

RAPORT STIINTIFIC - TEHNIC

(2018 - iunie 2021)

Competitia:	Proiecte Complexe realizate în consorții CDI - PCCDI			
Nr. contract:	20PCCDI/2018			
Domeniul de cercetare:	Tehnologia informației și a comunicațiilor, spațiu și securitate			
Titlul :	SISTEME DE PROTECȚIE INDIVIDUALĂ ȘI COLECTIVĂ PENTRU DOMENIUL MILITAR PE BAZĂ DE ALIAJE CU ENTROPIE RIDICATA			
Acronim:	HEAPROTECT			
Durata (luni):	39			
Buget total:	4.874.023 lei			
- Proiecte componente:	4.834.620 lei			
- Cheltuieli cu managementul:	0			
- Cecuri:	39.403 lei			
Pagina Web proiect:	www.imnr.ro/heaprotect/			
Instituitia coordonatoare:	INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE -DEZVOLTARE PENTRU METALE NEFEROASE SI RARE – IMNR			
Director de proiect:	Dumitru Mitrica			
Partener 1 proiect complex (P1):	UNIVERSITATEA POLITEHNICA BUCURESTI (UPB)			
Partener 2 proiect complex (P2):	ACADEMIA TEHNICA MILITARA (ATM)			
Partener 3 proiect complex (P3):	UNIVERSITATEA "DUNAREA DE JOS" din Galați (UDJG)			
Partener 4 proiect complex (P4):	UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA (UCV)			
Nr. proiecte componente:	4			
Proiecte componente	Titlul proiect component	Instituitia coordonatoare proiect component	Instituitii implicate (CO,P1..Pn)	Buget proiect component
Proiect component 1	Sistem de protecție anti-explozie din aliaje ușoare cu entropie ridicata pentru rezervoare de combustibil	IMNR	CO, P1, P2	1.209.049
Proiect component 2	Sisteme de protecție colectiva realizate din aliaje cu entropie ridicata din sistemul AlCrFeMnNi, microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y -	UPB	CO, P1, P2, P3,P4	1.209.601
Proiect component 3	Tehnologii moderne de asamblare nedemontabila a componentelor sistemelor de protecție individuala sau colectiva	UPB	CO,P1,P2,P3	1.194.009
Proiect component 4	Penetratoare cu energie cinetică ridicată realizate din aliaje cu entropie ridicata din elemente chimice de mare densitate	ATM	CO,P1,P2	1.221.961

1. Prezentare generala a realizarii obiectivelor proiectului, cu punerea in evidenta a rezultatelor si gradul de realizare a obiectivelor. Prezentarea trebuie sa includa explicatii care sa justifice diferentele (daca exista) dintre activitatile preconizate si cele realizate. (max. 5 pag.)

Scopul principal al proiectului HEAPROTECT este creșterea performanțelor de cercetare și de transfer tehnologic ale unităților de CDI partenere, în domeniul realizării de echipamente performante din materiale avansate noi pentru protecția sistemelor militare.

Proiectul se întinde pe o perioadă de trei ani și cuprinde mai multe tipuri de obiective: dezvoltare instituțională, realizare lucrări de cercetare aplicativă și promovarea rezultatelor cercetării prin diseminare pe scară largă.

1.1 Dezvoltarea instituțională

Proiectul HEAPROTECT contribuie la dezvoltarea instituțională a instituțiilor partenere prin: creșterea și perfecționarea resursei umane; îmbunătățirea infrastructurii de cercetare; și creșterea portofoliului de colaborări cu partenerii din domeniu. *Creșterea și perfecționarea resursei umane*

Aceasta s-a realizat prin angajarea a 8 cercetători noi pe domenii specifice de cercetare cuprinse în proiect. Proiectul a asigurat în totalitate acoperirea cheltuielilor salariale pentru noii angajați pe toată durata proiectului. De asemenea, instituțiile partenere au încheiat contracte de muncă cu noii salariați pe o perioadă de cel puțin doi ani după terminarea proiectului. Noii cercetători au avut ocazia de a se specializa în domenii de varf prin elaborarea, prelucrarea și valorificarea unor materiale speciale de mare actualitate cum sunt aliajele cu entropie înaltă. De asemenea, proiectul conține numeroase activități de modelare materiale, proiectare structuri și testare materiale noi cu specific în industria militară care au un caracter aplicativ ridicat și reprezintă domenii de mare interes atât în cercetare cât și în industrie. Cea mai mare parte dintre noii cercetători angajați de instituțiile partenere sunt înscrși în programe de masterat sau doctorat cu teme de cercetare provenite din activitatea din proiect.

Îmbunătățirea infrastructurii de cercetare.

Finanțarea proiectului a permis achiziționarea de noi echipamente care au contribuit major la realizarea activităților din proiect. Astfel, Institutul National de Cercetare - Dezvoltare pentru Metale Neferoase și Rare – IMNR a achiziționat o licență software MatCalc 6 Pro de modelare termodinamică și cinetică a aliajelor metalice și bazele de date accesibile. Cu acest soft de modelare se pot determina structurile care se pot forma în diverse aliaje multicomponente. De asemenea, poate prezice formarea de structuri specifice a aliajelor în stare de neechilibru, după realizarea proceselor de turnare și tratament termic. O mare parte dintre activitățile de proiectare aliaje au fost realizate cu acest soft și rezultatele au fost publicate în reviste cu factor de impact ridicat. De asemenea, IMNR a achiziționat module suplimentare la programul Matlab-Simulink, care are potențialul de a simula în timp real diferite procese din diverse domenii de cercetare și industriale. De exemplu teste mecanice, teste dinamice, comportarea la coroziune, funcționarea în timp real la diverse solicitări ale materialelor. Acest soft ajută considerabil la proiectarea unor structuri complexe din aliajele preconizate. Partenerul Universitatea Politehnică București (UPB) a achiziționat un soft pentru controlul coloanei microscopului cu pachet basic APEX. Acesta face posibil controlul avansat al microscopului în timpul achiziției datelor la mariri diferite. Acesta este un factor determinant la realizarea de imagini clare la mariri mari. UPB a achiziționat un analizor și un detector de tip EDS pentru determinarea compoziției chimice a diverselor faze din structura materialelor. Acest ansamblu este obligatoriu în cercetarea de azi și este utilizat pe scară largă la majoritatea determinărilor realizate cu microscopul electronic. De asemenea, s-a achiziționat un pachet de control al fascicolului de electroni, pentru achiziție date cu generator de baleiaj pentru control microscop. Utilizarea în proiect a fost substanțială prin activitățile de caracterizare structurală efectuate cu acest microscop. Partenerul Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați (UDJG) a achiziționat un sistem de achiziție date de tip amplificator pentru traductoare cu marci tensiometrice tip HBM MX 1615-1. Acesta este deosebit de folosit la testarea imbinărilor sudate, oferind date utile referitoare la rezistența mecanică a imbinărilor. Aparatul a fost utilizat de către partener în activitățile specifice de imbinare a placilor de protecție colectivă. De asemenea, partenerul UDJG a achiziționat o mașină de slefuit probe pentru observarea la microscop a probelor de sudură. Partenerul Academia Tehnică Militară (ATM) a achiziționat o nouă instalație de determinare proprietăți mecanice în regim dinamic (turn de impact instron) și un sistem pentru determinarea caracteristicilor balistice. Echipamentul are o utilitate deosebită în testarea materialelor în diverse regimuri de funcționare.

Creșterea portofoliului de colaborări cu partenerii din domeniu.

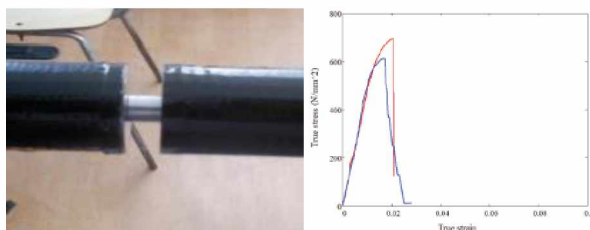
În cadrul proiectului au fost realizate un număr însemnat de cercuri de colaborare. Colaborarea dintre parteneri a fost realizată prin majoritatea de tipuri de cercuri oferite de proiect, și anume tipurile A1, B și C. Astfel între UDJG, IMNR și ATM au fost realizate cercuri de tipul B, care au cuprins: tehnici de caracterizare chimică și structurală a aliajelor cu entropie înaltă (HEA), structuri morfofuncționale din aliaje HEA montate ADD-ON

in zona rezervoarelor pentru siguranta, studiul zonelor vulnerabile din autovehicule blindate, variante constructive pachete balistice. De asemenea au fost realizate cecuri de tip C, care au cuprins: conditii de testare in regim dinamic cu Bare Hopkinson si Tun Taylor a pachetelor balistice sudate, caracterizari structurale avansate prin microscopie optica. Intre Universitatea din Craiova (UCV) si IMNR, ATM au fost realizate cecuri de tip B care au cuprins: analize computerizate legate de optimizarea cantitatii de material elaborat la obtinerea aliajelor cu entropie inalta in cuptorul cu inductie, eficientizarea energetica a procesului de elaborare la obtinerea aliajelor cu entropie inalta, optimizarea creuzetului de turnare la obtinerea aliajelor cu entropie inalta, variante optimizate pentru determinarea formei elementelor de protectie individuala si colectiva, procese de transfer termic la impactul dintre proiectil si materialul elaborat, proceselor de prelucrare a materialului elaborat prin turnare. analize legate de bilanțul termic in la impactul proiectilelor. Colaborarea dintre parteneri s-a materializat si prin realizarea a trei cecuri de tip A1 pentru servicii diferite de domeniul proiectului si care au rolul de a extinde colaborarea dintre parteneri prin activitati comune de incercari preliminare in domenii de mare interes. Aceste cecuri au cuprins urmatoarele activitati: elaborarea de aliaje multicomponent cu proprietati de rezistenta mecanica si la oxidare ridicate, realizarea de benzi solidificate rapid din aliaje de brazare, si elaborarea de aliaje multicomponent cu proprietati biocompatibile.

