



Sediu: Bd. Timișoara, nr. 5B, sector 6,
București, cod poștal 061301, România
CUI RO13554423, J40/10841/2001
Tel.: +4021 3171971 / +4021 3171983
Fax: +4021 3171984
Email: office@romarm.ro

RAPORT TEHNIC SI STIINTIFIC FINAL
“LOVITURĂ PERFORANT TERMOBARICĂ PENTRU
ARUNCĂTORUL DE GRENADE AG 9” (ExPierce)

Contract de Finantare nr. 16PTE/2020/

Cod: PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0256

Raport științific final (2020 - 2022)

Competiția:	Proiect de transfer la operatorul economic - PTE 2019
Nr. contract:	16 PTE
Cod proiect:	PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0256
Domeniul de cercetare:	2.3 - Securitate
Titlul :	Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9
Acronim:	ExPierce
Data începere proiect:	08.06.2020
Data finalizare proiect:	15.07.2022
Durata (luni):	25
Buget total:	1.515.866 lei
Sursa 1-Bugetul de stat	990.000 lei
Sursa 2-Alte surse atrase (cofinanțare):	525.866 lei
Pagina web proiect:	https://romarm.ro/proiecte-cercetare/
Instituția coordonatoare:	Compania Națională ROMARM SA
Director de proiect:	Tiberiu Alexandru PÎRVU
Partener 1 proiect (P1):	Ministerul Apărării Naționale prin Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie

1. Prezentare generală a realizării obiectivelor proiectului, cu punerea în evidență a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor. Prezentarea trebuie să includă explicații care să justifice diferențele (dacă există) dintre activitățile preconizate și cele realizate;

Proiectul a fost implementat cu scopul de dezvolta **capacitatea de fabricare**, la nivel industrial, a munițiilor cu efect perforant-termobaric destinate aruncătorului de grenade AG-9, prin **transferul tehnologic și de know-how** de la Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie (P1) la ROMARM SA, în scopul asigurării **necesarului de înzestrare** al Forțelor Terestre Române, cât și pentru beneficiari externi.

Scopul proiectului a fost îndeplinit prin realizarea următoarelor obiective:

Obiectivul 1. Dezvoltarea, prin transfer tehnologic de la Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie la ROMARM SA a produsului „Lovitură perforant-termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9 calibru 73mm, denumit în continuare ”PGTB-9”, la nivel **prototip industrial**. Acest obiectiv a fost realizat prin transferul **specificației de dezvoltare** (valabil model experimental) și adaptarea acesteia la ultimele **evoluții**, în ceea ce privește performanțele și

caracteristicile de siguranță ale muniției, prin activități de **cercetare industrială și experimentare**.

Obiectivul a fost realizat integral, în sensul că CO, împreună cu partenerul P1, au îndeplinit cu succes toate activitățile planificate în scopul realizării produsului “Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9 calibru 73mm” de la faza de cercetare-dezvoltare model experimental la prototip industrial. Activitățile de testare-evaluare de dezvoltare ale lotului prototip industrial s-au desfășurat conform cerințelor impuse în Planul de testare-evaluare de dezvoltare, lotul prototip parcurgând cu succes toate etapele necesare omologării în final a unui produs de importanță strategică deosebită.

Obiectivul 2. Dezvoltarea tehnologiei și realizarea instalației de fabricație a produsului PGTB-9, la nivel industrial, pentru o capacitate de producție de **10 000** de bucăți anual, folosind tehnologii cu **grad ridicat de siguranță**, prin dezvoltarea unor **procese industriale moderne**, preponderent automatizate.

Obiectivul a fost realizat integral, realizându-se atât documentația tehnologică de fabricație a produsului cât și instalația de fabricație a tuturor componentelor muniției și a celei de preparare a compozițiilor utilizate în muniție. S-au stabilit următoarele operații specifice secțiilor de producție:

SECTIA FORJA

Operatii pregatitoare operatiei de presare: Debitare material pe masina de debitata cu comanda numerica – sectia uzinaj (functie de greutatea mentionata in documentatia tehnica emisa de serviciul proiectare) → Transport calup materie prima către sectia forjare.

Presare: Incalzire materie prima - în cuptor la o temperatură constanta de 820°C; →Mentinere si uniformizare temperatura material timp de 5-6 minute (cuptor electric) sau 10-15 minute (cuptor pe gaz); →Verificare a temperaturii cu ajutorul pirometrului; → Se elimina zgura; → Introducere material incalzit in oala de presare – presa forjare; → Efectuare presare – presa forjare; → Eliminare forma din presa; → Verificari dimensionale-constructive si vizuale; → Racire forma in nisip sau optional normalizare (la cel mult 700°C); →Transport forma catre sectia uzinaj.

Ogivare: Incalzire formă strict pe zona necesară ogivarii (lungime 150-200mm maxim) – în cuptor la o temperatură constantă de 820°C; →Mentinere si uniformizare temperatura material timp de 5-6 minute (cuptor electric) sau 10-15 minute (cuptor pe gaz); →Verificare a temperaturii cu ajutorul pirometrului; →Introducere material încalzit in coafa de ogivare – presa forjare; →Efectuare ogivare – presa forjare; →Eliminare piesa din coafa de ogivare; →Verificari dimensionale-constructive și vizuale; →Se depoziteaza în containere special amenajate in vederea racirii; →Se realizeaza sablarea piesei; →Transport forma către sectia uzinaj.

SECTIA UZINAJ

Operatii corp – presat: Amborare –strung normal; →Strunjire ebos – strung normal; →Strunjire profil exterior – strung cu comanda numerică; →Strunjire profil interior – strung cu comanda numerică;

Operatii corp – ogivat: Strunjire I – strung cu comanda numerica; →Tratament termic – calire-revenire; →Strunjire I – strung cu comanda numerica; →Strunjire II – strung cu comanda numerica;

Operatii bucsa: Debitare in bucati – masina de debitat cu comanda numerica; →Strunjire I – strung cu comanda numerica; →Strunjire II – strung cu comanda numerica; →Strunjire III – strung cu comanda numerica;

Operatii teaca: Debitare in bucati – masina de debitat cu comanda numerica; →Gaurire ebos – strung normal; →Strunjire I – strung cu comanda numerica; →Strunjire II – strung cu comanda numerica;

Operatii capac: Strunjire I – strung cu comanda numerica; →Strunjire II – strung cu comanda numerica;

