting data from the battlefield

IoT enables the military to survey the battlefield with unmanned aerial drones that are equipped with cameras and sensors. These drones can capture live images, track the landscape and location of enemies, and transmit real-time data to the command center. With the help of this data, officers can keep an eye on the battlefield and make informed decisions in a timely manner.

3.3. Monitoring the health of soldiers

Another application of IoT technology in defense and military is knowing the health status of a soldier. This is done by placing sensors in soldiers' clothing to centrally track or monitor their physical and mental health. Sensors can monitor heart rate, body temperature and thermal distribution, as well as some behavioral attributes such as speech patterns. Data on the changing health status of soldiers can be shared with doctors in real time so that they can pre-stock necessary supplements or medical equipment based on the needs of the soldiers.

3.4. Vehicle and Equipment Fleet Management

Regular maintenance of military vehicles and efficient transport of ammunition and troops are important for a successful military operation. Through IoT technology, supplies can be tracked from the source to where they are needed on the battlefield.

Embedding sensors in military vehicles can help track their location, fuel level, damage level, engine condition and other crucial parameters. Intelligent military transportation tracking enables military fleets to quickly identify existing problems and implement solutions,

problemele existente și să implementeze soluții, lucru care ajută la reducerea costurilor de transport și la reducerea eforturilor operaționale umane.

În mod similar, integrarea senzorilor în arme, muniție și echipamente fără pilot, poate ajuta soldații să știe când să reîncarce, echipamentele fără echipaj putând fi urmărite și monitorizate în timpul spionajului și supravegherii terenurilor inamice. Senzorii de mișcare, senzorii acustici, etc pot monitoriza personalul în timpul pregătirii sau antrenamentelor și pot transmite date antrenorilor care îi pregătesc.

3.5. Centre acces

Amenințări precum intrarea inamicilor în baze militare cu legitimații furate sunt tot mai des întâlnite, de aceea senzorii IoT pot fi utili deoarece ei pot captura date biometrice cu scopul de a determina identitatea unei persoane și a găsi persoanele care pot reprezenta o amenințare.

3.6. Baze militare inteligente

Senzorii și dispozitivele IoT pot fi încorporați în bazele militare pentru a îmbunătăți eficiența, performanța și confortul bunurilor și serviciilor dintr-o bază militară. De asemenea, aceștia pot ajuta la gestionarea eficientă a resurselor, cum ar fi apa și electricitatea, cu scopul îmbunătățirii capacității și a producției bazelor militare.

3.7. Procesarea și analiza datelor

Informațiile colectate de IoT despre diverse domenii de apărare și militare, cum ar fi arme, avioane, flotă și trupe pot crește eficiența sistemelor lor de informații, supraveghere și recunoaștere. Datele obținute legate de aceste zone pot permite forțelor armate să identifice amenințările cheie rapid și cu mai multă acuratețe.

which helps reduce transportation costs and reduce operational human effort.

Similarly, integrating sensors into weapons, ammunition and unmanned equipment can help soldiers know when to reload, as unmanned equipment can be tracked and monitored during reconnaissance and surveillance of enemy terrain. Motion sensors, acoustic sensors, etc. can monitor personnel during training or transmit data to the coaches who train them.

3.5. Acces centers

Threats such as enemies entering military bases with stolen credentials are becoming more common, so IoT sensors can be useful as they can capture biometric data in order to determine a person's identity and find those who may pose a threat.

3.6. Smart military bases

IoT sensors and devices can be incorporated into military bases to improve the efficiency, performance, and convenience of goods and services on a military base. They can also help efficiently manage resources such as water and electricity to improve the capacity and production of military bases.

3.7. Data processing and analysis

The information collected by IoT about various defense and military domains such as weapons, aircraft, fleet and troops can increase the efficiency of their intelligence, surveillance and reconnaissance systems. The data obtained related to these areas can enable the armed forces to identify key threats quickly and with greater accuracy.



Figure 6. Procesarea și analiza datelor/ Fig. 6 Data processing and analysis

Odată cu creșterea amenințărilor, utilizarea IoT în armată și apărare a devenit o necesitate. Integrarea IoT în infrastructurile militare existente poate duce la creșterea eficienței acestora și la reducerea semnificativă a pierderilor în luptă.

4. CONCLUZII

După cum s-a arătat în capitolele precedente, se dovedește faptul că atât FMN, cât și IoT sunt rețele importante în realizarea comunicațiilor militare datorită caracteristicilor specifice fiecăreia.

Federated Mission Networking (FMN) este un concept de rețea care ajută la asigurarea interoperabilității și eficacității operaționale ajutând forțele aliate și parteneri să comunice, să formeze și să opereze mai bine împreună. De asemenea, FMN este o asociație în care fiecare parte interesată își păstrează controlul asupra propriilor capacități și afaceri, în timp ce acceptă și respectă cerințele stabilite în acorduri pre-negociate și convenite într-un mod colectiv, scopul acesteia fiind de a sprijini comanda, control, comunicațiile, supraveghere și recunoaștere (C4ISR) și luarea deciziilor în operațiuni, permițând o instanțiere rapidă a rețelelor misiunii.

Tehnologia Internet of Things (IoT) este o rețea globală cu scopul de a colecta date prin intermediul unor procese inteligente, având potențialul de a îmbunătăți dramatic diverse aspecte ale capacităților militare și de apărare prin aplicații precum recunoașterea tactică, managementul inteligent al resurselor, suportul logistic, monitorizarea inteligentă și războiul bazat pe rețea.

BIBLIOGRAFIE/REFERENCES

- Brannsten, Marianne Rustad; Johnsen, Frank T.; Bloebaum, Trude Hafsøe; Lund, Ketil. Toward federated mission networking in the tactical domain. IEEE Communications Magazine 2015 ;Volum 53.(10) s. 52-58
- <https://www.act.nato.int/activities/federated-mission-networking/>
- <https://securecommunications.airbus.com/en/meet-the-experts/maintaining-federated-mission-networking-compliance-for-deployable-forces>
- <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>
- <https://resources.pcb.cadence.com/blog/2022-the-future-of-iot-military-applications>

With the increase in threats, the use of IoT in military and defense has become a necessity. Integrating IoT into existing military infrastructures can increase their efficiency and significantly reduce combat losses.

4. CONCLUSIONS

As shown in the previous chapters, it is proven that both FMN and IoT are important networks in the realization of military communications due to the specific characteristics of each.

Federated Mission Networking (FMN) is a network concept that helps ensure interoperability and operational effectiveness by helping allied and partner forces better communicate, train and operate together. The FMN is also an association where each interested party retains control over its own capabilities and business, while accepting and complying with requirements set out in pre-negotiated and collectively agreed agreements, its purpose being to support the command, control, communications, surveillance and reconnaissance (C4ISR) and operational decision-making, enabling rapid instantiation of mission networks.

The Internet of Things (IoT) technology is a global network with the goal of collecting data through intelligent processes, having the potential to dramatically improve various aspects of military and defense capabilities through applications such as tactical reconnaissance, intelligent resource management, logistics support, intelligent surveillance and network-based warfare.

REȚELE MOBILE AD HOC DE COMUNICAȚII PENTRU APLICAȚII MILITARE

Lt.ing. Denisa Petrașcu
Mr.ing. Anca Daniela Stoica
Lt.ing. Marius Petrea
Slt.ing. Mariana Lazăr
Slt.ing. Gabriel Neacșu
Inginer Alina Plăpămaru

Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare
Centrul de cercetare și inovare pentru tehnologii informaționale și comunicații

AD HOC MOBILE COMMUNICATIONS NETWORKS FOR MILITARY APPLICATIONS

Lt.eng. Denisa Petrașcu
Mr.eng. Anca Daniela Stoica
Lt.eng. Marius Petrea
2nd lt. eng. Mariana Lazăr
2nd lt. eng. Gabriel Neacșu
Engineer Alina Plăpămaru

Military equipment and technologies research agency
Research and innovation center for information technology and communications

Pentru asigurarea serviciilor de comunicații și tehnologia informației marilor unități și unități, inclusiv celor care sunt puse la dispoziția NATO, a celor de sprijin, respectiv de generare/regenerare forțe, rețelele de comunicații militare trebuie să dezvolte suportul tehnic necesar pentru facilitarea interconectării cu elementele de infrastructură publice și comerciale, în toate zonele de interes, atât pe teritoriul național cât și în afara acestuia. Utilizarea rețelilor mobile ad hoc (MANET) în operațiunile militare este justificată de cerințe operaționale specifice provocărilor unice cu care se confruntă forțele militare. Natura dinamică și descentralizată a acestor rețele asigură acoperirea acestor nevoi în diferite scenarii operaționale. În cadrul acestui articol sunt prezentate, succint, principalele avantaje și dezavantaje ale utilizării MANET în domeniul militar, respectiv provocările curente necesare a fi depășite pentru a spori eficacitatea și fiabilitatea în condițiile mediului operațional militar.

In order to ensure the communication services and information technology of the large units and units, including those that are made available to NATO, those of support, respectively of generation/regeneration of forces, the military communication networks must develop the necessary technical support to facilitate the interconnection with the elements of public and commercial infrastructure, in all areas of interest, both on the national territory and outside it. The use of mobile ad hoc networks (MANETs) in military operations is justified by operational requirements specific to the unique challenges faced by military forces. The dynamic and decentralized nature of these networks ensures that these needs are covered in various operational scenarios. In this article, there are briefly presented the main advantages and disadvantages of using MANET in the military field, respectively the current challenges that need to be overcome in order to increase the effectiveness and reliability in the conditions of the military operational environment.

1. Introducere

Rețelele MANET sunt constituite din dispozitive wireless cu auto-configurare, care comunică între ele fără a se baza pe o infrastructură fixă sau pe o administrare centralizată sau dispozitive de suport standard, așa cum sunt necesare în rețelele tradiționale.

1. Introduction

MANETs are self-configuring wireless devices that communicate with each other without relying on fixed infrastructure or centralized management or standard support devices as required in traditional networks.

Într-o rețea MANET, fiecare dispozitiv, denumit nod, este capabil să comunice direct cu alte noduri și să transmită date pentru alte noduri din rețea. Varietatea caracteristicilor și tipologiilor MANET, împreună cu adaptabilitatea lor semnificativă la aplicația de utilizare, fac ca aceste tehnologii să fie deosebit de avantajoase atunci când sunt implementate în contexte critice. Principalele aplicații reprezintă răspunsul la scenarii în care infrastructura nu este fiabilă sau nu este disponibilă, cum ar fi operațiunile militare, răspunsul la dezastre, rețelele de senzori și calculul colaborativ în medii mobile. Cu toate acestea, natura dinamică și descentralizată a rețelelor MANET prezintă provocări în ceea ce privește rutarea, securitatea și gestionarea resurselor.