1.2. Realizare lucrari de cercetare aplicativa.

Obiectivele de cercetare propuse in proiect s-au axat in principal pe realizarea celor patru proiecte componente: P1- Sistem de protectie anti-explozie din aliaje usoare cu entropie ridicata pentru rezervoare de combustibil; P2- Sisteme de protectie colectiva realizate din aliaje cu entropie ridicata din sistemul AlCrFeMnNi, microaliante cu Ti, Zr, Hf, Y. Studii privind proprietatile specifice materialelor utilizate. P3- Tehnologii moderne de asamblare nedemontabila a componentelor sistemelor de protectie individuala sau colectiva; si P4- Penetratoare cu energie cinetica ridicata realizate din aliaje cu entropie ridicata din elemente chimice de mare densitate.

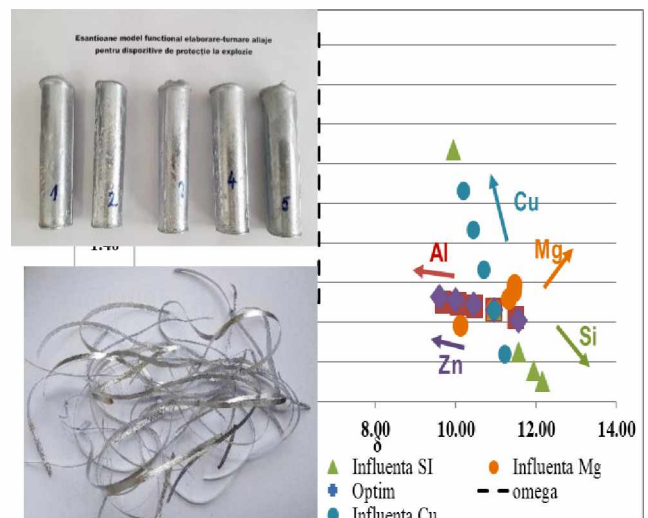
In cadrul **proiectului P1** au fost preconizate cercetari de tipul cercetare fundamentala (CF), cercetare industriala (CI) si dezvoltare experimentale (DE), avand in vedere dezvoltarea unui sistem de protectie de la faza de idee conceptuala pana la nivelul de model functional-prototip. In perioada 2018 – iunie 2021 au fost realizate activitati importante de cercetare, cu atingerea tuturor rezultatelor preconizate. Astfel au fost dezvoltate noi aliaje cu entropie inalta pentru confectionarea dispozitivului de protectie. Realizare configuratiei dispozitivului sub forma de benzi solidificate rapid si realizarea unui model functional prototip pentru un rezervor la scara mica confectionat in acest scop. Dispozitivul a fost optimizat prin testari repetate la soc cu diverse materiale si configuratii ale benzilor componente.



Epruvetă HEA montată între bare Hopkinson și curbele $\sigma(\epsilon)$ statice obținute



Model de prezentare dispozitiv de protective in canistra combustibil



Modelare criteriilor termodinamice- Hume Rothery si probele de aliaje obtinute (lingouri si benzi)

In cadrul **proiectului P2** au fost preconizate cercetari de tipul cercetare fundamentala (CF), cercetare industriala (CI) si dezvoltare experimentale (DE), care au cuprins activitati diverse de la studiul materialelor si tipurilor de sisteme de protectie colectiva pana la realizarea de sisteme -prototip sub forma de placi din aliaje cu entropie

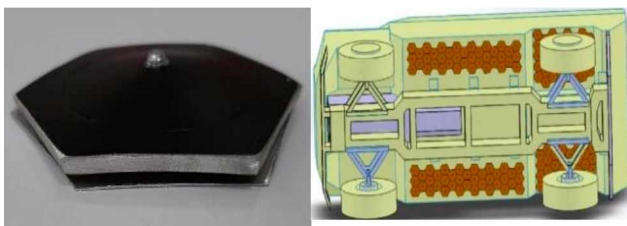
inalta. Activitatile preconizate la inceputul proiectului au fost acoperite in totalitate cu rezultate semnificative in domeniul proiectarii noilor tipuri de aliaje specifice aplicatiei, proiectarea si realizarea structurilor de protectie colectiva si analiza functionalitatii acestora.



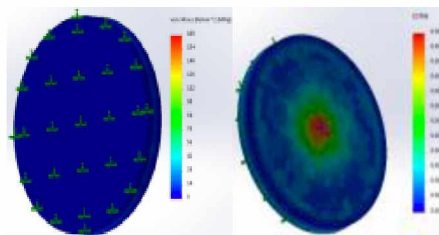
Butoni prelucrați prin strunjire din aliaje cu entropie ridicată



Placi din aliaje HEA după turnare și solidificare.

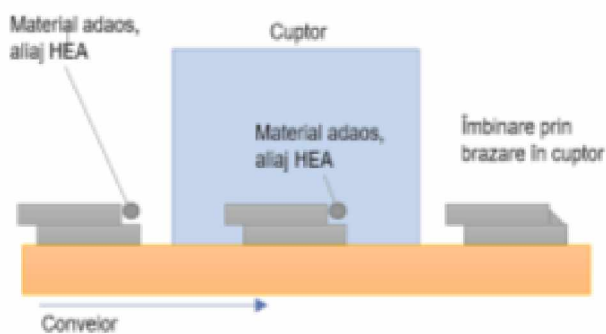


Structura prototip element de protectie si amplasament.

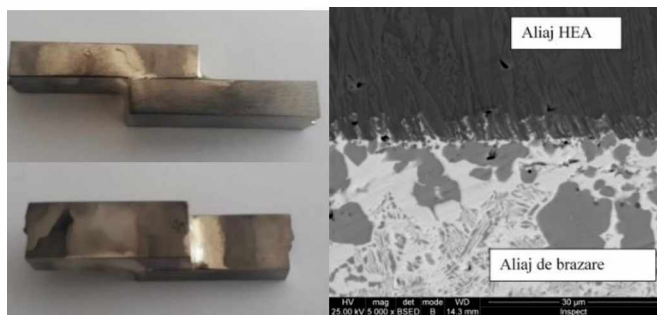


Simulare impact element perforator varianta predeformată a elementului de protecție

In cadrul *proiectului P3* au fost preconizate cercetari de tipul cercetare fundamentala (CF) si dezvoltare experimentale (DE). Activitatile au cuprins lucrari de cercetare de studii analitice a metodelor de imbinare pentru structuri caracteristice proiectului si dezvoltari experimentale a metodelor selectate pentru asamblarea sistemelor militare de protectie colectiva. In perioada 2018 – iunie 2021 au fost obtinute rezultate importante pentru determinarea imbinarilor optime pentru realizarea ansamblului de protectie colectiva prin determinarea metodelor de imbinare, stabilirea tipurilor de solicitări și a cuplurilor de materiale, realizarea acestora cu diverse materiale, testarea nedistructiva a placilor imbinate. Rezultatele preconizate au fost realizate in totalitate



Brazarea în cuptor utilizând material de adaos din HEA



Probe din aliaj HEA brazate si analiza de interfata

energie înaltă. Cererile de brevete s-au axat în principal pe materialele cu entropie înaltă utilizate la realizarea acestor structuri.

Colaborarea dintre parteneri a rezultat într-un număr ridicat de articole de cotărie ISI (21) și articole indexate BDI (3). Participarea la conferințe de specialitate a fost substanțială, cu numai puțin de 39 de lucrări în domeniul proiectului. Dintre acestea au fost prezentate lucrări la prestigioase conferințe internaționale: European Congress and Exhibition on Advanced Materials Processes- EUROMAT 2019, 4th Global Congress & Expo on Materials Science and Nanoscience, AuxDefense 2018 – 1-st World Conference on Advanced Materials for Defence, Greener and Safer Energetic and Ballistic Systems 2018, The International Conference on Materials Science and Engineering – BraMat 2019, Modtech 2019 și 2020, International Conference on Materials Science and Technologies – RoMat 2020

Pe parcursul desfășurării proiectului au fost realizate numeroase întâlniri ale partenerilor din proiect la care au participat și persoane din afara proiectului. La aceste întâlniri au fost discutate probleme importante referitoare la dezvoltarea proiectului și oportunitatea pe care o oferă noile aliaje cu entropie înaltă pentru aplicații specifice din industrie, cu o participare activă a audienței.

Rezultatele din proiect au fost prezentate la expoziții și târguri cu un caracter tehnologic specific și la care au participat numeroși agenți economici. În urma acestor prezentări au fost obținute premii importante pentru lucrările prezentate (2 medalii de aur și o medalie de argint)

2. Prezentarea obiectivelor și activităților realizate în perioada 2018 – iunie 2021, pentru fiecare proiect component (max. 2 pag./proiect component)

Proiectul complex HEAPROTECT cu titlul „Sisteme de protecție individuală și colectivă pentru domeniul militar pe bază de aliaje cu entropie ridicată” conține patru proiecte componente. În continuare vor fi prezentate obiectivele și activitățile realizate, pentru fiecare proiect component în parte, în perioada 2018 – iunie 2021, mai puțin activitățile de diseminare care vor fi prezentate la punctul 4 al acestui raport.

Proiect component 1: Sistem de protecție anti-explozie din aliaje ușoare cu entropie ridicată pentru rezervoare de combustibil. Proiectul urmărește realizarea unui sistem de protecție anti-explozie pentru rezervoarele de combustibil din autovehiculele militare. Pericolul de explozie apare în timpul exercitării unei forțe de impact ridicate asupra vehiculului, fie în timpul unui accident de circulație fie în urma unui impact cu un proiectil. Socul produs de forța de impact se resimte în incinta rezervorului prin creșterea presiunii din incintă, conducând la aprinderea combustibilului.

Activitățile preconizate ale proiectului și rezultatele obținute sunt următoarele:

Selecție sisteme și tehnologii utilizate pentru transportul, depozitarea, manipularea și folosirea carburanților lichizi și gazoși. A fost realizată o prezentare a sistemelor de transport, manipulare și utilizare a carburanților lichizi și gazoși. În cadrul activității a fost concretizată o *bază de date* referitoare la metodele utilizate, specificațiile dispozitivelor și ale materialelor folosite.