Operatii focos: Debitare materie prima – masina de debitat cu comanda numerica; →Strunjire ebos – strung normal; →Strunjire I – strung cu comanda numerica; →Strunjire profil exterior – strung cu comanda numerica; →Strunjire profil interior – strung cu comanda numerica; →Frezare; →Rectificare; →Gaurire;

Fluxul tehnologic de realizare a muniției este prezentat în figura 1:

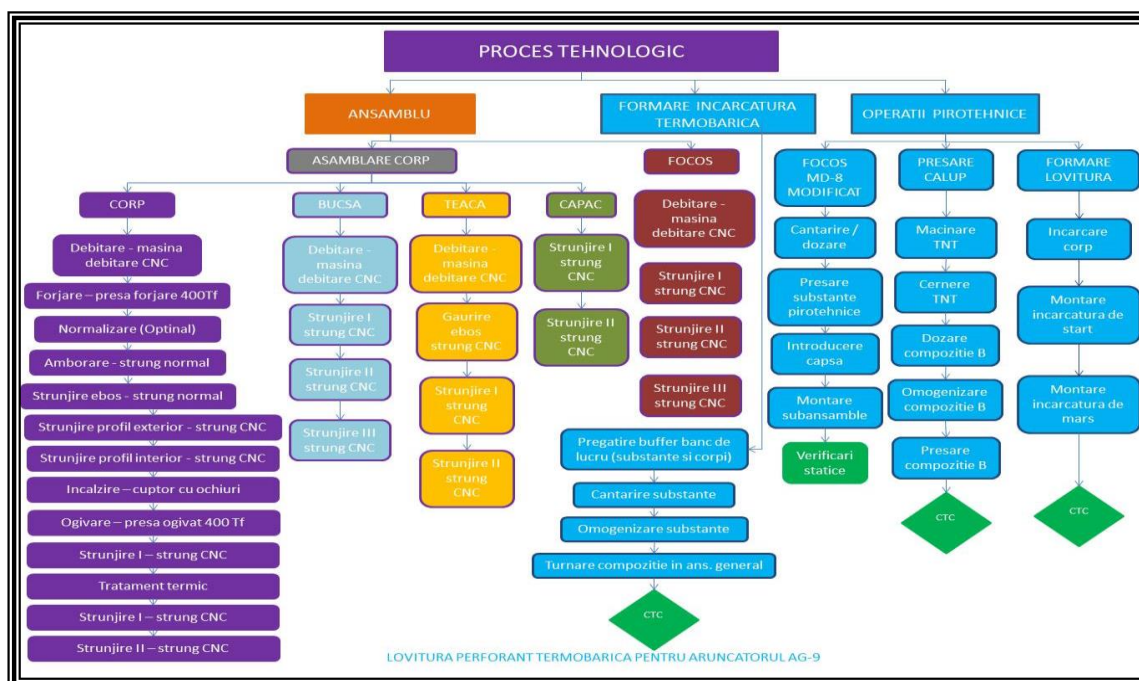


Fig.1. Flux tehnologic integrat de realizare a loviturii performant termobarice pentru aruncătorul AG-9

Obiectivul 3. Fabricarea și testarea produselor PGTB-9, la nivel industrial – serie 0. Produsele au fost realizate și testate în conformitate cu ultimele evoluții și cerințe existente la nivel internațional, urmărind asigurarea caracteristicilor de siguranță și performanță ale produsului, în conformitate cu standardele NATO/STANAG și se va urmări validarea tehnologiei industriale de fabricație.

Pentru atingerea acestui obiectiv, lotul industrial-serie 0 a parcurs un amplu program de testare-evaluare de dezvoltare ce a cuprins evaluarea conformității și compatibilității produsului,

parcugerea testelor mecano-climatice, a siguranței în depozitare și în exploatare cât și evaluarea caracteristicilor de performanță (precizie, bătaie, capacitate de perforare și capacitate de distrugere).

Obiectivul a fost realizat integral, fiind fabricat lotul prototip industrial al produsului, utilizând tehnologia de fabricație și utilajele realizate în cadrul proiectului. Lotul realizat a parcurs un program de testare-evaluare de dezvoltare, în conformitate cu standardele NATO în vigoare și cerințele de calitate implementate la CO. Testarea a fost realizată prin implementarea Planului de Testare-Evaluare de Dezvoltare avizat de către Direcția Management Programe de Înzestrare/Direcția Generală pentru Armamente din cadrul MAPN. Rezultatele obținute au fost **corespunzătoare**, fiind consemnate în raportul de testare evaluare de dezvoltare realizat în cadrul proiectului. La toate testele de performanță produsul a manifestat caracteristici superioare pragurilor impuse prin specificația de dezvoltare (realizată pe baza cerințelor beneficiarului final) și planul de testare-evaluare de dezvoltare.

Obiectivul 4. Stabilirea unui parteneriat durabil între P1 și CO în vederea desfășurării de activități de transfer tehnologic și de know-how, prin **creșterea investițiilor CO în cercetare-dezvoltare**, în scopul dezvoltării, în colaborare, a unor **produse de înaltă specializare**, aflate în tendințele ultimelor evoluții în sfera **inzestrării armatelor moderne**.

Obiectivul a fost realizat integral, în sensul că CO a investit din fonduri proprii în infrastructura de cercetare dezvoltare și testare a instituției (instalație de testare la vibrații/trepidații, instalații de testare la ceață salină, instalație de inspecție cu raze X, cameră de testare climatică, radar balistic, cameră de filmare ultrarapidă, sistem electronic de achiziție a presiunii dezvoltate în țevile de armament) în vederea extinderii capacității de cercetare-inovare, în parteneriat cu P1, cu care CO a dezvoltat un parteneriat durabil, bazat pe îmbinarea complementară a know-how-ului, expertizei și infrastructurii de fabricație, cercetare și testare disponibile la cele două instituții din consorțiu.

Realizarea unui parteneriat durabil dintre CO și P1 se justifică și prin depunerea în cadrul competiției PTE 2021 a 2 propuneri de proiect de proiect, ambele fiind declarate câștigătoare.