In a MANET network, each device, called a node, is able to communicate directly with other nodes and transmit data for other nodes in the network. The variety of MANET features and topologies, together with their significant adaptability to the application of use, make these technologies particularly advantageous when deployed in critical contexts. The main applications are responding to scenarios where infrastructure is unreliable or unavailable, such as military operations, disaster response, sensor networks, and collaborative computing in mobile environments. However, the dynamic and decentralized nature of MANETs presents challenges in terms of routing, security and resource management.

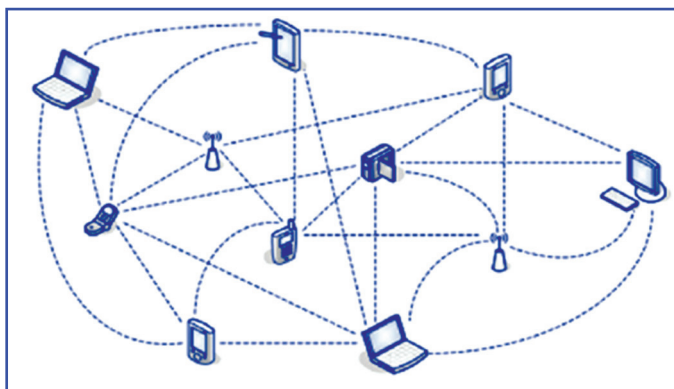


Fig. 1 Arhitectura de principiu a unei rețele MANET/ Fig. 1 The principle architecture of a MANET network

2 Principalele caracteristici ale rețelei MANET

Arhitectura unei rețele MANET este descentralizată și dinamică, reflectând natura sa ad-hoc, un exemplu de principiu fiind prezentat în figura nr.1. Aceasta nu se bazează pe infrastructura fixă, iar arhitectura este caracterizată de interacțiunile și comunicarea dintre nodurile mobile. Componentele cheie ale unei arhitecturi MANET sunt:

- **Noduri:** sunt dispozitivele sau entitățile individuale din rețea, cum ar fi laptopuri, smartphone-uri, senzori sau dispozitive militare. Acestea sunt de obicei mobile și au capacitatea de a comunica direct cu alte noduri din raza lor de comunicare radio.

- **Legăturile de comunicații (mediul de transmisie):** sunt conexiunile fără fir stabilite între noduri pentru schimbul de date. Legăturile pot fi formate și dizolvate dinamic pe baza proximității nodurilor. Nodurile aflate în raza

2. Main characteristics of the MANET network

The architecture of a MANET network is decentralized and dynamic, reflecting its ad-hoc nature, an example of the principle being presented in figure no.1.

It is not based on fixed infrastructure and the architecture is characterized by interactions and communication between mobile nodes. The key components of a MANET architecture are:

- **Nodes:** are the individual devices or entities in the network, such as laptops, smartphones, sensors or military devices. They are usually mobile and have the ability to communicate directly with other nodes within their radio communication range.

- **Communication links (transmission medium):** are the wireless connections established between nodes for data exchange. Links can be dynamically formed and dissolved

radio a celuilalt pot comunica direct, în timp ce nodurile aflate în raza de acțiune se pot baza pe noduri intermediare pentru a transmite mesaje.

- **Protocoale de rutare ad-hoc:** asigură determinarea căilor pe care ar trebui să le urmeze pachetele de date în absența unei infrastructuri fixe. Aceste protocoale stabilesc și actualizează dinamic rutele între noduri, ținând cont de schimbarea topologiei rețelei din cauza mobilității nodurilor.

- **Topologie de rețea:** aranjarea spațială a nodurilor și legăturile dintre ele la un moment dat. Aceasta este dinamică și se poate schimba rapid pe măsură ce nodurile se deplasează. Modificările de topologie sunt gestionate de protocoalele de rutare ad-hoc pentru a asigura o comunicare eficientă și fiabilă.

- **Configurație dinamică:** nodurile sunt responsabile pentru configurarea dinamică în rețea. Când un nod intră în rețea sau când topologia rețelei se modifică, nodurile trebuie să se adapteze configurându-și parametrii de comunicare și stabilind conexiuni.

- **Lipsa infrastructurii:** o rețea MANET funcționează fără a se baza pe infrastructura fixă, cum ar fi stațiile de bază sau punctele de acces. Toate nodurile din MANET au o importanță egală și nu există control centralizat. Nodurile colaborează pentru a forma și întreține rețeaua, făcând-o potrivită pentru scenarii în care infrastructura este limitată sau inexistentă.

- **Mecanisme de securitate:** asigură protecția la diverse amenințări, inclusiv interceptări, acces neautorizat și atacuri intenționate. Măsurile de securitate pot include sisteme de criptare, autentificare și detectare a intruziunilor pentru a asigura confidențialitatea și integritatea comunicării în rețea.

- **Managementul calității serviciilor (QoS):** implică mecanisme pentru a se asigura că rețeaua îndeplinește anumite criterii de performanță, cum ar fi lățimea de bandă, latența și fiabilitatea.

- **Gestionarea energiei:** este esențială în zonele cu noduri limitate de resurse, cum ar fi dispozitivele mobile cu durata limitată a bateriei. Nodurile pot implementa mecanisme de economisire a energiei pentru a conserva energia, iar protocoalele de rutare pot lua în considerare nivelurile de energie ale nodurilor atunci când stabilesc rute.

based on the proximity of nodes. Nodes in radio range of each other can communicate directly, while nodes in range can rely on intermediate nodes to transmit messages.

- **Ad-hoc routing protocols:** provide for determining the paths that data packets should follow in the absence of a fixed infrastructure. These protocols dynamically establish and update routes between nodes, taking into account changing network topology due to node mobility.

- **Network topology:** the spatial arrangement of nodes and the links between them at a given time. This is dynamic and can change rapidly as nodes move. Topology changes are handled by ad hoc routing protocols to ensure efficient and reliable communication.

- **Dynamic configuration:** Nodes are responsible for dynamic configuration in the network. When a node enters the network or when the network topology changes, the nodes must adapt by configuring their communication parameters and establishing connections.

- **Lack of infrastructure:** A MANET works without relying on fixed infrastructure such as base stations or access points. All nodes in MANET have equal importance and there is no centralized control. Nodes collaborate to form and maintain the network, making it suitable for scenarios where infrastructure is limited or non-existent.

- **Security mechanisms:** provide protection against various threats, including eavesdropping, unauthorized access and intentional attacks. Security measures may include encryption, authentication and intrusion detection systems to ensure the confidentiality and integrity of network communication.

- **Quality of service (QoS) management:** involves mechanisms to ensure that the network meets certain performance criteria such as bandwidth, latency and reliability.

- **Power management:** It is essential in areas with resource-constrained nodes, such as mobile devices with limited battery life. Nodes can implement energy-saving mechanisms to preserve energy, and routing protocols can consider the energy levels of nodes when establishing routes.

Arhitectura unui MANET este modelată de nevoia de flexibilitate, adaptabilitate și auto-organizare în absența unei infrastructuri fixe. Protocoalele de rutare ad-hoc și capacitatea nodurilor de a se configura și reconfigura dinamic sunt esențiale pentru funcționarea MANET-urilor. Arhitectura este într-o continuă evoluție pentru a aborda provocările generate de natura dinamică a nodurilor mobile și condițiile de comunicare în schimbare.

2.1. Avantaje

Utilizarea rețelelor MANET în aplicații militare este justificată de asigurarea următoarelor caracteristici tehnico-tactice:

- **Comunicații tactice flexibile:** În operațiunile militare, câmpul de luptă este adesea dinamic, iar infrastructura tradițională de comunicații poate să nu fie disponibilă sau poate fi ușor perturbată. Astfel de rețele permit forțelor militare să stabilească comunicații în mișcare, fără a se baza pe infrastructura fixă.

- **Implementare rapidă:** Forțele militare trebuie să se desfășoare rapid în diferite situații în funcție de misiuni și scenariile operaționale. Rețelele MANET permit desfășurarea rapidă a rețelelor de comunicații fără a fi nevoie de infrastructură preexistentă, aspect care le recomandă pentru scenarii în care configurarea unei rețele fixe necesită timp și resurse suplimentare.

- **Redundanță și robustețe:** MANET-urile oferă un nivel de redundanță în legăturile de comunicații. Dacă o legătură radio devine indisponibilă din cauza vizibilității radio, interferențelor sau acțiunilor inamicului, nodurile din rețea se pot reconfigura dinamic pentru a stabili rute alternative, asigurând o comunicare robustă și continuă.

- **Securitate:** Acestea fi proiectate cu caracteristici de securitate pentru a preveni interceptarea și accesul neautorizat. Capacitatea de a forma conexiuni ad-hoc permite unităților militare să comunice nedetectate, fără a se baza pe o infrastructură fixă previzibilă care ar putea fi vizată de adversari.

- **Scalabilitate:** MANET-urile se pot scala cu ușurință în funcție de dimensiunea și cerințele operațiunii militare. Acestea se pot adapta la numărul de noduri participante pentru a menține o comunicare eficientă.

- **Supraveghere și recunoaștere tactică:** Rețelele MANET pot asigura suportul pentru desfășurarea de vehicule aeriene fără pilot (UAV),

The architecture of a MANET is shaped by the need for flexibility, adaptability and self-organization in the absence of a fixed infrastructure. Ad-hoc routing protocols and the ability of nodes to dynamically configure and reconfigure themselves are essential to the operation of MANETs. The architecture is constantly evolving to address the challenges posed by the dynamic nature of mobile nodes and changing communication conditions.

2.1 MANET networks advantages

The use of MANET networks in military applications is justified by ensuring the following technical and tactical characteristics:

- **Flexible tactical communications:** In military operations, the battlefield is often dynamic and traditional communications infrastructure may not be available or may be easily disrupted. Such networks allow military forces to establish communications on the move without relying on fixed infrastructure.

- **Rapid Deployment:** Military forces need to deploy rapidly in various situations depending on missions and operational scenarios. MANETs enable rapid deployment of communications networks without the need for pre-existing infrastructure, which makes them recommended for scenarios where setting up a fixed network requires additional time and resources.

- **Redundancy and robustness:** MANETs provide a level of redundancy in communication links. If a radio link becomes unavailable due to radio visibility, interference, or enemy action, nodes in the network can dynamically reconfigure to establish alternate routes, ensuring robust and continuous communication.

- **Security:** These should be designed with security features to prevent interception and unauthorized access. The ability to form ad hoc connections allows military units to communicate undetected without relying on predictable fixed infrastructure that could be targeted by adversaries.

- **Scalability:** MANETs can easily scale according to the size and requirements of the military operation. They can adapt to the number of participating nodes to maintain efficient communication.

- **Tactical surveillance and reconnaissance:** MANETs can support the deployment of unmanned aerial vehicles (UAVs), ground sensors, and other surveillance devices. These

senzori de sol și alte dispozitive de supraveghere. Aceste dispozitive pot forma o rețea și pot partaja informații în timp real, pentru realizarea de imagini recunoscute în mediul operațional.