Selecția materialelor utilizate la construcția dispozitivelor pentru transportul, depozitarea, manipularea și folosirea carburanților lichizi și gazoși. Au fost prezentate avantajele utilizării aliajelor cu entropie ridicată, comparativ cu metodele convenționale și au fost stabilite 4 *rețete* de aliaje în baza criteriilor de selecție termodinamică, pentru confecționarea dispozitivelor de protecție.

Determinarea metodelor de caracterizare și testare a materialelor pentru transportul, depozitarea, manipularea și folosirea carburanților lichizi și gazoși. A treia activitate se concentrează pe *metodologia de caracterizare și testare a materialelor*, realizând un *studiu al proprietăților acestora*. Au fost prezentate modalitățile de prelevare și examinare a probelor în legătură cu proprietățile urmărite; au fost menționate caracterizări chimice, mecanice, și structurale.

Analiza factorilor de risc la manipularea, depozitarea și utilizarea carburanților lichizi și gazoși. Clase de risc. A fost realizat un *studiu* care a tratat: inflamabilitatea, vaporii toxici, electricitatea statică, inertizarea și prevederile standardelor și procedurilor de lucru cu materii periculoase, conform legislațiilor în vigoare.

Realizarea modelului experimental de obținere a aliajelor cu entropie ridicată prin metode de elaborare - turnare. A fost definitivat un *model experimental tehnologic și produs* pentru patru loturi de aliaje cu entropie înaltă ($\text{Al}_3\text{FeSi}_{0,1}\text{Ti}_{0,2}\text{V}_{0,1}$, $\text{Al}_3\text{Cu}_{0,5}\text{Si}_{0,1}\text{Zn}_{0,5}\text{Mg}_{0,2}$, $\text{Al}_4\text{Mn}_{0,3}\text{Zn}_{0,3}\text{MgSi}$ și $\text{AlCuSi}_{0,2}\text{ZnMg}_{0,2}$). Sunt prezentate condițiile și avantajele elaborării în cuptorul cu inducție

Realizarea modelului experimental de obținere a aliajelor cu entropie ridicată prin solidificare rapidă. A fost definitivat un *model experimental de tehnologie și produs* pentru obținerea de benzi de aliaje cu entropie

înalță, prin solidificare rapidă. Fluxul tehnologic de solidificare rapidă a acestor aliaje a prezentat etape și parametri de proces. A fost obținut un număr ridicat de loturi de benzi pentru fiecare aliaj.

Caracterizarea fizico - chimică și microstructurală a aliajelor cu entropie ridicată utilizate la fabricarea dispozitivelor de protecție. Au fost realizate 14 rapoarte de caracterizare privind proprietățile fizico – chimice și microstructurale ale aliajelor cu entropie ridicată utilizate la fabricarea dispozitivelor de protecție ($\text{Al}_3\text{FeSi}_{0,1}\text{Ti}_{0,2}\text{V}_{0,1}$, $\text{Al}_3\text{Cu}_{0,5}\text{Si}_{0,1}\text{Zn}_{0,5}\text{Mg}_{0,2}$, $\text{Al}_4\text{Mn}_{0,3}\text{Zn}_{0,3}\text{MgSi}$, $\text{AlCuSi}_{0,2}\text{ZnMg}_{0,2}$ și $\text{Al}_6\text{MgSi}_{2,5}\text{B}_{0,5}\text{Ca}$).

Caracterizări mecanice ale aliajelor cu entropie ridicată. Teste preliminare cu sistemul de bare Hopkinson și Tunul Taylor. Cuprinde rapoarte de caracterizare mecanică ale aliajelor cu entropie înaltă. S-au realizat fișe de măsurători pe baza testelor de compresiune în regim cvasistatic, cu ajutorul mașinii universale TC 100 și a testelor dinamice, utilizând sistemul de bare Hopkinson și Tunul Taylor. Atât pentru testele statice cât și pentru cele dinamice au fost efectuate proceduri de simulare numerică, ce au fost validate prin comparație cu rezultatele experimentale, în final determinându-se parametrii legilor de material de tip Johnson-Cook.

Elaborare model experimental tehnologie pentru depozitarea carburanților lichizi și gazoși. A fost obținut un model experimental al dispozitivului de depozitare, utilizând un aliaj complex cu compoziția de greutate de 85%Al5,7%Cu2,5%Si5,87%Zn1%Mg. Aliajul a fost elaborat în atmosferă protectoare pentru a evita impurificarea topiturii și s-a turnat în forme de oțel. De asemenea au fost determinați parametrii optimi dispozitiv de depozitare.

Elaborare model experimental tehnologie pentru transportul carburanților lichizi și gazoși. S-a obținut un model experimental al dispozitivului de transport al carburanților lichizi și gazoși, utilizând ca material de construcție un aliaj concentrat complex cu compoziția în greutate de: 85%Al5,7%Cu2,5%Si5,87%Zn1%Mg. Fluxul tehnologic cuprinde parametrii optimi dispozitiv de transport, cu particularități proprii utilizării sale.

Elaborare model experimental tehnologie pentru manipularea și utilizarea carburanților lichizi și gazoși. A fost obținut un model experimental al dispozitivului de manipulare și utilizare. Materialul de construcție este un aliaj concentrat complex cu compoziția în greutate de: 85%Al5,7%Cu2,5%Si5,87%Zn1%Mg. Lingourile turnate sunt apoi transformate în benzi solidificate rapid prin metoda melt-spinning. Rolurile din benzi solidificate rapid sunt obținute prin operațiuni de: debitare, roluire și presare,

Testare în regim dinamic cu sistemul de bare Hopkinson și tunul Taylor. Legi constitutive de material. Cuprinde 3 rapoarte de caracterizare mecanică ale aliajelor cu entropie înaltă. S-au realizat fișe de măsurători pe baza testelor de compresiune în regim cvasistatic, cu ajutorul mașinii universale TC 100 și a testelor dinamice, utilizând sistemul de bare Hopkinson și Tunul Taylor. Atât pentru testele statice cât și pentru cele dinamice au fost efectuate proceduri de simulare numerică

Elaborare model experimental tehnologie integrată de laborator pentru realizare sisteme cu risc scăzut de explozie la transportul, depozitarea, manipularea și utilizarea carburanților lichizi și gazoși. S-a obținut un model experimental al dispozitivului integrat de protecție, prin definitivarea unui sistem complet care să acopere întregul lanț de exploatare a combustibililor pentru vehicule terestre și aeriene. În acest sens a fost realizat un dispozitiv integrat.

În cadrul activității **Realizare model funcțional tehnologie de obținere aliaje prin elaborare-turnare** a fost definitivat un model funcțional tehnologie de obținere aliaje pentru aliajul cu entropie înaltă $\text{Al}_5\text{Cu}_{0,5}\text{Si}_{0,2}\text{Zn}_{1,5}\text{Mg}_{0,2}$. Sunt prezentate detaliile tehnologice de elaborare aliaj funcțional: scopul, tipul aliajului, materii prime, utilaje de lucru, operațiuni tehnologice, parametrii tehnologici și operațiuni de caracterizare produse. Produsele sunt prezentate în imagini.

În cadrul activității de **Caracterizarea fizico-chimică și structurală a semifabricatelor din aliaje cu entropie ridicată** s-au realizat 2 fișe de produs pentru aliajul $\text{Al}_5\text{Cu}_{0,5}\text{Si}_{0,2}\text{Zn}_{1,5}\text{Mg}_{0,2}$ obținut atât prin elaborare turnare cât și prin solidificare rapidă. Caracterizările aliajului au fost efectuate prin analize chimice și microstructurale. Analizele microstructurale au determinat prezența unei structuri dendritice fine atât pentru aliajul în stare turnată cât și sub formă de benzi și o grosime medie a benzii de 113,45 μm.

Realizare model funcțional tehnologie de obținere aliaje prin solidificare rapidă. În cadrul activității a fost realizat un model funcțional al tehnologiei de obținere benzi solidificate rapid pentru aliajul cu entropie înaltă $\text{Al}_5\text{Cu}_{0,5}\text{Si}_{0,2}\text{Zn}_{1,5}\text{Mg}_{0,2}$. Acesta conține elemente tehnologice sinteza: utilitatea produsului, materiile prime, utilajele de lucru, operațiunile tehnologice, parametrii tehnologici și operațiunile de caracterizare produse.

Testarea mecanică a semifabricatelor din aliaje cu entropie ridicată. Testarea mecanică a cuprins determinarea valorilor de microduritate și rezistența mecanică a probelor de aliaj utilizat la realizarea dispozitivului de protecție la explozie. Raportul de teste mecanice a cuprins: microduritatea cu majoritatea valorilor cuprinse între 155 – 180 HV și rezistența la curgere a aliajului cu valori între 500 – 600 MPa.

Testarea modelului funcțional dispozitiv pentru protecție la transportul carburanților lichizi și gazoși. Validarea tehnologiei laborator. Legi constitutive de material. În cadrul acestei activități au fost prezentate documentații de validare aliaj și dispozitiv, rapoarte de testare în poligon și aplicarea legilor constitutive de

material asupra aliajului utilizat. Validarea tehnologiilor de obținere a aliajului și dispozitivului tip banda a fost realizată prin demonstrarea reproductibilității.

Demonstrarea tehnologiei laborator pentru sisteme cu risc scăzut de explozie la transportul, depozitarea, manipularea și utilizarea carburanților lichizi și gazoși. Demonstrarea tehnologiei a fost realizată prin prezentarea tehnologiei de obținere a aliajului și a benzilor solidificate rapid - dispozitiv pentru finalizarea tehnologiilor laborator. Acestea au fost prezentate sub formă de 2 fișe tehnologie și 2 fișe produs. Dispozitivul prototip sub formă de bandă a fost de asemenea prezentat și arătat în ansamblu cu un rezervor la dimensiuni de laborator. De asemenea au avut loc demonstrații în poligon cu rezistența la șoc a rezervoarelor cu protecție.