2. Prezentarea și argumentarea nivelului de maturitate tehnologică (TRL) la finalul proiectului;

Proiectul a pornit de la un nivel de maturitate tehnologică **TRL 4**, datorită experienței partenerului P1 care a dezvoltat **“Lovitură perforant-termobarică pentru aruncătorul AG9” - fig. 2**, la nivel **model experimental**, produsul fiind realizat în laboratoarele instituției și a parcurs un plan de testare-evaluare de dezvoltare finalizat cu succes. P1 a pus la dispoziția CO **specificația de dezvoltare, documentația tehnică de execuție și raportul de testare** al produsului în vederea transferului tehnologic și transpunerii procesului de fabricație la scară industrială. În ceea ce privește testarea-evaluarea de dezvoltare a produsului, acesta a fost testat, cu rezultate foarte bune, la:

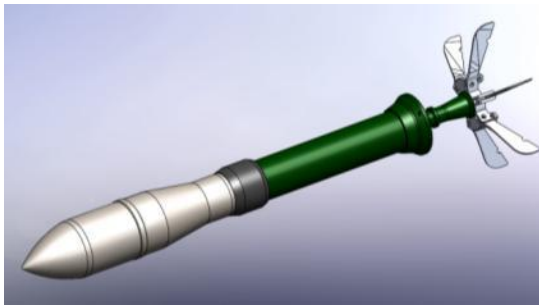


Fig.2. Lovitură perforant-termobarică pentru aruncătorul AG-9) - *model experimental*

-**Compatibilitatea muniției** cu sistemul de armament (AG-9) prin verificarea maselor, dimensiunilor, sistemului de inițiere și presiunea maximă dezvoltată în țeavă.

-**Capacitatea de perforare** a muniției în beton armat C30/37 (B500) și oțel blindaj (**fig.3**).



Fig.3 Determinarea capacității de penerare în beton armat și în blindaj

-**Determinarea vitezei inițiale și a vitezei maxime, după funcționarea motorului de marș, prin teste realizate cu Radar Doppler, comparate cu calculele balistice;**

-**Capacitatea de distrugere** a muniției perforant-termobaric, prin executarea tragerilor experimentale asupra unor ținte de tip clădire cu dimensiune 3x3x3m (**fig. 4**) și asupra unui autoșasiu blindat (**fig. 5**).

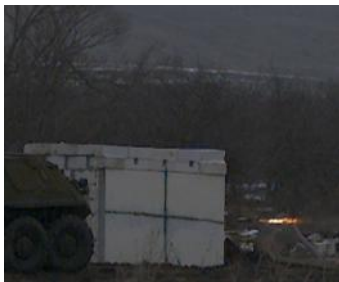


Fig.4. Efectul distructiv al muniției asupra unei clădiri din cărămidă/beton dublu armat

Inceputul proiectului a relevat că nivelul de maturitate tehnologică este **TRL 4**, prin faptul că testele au **evidențiat funcționalitatea componentelor muniției ca sistem și compatibilitatea cu sistemul de armament**, în condiții **ambientale mecano-climatice**, pentru un lot model experimental, realizat în laborator.



Fig.5. Efectul distructiv al muniției asupra unui mijloc de luptă blindat

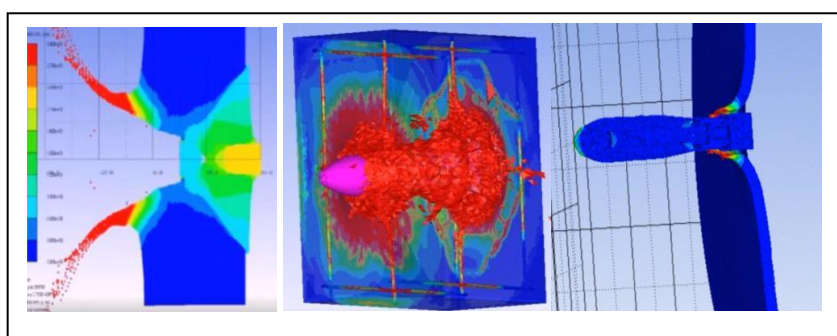


Fig.6. Simulare numerică asupra impactului muniției cu structuri de beton dublu armat B500 și oțel blindaj

În conformitate cu studiile de modelare numerică și experimentală (de laborator și prin trageri) asupra muniției realizate, s-au atins următoarele performanțe tehnico-tactice:

► Muniția dezvoltată a perforat structuri de construcție cu rezistența echivalentă a unui perete de beton armat C30/37 (B500) cu grosimea 400mm;

► Muniția a provocat letalitate prin suprapresiune și schije (după perforare) într-o incintă cu volumul de minim 100m³;

► Muniția a perforat minim 20mm blindaj omogen (sau echivalent) fără a detona înaintea străpunerii;

► Bătaia maximă a loviturii a depășit 1200m;

► Bătaia eficace a loviturii a fost de minimum 800m cu următoarea precizie:

-A_{pb} (abaterea probabilă în bătaie): ±1m;

-A_{pd} (abaterea probabilă în direcție): ±1m.

► Produsul a putut fi întrebuințat în deplină siguranță în exploatare și depozitare pentru o perioadă de minimum 20 de ani în condiții de temperatură -32 - +49°C.

Nivelul de maturitate tehnologică atins la sfârșitul proiectului a fost de nivel **TRL 6**, proiectul finalizându-se cu testarea evaluarea de dezvoltare a unui **lot serie 0**, a câte 50 bucăți PGTB-9, obținute pe **instalația de fabricație** a produsului dezvoltată în cadrul proiectului.

Programul de testare-evaluare de dezvoltare a cuprins și etapa de testare în condiții **mecano-climatice relevante**, ce simulează condițiile operaționale, după cum urmează:

► **Testări climatice specifice zonelor climatice de utilizare și depozitare** (temperaturi pozitive și negative extreme, precipitații, cicluri termice/umiditate diurne/sezoniere) și testarea prin trageri după condiționarea muniției la aceste condiții climatice, conform **NATO AECTP 300 – Climatic environmental tests**;

► **Teste mecanice cu privire la siguranța în depozitare, și manipulare** (caderi accidentale, vibrații la transport, căderi în lada de transport), conform **NATO AECTP 400 – Mechanical environmental tests**;

► **Teste de siguranță privind armarea sigură și distanța de armare a focosului muniției**, în conformitate cu standarde militare tehnice;

Pe parcursul derulării proiectului au fost efectuate activități de **cercetare experimentală** pentru a îmbunătăți capacitatea de perforare și pentru **optimizarea efectului distructiv** al componente de luptă, folosind soluțiile inovative dezvoltate recent de **P1. Proiectul s-a finalizat cu omologarea produsului cu MapN, și a fost testat operațional în poligoane acreditate ale MAPN.**

Considerăm că prin **testarea în condiții mecano-climatice** și de sistem (teste cu aruncător de luptă) **ce simulează condițiile reale de utilizare, folosind pentru testare lotul serie 0 realizat în mediu industrial, proiectul a atins la sfârșit nivelul de maturitate tehnologică TRL 6.**

3. Modul de atribuire și exploatare de către parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare, comercializare etc.) asupra rezultatelor proiectului.