- **Comunicare de urgență:** În situațiile în care infrastructura tradițională de comunicații este deteriorată sau indisponibilă, cum ar fi în timpul dezastrelor naturale sau în zone îndepărtate, rețelele MANET pot constitui un mijloc de comunicare rapid și eficient.

- **Interoperabilitate:** Acestea pot asigura interoperabilitatea între diferite unități militare, inclusiv cele din diferite ramuri sau forțe aliate. Natura dinamică permite unităților să se integreze într-o rețea de comunicații comună.

2.2. Dezavantaje rețele MANET

În timp ce rețelele mobile ad hoc (MANET) oferă mai multe avantaje, ele vin și cu un set de provocări și dezavantaje. Iată câteva dintre principalele dezavantaje asociate în aplicațiile militare:

- **Securitatea informațiilor:** MANET sunt vulnerabile la diverse amenințări de securitate, inclusiv interceptarea datelor și atacuri intenționate. Securizarea comunicării într-un mediu descentralizat și dinamic reprezintă o provocare tehnică cu multiple abordări complexe și nevoi de resurse suplimentare.

- **Topologia dinamică:** Natura dinamică a topologiei rețelei, cu noduri care se deplasează și se alătură/părăsesc rețeaua, poate duce la schimbări frecvente ale rutelor. Acest lucru poate duce la o suprasarcină crescută pentru identificarea și întreținerea rutei.

- **Limitarea resurselor:** Multe dispozitive mobile dintr-un MANET au resurse limitate, cum ar fi autonomia bateriei, capacitățile de procesare și lățimea de bandă. Gestionarea eficientă a resurselor este crucială pentru a asigura performanța optimă a rețelei.

- **Asigurarea calității serviciului (QoS):** Atingerea și menținerea parametrilor de calitate a serviciului, cum ar fi comunicarea fiabilă și în timp util, poate fi o provocare în MANET-uri, în special în scenariile cu condiții variabile de rețea.

- **Rutarea:** Utilizarea protocoalelor de rutare ad-hoc pentru a stabili și menține rute într-un mediu dinamic poate introduce supraîncărcare în ceea ce privește mesajele de control și consumul de lățime de bandă.

- **Interferențe electromagnetice:** Mediul de comunicație fără fir din MANET-uri este susceptibil la interferențe și la atenuarea semnalului, în special în medii cu obstacole sau

devices can network and share real-time information to create recognizable images in the operational environment.

- **Emergency communication:** In situations where traditional communication infrastructure is damaged or unavailable, such as during natural disasters or in remote areas, MANETs can provide a fast and efficient means of communication.

- **Interoperability:** These can ensure interoperability between different military units, including those from different branches or allied forces. The dynamic nature allows units to integrate into a common communications network.

2.2 MANET networks disadvantages

While mobile ad hoc networks (MANETs) offer several advantages, they also come with a set of challenges and disadvantages. Here are some of the main disadvantages associated in military applications:

- **Information security:** MANETs are vulnerable to various security threats, including data interception and deliberate attacks. Securing communication in a decentralized and dynamic environment is a technical challenge with multiple complex approaches and additional resource needs.

- **Dynamic Topology:** The dynamic nature of network topology, with nodes moving and joining/leaving the network, can lead to frequent route changes. This can lead to an increased overhead for route identification and maintenance.

- **Information security:** MANETs are vulnerable to various security threats, including data interception and deliberate attacks. Securing communication in a decentralized and dynamic environment is a technical challenge with multiple complex approaches and additional resource needs.

- **Dynamic Topology:** The dynamic nature of network topology, with nodes moving and joining/leaving the network, can lead to frequent route changes. This can lead to an increased overhead for route identification and maintenance.

- **Resource limitation:** Many mobile devices in a MANET have limited resources such as battery life, processing capabilities, and bandwidth. Effective resource management is crucial to ensure optimal network performance.

- **Quality of Service (QoS) Assurance:** Achieving and maintaining quality of service parameters such as reliable and timely communication can be challenging in MANETs, especially in scenarios with variable network

condiții dure. Acest lucru poate afecta fiabilitatea legăturilor de comunicație.

- **Disponibilitatea:** domeniul de frecvențe asociat MANET este limitat, iar nodurile trebuie să fie în raza radio a celuilalt pentru comunicarea directă. Această limitare poate afecta conectivitatea generală a rețelei și simplitatea disponibilitatea acesteia.

- **Lipsa controlului centralizat:** absența controlului centralizat în MANET-uri face dificilă coordonarea activităților de rețea, aplicarea politicilor și gestionarea centrală a securității. Această descentralizare poate duce la dificultăți în gestionarea rețelei.

- **Protocoalele de rutare:** Alegerea protocolului de rutare depinde de caracteristicile specifice ale mediului. Unele protocoale pot fi mai potrivite pentru anumite scenarii, iar selectarea protocolului adecvat este esențială.

- **Mobilitate vs QoS:** mobilitatea nodurilor în MANET-uri poate duce la variații în puterea semnalului și conectivitate, provocând potențial fluctuații în calitatea serviciului. Acest lucru este deosebit de relevant în scenariile cu mobilitate mare a nodurilor.

- **Standardizare limitată:** rețelele MANET nu dispun de protocoale standardizate în general, iar absența unui standard universal acceptat poate împiedica interoperabilitatea între diferite rețele.

3 Tehnologii de rețele MANET

De-a lungul anilor, tehnologiile de comunicare ad-hoc au fost clasificate în diferite tipologii în funcție de scopul lor specific și configurație. Printre tipurile de rețele, există rețele ad-hoc pentru vehicule (VANET), rețele ad-hoc pentru vehicule inteligente (InVANET), servicii și protocol pentru rețele avansate (SPAN), rețele ad-hoc zburătoare (FANET) și Piconet.

- Rețelele VANET sunt tehnologii fără fir utilizate pentru comunicarea între vehiculele în mișcare și nodurile de pe marginea drumului. Datorită numărului tot mai mare de vehicule echipate cu tehnologii de calcul și dispozitive fără fir, comunicarea între vehicule devine un domeniu de standardizare și dezvoltare tehnologică în creștere. Rețeaua VANET acceptă multe aplicații, inclusiv difuzarea multi-hop pe distanțe mari, funcționează fără client moștenit și server de comunicații fix. Ca și într-un MANET clasic, fiecare vehicul echipat cu un dispozitiv VANET va fi un nod în ad-hoc și poate primi și

conditions.

- **Routing:** Using ad hoc routing protocols to establish and maintain routes in a dynamic environment can introduce overhead in terms of control messages and bandwidth consumption.

- **Electromagnetic interference:** The wireless communication environment in MANETs is susceptible to interference and signal attenuation, especially in environments with obstacles or harsh conditions. This can affect the reliability of communication links.

- **Availability:** the frequency range associated with MANET is limited and nodes must be within radio range of each other for direct communication. This limitation may affect the overall connectivity of the network and thereby its availability.

- **Lack of centralized control:** The absence of centralized control in MANETs makes it difficult to coordinate network activities, enforce policies, and centrally manage security. This decentralization can lead to difficulties in managing the network.

- **Routing protocols:** The choice of routing protocol depends on the specific characteristics of the environment. Some protocols may be better suited for certain scenarios, and selecting the appropriate protocol is critical.

- **Mobility vs QoS:** Node mobility in MANETs can lead to variations in signal strength and connectivity, potentially causing fluctuations in quality of service. This is particularly relevant in scenarios with high node mobility.

- **Limited standardization:** MANETs lack standardized protocols in general, and the absence of a universally accepted standard can hinder interoperability between different networks.

3. MANET Network Technologies

Over the years, ad hoc communication technologies have been classified into different typologies based on their specific purpose and configuration. Among the network types, there are vehicular ad hoc networks (VANET), intelligent vehicle ad hoc networks (InVANET), services and protocol for advanced networks (SPAN), flying ad hoc networks (FANET) and Piconet.

- VANETs are wireless technologies used for communication between moving vehicles and roadside nodes. Due to the increasing number of vehicles equipped with computing technologies and wireless devices, communication between vehicles is becoming an area of increasing standardization and technological development.

transmite mesajele altora prin intermediul rețelei wireless. Una dintre principalele diferențe dintre VANET și MANET este că rețeaua de vehicule tinde să se miște într-un mod mai organizat decât în nodurile MANET.

- Rețeaua InVANET: Rețelele inteligente de vehicule ad-hoc integrează mai multe tehnologii de rețea ad-hoc, de ex. Wifi, Bluetooth sau IRA pentru a crește nivelul de acuratețe al mesajului. Acest tip de tehnologie este integrat, de exemplu, în mașinile fără pilot pentru a le spori măsurile de siguranță integrate sau pentru a reacționa cel mai eficient la traficul orașului.

- SPAN-urile sunt tehnologii de comunicare esențiale care îmbunătățesc configurațiile Bluetooth sau Internet. Ele pot influența hardware-ul pentru a crea o rețea peer-to-peer fără a se baza pe rețelele celulare sau pe alte infrastructuri tradiționale, cum ar fi punctele de acces wireless. Spre deosebire de alte rețele, care lucrează într-o modalitate peer-to-peer, fiecare nod dintr-un SPAN se poate alătura și părăsi rețeaua în orice moment, fără a distruge rețeaua.

- FANET este rețeaua ad-hoc folosită pentru comunicațiile aeriene. Este format dintr-un grup de UAV-uri care comunică între ele fără a avea nevoie de un punct de acces. Totuși, diferit de dispozitivele MANET cu împământare, cel puțin un nod FANET trebuie conectat la un GCS sau satelit. Această tipologie de rețea diferă de varietatea MANET în concepere și design (conectivitate, calitatea serviciilor, tipuri de senzori, caracteristici de mișcare a nodurilor, livrarea datelor, descoperirea serviciilor etc.). Aceasta înseamnă că arhitectura MANET este folosită, dar adaptată la designul rețelei UAV.

- Piconet este o rețea ad-hoc care conectează grupuri de dispozitive fără fir folosind protocoale de tehnologie Bluetooth. În această rețea, dispozitivul principal, cunoscut sub numele de master, oferă modele de sincronizare pentru celelalte conectate (slave). Datorită arhitecturii sale bazate pe Bluetooth, piconetele sunt standarde wireless de rază scurtă introduse în medii cu rază largă.

4. Provocări și strategii de implementare

4.1. Evaluarea performanțelor

Caracteristicile de performanță în rețelele mobile ad hoc (MANET) pot varia în funcție de diverși factori precum protocolul de rutare, dimensiunea

VANET supports many applications, including long-distance multi-hop broadcasting, works without legacy client and fixed communication server. As in a classic MANET, each vehicle equipped with a VANET device will be a node in the ad-hoc and can receive and transmit messages to others via the wireless network. One of the main differences between VANETs and MANETs is that the network of vehicles tends to move in a more organized manner than in MANET nodes.