Proiect component 2: Sisteme de protecție colectivă realizate din aliaje cu entropie ridicată din sistemul AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y. În cadrul celui de-al doilea proiect component s-a avut în vedere realizarea sistemelor de protecție colectivă din aliaje cu entropie înaltă din sistemul AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y.

Studiu privind proiectarea morfo-funcțională a structurilor de protecție colectivă. A presupus realizarea unei documentații de proiectare morfo - funcțională a structurilor de protecție colectivă. Aceasta poate fi executată prin utilizarea modelării analitice, simulării numerice și metodelor empirice.

Studii privind proprietățile specifice ale materialelor utilizate pentru realizarea sistemelor de protecție colectivă și metodele de testare specifice. S-a efectuat o documentație tehnică de analiză a proprietăților materialelor utilizate pentru sistemele de protecție colectivă. Cele mai des întâlnite structuri utilizate pentru protecția balistică sunt blindajele omogene, structuri ce prezintă aceleași caracteristici fizico-chimice pe toată grosimea.

Proiectarea rețetelor de aliaje cu entropie ridicată (HEA) din sistemul multi - element AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y. Activitatea prezintă o documentație de proiectare a aliajelor cu entropie înaltă, care au un grad ridicat de dezordine atomică, aspect care conduce la variații unice ale caracteristicilor magnetice, electrice, mecanice (duritatea, rezistența la uzură), electrochimice (rezistența la oxidare, rezistența la coroziune) și proprietăți anticorozive. Caracteristicile de rezistență pot fi crescute prin microalierea cu elemente precum Y, Zr, Ti, Hf, etc. Astfel, Consorțiul a considerat că se pot obține 8 rețete de aliaje cu entropie ridicată, din următoarele sisteme de aliere: AlCrFeMnNi0.05Ti, AlCrFeMnNi0.05Zr, AlCrFeMnNi0.05Hf, AlCrFeMnNi0.05Y.

Studiu privind metode de caracterizare și testare a aliajelor cu entropie ridicată utilizate la fabricarea sistemelor de protecție colectivă. S-a realizat o documentație tehnică (metodologie de testare) privind metodele de caracterizare și testare a aliajelor cu entropie ridicată. S-au efectuat următoarele analize: măsurarea densității aliajelor obținute, prin metoda hidrostatică, prin scufundare în apă și în alcool; determinarea compoziției chimice și a omogenității chimice și structurale cu ajutorul ICP-OES și SEM-EDS; măsurarea durității aliajelor cu ajutorul unui dispozitiv de măsurare a microdurității, component al microscopului optic; determinarea rezistenței materialelor în regim static și dinamic prin testare cu tunul Taylor și bara Hopkinson.

Studiu privind sisteme de protecție colectivă și proiectarea structurii prototip de protecție colectivă. A fost realizată documentația tehnică de analiză a sistemelor de protecție colectivă, urmărind fazele: proiectarea formei elementului de protecție; simularea la solicitare dinamică a elementului de protecție; identificarea unei soluții constructive pentru poziționarea și fixarea elementului de protecție pe blindaj; alegerea tehnologiei de asamblare prin sudare a bolțului filetat. De asemenea, a fost livrat și un proiect prototip.

Obținerea aliajelor cu entropie ridicată din sistemul multi - element AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr în instalația RAV pentru teste dinamice cu tun Taylor și sistem Hopkinson. În cadrul activității este prezentată o tehnologie de realizare a aliajelor cu entropie ridicată în instalații RAV, care lucrează în mediu controlat de argon, de înaltă puritate. Rețetele de aliaje din sistemele AlCrFeMnNi0.05Ti și AlCrFeMnNi0.05Zr au avut la baza aliajul AlCrFeMnNi, cu foarte bune proprietăți mecanice, la care s-au adăugat elemente de microaliere Ti și Zr, cu rol dezoxidant și de finisare a structurii matricei metalice de bază, ce au condus la îmbunătățirea proprietăților metalice. S-au obținut patru loturi de teste din aliaje cu entropie ridicată.

Caracterizarea microstructurală a aliajelor cu entropie ridicată din sistemul multi-element AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y. S-a realizat un raport tehnic de caracterizare microstructurală a aliajelor cu entropie înaltă. Se au în vedere aspectele microstructurale ale aliajelor, evidențiate prin microscopie optică și electronică SEM, EDS, dar și evaluarea microdurității.

Elaborarea programului de testare dinamică a aliajelor cu entropie ridicată pentru sistemul de bare Hopkinson și tunul Taylor. S-a elaborat un proiect de testare dinamică a aliajelor cu entropie ridicată. S-au efectuat teste de compresiune în regim cvasistatic s-au realizat cu ajutorul mașinii universale TC 100 iar testele dinamice s-au efectuat cu Sistemul de Bare Hopkinson.

Metodologie pentru simularea numerică a proceselor dinamice realizate cu sistemul de bare Hopkins. A fost elaborată o metodologie pentru simularea numerică a proceselor dinamice realizate cu sistemul de bare

Hopkinson, bazată pe metoda elementelor finite. Etapele de aplicare ale acestei metode sunt: discretizarea conținutului; alegerea funcțiilor de interpolare; determinarea proprietăților elementului; asamblarea ecuațiilor elementale și obținerea ecuațiilor generale ale structurii; scrierea condițiilor la limită; rezolvarea sistemului de ecuații; efectuarea de calcule suplimentare.

Modelarea și simularea numerică a proceselor dinamice în vederea stabilirii proprietăților dinamice ale materialelor testate. A fost realizat un *raport tehnic privind modelarea și simularea numerică a proceselor dinamice, în vederea stabilirii proprietăților dinamice ale materialelor testate*. Modelarea testelor s-a realizat cu LS-DYNA, un software specializat în modelarea fenomenelor tranzitorii neliniare.

Proiectarea morfofuncționala a structurilor de protecție colectivă. Au fost concepute și proiectate două variante de sisteme de protecție balistică, realizate prin sudarea plăcilor din aliaje cu entropie ridicată (HEA) pe o placă suport din oțel de blindaj. În această etapă au fost realizate *proiecte de execuție* pentru ambele variante de poziționare plăci HEA de blindaj: sub formă de "zid de cărămidă" și sub formă de "solzi de pește".

Obținerea aliajelor cu entropie ridicată din sistemul multi-element AlCrFeMnNi microaliate cu Hf, Y în instalația RAV pentru teste dinamice cu tun Taylor și sistem Hopkinson. În cadrul activității au fost realizate: o *tehnologie de obținere și 4 loturi de aliaje HEA de tipul AlCrFeMnNi0.05Hf și AlCrFeMnNi0.05Y în instalația de topire în arc electric*. Au fost urmărite toate etapele tehnologice caracteristice elaborării aliajelor metalice. Randamentele de obținere au fost deosebit de ridicate: 98,3 – 99,42%.

Caracterizarea microstructurală a aliajelor cu entropie ridicată din sistemul multielement AlCrFeMnNi microaliate cu Hf, Y. Caracterizarea microstructurală a aliajelor cu entropie ridicată din sistemul multielement AlCrFeMnNi microaliate cu Hf, Y s-a realizat în conformitate cu procedura Analiza metalografică – cod HEA.2019.02. În *raportul de caracterizare* s-au analizat prin microscopie optică și electronică particularităților microstructurale, au fost identificate fazele și constituenții metalografici, au fost evaluate imperfecțiunile microstructurale la diferite puteri de mărire.

Proiectarea tehnologiei de realizare a noilor aliaje din sistemul multi-element AlCrFeMnNi microaliate în cuptor cu inducție. În cadrul activității a fost realizată o *tehnologie de obținere aliaje de tipul AlCrFeMnNi microaliate într-un cuptor cu inducție*. Tehnologia conține toate elementele caracteristice elaborării aliajelor metalice: scop, materii prime, echipamente, etape tehnologice, caracterizări/testări și domeniul de aplicabilitate.

Obținerea prin turnare din cuptor cu inducție a plăcilor pentru sistemele de protecție colectivă pentru realizarea casetelor balistice și efectuare teste cu sistemul de bare Hopkinson și tunul Taylor. A fost concretizat un *raport tehnic de realizare plăci* pentru sisteme de protecție colectivă și au fost realizate *8 loturi de plăci test*, din aliaje HEA. Realizarea lotului de test din aliajele cu entropie ridicată s-a efectuat, pentru aliajele AlCrFeMnNi0.05Hf și AlCrFeMnNi0.05Y după un algoritm de lucru clasic și care cuprinde mai multe etape specifice. Elaborarea s-a efectuat în cuptorul cu inducție în vid, iar turnarea aliajului s-a efectuat în atmosferă obișnuită.

Realizarea structurilor prototip monocomponent de protecție colectivă. A fost prezentată soluția adoptată pentru *elementul de protecție prototip*. Au fost prezentate detalii referitoare la forma, dimensiunile și modul de asamblare pe caroseria transportoarelor blindate. Pentru analiză, s-au considerat zonele de pericol ale fiecărei componente a carosajului, atât pentru membrii trupeii transportate, cât și pentru transportor în sine.

Testare dinamică a aliajelor cu entropie ridicată cu sistemul Hopkinson și tunul Taylor. A fost realizat un *raport tehnic de testare și simulare* a comportării dinamice a aliajelor HEA pentru construcția sistemelor de protecție colectivă. Testele dinamice s-au efectuat cu ajutorul sistemului de bare Hopkinson.

Procesarea datelor obținute la testare. Validarea procedurilor de simulare numerică. Legi constitutive de material. În cadrul activității au fost realizate modele și simulări matematice pentru testele dinamice aplicate în activitatea precedentă. Rezultatele obținute au fost concretizate prin *fise de procesare date* și un *raport tehnic de testare* a aliajelor HEA. Funcția de plasticitate experimentală a fost aproximată cu ajutorul mai multor modele.