În cadrul proiectului, în baza acordului ferm de colaborare și a contractului de finanțare a fost stabilit modul de atribuire și exploatare de către parteneri a drepturilor de proprietate asupra rezultatelor proiectului, astfel:

*Coordonatorul proiectului are dreptul de a produce, utiliza și comercializa produsul ”**Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9**” – **ExPierce**, pentru beneficiarul prioritar, Ministerul Apărării Naționale sau beneficiari externi. În relația cu MAPN, coordonatorul este obligat să preia cu prioritate comenzile primite de la acesta, în detrimentul altor comenzi externe. Coordonatorul va produce muniția dezvoltată în cadrul proiectului, fără înstrăinarea sau licențierea produsului către terți, fără aprobarea Ministerului Apărării Naționale.*

În cadrul proiectului a rezultat o propunere de brevet depusă la OSIM: **Cerere de brevet A/00749/07.12.2021 - Un nou concept de fabricație pentru realizarea anvelopelor penetratoare ale proiectilelor termobarice calibru 73 mm pentru aruncătorul de grenade AG-9, cu performanțe balistice optimizate** – în care autorii cererii de invenție provin din colectivul de specialiști ai CO și P1.

Prin acordarea licenței gratuite neexclusive asupra soluțiilor tehnice, Coordonatorul proiectului va avea drept **de producție, utilizare și comercializare a acestora.**

4. Prezentarea realizărilor economice și/sau tehnologice obținute la finalul proiectului comparativ cu obiectivele propuse în planul de afaceri;

Obiectiv 1 propus în planul de afaceri: Intenția de a crește cota deținută de sistemele/produsele militare din portofoliul companiei, atât pe piața internă cât și pe piața externă și de a spori profitabilitatea acestora. **Obiectivul a fost realizat** în sensul că există o intenție fermă a MAPN de a se dota cu muniție termobarică. Prin realizarea **produsului "Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9-ExPierce"**, Compania Națională ROMARM își poate asigura un contract pentru furnizarea de muniție perforant termobarică atât pentru beneficiarul principal, MAPN, cât și pentru beneficiari externi.

În acest moment, există cerere fermă a Armatei Române pentru cca. 10.000 buc/an, cantitatea estimată a acoperi cerințele operationale ale MapN fiind de cca. 75.000 buc. În aceste condiții previzionăm un preț de vânzare de cca. 1000-1400 Euro/buc., funcție de pachetul de produse negociat cu partenerii interni și externi, fiind previzionate a fi vândute lunar cate 5000 buc. PGTB-9.

În descrierea ipotezelor care au stat la baza previziunărilor pentru perioada de operare a proiectului am anticipat obținerea de comenzi ferme pentru acest produs astfel: pentru primul an 5.000 buc. produs cu termen de finalizare 6 luni de la deschiderea acreditivului, iar pentru al doilea an 10.000 buc. produs cu termen de finalizare 10 luni de la deschiderea acreditivului.

În contextul geopolitic actual - și mai ales al războiului din Ucraina, muniția termobarică devine un produs cu potențial comercial ridicat, societatea coordonatoare fiind, la moment oportun, pregătită să producă și să livreze astfel de muniții pentru piețele externe.

Obiectivul 2 propus în planul de afaceri: Realizarea de produse militare noi sau modernizarea unora din nomenclator, care să acopere nișe de piață, unde, cel puțin în primă etapă, concurența nu este atât de puternică. **Obiectivul a fost realizat**, în sensul că nivelul de maturitate tehnologică atins în cadrul proiectului asigură coordonatorului capacitatea de a fabrica un produs modern în condițiile în care se menține o nișă în piața de muniții pentru produsele de tip termobaric, acest produs fiind fabricat de un număr încă restrâns de agenți comerciali la nivel mondial.

5. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut;

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au impact consistent în plan intern, în cadrul consorțiului, respectiv rezultatele obținute în cadrul cercetărilor experimentale, tehnologia de fabricație și infrastructura de fabricație dezvoltată în cadrul proiectului. Produsul în sine reprezintă un rezultat cu impact semnificativ deosebit, fiind un produs modern, aflat în tendințele de înzestrare a armatelor.

Considerăm că datorită contextului geopolitic actual, **impactul obținut** prin posibilitatea CO de a **produce și livra muniții termobarice** cu potențial de piață ridicat către piețele externe este unul semnificativ, având în vedere că această gamă de muniții cu performanțe superioare poate fi fabricată într-un număr restrâns de țări.

Lucrările experimentale efectuate în cadrul proiectului de transfer tehnologic 16PTE „**Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9**” au condus la identificarea unor caracteristici de material care conferă munitiei termobarice caracteristici de performanță, siguranță și compatibilitate. Calitățile functionale ale acestora coroborate cu parametrii balistici și tehnico-tactici ai munitiei termobarice au făcut obiectul unor lucrări, articole și comunicări științifice prezentate în publicații de specialitate, în cadrul manifestărilor științifice naționale și internaționale.

În mediul științific, în cadrul proiectului au fost diseminate rezultatele obținute în cadrul proiectului prin publicarea de articole în reviste de specialitate și participarea la conferințe cu tematică în domeniul proiectului cât și prin organizarea unui workshop tematic, conferind vizibilitate și impact crescut al rezultatelor obținute, astfel:

I. Tudor-Viorel Țigănescu, Nicoleta Grigoriu, Raluca Ginghină, Gabriel Epure, Ovidiu Iorga, Ramona-Elena Oncioiu, Florin-Marina Dîrloman - The behavior of unaged and aged composite solid fuel formulations investigated by FTIR and SEM/EDX - lucrare publicată în extenso în lucrările Conferinței: **8th International Conference on Materials Science and Technologies - ROMAT 2020**, fiind totodată publicată și în **UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST SCIENTIFIC BULLETIN SERIES B-CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE**, ISSN/eISSN:1454-2331, revistă indexată **ISI Thomson Reuters**;