- InVANET network : Intelligent ad hoc vehicle networks integrate several ad hoc network technologies, e.g. Wifi, Bluetooth or IRA to increase the level of accuracy of the message. This type of technology is integrated, for example, in driverless cars to enhance their integrated safety measures or to react most efficiently to city traffic.

- SPANs are essential communication technologies that enhance Bluetooth or Internet configurations. They can leverage hardware to create a peer-to-peer network without relying on cellular networks or other traditional infrastructure such as wireless access points. Unlike other networks, which work in a peer-to-peer fashion, each node in a SPAN can join and leave the network at any time without destroying the network.

- FANET is the ad hoc network used for air communications. It consists of a group of UAVs that communicate with each other without needing an access point. However, unlike grounded MANET devices, at least one FANET node must be connected to a GCS or satellite. This network typology differs from the MANET variety in conception and design (connectivity, quality of service, sensor types, node movement characteristics, data delivery, service discovery, etc.). This means that the MANET architecture is used but adapted to the UAV network design.

- Piconet is an ad hoc network that connects groups of wireless devices using Bluetooth technology protocols. In this network, the primary device, known as the master, provides synchronization patterns for the other connected devices (slaves). Due to its Bluetooth-based architecture, piconets are short-range wireless standards introduced in wide-range environments.

4. Challenges and implementation strategies

1.1. Performance evaluation

Performance characteristics in mobile ad hoc networks (MANETs) can vary depending on various factors such as routing protocol, network size, mobility patterns, and environmental

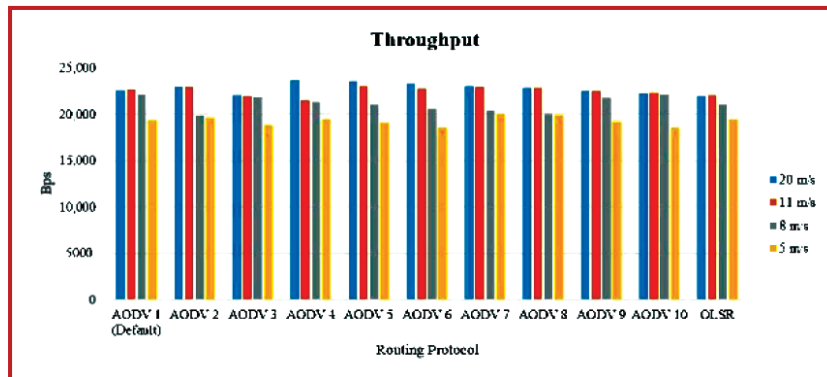


Fig. 2 Valori tipice ale throughput-ului unei rețele MANET, în funcție de protocolul de rutare (1)/
Fig. 2 Typical values of the throughput of a MANET network, depending on the routing protocol (1)

rețelei, modelele de mobilitate și condițiile de mediu. În continuare sunt prezentate valorile generale de performanță și caracteristici asociate:

- **Capacitatea (throughput):** măsoară cantitatea de date transferate cu succes prin rețea pe unitatea de timp. Valori tipice: poate varia de la câțiva kilo biți pe secundă (Kbps) la câțiva mega biți pe secundă (Mbps) (Exemplu în Figura nr.2).

- **Timpul de întârziere:** timpul necesar unui pachet pentru a călători de la sursă la destinație. Valori tipice: de la câteva milisecunde la câteva secunde, în funcție de topologia rețelei, dimensiunea acesteia și de protocoalele de rutare.

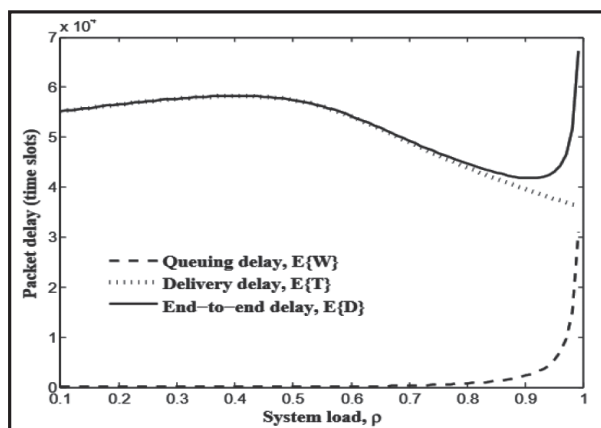


Figure 4 Valori tipice ale PDR, în funcție de protocolul de rutare (3)/
Fig. 4 Typical PDR values by routing protocol (3)

- **Rata de livrare a pachetelor (Packet Delivery Ratio):** PDR reprezintă raportul dintre pachetele livrate cu succes și numărul total de pachete trimise. Valori tipice: poate varia de la 70% la 90% sau mai mult, în funcție de factori precum mobilitatea, densitatea rețelei și eficiența protocolului.

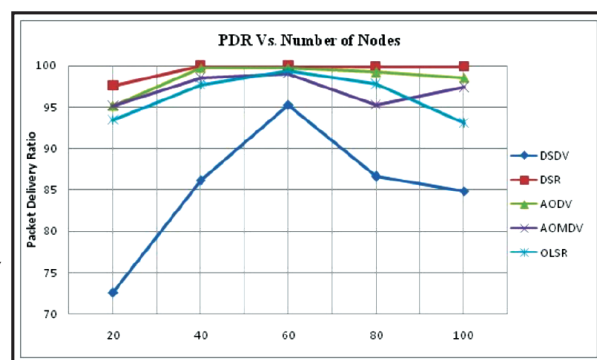
conditions. The general performance values and associated characteristics are presented below:

- **Capacity (throughput):** measures the amount of data successfully transferred over the network per unit of time. Typical values: can vary from several Kbps to several Mbps (Example in Figure no.2).

- **Delay time:** the time it takes a packet to travel from source to destination. Typical values: from a few milliseconds to a few seconds, depending on network topology, network size, and routing.

- **Packet Delivery Ratio:** PDR is

Fig. 3 Valori tipice ale timpului întârzierii al pachetului, în funcție de încărcarea rețelei (2)
Fig. 3 Typical values of packet delay time depending on network load (2)



the ratio of successfully delivered packets to the total number of packets sent. Typical values: Can vary from 70% to 90% or more, depending on factors such as mobility, network density, and protocol efficiency.

- **Routes control:** measure additional

- **Controlul rutelor:** măsoară datele suplimentare introduse de mesajele de control pentru descoperirea și întreținerea rutei. Valori tipice: overhead-ul specific este în intervalul de la 5% la 20% din totalul datelor transmise.

- **Durata de viață a rețelei:** reprezintă durata pe care o poate funcționa MANET înainte ca nodurile să înceapă să rămână fără energie. Valori tipice: este influențată de factori precum consumul de energie, densitatea nodurilor și mobilitatea și poate varia de la ore la câteva zile.

- **Rata de pierdere a pachetelor:** pachetelor cuantifică procentul de pachete care nu ajung la destinație. Valori tipice: ratele de pierdere a pachetelor în MANET-uri pot varia de la câteva procente la valori mai mari în scenarii cu mobilitate ridicată, interferență sau congestie în rețea.

- **Scalabilitate:** măsoară cât de bine funcționează rețeaua pe măsură ce crește numărul de noduri. Valori tipice: de la câteva zeci la sute de echipamente într-un areal geografic predefinit.

- **Consumul de energie:** măsoară consumul de energie al nodurilor din rețea. Valori tipice: poate varia mult în funcție de tipul de dispozitive utilizate, eficiența protocolului de rutare și încărcarea rețelei, fiind măsurat în miliwați-oră.

1.2. Strategii de implementare

Reducerea riscurilor asociate cu utilizarea rețelelor MANET în aplicațiile militare implică o combinație de soluții tehnologice, planificare strategică și considerații operaționale. În continuare sunt propuse câteva strategii pentru a aborda provocările cheie și pentru a îmbunătăți implementarea MANET-urilor în aplicații specifice domeniului militar:

- **Îmbunătățirea măsurilor de securitate:**
 - Implementarea de mecanisme de securitate robuste, inclusiv sisteme de criptare, autentificare și detectare a intruziunilor.

- Folosirea de protocole securizate de gestionare a cheilor.

- Dezvoltarea și implementarea de sisteme de detectare și prevenire a intruziunilor adaptate naturii dinamice a acestor rețele.

- **Optimizarea protocolului de rutare:**
 - Utilizarea protocolelor de rutare eficiente și adaptive concepute pentru MANET, luând în considerare factori precum mobilitatea nodurilor, topologia dinamică și scalabilitatea.

data introduced by control messages for route discovery and maintenance. Typical values: the specific overhead is in the range of 5% to 20% of the total data transmitted.

- **Network Lifetime:** This is how long the MANET can operate before nodes start to run out of power. Typical values: It is influenced by factors such as power consumption, node density and mobility and can vary from hours to days.

- **Packet loss rate:** Packets quantifies the percentage of packets that do not reach their destination. Typical values: Packet loss rates in MANETs can vary from a few percent to higher values in scenarios with high mobility, interference, or network congestion.

- **Scalability:** measures how well the network performs as the number of nodes increases. Typical values: from several tens to hundreds of devices in a predefined geographical area.

- **Energy consumption:** measures the energy consumption of the nodes in the network. Typical values: Can vary widely depending on the type of devices used, routing protocol efficiency and network load, measured in milliwatt-hours.

1.2. Implementation strategies

Reducing the risks associated with the use of MANETs in military applications involves a combination of technology solutions, strategic planning and operational considerations. Here are some strategies proposed to address the key challenges and improve the implementation of MANETs in military-specific applications:

- **Improving security measures:**
 - Implementation of robust security mechanisms, including encryption, authentication and intrusion detection systems.

- Using secure key management protocols.

- The development and implementation of intrusion detection and prevention systems adapted to the dynamic nature of these networks.

- **Routing protocol optimization:**
 - Using efficient and adaptive routing protocols designed for MANETs, taking into account factors such as node mobility, dynamic topology and scalability.

- Investigating the use of hybrid or

○ Investigarea utilizării protocoalelor de rutare hibride sau cu mai multe căi pentru a îmbunătăți fiabilitatea și rezistența la defecțiunile sau întreruperile nodurilor.

- **Managementul calității serviciului (QoS):**

○ Prioritizarea cerințelor QoS pe baza nevoilor specifice ale aplicațiilor militare.

○ Implementarea de mecanisme de rutare și de inginerie a traficului conștient de QoS pentru a asigura o comunicare fiabilă și în timp util pentru datele critice.

- **Managementul resurselor:**

○ Dezvoltarea de protocoale de comunicare eficiente din punct de vedere energetic și mecanisme de economisire a energiei pentru a prelungi durata de viață operațională a dispozitivelor alimentate cu baterii.