Caracterizarea mecanică a aliajelor cu entropie ridicată din sistemul multi-element AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y. A fost realizat un *raport de testare mecanică* a aliajelor HEA utilizate la construcția sistemelor de protecție colectivă. S-a observat că duritatea este mai mare în zonele de suprafață, ca urmare a formării unor pelicule de oxid bogate în elementele cu oxidabilitate mare (Y, Hf, Ti). Doar în cazul probei microaliate cu Zr, valoarea durității la nivelul suprafeței este puțin mai scăzută comparativ cu celelalte probe. Valorile au fost cuprinse între 44 și 60 HRC.

Obținere aliaje cu entropie ridicată pe baza rețetelor optimizate în cuptoare cu inducție pentru turnarea plăcilor pentru sistemele de protecție colectivă. În cadrul acestei activități au fost realizate plăci rotunde din aliaj HEA optimizat. A fost realizat un *raport tehnic de obținere* și un *lot test de aliaje* sub forma de plăci.

Raportul contine detalii referitoare la elaborarea aliajului si turnarea in cantitati mai mari pentru realizarea placilor. Acestea urmeaza de a fi testate intr-o activitate ulterioara.

Analiza funcționalității structurilor de protecție colectivă. Funcționalitatea blindajului realizat in proiect a fost prezentata printr-un *raport de analiza*, cu detalierea elementelor componente si a rolului lor in procesul de amortizare a impactului cu proiectilul incident. A fost evidentiata pastrarea integritatii sistemului prin capacitatea aliajului cu entropie ridicată de reducere a energiei cinetice a proiectilului, datorită fragmentării proiectilului și a forțelor de fricțiune care apar la înaintarea fragmentelor de proiectil prin materialul rămas intact.

Turnarea plăcilor pentru sistemele de protecție colectivă din noi aliaje cu entropie ridicată pe baza rețetelor optimizate. *Raportul tehnic de realizare plăci* din aliaje cu entropie ridicată în condiții de laborator a conținut următoarele etape: calculul rețetelor de aliaje cu entropie ridicată; alegerea materialelor pentru producerea rețetelor de aliaje; pregătirea utilajului de turnare; calitatea și proprietățile materialelor utilizate pentru producerea aliajelor, precum și pregătirea acestora pentru elaborare; pregătirea agregatului metalurgic pentru desfășurarea procesului tehnologic; elaborarea propriu-zisă a aliajului cu entropie ridicată. A fost prezentat *un lot de placi* pentru cele trei tipuri de aliaje selectate.

Elaborarea programului de testare și efectuarea testelor balistice pe pachetele balistice ale structurilor de protecție din aliajele optimizate. Activitățile de testare au avut ca scop verificarea răspunsului plăcilor realizate din aliaje HEA din sistemul AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y la impactul cu penetratori. Activitățile experimentale s-au executat în conformitate cu planul de testare și procedurile operaționale întocmite pentru echipamentele balistice utilizate. A fost realizat un *raport de testare balistica* conform cu datele obținute.

Verificarea comportării la testarea dinamică a noilor aliaje cu entropie ridicată. Rezistența la penetrare a unui material, cu proiectile de mică viteză, este controlată de mecanisme de deformare dinamică și de rupere. Orificiul de impact rezultă în urma unor solicitări de forfecare foarte mari. Simularea acestor forțe a fost realizată în proiect prin testarea ECAP cu deformare plastică severă. *Studiu tehnic privind comportarea dinamică a noilor aliaje* a conținut comportamentul la deformarea severa la temperaturi comparabile cu cele din realitate. Aliajele s-au comportat foarte bine, rezistând la o deformare de 45 de grade si forte de până la 750MPa.

Proiect component 3: Tehnologii moderne de asamblare nedemontabila a componentelor sistemelor de protecție individuala sau colectiva. Proiectul descrie modalități de asamblare prin sudură sau lipire tare a sistemelor de protecție colectivă produse în proiectul component 2

Analiza sudabilității materialelor și stabilirea protocoalelor de încercări mecanice, analize metalografice și examinări nedistructive. *Documentatia* privind evaluarea sudabilitatii indica baza unei proceduri specifice care stabileste conditiile de procesare a materialelor in timpul fabricarii structurilor sudat. Sudabilitatea s-a determinat cu ajutorul unor probe sudate prin topire cu precedee WIG cu baghete de aliaj HEA si SMAW cu electrozi inveliti in otel inalt aliat. Probele au fost investigate metalografic pe sectiuni transversale. Au fost realizate *protocoale* pentru incercari mecanice, analize metalografice si control nedistructiv.

Analiza procedeelelor de asamblare aplicabile pentru sisteme militare de protecție multi-material. Principalele procedee de asamblare aplicabile pentru sistemele multi-material impreuna cu particularitatile acestora sunt prezentate in *documentatia tehnica*: i. sudarea in mediu de gaz protector cu electrod nefuzibil (WIG) utilizand material de adaos aliaj HEA sub forma de baghete, ii. brazarea cu plasma si material de adaos sub forma de baghete din HEA, iii. brazarea cu flacara oxi-gaz si material de adaos de tip bagheta de aliaj HEA, iv. brazarea in cuptor utilizand material de adaos din aliaj HEA.

Proiectarea tipurilor de aliaje cu entropie ridicată pentru realizarea sistemelor militare de protecție balistică. *Raportul tehnic* mentioneaza principalele caracteristici ale materialelor destinate fabricarii componentelor de protective: valori ridicate ale limitei de curgere si rupere, duritate ridicata, rezistenta la impact, alungire la rupere mare etc. Oțelurile slab aliate de mare rezistență sunt frecvent utilizate pentru realizarea unor elemente de blindaj, atât pentru aplicații militare cât și civile. Pe baza rezultatelor experimentale obținute s-a optat pentru realizarea unor aliaje cu entropie ridicată de tipul: AlCrFeMnNi0.05Ti, AlCrFeMnNi0.05Zr, AlCrFeMnNi0.05Hf, AlCrFeMnNi0.05Y.

Stabilirea tipurilor de solicitări și a cuplurilor de materiale din componența sistemelor militare de protecție. **Proiectarea protocoalelor de testare dinamică.** In cadrul *raportului tehnic* au fost identificate doua clase de amentintari pentru mijloace de protectie colectiva: solicitari locale provocate de actiunea impactorilor (proiectile) si solicitari pe suprafata mare provocate de actiunea undelor de soc (mine). Au fost realizate *Protocoale de testare* care au avut in vedere standarde de testare practice STANG 4965, dar si standardul NATO 2920 utilizat pentru evaluarea eficientei balistice a materialelor.

Proiectarea tehnologiilor de brazare pentru diferite cupluri de materiale utilizate in sisteme de protecție. Au fost descrise 2 tehnologii de brazare, cu flacara si in cuptor cu rezistenta electrica. Pentru acestea au fost stabilite condițiile minime necesare desfasurarii operatiei de brazare, domeniile de valabilitate si conditiile de verificare, examinare si testare, criteriile de acceptare si de certificare a rezultatelor operatiilor precum si *specificatii* ale procedurilor de brazare cu flacara si in cuptor cu rezistenta electrica ca: dimensiuni rosturi, presiune gaz, etc. Examinarea probelor s-a executat prin metode nedistructive si distructive cu lichide penetrante, termografiere conform SR EN 12799, analiza metalografica micro si macrostructurala si teste mecanice aplicate epruvetelor

Proiectarea si realizarea materialelor de adaos pentru brazarea componentelor sistemelor de protecție. În cadrul contractului de cercetare s-a proiectat un material de adaos specific unui domeniu precizat, cel al brazării plăcuțelor din aliaje cu entropie ridicată pe suport din oțel de tanc (C-Mn tratat termic). *Specificatiile* de bază pe care trebuie să le îndeplinească materialele de adaos pentru brazarea în respective aplicație sunt: temperatura de solidificare cat mai mica, evitarea supraîncalzirii componentelor de brazat, capacitate mare de absorbtie a energiei de impact, capacitate buna de umectare a suprafeței si aderența buna, rezistenta la coroziunea mediului. *Rețetele demateriale de adaos* pentru brazarea aliajelor cu entropie ridicată sunt BCu44ZnAg, BCu38ZnAg, BAg45CuZn. Pe baza consideratiilor au fost elaborate la SC SUDOTIM AS SRL Timisoara *produse de tip vergele/baghete* din aliaje Cu-Ag-Zn cu adaosuri de elemente fluidizante pentru imbunatatirea fluiditatii si umectarii.

Obținerea benzilor din aliaje cu entropie ridicata pentru sisteme de protecție. Obținerea benzilor din aliaje cu entropie ridicata pentru sisteme de protectie a fost realizata cu ajutorul unei instalatii de solidificare rapida (melt-spinning) care prezinta mute caracteristici avantajoase din punctual de vedere al obtinerii de structuri avansate in material metalice. A fost realizata o prezentare a elementelor teoretice care stau la baza calcului tehnologic de determinare a dimensiunilor si calitatii benzilor. In urma solidificarii rapide a aliajelor AlFeCrMnNi și AlCrFeMnNiTi0.05 sau obtinut un numar ridicat de benzi (peste 20 de benzi de fiecare aliaj), care apoi au fost masurate si comparate cu datele calculate.

Proiectarea casetelor balistice pentru testare la impact dinamic. Au fost analizate doua tipuri de placi suport: un otel cu densitate apropiata de aliajele HEA si un material compozit (Dyneeema) pe baza de polietilena de inalta densitate pentru placa suport. Pentru cresterea rezistentei la impacturi multiple stratur dur de aliaj HEA este prevazut a fi realizat printr-o tehnica de tip mozaic cu elemente patrute si hexagonale. Casetele proiectate au dimensiuni de 150 x 150 mm si vor fi montate pe un stand special de teste. A fost prezentat un *proiect de executie* al casetei balistice concepute.

Obținerea placilor din aliaje cu entropie ridicata pentru casete balistice. Datele de testare provenite din realizarea activitatilor proiectului 2 au generat metode si *tehnologii de obținere* placi de blindaj prin elaborare și turnare în cuptor de inducție. au fost prezentate *elementele tehnologice* de obținere placi HEA. Au fost realizate 20 *plăci din aliaje* cu entropie ridicată.