II. Ovidiu Iorga, Mihail Munteanu, Tudor-Viorel Țigănescu, Alexandru Marin, Andrei Schiopu, Raluca Ginghină, THEORETICAL AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF INTERIOR BALLISTICS PARAMETERS OF RECOILLESS GUN, articol trimis către publicare la **revista UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering (Submission ID:10831)**, revistă indexată de tip **B+**, indexată **SCOPUS**;

III. Ovidiu Iorga, Tudor-Viorel Țigănescu, Alexandru Marin, Mihail Munteanu, Ionut Simion - Design and testing of a thermobaric piercing projectile for 73 mm recoilless canon - articol acceptat la revista **MTA Review**, numărul din decembrie (revistă clasificată **B+**, indexată **Google scholar**);

IV. Irina CARCEANU, Adrian Gavril BOLOJAN, Tiberiu PÎRVU, Ovidiu IORGA, Viorel Tudor TIGANESCU, Alexandru MARIN - Some aspects concerning the mechanism of hardening of Maraging 300 steel - Conferința Internațională **ICHEAP-15 „15th International Conference on Chemical and Process Engineering”** - ID-357, 23-26.05.2021, Napoli, Italia;

V. Ovidiu G. Iorga, Tudor V. Țigănescu, Muhamed Suceșca, Traian Rotariu, Alexandru Marin, Mihail Munteanu, Teodora Zecheru, Raluca E. Ginghină: A method for estimation of blast performance of RDX-IPN-Al annular thermobaric charges, lucrare publicată în revista **Propellants, Explosives, Pyrotechnics**, ISSN 0721-3115, factor impact 1,887, DOI 10.1002/prep.202100007, revista indexată **ISI Thomson Reuters**;

VI. Ovidiu Iorga, Mihail Munteanu, Marius Mărmureanu, Viorel Țigănescu, Alexandru Marin: Combined CFD – Numerical Integration Method for the Determination of Exterior Ballistics for a Reactive Projectile, articol trimis spre publicare la revista **Journal of Military Technology** (revistă clasificată **B+**, indexată **Google scholar**);

Lucrările experimentale efectuate în cadrul proiectului de transfer tehnologic 16PTE „**Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9**” au condus la identificarea unor caracteristici de material care conferă muniției termobarice caracteristici de performanță, siguranță și compatibilitate.

Calitățile funcționale ale acestora coroborate cu parametrii balistici și tehnico-tactici ai muniției termobarice au făcut obiectul unor comunicări pe tematica proiectului 16 PTE prezentate în cadrul **work-shop-ului** organizat la sediul S. Uzina Mecanică Plopeni SA în data de 29.04.2022, în prezența reprezentanților UEFISCDI – Coordonator program PTE D-na Emilia DUMITRAȘ, monitorului proiectului 16 PTE Dl. Cătălin COMARIȚĂ, a reprezentanților autorităților locale (prefect, deputați și senatori de Prahova) ale Jud. Prahova, a reprezentanților Guvernului României – prin Dl. Ministru al Economiei Dl. Florin SPĂTARU, al Secretarului de Stat pentru industria de apărare D-na NICOLESCU Daniela, precum și al MapN - Directia Generală pentru Armamente - D-na Aurora ARȘEANU, respectiv reprezentanți ai categoriilor de forțe din MapN.

În cadrul acestei întâlniri – încheiată cu testarea-evaluarea de dezvoltare în Poligonul S. Uzina Mecanică Plopeni și cu o conferință de presă larg mediatizată de posturile Radio-TV și media din România – au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului 16 PTE de către Directorul Proiectului - Dl. Tiberiu PÎRVU din partea *Coordonatorului de proiect CN ROMARM SA*, respectiv de către Cpt. Dr. Ing. Ovidiu IORGA – responsabilul proiectului din partea *Partenerului 1 – CCIACBRNE*.

Interesul major pentru realizarea în țara a loviturii perforant termobarice pentru aruncătorul de grenade AG-9, precum și cel legat de omologarea acestei loviturii în cadrul MapN este legat de războiul în desfășurare de la granița de nord-est a României – războiul din Ucraina.

Este de remarcat eficiența rezultatelor obținute prin derularea acestui proiect sub auspiciile UEFISCDI în cadrul *PNCIDI-II/2019, Programul P.2“Creșterea competitivității economiei românești prin CDI” Subprogramul 2.1. “Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare” – Proiect de transfer tehnologic la beneficiarul industrial – finanțarea proiectului din fonduri de cercetare națională a permis transferul documentației tehnice și constructive de la partenerul MapN către Compania Națională ROMARM SA pentru realizarea la beneficiarul industrial S. UM Plopeni SA – filială a CN ROMARM, al acestui produs, care va putea fi produs în țară și livrat la export de coordonatorul proiectului CN ROMARM.*

În afara obligațiilor contractuale asumate de CO și PI cu UEFISCDI, produsul a fost omologat cu MapN întocmindu-se dosarul de omologare constituit pe baza Raportului de Testare și Evaluare de Dezvoltare, al Auditului Configurației Funcționale și Analizei Omologării Oficiale pentru “Lovitura cu grenadă perforant termobarică pentru aruncătorul AG-9”.

Prezentare succintă a rezultatelor obținute în cadrul proiectului

Produsul testat în cadrul proiectului 16PTE_ExPierce constituit din „*Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul de grenade AG-9*” se află în **faza de prototip industrial**, lotul prototip supus testării și evaluării de dezvoltare fiind de 50 buc. lovituri perforant termobarice.

Probele prevăzute în Planul de testare și evaluare de dezvoltare s-au desfășurat în perioada martie 2022 – mai 2022, în poligonul Uzinei Mecanice Plopeni și în poligonul U.M. 02571 Jegălia.

Obiectivele testării și evaluării au vizat:

- Verificarea existenței documentației tehnice a produsului;
- Certificarea funcționării produsului în conformitate cu specificația de dezvoltare, prin întocmirea „Raportului de testare și evaluare de dezvoltare”.

Configurația produsului supus testării este prezentat în **Fig.1**, iar elementele componente și numărul acestora în **Tabelul 1**.