○ Implementarea de algoritmi pentru utilizarea eficientă a lățimii de bandă și optimizarea resurselor rețelei.

- **Atenuarea interferențelor și a atenuării semnalului:**

○ Utilizarea tehnicilor de modulație adaptivă și schemelor de codare pentru a face față diferitelor puteri ale semnalului.

○ Investigarea utilizarea antenelor direcționale pentru a reduce interferența și pentru a îmbunătăți fiabilitatea generală a legăturilor de comunicație.

- **Managementul mobilității:**

○ Folosirea modelelor de predicție a mobilității pentru a anticipa mișcările nodurilor și pentru a optimiza deciziile de rutare.

○ Implementarea de mecanisme de transfer adaptive pentru a asigura o comunicare fără întreruperi pe măsură ce nodurile se deplasează în rețea.

- **Planificarea rețelei:**

○ Proiectarea flexibilă, având în vedere gradul de scalabilitate, raport la creșterea potențială a numărului de noduri.

○ Analiza arhitecturilor ierarhice sau bazate pe cluster pentru a gestiona scalabilitatea în mod eficient.

- **Integrare/interoperabilitatea cu alte rețele:**

○ Dezvoltarea/utilizarea de protocoale și interfețe standardizate pentru a facilita interoperabilitatea cu alte rețele, inclusiv cu infrastructura fixă și rețelele prin satelit.

○ Implementarea de mecanisme de

multipath routing protocols to improve reliability and resilience to node failures or outages.

- **Quality of service (QoS) management:**

○ Prioritizing QoS requirements based on the specific needs of military applications.

○ Implementing QoS-aware routing and traffic engineering mechanisms to ensure reliable and timely communication of critical data.

- **Resources management:**

○ Developing energy-efficient communication protocols and energy-saving mechanisms to extend the operational lifetime of battery-powered devices.

○ Implementation of algorithms for efficient use of bandwidth and optimization of network resources.

- **Attenuation of interference and signal attenuation:**

○ Using adaptive modulation techniques and coding schemes to deal with different signal strengths.

○ Investigating the use of directional antennas to reduce interference and improve the overall reliability of communication links.

- **Mobility management:**

○ Using mobility prediction models to anticipate node movements and optimize routing decisions.

○ Implementing adaptive handoff mechanisms to ensure seamless communication as nodes move through the network

- **Network planning:**

○ Flexible design, considering the degree of scalability, relative to the potential increase in the number of nodes.

○ Analysis of hierarchical or cluster-based architectures to manage scalability effectively.

- **Integration/interoperability with other networks:**

○ Development/use of standardized protocols and interfaces to facilitate interoperability with other networks, including fixed infrastructure and satellite networks.

○ Implementation of seamless transfer mechanisms for transition between different types of networks.

○ Establishing communication and interoperability standards for joint military operations involving different categories and

transfer fără întreruperi pentru tranziția între diferite tipuri de rețele.

- Stabilirea de standarde de comunicare și interoperabilitate pentru operațiunile militare comune care implică diferite categorii și forțe aliate.

- **Acces dinamic la spectru:**

- Utilizarea tehnologiilor radio cognitive pentru a accesa adaptiv benzile de spectru disponibile.

- Implementare de strategii de gestionare a spectrului pentru a minimiza interferențele și pentru a optimiza utilizarea spectrului.

- **Instruire și educație:**

- Realizarea unor campanii de informare/instruire a personalului militar cu atribuții în domeniul planificării/implementării și autorizării de rețele radio militare cu privire la capacitățile și limitările rețelelor MANET.

- Participarea la exerciții și simulări pentru a evalua posibilitățile de utilizarea a rețelelor MANET în diverse scenarii operaționale.

5. Concluzii

Utilizarea rețelelor MANET în operațiunile militare este determinată de nevoia de flexibilitate, adaptabilitate și reziliență în sistemele de comunicații pentru a face față provocărilor războiului modern și a diverselor medii operaționale.

Implementarea rețelelor MANET în mediul militar nu este lipsită de provocări sau dezavantaje. Cele mai multe provocări din cadrul acestei tehnologii sunt legate de partea de proiectare și certificare/autorizare. De fapt, rețelele MANET moștenesc mai multe probleme prezente în rețelele radio wireless.

Abordarea acestor provocări necesită o abordare holistică care implică cercetarea continuă, dezvoltarea tehnologiei și colaborarea între organizațiile militare, instituțiile de cercetare și partenerii din industrie. Monitorizarea continuă a progreselor în tehnologiile de rețea, securitate și comunicații fără fir este esențială pentru optimizarea performanței oricărui sistem de comunicații cu utilizare în aplicațiile militare.

Rețelele mobile ad-hoc (MANET) reprezintă o alternativă eficientă la rețelele

allied forces.

- **Dynamic spectrum access:**

- Using cognitive radio technologies to adaptively access available spectrum bands.

- Implementation of spectrum management strategies to minimize interference and optimize spectrum use

- **Training and education:**

- Carrying out information/training campaigns for military personnel with attributions in the field of planning/implementation and authorization of military radio networks regarding the capabilities and limitations of MANET networks.

- Participation in exercises and simulations to evaluate the possibilities of using MANET networks in various operational scenarios.

5. Concluzii

The use of MANETs in military operations is driven by the need for flexibility, adaptability, and resilience in communications systems to meet the challenges of modern warfare and diverse operational environments.

Deploying MANET networks in the military environment is not without its challenges or drawbacks. Most of the challenges within this technology are related to the design and certification/authorization side. In fact, MANET networks inherit several problems present in wireless radio networks.

Addressing these challenges requires a holistic approach involving continuous research, technology development and collaboration between military organizations, research institutions and industry partners. Continuous monitoring of advances in networking, security, and wireless communications technologies is essential to optimizing the performance of any communications system for use in military applications.

Mobile ad hoc networks (MANETs) are an efficient alternative to traditional radio networks

radio tradiționale datorită funcționării lor fără nevoia de infrastructură, suportul oferit pentru comunicațiile în mișcare, implementare rapidă și natura descentralizată, ad-hoc. Un alt argument este legat de asigurarea scalabilității, adaptabilitatea la un număr flexibil de noduri și gradul de reziliență și robustețe în medii provocatoare, specifice operațiunilor militare sau situațiilor de urgență.

due to their infrastructure-free operation, support for communications on the move, rapid deployment, and decentralized, ad hoc nature. Another argument is related to ensuring scalability, adaptability to a flexible number of nodes and the degree of resilience and robustness in challenging environments, specific to military operations or emergency situations.

Referințe/References:

- (1) Performance Optimization of MANET Networks through Routing Protocol Analysis, T. Priyambodo, D. Wijayanto, M. Gitakarma, Journal Computers 2021, 10, <https://doi.org/10.3390/computers10010002>
- (2) End-to-end Delay in Two Hop Relay MANETs with Limited Buffer, J. Liu, Y. Xu, X. Jiang, 2015, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1509.06921>
- (3) Analysis of routing protocols for Ad Hoc Networks, R. Desai, B. Patil, 2014 International Conference on Circuits, DOI: 10.1109/CSCITA.2014.6839244

ASPECTE PRIVIND DIGITALIZAREA PROCESELOR DE MANAGEMENT AL RISCURILOR, GESTIONARE A CRIZELOR ȘI MANAGEMENT AL CONTINUITATII ACTIVITATII PENTRU CRESTEREA REZILIENȚEI INSTITUTIILOR

Drd. Dipl. Ing. Ec. Irina COICIU

Col. (rez.) Dr. Ing. Marin TANASE

ASPECTS REGARDING THE DIGITIZATION OF RISK MANAGEMENT PROCESSES, CRISIS MANAGEMENT AND BUSINESS CONTINUITY MANAGEMENT FOR INCREASING THE RESILIENCE OF INSTITUTIONS

Drd. Dipl. Ing. Ec. Irina COICIU

Col. (rez.) Dr. Ing. Marin TANASE

1. Introducere

În ultimii ani, în ciuda modificărilor în sens pozitiv către diversitatea modelelor de business, a modelelor de organizare a instituțiilor și a lanțurilor de aprovizionare, în special în urma declanșării pandemiei COVID-19, organizațiile și instituțiile continuă să înregistreze perturbări semnificative ale activității peste tot în lume. Pandemia a venit ca un șoc pentru modelele de business existente la momentul acela, generând deficiențe la nivel global, întâzieri și prețuri mai mari, în timp ce războiul din Ucraina a declanșat o criză a energiei, în special în Europa, având efecte semnificative asupra inflației și a altor indicatori economico-sociali [1].

Situațiile de urgență, crizele și dezastrele nu sunt anunțate în avans. Apar în mod neașteptat, iar efectele acestora sunt dificil de previzionat. Cu toate acestea, este necesar ca situațiile să fie gestionate ca o activitate specifică de management. Deși evenimentele cu efect perturbator asupra activității nu pot fi planificate, modul de gestionare a acestora este recomandat să fie planificat și organizat în avans, în felul acesta companiile din mediul business și instituțiile având posibilitatea de a minimiza efectele, îmbunătățind gradul de reziliență.

1. Introduction

In recent years, despite positive changes towards the diversity of business models, organization models and supply chains, especially following the outbreak of the COVID-19 pandemic, organizations and institutions continue to experience significant disruptions around the world.

The pandemic came as a shock to existing business models at the time, creating global shortages, delays and higher prices, while the war in Ukraine triggered an energy crisis, particularly in Europe, having significant effects on inflation and other economic-social indicators [1].

Emergency situations, crises and disasters are not announced in advance.

They appear unexpectedly and their effects are difficult to predict. However, these situations need to be managed as a specific management activity.

Although disruptive events cannot be planned, their management is recommended to be planned and organized in advance, in this way the companies and the institutions have the possibility to minimize the negative effects, improving their degree of resilience.

Pentru aceste preocupări la nivelul companiilor, dar și pentru instituții și alte organizații (denumite în continuare „instituții” sau „organizații”), există sistemul de Management al Continuității Activității (en: Business Continuity Management), pentru care standardul ISO 22301 oferă un cadru de implementare și gestionare a managementului continuității activității, cu focus asupra capacității organizațiilor de a gestiona incidentele perturbatoare ale activității [2]. Managementul Continuității Afacerii este un sistem de management, prin care se planifică și se organizează continuarea activității, pentru situația apariției unor incidente perturbatoare și declanșarea unor scenarii care pot genera oprirea activității [3]. Este un proces și un sistem de management prin intermediul căruia, înainte de orice alt obiectiv, instituțiile planifică și se pot pregăti ținând cont de posibilele dezastre și scenarii perturbatoare care pot avea ca efect diferite pierderi sau indisponibilitatea personalului [4]. Sistemul de Management al continuității în organizații a devenit o necesitate în contextul schimbărilor rapide și a unor multiple tipuri de incidente, respectiv apariția unor scenarii de risc care apar rapid și neașteptat și care se suprapun, de exemplu: pandemii, atacuri de tip cyber, blackout, schimbări climatice, etc..