Testarea esantioanelor de material cu Sistemul de bare Hopkinson si tun Taylor. Eșantioane de material recepționate de la parteneri au fost analizate pentru a se determina rezistența la solicitări mecanice dinamice. A fost realizat un *raport de testare dinamica* care conține date și metode specific referitoare la aliajele HEA pentru sisteme colective de protecție. Au fost executate teste în regim de compresiune.

Proiectarea tehnologiilor de sudare pentru diferite cupluri de materiale utilizate in sistemele militare de protecție. În cadrul acestei activități au fost proiectate *trei tehnologii de sudare și trei specificații de sudare* care au fost aplicate pentru realizarea îmbinărilor de colț dintre plăcile HEA și placa suport din oțel de blindaj. Astfel au fost emise proceduri de asamblare pentru diferite combinații de materiale, pe game de grosimi. și documentații de proiectare tehnologii de sudare pentru: sudarea cu electrozi înveliți (MMA), sudarea MIG și sudarea WIG.

Obținerea materialelor de adaos pentru sudare din aliaje cu entropie ridicata. În cadrul acestei activități au fost obținute loturi de test de tip baghete pentru brazarea aliajelor cu entropie ridicată, care vor fi utilizate pentru asamblarea sistemelor de protecție colectiva. au fost prezentate etapele tehnologice de obținere și analiză a produselor obținute. Lotul de test a cuprins 30 de *vergelele*, care s-au utilizat pentru testare și pentru realizarea unor *tehnologii de sudare* a aliajelor cu entropie ridicată

Obținerea prin sudare a pachetelor balistice din aliaje cu entropie ridicata Aplicând tehnologiile de sudare și WPS-urile proiectate în activitățile anterioare, a fost realizat un lot de 10 *probe balistice* prin procedurile MMA, MIG și WIG.

Obținerea prin brazare pachetelor balistice din aliaje cu entropie ridicata. În cadrul acestei activități a fost obținut un lot de 10 *pachete balistice* prin brazarea plăcuțelor din aliaje cu entropie ridicată, utilizând ca materiale de adaos vergele învelite din aliaje Ag-Cu-Zn. Au fost realizata o prezentare detaliata a tehnologiei de brazare propuse pentru brazarea pachetelor balistice. Aliaje propuse pentru brazarea aliajelor cu entropie

ridicată sunt: Ag 104 (L-Ag45Sn) cu interval de topire 640-680 °C; Ag 203 (L-Ag44Sn) cu interval de topire 675-735 °C, în cazul în care nu se folosește aliaj de lipire acoperit cu flux; și Ag 20 (B – Cu 44 ZnAg), cu interval 698 – 810°C, baghete învelite cu pastă de decapantă.

Elaborarea procedurilor de examinare nedistructivă (NDT) și încercare distructivă (DT) și a asamblărilor și casetelor balistice. Pentru testarea asamblărilor de casete balistice au fost propuse 4 proceduri pentru examinare nedistructivă (NDT) și o procedură pentru încercări distructivă (DT). De asemenea au fost realizate 6 teste DT și 4 teste NDT. Procedurile de examinare nedistructivă prevăzute în cadrul programului experimental sunt: examinare vizuală, examinare cu lichide penetrante, examinare cu pulberi magnetice, examinare prin termo-viziune în infra-roșu. Procedura distructivă a constat din determinarea caracteristicilor sudurilor efectuate prin analiză microstructurală locală prin microscopie optică sau electronică, prin încercări mecanice la tracțiune, compresiune, duritate și reziliență.

Analiza stării tensiunilor și deformațiilor în îmbinările sudate sau brazate. Optimizarea tehnologiilor de asamblare. În cadrul acestei activități, a fost realizat un proiect tehnic bazat pe modele numerice pentru simularea sudării plăcilor din aliaje cu entropie ridicată pe plăci din oțel de blindaj, prin procedeele de sudare cu electrod învelit (MMA), MIG și WIG, în vederea determinării câmpurilor termice și a nivelului de tensiuni și deformații din îmbinările sudate. În urma analizei rezultatelor obținute au fost deduse două tehnologii de asamblare optimizate care constau în sudarea în două treceri, varianta tehnologică care va asigura o mai bună eficiență a procesului, dar și o calitate bună a îmbinărilor sudate.

Realizarea lotului de structuri de protecție asamblate nedemontabil aplicând noile tehnologii optimizate și prelevarea probelor pentru testare- Plăcile din aliaje HEA au fost asamblate prin două metode: sudare cu arc electric și brazare cu flacăra. Au fost obținute două loturi de plăci asamblate, una pentru fiecare metodă. Au fost prezentate procedurile de sudare și brazare în detaliu și rezultatele obținute. Descrierile prezintă imagini din timpul procesului de asamblare nedemontabilă.

Calificarea procedurilor de sudare. Raportul de calificare (omologare) proceduri de asamblare realizat pentru sistemele de asamblare plăci scut, conține: procesul verbal de calificare a procedurii de sudare (WPQR), raportul de verificare al sudurii și rezultatele testelor de examinare a ansamblurilor sudate.

Proiect component 4: Penetrator cu energie cinetică ridicată realizate din aliaje cu entropie ridicată din elemente chimice de mare densitate. Proiectul constă în realizarea unei prototip de proiectil de calibr mic din aliaje cu entropie înaltă, bazându-se pe proprietățile acestor aliaje de rezistență mecanică ridicată, flexibilitate în aliere și stabilitate microstructurală.

Studiu privind soluțiile constructive și balistica specifică penetratorului de calibr mic cu miez perforant. Miezul perforant este fabricat din oțel cu un conținut bogat de carbon sau dintr-un aliaj metalo-ceramic dur (carbură de wolfram) și este învelit într-o camasă sau dispus într-o incintă tip pahar. Studiul prezintă un tip de glon perforant cu sabot prin care se urmărește păstrarea avantajului unui calibr mare în condițiile unei mase mici a proiectilului și o viteză mare la parasirea gurii de foc.

Studiu privind materialele utilizate pentru realizarea miezurilor perforante și caracteristicile fizico - mecanice specifice. A fost prezentat un studiu care conține elemente constructive și de material pentru proiectilele de calibr redus. Plumbul sau un aliaj de plumb (care conține în mod obișnuit antimoniu) este materialul tradițional al glonțului. Învelișul (mantaua) tradițională a glonțului este fabricată din cupru sau alte metale aurite, cum ar fi un aliaj de cupru și zinc. Principalele caracteristici necesare ale materialelor metalice utilizate în aplicații speciale pentru a avea o comportare cât mai bună la impact sunt următoarele: duritate cât mai mare pentru putere de patrundere mare, tenacitate pentru absorbția energiei de rupere și rezistența la impact. În urma studiului se propune utilizarea unor metale, într-o combinație denumită aliaje cu entropie ridicată, utilizându-se Hf, Mo, Ni, Ta, W etc.

Studiu termodinamic - cinetic de selecție aliaje cu entropie ridicată de densitate mare, pentru penetratoare de calibr mic. Aliajele cu entropie înaltă prezintă o gamă largă de proprietăți mecanice, fizice și chimice, cum ar fi rezistența mecanică, duritate, rigiditate, rezistența electrică și magnetică înaltă, rezistența la coroziune. Prin înlocuirea unuia sau mai multor elemente în compoziția aliajelor cu entropie înaltă se pot obține proprietăți semnificativ diferite față de cele inițiale. Studiul termodinamic-cinetic al aliajelor cu entropie înaltă a fost concretizat prin stabilirea unor criterii de formare a soluțiilor solide aceste tipuri de aliaje: entropia configuratională (ΔS_{am}), entalpia de amestec (ΔH_{am}), diferența de raze atomice (δ), parametrul derivat (Ω), diferența de electronegativitate $\Delta\chi$ și raportul critic de corelare. Calculul criteriilor pentru rețetele de aliajele cu entropie înaltă utilizate a indicat o rețetă de aliaj cu un bun comportament MoTaNiW.

Încercări preliminare de sinteză a rețetelor de aliaje. Au fost elaborate aliaje cu entropie înaltă de tipul HfMoNiTaW, 2HfMoNi2Ta și MoTaNiW prin topire și retopire cu arc electric în vid – RAV rezultând 3

esantioane de aliaj HEA. Au fost prezentate calculele teoretice pentru compoziția chimică procentuală, densitatea calculată și pierderile de material în urma procesului pentru o sașă.

Încercări preliminare de tratament termic a aliajelor HEA. Esantioanele HfMoNiTaW, 2HfMoNi2Ta și MoTaNiW elaborate în cadrul proiectului nr. HEAPENET au fost tratate termic pentru omogenizare la 1100°C timp de 24 de ore urmat de răcire lentă cu cuptoul la 800°C timp de 4 ore. Aplicarea unor tratamente termice la aliajele cu entropie ridicată poate produce fie efecte de durificare, fie de creștere a plasticității și tenacității, în funcție de valoarea temperaturii de încălzire, de durata efectivă de menținere la espectivele temperaturi și de modul de răcire. Au rezultat 3 esantioane de aliaje cu entropie înaltă tratate termic

Caracterizarea fizico - chimică și structurală a esantioanelor de aliaje obținute. Caracterizarea aliajelor HEA cu densitate ridicată elaborate a fost efectuată prin: măsurări de densitate prin metoda hidrostatică, analize chimice și microstructurale prin SEM-EDS și microscopie optică rezultând 6 analize chimice, 6 analize de microscopie electronică și 3 analize de microduritate. Au fost determinate efectele tratamentului termic asupra microdurității care indică o scădere a acesteia.