Fig.1- Lovitura perforant termobarică PG-AG9

Tabelul 1– Elementele componente ale loviturii termobarice PG-AG9

Nr.crt.	Denumirea	U.M.	Cantitatea	Observații
1.	<i>Componentă de luptă perforant termobarică reală</i>	buc	32	
2.	<i>Componentă de luptă perforant termobarică lestată</i>	buc	18	
3.	<i>Focos MD8-M1 real</i>	buc.	32	
4.	<i>Focos MD8-M1 lestat</i>	buc.	18	
5.	<i>Motor reactiv</i>	buc	50	
6.	<i>Încărcătură de pornire 4BN27</i>	buc.	50	

Derularea programului de testare

Programul de testare s-a derulat conform Planului de testare și evaluare de dezvoltare, aprobat, activitățile desfășurându-se în cinci etape, astfel:

► *Etapa I s-a desfășurat în cadrul Uzinei Mecanice Ploeni (Secția Pirotehnică), în perioada 10-17.01.2022, efectuându-se probe de verificare a aspectului, a dimensiunilor de gabarit, a componenței produsului și de determinare a masei loviturii complet echipate.*

► *Etapa a II-a s-a desfășurat în poligonul Uzinei Mecanice Ploeni, în perioada 14-15.03.2022, efectuându-se probe de verificarea funcționării produsului după temperare la -32°C și +49 °C și după menținerea în apă timp de 24 ore.*

► *Etapa a III-a s-a desfășurat în Poligonul de experiențe al armatei (UM 02571 Jegălia), în data de 06.04.2022, efectuându-se probe de determinare a parametrilor de balistică exterioară (unghiului de înălțător, gruparea și precizia la distanța de 800 m, bătaia maximă și împrăștierea în teren).*

► *Etapa a IV-a s-a desfășurat în poligonul Uzinei Mecanice Ploeni, filiala a CN ROMARM SA, în data de 29.04.2022, efectuându-se probe de determinare a capacității de perforare a produsului.*

► *Etapa a V-a s-a desfășurat în poligonul Uzinei Mecanice Ploeni, în data de 05.05.2022, efectuându-se probe de verificare a siguranței produsului în depozitare și verificare a rezistenței produsului la căderi accidentale.*

Lotul prototip industrial realizat în etapele precedente (a se vedea Fig.7) a fost testat prin trageri reale în poligonul Uzinei Mecanice Ploeni respectiv în Poligonul de experiențe al Armatei (UM 02571 Jegălia), în conformitate cu Planul de Realizare.



a)



b)

Fig.7 Lot prototip industrial

- a) 50 buc. lovituri perforant termobarice pentru aruncătorul AG-9;
b) Modul de ambalare a loviturilor perforant termobarice în ladă.

Verificările au fost executate în conformitate cu Planul de testare și evaluare de dezvoltare a produsului, precum și cu standardele militare, procedurile operaționale și instrucțiunile de lucru specifice, după cum urmează:

1. Verificarea aspectului, dimensiunilor de gabarit și componența produsului

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă:

- nu există neconcordanțe între componența produsului și desenele de execuție;
- nu există jocuri necompensate în lada de ambalaj, între produs și suprafețele de contact cu acestea;
- abaterile dimensionale nu trebuie să depășească 1% din valoarea nominală;

Număr de produse încercate: 50

Mod de execuție: Verificarea lungimii și a calibrului proiectilului a fost efectuată cu următorul instrumentar:

- calibru de lungime VBZA 23÷35 (T-NT);
- șubler 0÷500.

Verificarea componenței produsului, a calității execuției și a modului de ambalare a fost realizată vizual. Verificarea greutateii loviturii complet echipate, a grenadei, a tecii de compoziție B și a amestecului termobaric a fost executată cu balanța tehnică 10kg cu diviziunea de 5g.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

2. Determinarea masei produsului

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă masa produsului corespunde cu valoarea de 5500 g $\pm$ 100g conform specificației de dezvoltare;

Număr de produse încercate: 50

Mod de execuție: Verificarea masei produsului complet echipat a fost efectuată folosind o balanță tehnică de 10 kg cu diviziunea de 5g.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

3. Verificarea funcționării produsului după menținerea în apă timp de 24 ore

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă produsele supuse acestei probe funcționează fără rateu

Număr de produse încercate: 5

Mod de execuție: Controlul funcționării produsului după imersarea în apă timp de 24 de ore a presupus verificarea inițierii încărcăturii de azvârlire prin măsurarea vitezei inițiale a proiectilului utilizând radarul Doppler, determinarea distanței de aprindere a motorului rachetă, verificarea aprinderii trasorului și funcționarea completă a componente de luptă folosind camera de filmare ultrarapidă. Verificarea perforării blindajului s-a executat prin aspectarea vizuală a țintei.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

Elementele componente ale produsului, încărcătură de azvârlire, motor rachetă și componentă de luptă, au funcționat fără rateu. Vitezele inițiale măsurate au fost 280 m/s, 278 m/s, 264 m/s, 268 m/s și 262

m/s, respectând astfel intervalul impus în cadrul Planului de testare și evaluare de dezvoltare (270 ± 20 m/s). În **Fig.8** sunt prezentate produsele imersate în apă timp de 24h.



Fig. 8 – Lovitură perforant termobarică menținută în apă timp de 24h (5 buc)

4. Verificarea funcționării produsului după temperare la (-32) °C

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă:

- în urma aspectării efectuate înaintea tragerii, nu prezintă scurgeri de amestec termobaric datorită deteriorării elementelor de etanșare și deformări remanente ale produsului;
- funcționează fără rateu;

Număr de produse încercate: 5

Mod de execuție: Verificarea gradului de deteriorare a elementelor de etanșeitate ale produsului și existența deformărilor remanente, în urma temperării, a fost executată vizual. Controlul funcționării produsului după temperare a fost efectuat prin intermediul filmărilor ultrarapide și a presupus determinarea distanței de aprindere a motorului rachetă, verificarea aprinderii trasorului și funcționarea completă a componentei de luptă. De asemenea, a fost verificată funcționarea încărcăturii de azvârlire prin măsurarea vitezei inițiale a loviturii utilizând radarul Doppler, iar verificarea penetrării blindajului s-a executat prin aspectarea vizuală a țintei.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

La verificarea aspectului exterior al produsului nu s-au constatat neconcordanțe. Elementele componente ale produsului, încărcătură de azvârlire, motorul rachetă și componentă de luptă, au funcționat fără rateu. Vitezele inițiale măsurate au fost 261 m/s, 263 m/s, 278 m/s, 267 m/s și 266 m/s, respectând astfel limita impusă în cadrul PTED (270 ± 20 m/s). **Figura 9** prezintă lovitura temperată la -32 °C.