Totodată, la nivelul organizațiilor, atunci când se materializează riscuri de întrerupere a activității prin activarea unor astfel de scenarii de risc, preocuparea este, pe de o parte, cum anume răspund organizațiile la aceste situații în care nu își pot continua activitatea, iar pe de alta, cum este gestionată criza internă care intervine. Astfel, intervine conceptul de Management al Crizei, până la restaurarea proceselor pentru reluarea activității [2]. Există numeroase scenarii care activează riscul de întrerupere a activității (en: Business Interruption). Acest risc este pe poziția a doua în 2 ani consecutivi în topul riscurilor de business pentru 2022 și 2023 la nivel global și pe poziția a treia în topul riscurilor de business în România pentru 2022 și respectiv pe poziția a cincea pentru 2023, conform Allianz Risk Barometer 2022 [5] și Allianz Risk Barometer 2023 [1]. Printre aceste scenarii de întrerupere a activității, se numără: pierderea totală sau parțială a datelor în urma unui atac cibernetic, indisponibilitatea infrastructurii IT din diverse motive, evenimente neprevăzute asupra echipei de management, blackout (pana majoră de electricitate), un nou scenariu pandemic, un

For these concerns at the company level, but also for institutions and other organizations (hereinafter referred to as “institutions” or “organizations”), there is the Business Continuity Management System, for which the ISO 22301 standard provides a framework for implementation and maintenance, with a focus on the ability of organizations to manage disruptive incidents of the activity [2]. Business Continuity Management is a management system by means of which the business continuity is planned and organized, for the case when disruptive incidents occur [3]. It is both a process and a management system by means of which, institutions can plan and can prepare for possible disasters and disruptive scenarios that may result in various losses or unavailability of personnel or other resources [4]. The Business Continuity Management System in organizations has become a necessity, considering the context of rapid changes and multiple types of incidents, namely the occurrence of overlapping risk scenarios that appear quickly and unexpectedly, for example: pandemics, cyber-attacks, blackouts, climate change, etc.

Also, when risks of interruption of activity materialize through the activation of such risk scenarios, the concern is, on the one hand, how the organizations respond to these situations in which they cannot continue their activity, and on the other - how the internal crisis is managed.

Thus, it's about the concept of Crisis Management, until the restoration of the processes for resuming the activity. [2] There are numerous scenarios that activate the risk of business interruption.

This risk is on the second position in 2 consecutive years in the top business risks for 2022 and 2023 globally and on the third position in the top business risks in Romania for 2022 and respectively on the 5th position for 2023, according to Allianz Risk Barometer 2022 [5] and Allianz Risk Barometer 2023 [1]. Among these business interruption scenarios, there are: total or partial loss of data following a cyber-attack, unavailability of the IT infrastructure from various reasons, unforeseen events regarding the management team, blackout, a new pandemic scenario, fire at the company headquarters, disturbances or interruptions of the activity of an outsourced service provider, etc. [2].

incendiu la sediul companiei, perturbări sau întreruperi ale activității unui furnizor de servicii externalizate etc [2].

În contextul mediului socio-economic-administrativ extrem de dinamic, în care numeroase provocări provin din suprapunerea rapidă și multiplă a diverselor amenințări și riscuri, sisteme cloud, precum creșterea atacurilor cibernetice, dar și cu crizele din plan politic și a conflictelor armate, cumulat cu tehnologiile noi precum Internet of Things (IoT), sisteme în cloud și inteligența artificială, devine din ce în ce mai dificilă gestionarea scenariilor de urgență și de criză, actualizarea și testarea planurilor de continuitate, asigurarea disponibilității resurselor și a timpilor de restaurare a proceselor fără a avea soluții informatice flexibile și performante care să susțină aceste procese de management al riscurilor, al crizelor, al continuității.

Implementarea sistemului de Management al Continuității Activității a devenit indispensabilă în organizații, luând în considerare cerințe reglementare, care sunt verificate și auditate pentru conformare de instituții dedicate raportat la domeniul de activitate. Totodată, oferă organizațiilor avantaje atât pentru activitatea proprie, cât și în raport cu ceilalți competitori, iar digitalizarea proceselor aferente soluționează numeroase din provocări, precum: accesul controlat la date, vizibilitate în timp real asupra datelor, actualizări automate a planurilor de continuitate, trasabilitate, acces la rapoarte și suport în procesele decizionale, facilitarea activităților la distanță și în sistem hibrid, optimizări de procese.

În cadrul acestei lucrări se prezintă în continuare următoarele secțiuni: aspecte generale privind cadrul de Management al continuității activității, aspecte privind utilizarea de soluții software managementul continuității activității și gestionarea crizelor, concluzii.

2. Aspecte generale privind cadrul de management al continuității activității

Managementul Continuității Activității este un sistem de management și presupune o abordare sistematică, orientată către procesele de afaceri ale unei organizații, pentru prevenirea și gestionarea evenimentelor critice. Obiectivul general al acestui sistem este, pe de o parte, de a asigura livrarea serviciilor oferite clienților/beneficiarilor și, pe de alta parte, de a asigura continuarea activității.

The dynamic socio-economic-administrative environment brings more challenges to the picture. In this environment, numerous challenges arise from the rapid and multiple overlapping threats and risks, the number of cyber-attacks increase, political crises and armed conflicts are in progress and upcoming, new technologies such as the Internet of Things (IoT), cloud systems and artificial intelligence are being used more widely. It becomes more and more difficult to manage the emergency and crisis situations, to update and test continuity plans, ensure the availability of resources and achieve the restoration deadlines for the processes, without having in place flexible and high-performance IT solutions to support these processes of risk, crisis and continuity management.

The implementation of the Business Continuity Management system has become indispensable in organizations, considering regulatory requirements, which are checked and audited for compliance by dedicated institutions related to the field of activity. At the same time, it offers organizations advantages both for their own activity as well as in relation to other competitors. The digitization of related processes solves many of the existent challenges, such as: controlled access to data, real-time visibility over data, automatic updates of continuity plans, traceability, access to reports and support in decision-making processes, facilitation of remote and hybrid system activities, process optimization.

Further on in this paper, the following sections are presented: General aspects regarding the Business Continuity Management framework, Aspects regarding the usage of business continuity management and crisis management software solutions, conclusions.

2. General aspects regarding the business continuity management framework

Business Continuity Management is a management system and it involves a systematic approach, oriented towards the business processes of an organization, for the prevention and management of critical events. The general objective of this system is, on the one hand, to ensure the delivery of services offered to clients/beneficiaries and, on the other hand, to ensure the continuation of the activity.

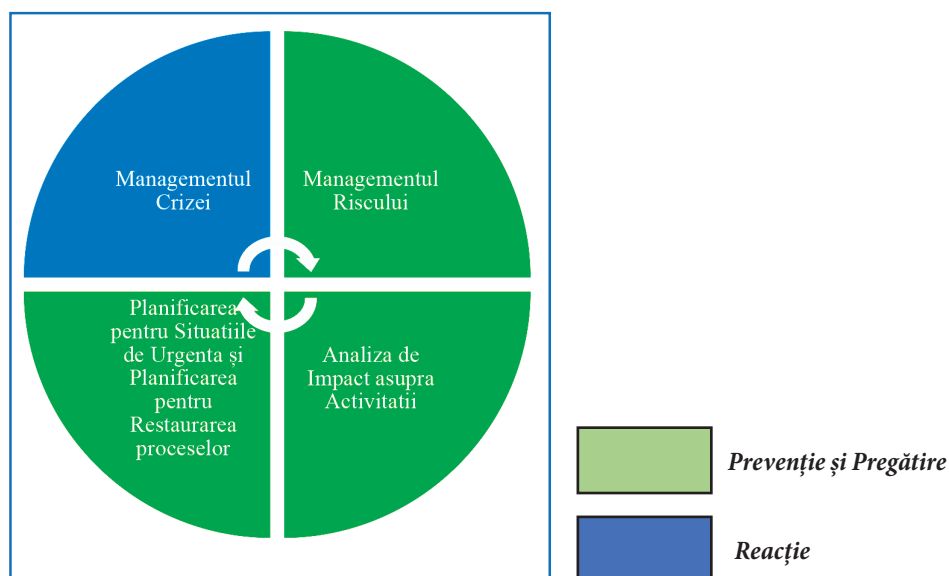


Fig. 1 – Cadru general de guvernare pentru Managementul Continuității Activității
Fig. 1 – General Governance framework for Business Continuity Management

În acest context, Managementul Continuității Activității reprezintă o strategie importantă pentru creșterea rezilienței organizațiilor.

Sistemul de Management al Continuității Activității la nivelul organizațiilor, așa cum este prezentat prin intermediul standardului ISO22301 [6], le facilitează acestora stabilirea măsurilor optime de a răspunde scenariului perturbator pentru restaurarea proceselor într-un timp cât mai scurt, sau stabilit/asumat, la costuri optime, reducerea impactului, antrenarea managementului și a echipelor care gestionează criza. Impactul pentru organizații poate fi pe diverse paliere, precum: reputațional, financiar, operațional etc, iar Sistemul de Management al Continuității Activității utilizează managementul riscului pentru a îmbunătăți siguranța și performanța operațională, dar și pentru a proteja resursele organizației (personal, clădiri și alte active etc.) pentru a putea funcționa. Totodată, sistemul permite organizațiilor să obțină și să mențină nivelul de disponibilitate al serviciilor stabilit sau respectiv asumat (de exemplu timp de recuperare de 2 ore, 4 ore, 24 ore, 72 ore, 1 săptămână etc.) [4]. În figura 1 se prezintă schematic un model de Cadru general de guvernare pentru Sistemul de Management al Continuității Activității, în care sunt marcate prin culoarea verde etapele de prevenție și prevenire pentru situația de apariție a incidentelor/elementelor perturbatoare, iar prin culoarea albastru etapa de reacție, în contextul apariției incidentului, materializării riscului și declarare a crizei.

In this context, Business Continuity Management represents an important strategy for increasing the resilience of organizations.

The Business Continuity Management System, as presented through the ISO22301 standard [6], facilitates organizations to establish the optimal measures to respond to the disruptive scenarios in order to restore the processes in the shortest possible time, or in the assumed timeframe, at optimal costs, reducing the negative impact, train the management and the teams that manage the crisis. The impact for organizations can be reputational, financial, operational, etc. Business Continuity Management System uses risk management as a base framework to improve business reliability and operational performance, but also to protect the organization's resources (personnel, buildings and other assets etc.) in order to be able to function. At the same time, the system allows organizations to obtain and maintain the availability of services at established/ assumed levels (for example recovery time objective of 2 hours, 4 hours, 24 hours, 72 hours, 1 week, etc.) [4]. In figure 1 is briefly presented the general Governance framework for Business Continuity Management System. In the diagram there are marked in green the prevention stages and in blue the reaction stage, considering the occurrence of the incident/materialization of risk and declaration of the crisis situation.