Teste statice și dinamice preliminare pentru esantioanele de aliaje obținute. În vederea determinării proprietăților mecanice relevante și a unor legi de material capabile să reproducă comportamentul mecanic al aliajelor HEA cu densitate mare, din cele 3 aliajele produse de UPB au fost realizate epruvete cubice care au fost supuse unui program de teste distructive de compresiune și dinamice. Au rezultat 6 fise de testare pentru cele trei tipuri de aliaj HEA care relevă limite de curgere ridicate de peste 1400N/m² și un comportament casant. Aliajul HfMoNiTaW a avut cele mai bune rezultate având o limită de curgere de aproximativ 1850MPa și o tensiune maximă la rupere de 2350MPa ce corespunde unei alungiri de 2,4%. Sistemul de bare Hopkinson a determinat diagrame dinamice ce indică ca proprietățile mecanice ale aliajelor nu sunt semnificativ afectate de viteza de deformare.

Elaborare model experimental elaborare-turnare aliaje. În cadrul acestei activități a fost realizat un model experimental tehnologic de obținere aliaje cu entropie înaltă de densitate ridicată și au fost realizate 3 loturi de aliaje pentru optimizare. Au fost prezentate: materiile prime, etapele tehnologice caracteristice procesului și parametrii tehnologici de optimizare. Au fost prezentate un număr de trei experimente definitorii pentru optimizare procesului de elaborare aliaje și a fost determinată corelația dintre parametri și omogenitate/pierderi de material.

Elaborare model experimental tratament termic aliaje HEA. În cadrul acestei activități a fost realizat modelul experimental de tratament termic aplicabil aliajelor cu entropie ridicată din sistemele HfMoNiTaW și HfMoNbTaW prin: alegerea metodei de tratament, pregătirea pentru tratament termic, diagrame de tratament termic, controlul pieselor tratate termic. Au fost stabilite două rețete de aliaje și s-au executat câte trei loturi de esantioane de fiecare.

Elaborare esantioane aliaj pentru testare dinamică. Au fost elaborate 3 esantioane de materiale la dimensiuni specifice pentru teste dinamice, cu compozițiile: HfMoNiTaW – 2 sașe și HfMoNbTaW – 1 sașă. Au fost prezentate particularitățile obținerii acestor aliaje prin topire în cuptorul cu arc de tip RAV.

Examinare nedistructivă și analize fizico-chimice ale esantioanelor produse. În cadrul acestei activități a fost realizat raportul de examinare nedistructivă și analize fizico-chimice ale esantioanelor produse din aliaje cu entropie înaltă din sistemele HfMoNiTaW și HfMoNbTaW. Raportul conține specificații fizico-chimice și mecanice de material. Caracterizarea nedistructivă s-a realizat prin analiza optico-vizuală, determinările fizico-chimice prin spectroscopia cu raze X de dispersie în energie (EDS) și difracție de raze X (XRD).

Adaptarea esantioanelor și pregătirea esantioanelor pentru teste dinamice cu sistemul de bare Hopkinson și tunul Taylor. Au fost alese soluțiile disponibile pentru modificarea propusă de Frew, Forrestal și Chen pentru a înlătura problemele apărute la testarea materialelor casante. A fost realizat un raport de calibrare a echipamentelor.

Efectuarea testelor dinamice cu sistemul de bare Hopkinson și tunul Taylor, achiziționarea și prelucrarea datelor. Au fost realizate fise de măsurători și achiziționate date specifice la încercarea probelor obținute pentru realizarea penetratorilor de energie înaltă. Testele dinamice s-au efectuat cu ajutorul sistemului de bare Hopkinson.

Modelarea proceselor dinamice și simularea numerică în scopul stabilirii proprietăților dinamice pentru materiale încercate pe sistemul de bare Hopkinson și tunul Taylor. Dosar structura modelare -3 Modelarea testelor s-a realizat cu LS-DYNA, software specializat în modelarea fenomenelor tranzitorii neliniare. Au fost realizate trei dosare de structuri de modelare complexe.

Exprimarea prin legi constitutive de material a proprietăților determinate experimental și interpretate prin simulări numerice. A fost realizată armonizarea determinărilor dinamice pe simularea și modelarea numerică. Metoda de stabilire a funcției de variație se bazează pe o procedură de mediere, în care se combină datele

experimentale cu simulările numerice. Din activitate au rezultat *trei legi constitutive* de material pentru doua tipuri de aliaje.

Elaborare model experimental penetratoare de calibru mic pe baza de aliaje HEA. Modelul experimental tehnologie penetrator de calibru mic din aliaje HEA respectă concepția specifică glonțului M995 cal 5,56 mm, respectiv un miez perforant, dispus într-un pahar și învelit într-o cămașă de bimetel. Au fost prezentate principalele operații tehnologiei adoptate pentru confecționarea unui astfel de proiectil.

Realizare model funcțional elaborare-turnare aliaje HEA. a fost definitivat un *model funcțional tehnologie de obținere aliaje* pentru aliajele cu entropie înaltă HfMoNi₂TaW și ₂HfMoNi₂TaW. Sunt prezentate detaliile tehnologice de elaborare aliaj funcțional: scopul, tipul aliajului, materii prime, utilaje de lucru, operațiuni tehnologice, parametrii tehnologice și operațiuni de caracterizare produse. *Lotul de aliaje* este prezentat într-o imagine separată.

Realizare model funcțional tratament termic aliaje HEA. Pentru asigurarea unor caracteristici mecanice îmbunătățite s-a optat pentru efectuarea unui tratament de omogenizare. Modelul funcțional cuprinde etapele procesului de tratament termic, utilajele, ciclul de tratament, aplicarea stratului protector al pieselor, parametrii procesului și procedurile de caracterizare și testare a pieselor tratate. *Lotul de aliaj tratat termic* este de asemenea prezentat în lucrare.

Proiectarea modelului funcțional pentru gloanțele perforante. În cadrul activității au fost realizate *desene de execuție penetrator de înalta energie* din aliaje cu entropie înaltă. Au fost utilizate programe profesionale de proiectare de tip AUTODYN. Specificațiile constructive au fost optimizate funcție de caracteristicile materialului folosit și a eficienței maxime în comportamentul balistic al proiectilului.

Verificarea proprietăților de material a miezurilor perforante. În cadrul activității a fost realizată o prezentare a caracteristicilor chimice, microstructurale și mecanice ale aliajelor HEA cu densitate ridicată pentru penetratoare de energie ridicată. A fost prezentată o *fișă de produs* pentru trei compoziții principale ale aliajelor, conținând descrieri complete asupra microstructurii și a comportării la teste mecanice de microduritate și rezistență la tracțiune.

Testarea modelului funcțional penetrator. Testarea modelului funcțional de penetrator a presupus realizarea *fișei de măsurători a raportului și dosarului de omologare*. Acestea au fost prezentate pe scurt în raportul tehnic. Raportul de omologare a fost realizat prin procedură internă la Academia Militară.

Demonstrarea funcționalității și utilității modelului funcțional. Activitatea s-a desfășurat prin realizarea de teste balistice în poligon, asupra modelului funcțional al miezului perforant conceput. Activitatea practică de demonstrare a fost descrisă în detaliu. *Dosarul tehnic de funcționalitate și utilitate* a conținut punctele caracteristice și condițiile de demonstrare, scopul demonstrării, echipamentele, modalitatea de testare, modalitatea de înregistrare date și rezultatele obținute.

3. Agenda comuna (Livrabile/indicatori)

Nr. crt.	Titlul proiectului component	Instituții partenerere	Obiective planificate	Livrabil/indicator planificati (conform Agendei comune)	Obiective realizate	Livrabile/indicator realizati
1.	Proiect 1 - Sistem de protecție anti-explozie din aliaje ușoare cu entropie ridicata pentru rezervoare de combustibil	IC - IMNR	A1.3, A1.6, A2.3, A3.2, A3.3,	1-Studiu (metodologie de caracterizare) 1- Model experimental tehnologie și produs 4 -Loturi de benzi aliaje HEA 8- Rapoarte de caracterizare 1-Model experimental dispozitiv de manipulare și utilizare 1-Model experimental dispozitiv de depozitarea, manipularea și utilizarea	A1.3, A1.6, A2.3, A3.2, A3.3,	1-Studiu (metodologie de caracterizare) 1- Model experimental tehnologie și produs 4 -Loturi de benzi aliaje HEA 8- Rapoarte de caracterizare 1-Model experimental dispozitiv de manipulare și utilizare 1-Model experimental dispozitiv de depozitarea, manipularea

			carburanților lichizi și gazoși 1-Model funcțional tehnologie de obținere benzi aliaje 2-Fișa produs aliaje 1-Documentatie validare aliaj si dispozitiv		și utilizarea carburanților lichizi și gazoși 1-Model funcțional tehnologie de obținere benzi aliaje 2-Fișa produs aliaje 1-Documentatie validare aliaj si dispozitiv
	P1 - UPB	A1.2, A1.5, A1.8, A2.2, A3.1, A4.1	4- Rețete aliaje 1- Model experimental tehnologie și produs 4- Loturi de aliaje HEA 4- Rapoarte teste mecanice aliaje 1-Model experimental dispozitiv tehnologie transport 1-Model funcțional tehnologie de obținere aliaje 1-Raport teste mecanice aliaj	A1.2, A1.5, A1.8, A2.2, A3.1, A4.1	4- Rețete aliaje 1- Model experimental tehnologie și produs 4- Loturi de aliaje HEA 4- Rapoarte teste mecanice aliaje 1-Model experimental dispozitiv tehnologie transport 1-Model funcțional tehnologie de obținere aliaje 1-Raport teste mecanice aliaj
	P2 - ATM	A1.1, A1.4, A1.8, A2.1, A2.4, A3.4, A4.3	1-Baza de date 1- Studiu (factori de risc) Fișe măsurători 1-Model experimental dispozitiv depozitare 3-Rapoarte de testare 1-Model funcțional de dispozitiv de protecție la explozie in timpul depozitarii carburanților lichizi și gazoși 1-Fisa tehnologie pentru obtinere aliaje si dispozitiv 1-lot aliaje 1-dispozitiv prototip	A1.1, A1.4, A1.8, A2.1, A2.4, A3.4, A4.2, A4.3	1-Baza de date 1- Studiu (factori de risc) Fișe măsurători 1-Model experimental dispozitiv depozitare 3-Rapoarte de testare 1-Model funcțional de dispozitiv de protecție la explozie in timpul depozitarii carburanților lichizi și gazoși 1-Fisa tehnologie pentru obtinere aliaje si dispozitiv 1-lot aliaje 1-dispozitiv prototip
	IC-IMNR P2-ATM	A4.2	1-Raport de testare in poligon experimental a sistemului de protectie 1-Documentatie validare aliaj si dispozitiv 1-Legi constitutive de material	A4.2	1-Raport de testare in poligon experimental a sistemului de protectie 1-Documentatie validare aliaj si dispozitiv 1-Legi constitutive de material
	IC-IMNR, P1-UPB, P2-ATM,	A1.9, A2.6, A3.5, A4.4.	1-pagina web 3-conferinta 6-articole 1- Cerere de brevet 1-Seminar Științific 2-participare targuri si expozitii tehnice 2-Manuscript materiale didactice	A1.9, A2.6, A3.5, A4.4.	1-pagina web 10-conferinta 6-articole 1- Cerere de brevet 1-Seminar Științific 2-participare targuri si expozitii tehnice 2-Manuscript materiale didactice
2.	Proiect 2 - Sisteme de protectie colectiva realizate din	IC - UPB	A1.12, A1.15, A1.19, A2.8, A2.10, 1-Documentație proiectare HEA 1-Tehnologie de realizare aliaje HEA in RAV	A1.12, A1.15, A1.19, A2.8, A2.10,	1-Documentație proiectare HEA 1-Tehnologie de realizare aliaje HEA in RAV