Fig. 9 – Lovitură perforant termobarică temperată la -32 °C

5. Verificarea funcționării produsului după temperare la (+49)°C

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă:

-în urma aspectării efectuate înainte tragerii, nu prezintă scurgeri de amestec termobaric datorită deteriorării elementelor de etanșare și deformări remanente ale produsului;

-funcționează fără rateu;

Număr de produse încercate: 5

Mod de execuție: Verificarea gradului de deteriorare a elementelor de etanșeitate ale produsului și existența deformărilor remanente, în urma temperării, a fost executată vizual. Controlul funcționării produsului după temperare a fost efectuat prin intermediul filmărilor ultrarapide și a presupus determinarea distanței de aprindere a motorului rachetă, verificarea aprinderii trasorului și funcționarea completă a componentei de luptă. De asemenea, a fost verificată funcționarea încărcăturii de azvârlire prin măsurarea vitezei inițiale a loviturii utilizând radarului Doppler, iar verificarea penetrării blindajului s-a executat prin aspectarea vizuală a țintei.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

La verificarea aspectului exterior al produsului nu s-au constatat neconcordanțe. Elementele componente ale produsului, încărcătură de azvârlire, motor rachetă și componentă de luptă, au funcționat fără rateu. Vitezele inițiale măsurate au fost 264 m/s, 270 m/s, 270 m/s, 270 m/s și 271 m/s, respectând astfel limita impusă în cadrul PTED (270 ± 20 m/s). Perforarea unui oțel blindaj de către loviturile temperate este prezentată în **Figura 10**.



Fig. 10 – *Perforarea unui oțel blindaj de către loviturile temperate*

6. Verificarea rezistenței la căderi accidentale

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă după efectuarea probelor nu se constată funcționarea elementelor pirotehnice sau explozive sau fisurarea corpului grenadei și scurgeri de amestec termobaric.

Număr de produse încercate: 6

Mod de execuție: Verificarea rezistenței produsului la căderi accidentale, pe o placă de beton, de la înălțimea de 1,5 m, a fost efectuată pentru 6 lovituri complet echipate, astfel: 2 lovituri, căderea cu vârful în jos; 2 lovituri, căderea cu vârful în sus; 2 lovituri, căderea în poziție orizontală;

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

Loviturile supuse probelor nu au manifestat o funcționare accidentală a elementelor pirotehnice sau explozive sau apariția fisurilor pe corpul grenadei.

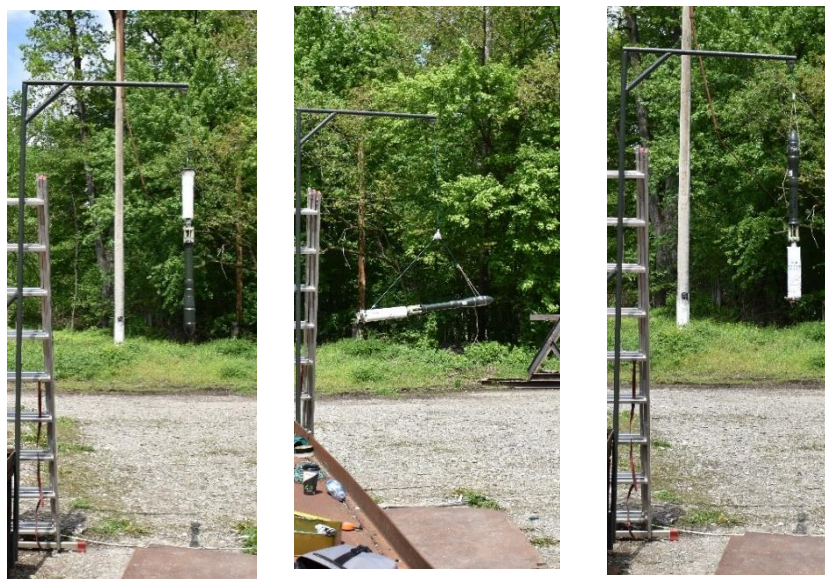


Fig. 11 – *Verificarea rezistenței loviturii la căderi accidentale*

7. Verificarea siguranței produsului în depozitare

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă după efectuarea probelor nu se constată funcționarea elementelor pirotehnice sau explozive sau fisurarea corpului grenadei și scurgeri de amestec termobaric.

Număr de produse încercate: 6

Mod de execuție: Verificarea rezistenței produsului la căderi accidentale, pe o placă de beton, de la înălțimea de 6 m, a fost efectuată pentru 6 lovituri complet echipate, câte 2 produse în ladă și poziționate la un unghi de 0°, 90°, 270° față de planul orizontal al plăcii;

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**;

Loviturile supuse probelor nu au manifestat o funcționare accidentală a elementelor pirotehnice sau explozive. De asemenea, nu au fost indentificate fisuri pe corpul grenadei.

8. Determinarea unghiului de înălțător, a grupării și a preciziei la distanța de 800 m

Cerințe: Proba corespunde dacă:

-abaterea probabilă în direcție $A_p^d \leq 1 \text{ m}$;

-abaterea probabilă în bătaie $A_p^b \leq 1 \text{ m}$;

Număr de produse încercate: 11

Mod de execuție: Tragerile s-au executat cu încărcăturile de azvârlire temperate la temperatura de +17 °C, echipate cu componentă de luptă lestat și focos lestat. S-au executat 4 trageri pentru reglaj, apoi a fost executată o serie de 7 lovituri pentru determinarea preciziei.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

Abaterea probabilă la distanța de 800m	Cerință specificația de dezvoltare Pct. 2.2.1 / nr.crt. 8	Rezultate testare din 21.04.2022, Jegălia
Abaterea probabilă în direcție A_p^d	1 m	0,63 m
Abaterea proababilă în bătaie A_p^b	1 m	0,79 m