În continuare se prezintă succint cele 4 etape ale cadrului de guvernanta pentru Managementul Continuității Activității.

2.1 Analiza de risc

Toate organizațiile care implementează Business Continuity Management parcurg o etapă preliminară, de analiză a riscurilor și a impactului pe care ele le-ar putea avea asupra business-ului. În cadrul acestei etape se identifică și se descriu în detaliu riscurile și scenariile de risc, analizând probabilitatea de apariție și impactul. Se stabilesc strategiile de abordare a riscurilor și se construiește o hartă a riscurilor (Heat map), pe baza căreia se decid la nivelul instituției scenariile de risc care se includ în scopul implementării sistemului de continuitate a activității. Poate fi util că în această etapă să fie urmărite clasificările din analizele realizate la nivel global, la nivel european și/sau la nivel național (de exemplu instrumentul Allianz Risk Barometer, studiu elaborat anual). De asemenea, este recomandat să se utilizeze cadrul standardizat oferit de standardul ISO 31000 Managementul riscului. Prin intermediul acestei etape, implementarea sistemului de management al continuității facilitează ținerea sub control a riscurilor și limitarea expunerii financiare în cazul materializării riscurilor.

2.2 Analiza impactului asupra activității

În cadrul acestei etape se evaluează procesele de business din punctul de vedere al criticității acestora, urmărind categorii de criticitate anterior agreate la nivelul organizației, precum: disponibilitate, confidențialitate și integritate. Această analiză a proceselor are ca obiectiv principal identificarea funcțiilor critice în raport cu o posibilă intrerupere și reprezintă un punct important pentru construirea ulterioară a planului de recuperare [7]. Analiza se realizează de către responsabilul sistemului de continuitate sau a membrilor echipei acestuia, împreună cu responsabilii de procese și responsabilii de risc. Totodată, se colectează, se centralizează și se analizează pentru fiecare proces inclus în scopul sistemului de management al continuității parametrii RTO (Recovery Time Objective – perioada de timp de la apariția incidentului în care produsul sau serviciul trebuie să poată fi livrat, procesul să fie reluat sau resursele să fie disponibile. După caz și RPO (Recovery Point Objective – punctul de la care informațiile folosite de o activitate trebuie să fie restaurate pentru ca o activitate să poată fi reluată; maxim de date acceptabil a fi pierdute).

Further on they are briefly presented the 4 stages of the Business Continuity Management (BCM) framework.

2.1 BCM Risk Management

All organizations that implement Business Continuity Management go through a preliminary phase in which risk analysis and business impact analysis are performed. During this stage there are identified and described in detail risk scenarios. The risk scenarios are analyzed based on the probability of occurrence and impact criteria. The coping strategies are defined and a Heat Map is created. Based on this, management decides the risk scenarios which will be included in the scope of the Business Continuity Management System implementation. Damage classes can be used, as well as different classifications done globally, at European or national level (for example Allianz Risk Barometer can be used as an instrument, as this is elaborated annually). It is also recommended to use the ISO 31000 standard – Risk Management standard.

Through this stage, the implementation of the business continuity management system, facilitates risk mitigation and limits the financial exposure in case when the risks occur as incidents.

2.2 Business Impact Analysis

During this stage, the business processes are assessed against criticality categories such as: availability, confidentiality, integrity (as previously established at organization level). This process analysis has a main objective to identify the critical business processes and it represents an important step for further elaboration of the disaster recovery plan [7].

The Business Impact Analysis is performed by the responsible person with the Business Continuity Management or by the team members, together with the process owners and risk owners. Also, there are collected, centralized and analyzed for each process the parameters RTO (Recovery Time Objective – timeframe between the occurrence of the disruptive incident, until the product or service to be up and running again, the process to be resumed or the resources to be available) and RPO (Recovery Point Objective – the point from which the information used by an activity must be restored in order for the activity to be resumed; this is the maximum amount of data that is affordable to be lost).

În cadrul aceleiași etape, de obicei în interviurile cu proprietarii de proces, se colectează și se centralizează resursele necesare pentru ca procesul să poată funcționa în sistem de urgență sau în sistem de criză și minimul de resurse necesare pentru ca procesul să poată fi reluat.

2.3 Planificarea pentru situații de urgență și criză

În cadrul acestei etape se pregătesc și se elaborează planurile de reluare a activității pentru fiecare scenariu de risc identificat și inclus în scopul sistemului de management al continuității. În aceste planuri, denumite Planuri de continuitate a activității, se includ soluții de rezolvare a diverselor situații și resursele necesare până la restaurarea completă a activității și a proceselor. Este util să se creeze și să se includă în planurile de continuitate liste de verificare pentru diverse scenarii care pot apărea, inclusiv responsabilii și resursele necesare. Totodată, în această etapă se creează planurile de alertare și de escaladare, pentru situațiile de apariție a incidentelor, activare a riscurilor, declarare a urgenței și respectiv a crizei.

2.4 Managementul crizei

Managementul crizei intervine atunci când apare o situație de criză, respectiv orice situație care cauzează o întrerupere a activității [4] și reprezintă aplicarea de strategii concepute pentru a ajuta o organizație să facă față unui eveniment negativ brusc și semnificativ, menținând în același timp continuitatea activității.

Chiar dacă definiția pentru managementul crizei a suferit modificări de-a lungul timpului [8], acest proces implică implementarea de proceduri pentru a gestiona, atenua și a preveni o criză. Totodată, vizează stabilirea structurii organizatorice de gestionare a situațiilor de criză pentru fiecare scenariu de risc, pregătirea infrastructurii necesare pentru camera de criză și a echipamentelor tehnice necesare în așa fel încât echipa de gestionare a crizei să își poată desfășura activitatea. Totodată, vizează pregătirea, planificarea și organizarea activității personalului în timpul crizei. De asemenea, esențial pentru desfășurarea crizelor este managementul comunicării, documentarea desfășurării crizelor și asigurarea trasabilității pentru evenimentele care au loc și pentru deciziile care se iau în timpul crizei.

During this stage, in the business impact analysis interviews held with the process owners, the resources for regular and emergency/crisis situations are being surveyed, collected, centralized.

2.3 Emergency and Recovery Planning

During this stage the continuity plans are being developed for each of the risk scenarios included in scope of Business Continuity Management. In these contingency plans there are considered and included workarounds, responsibilities and resources. It is used to include checklists for different scenarios, including responsibilities and resources.

There are also created alerting and escalation plans.

2.4 Crisis Management

Crisis Management is activated when a crisis situation occurs. A crisis situation is any situation that causes an interruption of the activity [4]. Crisis Management refers to applying strategies in order to help the organization manage a sudden negative event, with significant effect, maintaining the continuity of the operations. Even if the definition of crisis management has been facing different changes throughout time [8], this crisis management as a process means at first to define and implement procedures to manage, reduce and prevent a crisis.

Also, it means to establish or set up a crisis organization and define crisis roles for each of the risk scenarios. Also, during this stage the infrastructure for the crisis room and the technical equipment are being prepared., such that the crisis team can operate.

Moreover, the preparation, planning and organizing the activity of the personnel during the crisis are done. It is essential at the same time for any crisis to have a proper communication management, together with a good documentation of the crisis in order to ensure trackability of the events that take place and for the decisions that are being taken during the crisis. During this stage the focus of the crisis team is not only in handling the crisis, but on the recovery measures, such that the recovery and resuming of the operational activities in normal conditions to be performed in the shortest time possible, within the agreed timeframe, using the optimum amount of resources.

În această etapă focusul echipei de gestionare a crizei este, pe lângă gestionarea propriu-zisă a crizei, asupra măsurilor de reluare a activității operaționale în condiții normale într-un timp cât mai scurt, asumat, și folosind resurse în mod optim.

3. Aspecte privind utilizarea de soluții software în managementul continuității activității și gestionarea crizelor

Transformarea organizațională prin digitalizare și utilizarea soluțiilor software în optimizarea și automatizarea proceselor este în atenția conducerii instituțiilor în ultimii câțiva ani, preponderent pentru procesele operaționale. Totodată, sistemele și procesele de management pot beneficia de îmbunătățiri și optimizări prin digitalizare, mai ales ca în ultimii ani, în special după începerea pandemiei de COVID-19, foarte multe activități au fost transferate în mod de lucru la distanță și apoi în format hibrid. Accesul la date este foarte important atât pentru echipele operaționale, echipele de specialiști, cât și pentru management. În acest context, sistemul de management al continuității activității, alături de managementul riscurilor și gestionarea crizelor, poate fi implementat utilizând soluții software, cu avantaje evidente pentru organizație, pentru echipa de management, pentru echipele de gestionare a incidentelor, a urgențelor și a crizelor.

Digitalizarea etapei de analiză a riscurilor aduce oportunitatea centralizării riscurilor în sistemul informatic împreună cu parametrii aferenți acestora și strategia/măsurile de răspuns la risc, vizibilitate la nivelul proprietarilor de risc și a proprietarilor scenariilor de risc, dar și la nivelul conducerii la cel mai înalt nivel. Totodată, harta riscurilor (Heat Map) poate fi generată automat de sistem și actualizată în mod automat de fiecare dată când se modifică parametrii aferenți riscurilor (probabilitate de apariție și impact).

Pentru etapa de pregătire și desfășurare a analizei de impact, odată ce scenariile de risc sunt stabilite, una din cele mai mari provocări ale echipei care implementează și asigură mentenanța sistemului de management al continuității este multitudinea de fișiere excel pentru a colecta, analiza și procesa informațiile colectate de la responsabilii de procese și de riscuri. Totodată, desfășurarea activității organizației preponderent la distanță sau în format hibrid, dar și complexitatea proceselor, serviciilor și operațiunilor executate accentuează nevoia de a colecta, introduce și procesa datele prin intermediul unei soluții software dedicate.

3. Aspects regarding the usage of software solutions in business continuity management and crisis management

Organization transformation through digitization and the usage of software solutions to optimize and automate processes is under focus for management of institutions for some years already, especially for the operational processes. The management systems and processes can also benefit of improvements and optimizations through digitization, especially that during the past few years, after the COVID-19 pandemic started, many activities have been transferred to remote work and then in hybrid work style. Access to data is very important for operational teams, for specialists, as well as for management. In this context, the business continuity management system, together with risk management and crisis management can be implemented using software solutions, providing obvious advantages for the organization, for the management team, for the incident management teams, as well as for emergency and crisis management teams.

Digitization of BCM Risk Management stage brings the opportunity to centralize the risks in the software system and to record their corresponding parameters, as well as the coping strategies, ensure data visibility for the risk owners, risk scenario owners and management teams, including top management. Moreover, the Heat Map can be automatically generated from the software system and automatically updated each time when the risk parameters have changes (probability of occurrence and impact).