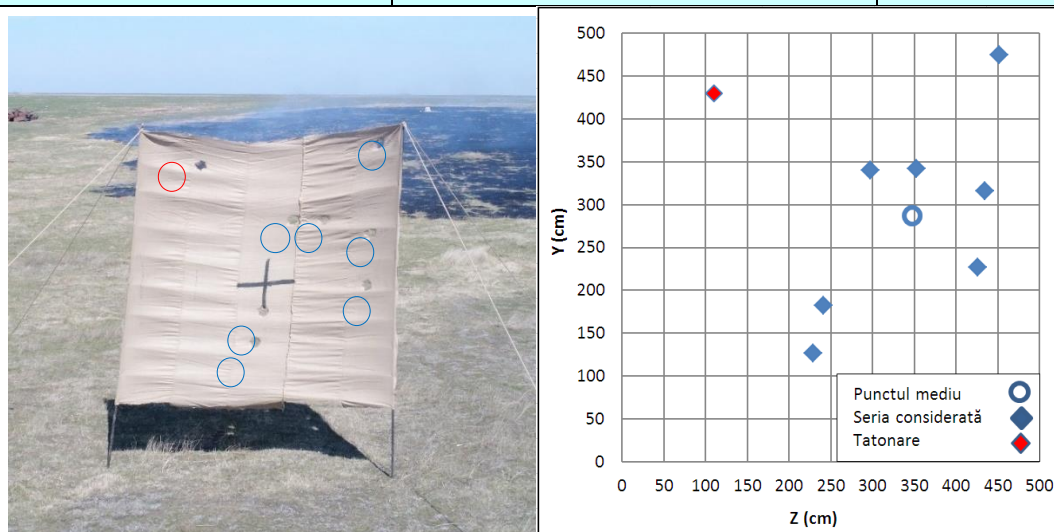


Fig. 12 – Precizia la panoul dispus la 800m

9. Determinarea distanței maxime de tragere și a împrăstierii în teren

Cerințe: Proba corespunde dacă bătaia maximă este de minim 1200 m;

Număr de produse încercate: 3

Mod de execuție: În vederea determinării bătaii maxime au fost executate trageri cu 3 lovituri temperate la $+21 \pm 2^\circ\text{C}$, echipate cu componentă de luptă lestată și focos lestat, la unghiurile de înălțător 100 și 200 miimi.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

N [miimi]	X [m]	Observații privind comportarea armamentului și muniției pe timpul tragerii
100	>1200	Comportare normală
200	>1200	Comportare normală
200	>1200	Comportare normală

10. Determinarea parametrilor de balistică exterioară

Cerințe: Proba corespunde dacă vitezele inițiale măsurate se încadrează în intervalul 270 ± 20 m/s.

Număr de produse încercate: 5

Mod de execuție: Verificarea a fost execută prin tragere, cu componenta de luptă lestată și focosul lestat, cu încărcăturile de azvârlire temperate la temperatura de $+21^\circ\text{C}$ timp de 12 ore. Măsurarea vitezei inițiale a fost efectuată utilizând radarul Doppler.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**

Denumirea încercării	Numărul loviturii					Valorea impusă
	1	2	3	4	6	
Viteza inițială [m/s]	265	272	274	268	271	250 ÷ 290 m/s

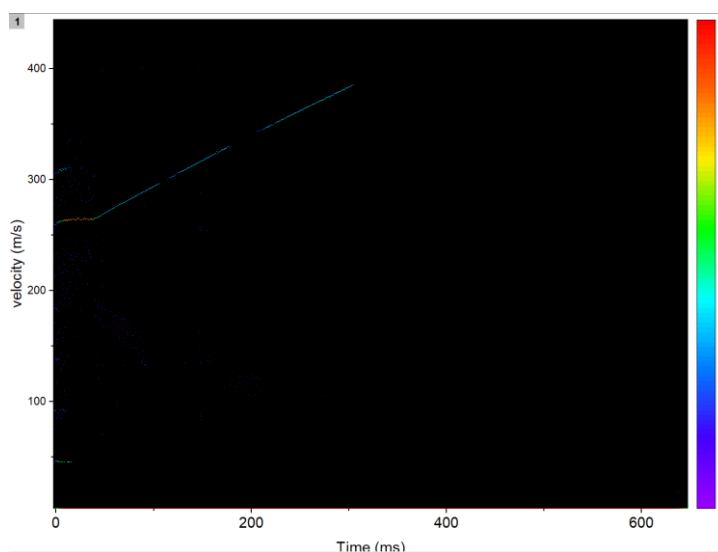


Fig. 13 – Viteza inițială a loviturii [m/s]

11. Determinarea capacității de perforare a produsului

Cerințe: Proba se consideră corespunzătoare dacă:

-perforează zid beton dublu armat cu rezistența B35/37, grosimea de minim 200mm, dimensiunea de minim 1m x 1m, amplasat la distanța de 200 m față de gura de foc;

-perforează zid beton dublu armat cu rezistența B35/37, grosimea de minim 400mm, dimensiunea de minim 1m x 1m, amplasat la distanța de 200 m față de gura de foc;

Număr de produse încercate: 5

Mod de execuție: Verificarea s-a executat prin trageri cu lovituri echipate cu focos și componentă de luptă reale asupra unei ținte amplasate perpendicular pe traiectorie. Evaluarea perforării ținte și funcționării corespunzătoare a componentei de luptă s-a efectuat prin intermediul analizei imaginilor preluate cu camera ultrarapidă.

Rezultate obținute: rezultatele verificării au fost **CORESPUNZĂTOARE**;



a)



b)



c)



d)

Fig. 14 - Perforare zid beton dublu armat 200 mm (a și b) și 400mm (c și d)

Concluzii

► *Lotul prototip industrial al loviturii perforant termobarice pentru aruncătorul AG-9 a fost realizat de către C.N. ROMARM SA., conform Specificației de dezvoltare și testare, și a fost testat de către specialiștii CCIACBRNE.*

► *Testarea și evaluarea de dezvoltare a prototipului industrial au fost desfășurate conform planului de testare și evaluare de dezvoltare pentru „Lovitură perforant termobarică pentru aruncătorul AG-9 (ExPierce)”, nr. A₂ 1734/ 08.03.2022, având la bază specificația de dezvoltare pentru „Lovitură cu grenadă perforant termobarică pentru aruncătorul AG-9” nr. RMS2/RU A 37/18.09.2020;*

► *În urma desfășurării activităților de testare și evaluare pentru lotul prototip industrial, s-a constatat conformitatea acestuia cu cerințele impuse în cadrul specificației de dezvoltare, pentru parametrii testați.*

În afara obligațiilor contractuale asumate de CO și P1 cu UEFISCDI, produsul a fost omologat cu MAPN întocmindu-se dosarul de omologare constituit pe baza Raportului de Testare și Evaluare de Dezvoltare, al Auditului Configurației Funcționale și Analizei Omologării Oficiale pentru “Lovitura cu grenadă perforant termobarică pentru aruncătorul AG-9”.

De asemenea, a fost finalizată pagina WEB a proiectului la adresa: <https://romarm.ro/proiecte-cercetare/>

12.07.2022

DIRECTOR PROIECT
Ec. Tiberiu PRVU