For the Business Impact Analysis stage, once the risk scenarios are established, one of the biggest challenges of the business continuity management team is the high number of excel files needed to collect, analyze and process the information collected from process owners and risk owners. Moreover, the remote and hybrid type of work, cumulated with the complexity of the processes and services delivered as a result of the operations increase the need to collect, input and process data by means of a dedicated software solution.

In the Emergency and Recovery Planning stage, a dedicated software solution supports the crisis team with automatic generation of the checklists and contingency plans, as well as for their automatic update when the risk parameters change or when changes occur within the crisis management team or organization, at resources

În etapa de planificare pentru situațiile de urgență și situațiile de criză, o soluție software dedicată vine în sprijinul echipei de criză atât pentru generarea automată a listelor de verificare și a planurilor propriu-zise, dar și pentru actualizarea automată a acestora în momentul în care parametrii de risc se modifică sau atunci când intervin modificări în echipa de crize, în resursele sau infrastructura necesară pentru gestionarea crizei. Totodată, lista proceselor operaționale și interdependentele dintre acestea, precum și resursele necesare sunt facil de urmărit și de actualizat în sistemul software, spre deosebire de activitățile de procesare manuală a acestora.

Digitalizarea managementului crizelor aduce beneficii imediate, pornind de la notificări automate care se pot genera la apariția unor incidente, prin colectarea de date de la diferiți senzori sau semnale din procesele operaționale. Sisteme de notificare automate pot scurta timpii de reacție și de răspuns, dar și lanțul de răspuns la incidente și scenarii de risc. Totodată, digitalizarea procesului de management al crizei asigură trasabilitatea activităților desfășurate, în secvențialitatea lor, atât pentru a putea asigura o baza auditabilă, cât și pentru a facilita analiza ulterioară a activităților desfășurate și a procesului decizional. Jurnalul crizei devine facil de creat, de urmărit și de consultat de către toate entitățile implicate și interesate de desfășurarea activităților în timpul crizei, cât și ulterior.

Totodată, indiferent de etapa de implementare sau desfășurare a procesului de mentenanță a sistemului de management al continuității activității, pentru echipele care lucrează la distanță, din diverse locații, sau în format hibrid, dar și pentru echipele de management și echipele de management al crizei, accesul la datele sistemului de management al continuității activității poate fi de asemenea o provocare, iar digitalizarea fluxurilor și gestionarea acestor activități și a datelor prin intermediul unei soluții software vine în întâmpinarea provocărilor și aduce optimizări evidente. Pe măsură ce volumul de date al organizațiilor crește, nevoia managementului pentru rapoarte performante, date sintetizate și folosirea soluțiilor de business intelligence este acoperită de soluții IT&C performante, astfel că digitalizarea devine un firesc al organizării și desfășurării proceselor de management al continuității și al gestionării incidentelor și a crizelor.

level or on the infrastructure needed to manage the crisis. Moreover, the list of operational processes, their inter-dependencies, as well as the necessary resources are easier to be monitored and updated in the software system, rather than handling these activities manually.

Digitization of crisis management brings immediate benefits, such as setting up automatic notifications which can be automatically sent to stakeholders when triggered by incidents, based on data collected from different sensors or signals from the operational processes. Automatic notification systems can lower the reaction and response time, as well as the incident response time and risk scenario response time. Moreover, digitization of the crisis management process can ensure traceability for the activities performed during the crisis in their sequentially, in order to ensure an auditable trace, as well as to facilitate further analysis and follow up on the decisions process. The crisis journal becomes easy to be implemented, to be used, monitored and consulted by all stakeholders during and after the crisis.

For the remote and hybrid business continuity management teams, for management teams and for crisis management teams, access to the business continuity management data can be a challenge in all stages of the implementation and afterwards. Digitization of the workflows and handling the related activities by means of a software solution arise proactively against the challenges and bring obvious advantages. As the volume of data from organizations increase, the need of management for top level reports, synthesis of data and usage of business intelligence solutions are covered by efficient IT&C solutions, digitization becoming the new usual in the organization and execution of the business continuity management processes and incident and crisis management processes.

Challenges might occur in digitization of the business continuity management processes and transformation of the management processes. These challenges might be related to technology and IT infrastructure, insufficient local regulations for this domain of business continuity, reluctance of management, difficulties in quantifying benefits due to lack of measuring systems for the organizational resilience.

În procesele de digitalizare a sistemelor de continuitate a activității și transformare a proceselor de management pot exista provocări și dificultăți referitoare la tehnologie și infrastructura IT, reglementări locale insuficiente pentru acest domeniu al continuității activității, reticenta managementului, dificultăți în cuantificarea beneficiilor datorate lipsei sistemelor de măsurare a rezilienței organizationale.

4. Concluzii

Agilitatea și reziliența la nivelul organizațiilor încep să devină obiective permanente ale organizațiilor, atât ca cerințe de grup, cât și prin cerințe reglementare, iar Managementul continuității activității este una din strategiile de creștere a agilității și rezilienței organizationale.

Managementul continuității activității acoperă o arie generoasă de activități și are totodată în scop crearea și livrarea de soluții „end-to-end”. Astfel, managementul continuității începe din punctul în care se decide care sunt scenariile de risc și ce anume este în scop pentru a fi recuperat (proces, resurse etc. în orizontul de timp asumat) și se finalizează prin restaurarea proceselor operaționale și respectiv revizuirea modului în care au fost gestionate incidentele, situațiile de urgență și respectiv crizele. În contextul acesta, procesele de management al continuității se organizează ca parte a unui sistem de management la nivelul organizației și trebuie să aibă în vedere organizația în ansamblul său, în strânsă corelare cu alte sisteme de management implementate (de exemplu sistem de management al calitatii - QMS (Quality Management System), sistem de control intern - ICS (Internal Control System), sistem de management al riscului la nivelul organizației - ERM (Enterprise Risk Management) etc.).

Digitalizarea proceselor de management al continuității, al crizelor, al riscurilor susține diminuarea și minimizarea unor provocări precum disponibilitatea datelor sistemului de continuitate, accesul complet la date în timp real pentru echipele și stakeholderii care lucrează la distanță din diverse locații sau în sistem hibrid, eventual având și diferențe de fus orar, asigurarea de suport și trasabilitate în evoluția evenimentelor și în procesele decizionale din timpul crizelor, acces rapid și în mod automat la situații și rapoarte, documentație conformă cerințelor, facilitând în acest fel creșterea rezilienței organizațiilor.

4. Conclusions

Agility and resilience at organization level become permanent objectives for organizations, due to group requirements or different regulations. Business Continuity Management is one of the strategies used to increase agility and business resilience.

Business continuity covers a large spectrum of activities and has in scope creating and delivering end-to-end solutions. Thus, business continuity starts from when the risk scenarios are decided and the scope of recovery (processes, resources etc. during the established timeframe) and ends by resuming the operational processes and performing follow-up activities on the processes executed for handling the incidents, the emergency and crisis situations. In this context, the business continuity processes are organized as part of a management system and must consider the organization as a whole, correlated to other management systems that are implemented in the organization (for example Quality Management System – QMS, Internal Control System – ICS, Enterprise Risk Management – ERM etc.).

Digitization of business continuity, crisis management and risk management processes supports the reduction and minimization of challenges such as the availability of business continuity system data, access to complete data in real time for the teams and stakeholders working remotely from different locations or in hybrid system with eventual time zone differences, ensuring support and traceability in the evolution of events and in the decision-making processes during crises, quick and automatic access to reports, documentation according to the requirements, thus facilitating the increase in the resilience of organizations.

Referințe/References

[1] *Allianz Risk Barometer 2023*, Disponibil la: <https://commercial.allianz.com/news-and-insights/reports/allianz-risk-barometer.html>, Accesat în 29.11.2023

[2] Coiciu I., *Blackout, pericolul care pandeste în orice companie. Cum se pot pregăti managerii pentru a continua activitatea*, Disponibil la: <https://irinacoiciu.ro/blackout/>, accesat în 29.11.2023

[3] Coiciu I., *Tot ce trebuie să știi despre Business Continuity Management. De ce nu ar trebui să lipsească din nicio companie să u institutie publica*, Disponibil la: <https://irinacoiciu.ro/bcm/>, accesat în 29.11.2023

[4] Redmond, M. C., *Mastering Business Continuity Management*, Editura BookLocked, ISBN 978-1-63491-421-5, Florida, St. Petersburg, (2018), pp. 1-3, 245

[5] *Allianz Risk Barometer 2022*, Disponibil la: https://www.allianz.com/en/press/news/studies/220118_Allianz-Risk-Barometer-2022.html, Accesat în 29.11.2023

[6] ISO22301, *Societal security – Business continuity management systems – Requirements*

[7] Krahulec J, Jurenca M, *Business Impact Analysis in the process of business continuity management*, Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/277900650_BUSINESS_IMPACT_ANALYSIS_IN_THE_PROCESS_OF_BUSINESS_CONTINUITY_MANAGEMENT/link/58874aa14585150dde4f03b2/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19, accesat în 29.11.2023

[8] Vasickova V, *Crisis Management process: a literature review and a conceptual integration*, Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/341809953_Crisis_Management_Process_-_A_Literature_Review_and_a_Conceptual_Integration/link/5efcceb8299bf18816f65348/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19, accesat în 29.11.2023

[1] *Allianz Risk Barometer 2023*, Available at: <https://commercial.allianz.com/news-and-insights/reports/allianz-risk-barometer.html>, Accessed on 29.11.2023

[2] Coiciu I., *Blackout, pericolul care pandeste in orice companie. Cum se pot pregati managerii pentru a continua activitatea*, Available at: <https://irinacoiciu.ro/blackout/>, Accessed on 29.11.2023

[3] Coiciu I., *Tot ce trebuie sa stii despre Business Continuity Management. De ce nu ar trebui sa lipseasca din nicio companie sau institutie publica*, Available at: <https://irinacoiciu.ro/bcm/>, Accessed on 29.11.2023

[4] Redmond, M. C., *Mastering Business Continuity Management*, Editura BookLocked, ISBN 978-1-63491-421-5, Florida, St. Petersburg, (2018), pp. 1-3, 245

[5] *Allianz Risk Barometer 2022*, Available at: https://www.allianz.com/en/press/news/studies/220118_Allianz-Risk-Barometer-2022.html, Accesat in 29.11.2023

[6] ISO22301, *Societal security – Business continuity management systems – Requirements*

[7] Krahulec J, Jurenca M, *Business Impact Analysis in the process of business continuity management*, Available at: https://www.researchgate.net/publication/277900650_BUSINESS_IMPACT_ANALYSIS_IN_THE_PROCESS_OF_BUSINESS_CONTINUITY_MANAGEMENT/link/58874aa14585150dde4f03b2/download?_