aliaje cu entropie ridicata din sistemul AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr, Hf, Y - HEAPROT		A3.6, A3.7, A4.7	4 - Lot de test HEA (2x2 = 4 loturi de test aliaje HEA) 1-Metodologie 1-Raport tehnic 1-Raport științific și tehnic (RST) intermediar 1-Tehnologie de realizare aliaje HEA in RAV 4 - Lot de test HEA (2x2 = 4 loturi de test aliaje HEA) 1-Tehnologie de realizare a HEA în cuptor cu inducție 1-Raport de testare mecanică a HEA 2-Rețete optimizate 1-Studiu tehnic privind comportarea dinamica a noilor HEA	A3.6, A3.7, A4.7	4 - Lot de test HEA (2x2 = 4 loturi de test aliaje HEA) 1-Metodologie 1-Raport tehnic 1-Raport științific și tehnic (RST) intermediar 1-Tehnologie de realizare aliaje HEA in RAV 4 - Lot de test HEA (2x2 = 4 loturi de test aliaje HEA) 1-Tehnologie de realizare a HEA în cuptor cu inducție 1-Raport de testare mecanică a HEA 2-Rețete optimizate 1-Studiu tehnic privind comportarea dinamica a noilor HEA
	P1 - IMNR	A.13, A1.16, A1.21, A2.9, A2.11, A2.16, A3.8, A3.14, A4.5.	Documentație tehnica (Metodologie de cercetare) 1-Raport tehnic de caracterizare microstructurală a HEA 1-Raport tehnic de caracterizare microstructurală a HEA 1-Raport tehnic de realizare plăci pentru sisteme de protecție colectivă 1-raport tehnic de realizare placi HEA 16-lot test (16 placi)	A.13, A1.16, A1.21, A2.9, A2.11, A2.16, A3.8, A3.14, A4.5.	Documentație tehnica (Metodologie de cercetare) 1-Raport tehnic de caracterizare microstructurală a HEA 1-Raport tehnic de caracterizare microstructurală a HEA 1-Raport tehnic de realizare plăci pentru sisteme de protecție colectivă 1-raport tehnic de realizare placi HEA 16-lot test (16 placi)
	P2 - ATM	A1.11, A1.17, A1.25, A2.13, A2.14, A3.9, A3.11, A4.6	1-Documentație tehnica de analiză a proprietăților materialelor 1-Proiect de testare dinamică a HEA 1-Raport tehnic de testare și simulare a comportării dinamice a HEA 1-Fișe date procesate 1-Raport tehnic de testare a HEA 1-Model experimental optimizat 1-Lot de test balistic 1-Raport testare balistica	A1.11, A1.17, A1.25, A2.13, A2.14, A3.9, A3.11, A4.6	1-Documentație tehnica de analiză a proprietăților materialelor 1-Proiect de testare dinamică a HEA 1-Raport tehnic de testare și simulare a comportării dinamice a HEA 1-Fișe date procesate 1-Raport tehnic de testare a HEA 1-Model experimental optimizat 1-Lot de test balistic 1-Raport testare balistica
	P3 - UDJG	A1.10, A1.23, A1.26, A1.30, A2.7, A3.12	1-Documentație de proiectare a structurilor de protecție 1-Proiect tehnic (Morfo-funcționalitatea structurilor de protecție colectivă)	A1.10, A1.23, A1.26, A1.30, A2.7, A3.12	1-Documentație de proiectare a structurilor de protecție 1-Proiect tehnic (Morfo-funcționalitatea structurilor de protecție colectivă)

				1-Raport de analiză		1-Raport de analiză
		P4 - UCV	A1.14, A2.12, A3.10,	1-Documentație tehnică de analiză a sistemelor de protecție colectivă 1-Proiect prototip 1 - Prototip structura de protecție monocomponent 1 - Prototip structura de protecție multicomponent	A1.14, A2.12, A3.10,	1-Documentație tehnică de analiză a sistemelor de protecție colectivă 1-Proiect prototip 1 - Prototip structura de protecție monocomponent 1 - Prototip structura de protecție multicomponent
		IC-UPB, P1-IMNR, P2-ATM,	A1.20, A3.13, A4.8	1-Raport științific și tehnic (RST) intermediar 1-Articol ISI 1-Articole BDI 1-Participări la conferințe internaționale 1-Manuscris materiale didactice. 1-Documentatie de brevetare	A1.20, A3.13, A4.8	1-Raport științific și tehnic (RST) intermediar 1-Articol ISI 1-Articole BDI 1-Participări la conferințe internaționale 1-Manuscris materiale didactice. 1-Documentatie de brevetare
		IC-UPB, P1-IMNR, P2-ATM, P3-UDJG, P4-UCV	A2.15 , A4.10	3 Articole științifice. 1-Seminar științific 2-Documentație preliminară de brevetare 2- Participări la conferințe internaționale 2- Participări la târguri de invenție 1-workshop final	A2.15, A4.10	4 Articole ISI 1-Seminar științific 2-Documentație preliminară de brevetare 11- Participări la conferințe internaționale 3- Participări la târguri de invenție 1-workshop final
		IC-UPB, P1-IMNR, P2-ATM, P3-UDJG,	A4.9	2-articole 1-Participari la conferinte internationale 2-Targuri si expozitii tehnice 1-Documentatie de brevetare 1-Seminar 2-Stagii pregatire	A4.9	3-articole 3-Participari la conferinte internationale 2-Targuri si expozitii tehnice 1-Documentatie de brevetare 1-Seminar 2-Stagii pregatire
3.	Proiect 3 - Tehnologii moderne de asamblare nedemontabila a componentelor sistemelor de protectie individuala sau colectiva - MILSUD	IC - UPB	A1.22, A1.27, A2.21, A2.23, A2.24, A3.16, A4.12, A4.15	1 - Documentație sudabilitate, 1 - Protocol de încercări mecanice, analize metalografice si examinări nedistructive Lot de test baghete pentru brazare Lot de testare materiale de adaos: 1 - Set (10 bucăți) baghete, cu diametrul de 3mm, lungime 300mm și 1 - Set (10 bucăți) benzi, cu lățime 20mm, grosimi	A1.22, A1.27, A2.21, A2.23, A2.24, A3.16, A4.12, A4.15	1 - Documentație sudabilitate, 1 - Protocol de încercări mecanice, analize metalografice si examinări nedistructive Lot de test baghete pentru brazare Lot de testare materiale de adaos: 1 - Set (10 bucăți) baghete, cu diametrul de 3mm, lungime 300mm și 1 - Set (10 bucăți) benzi, cu lățime 20mm, grosimi

			0,1-0,5mm și lungime 300mm Lot 10 pachete balistice brazate 1 – Plan de investigații 4 - Proceduri pentru examinare nedistructivă (NDT) 1 - Procedură pentru încercări distructive (DT) 6 – probe supuse încercărilor DT 4 – probe supuse examinării NDT 2 - Loturi de testare 1 - Procedura de testare probe 1-Documentatie de brevetare 1-workshop final		0,1-0,5mm și lungime 300mm Lot 10 pachete balistice brazate 1 – Plan de investigații 4 - Proceduri pentru examinare nedistructivă (NDT) 1 - Procedură pentru încercări distructive (DT) 6 – probe supuse încercărilor DT 4 – probe supuse examinării NDT 2 - Loturi de testare 1 - Procedura de testare probe 1-Documentatie de brevetare 1-workshop final
P1 - UDJG	A1.23, A1.26, A2.20, A2.22, A3.15, A4.11	1– Documentație tehnică – Raport tehnic de analiza a procedeelor de asamblare 2-Tehnologii de brazare 2 – Specificații ale procedurilor de brazare (BPS) 3 - Tehnologii de sudare 3 - Specificații ale procedurilor de sudare (WPS) Lot 10 pachete balistice sudate 1 – Proiect tehnic - starea de tensiuni și deformații 2-Tehnologii de asamblare optimizate 1-Raport de calificare (omologare) proceduri de asamblare	A1.23, A1.26, A2.20, A2.22, A3.15, A4.11	1– Documentație tehnică – Raport tehnic de analiza a procedeelor de asamblare 2-Tehnologii de brazare 2 – Specificații ale procedurilor de brazare (BPS) 3 - Tehnologii de sudare 3 - Specificații ale procedurilor de sudare (WPS) Lot 10 pachete balistice sudate 1 – Proiect tehnic - starea de tensiuni și deformații 2-Tehnologii de asamblare optimizate 1-Raport de calificare (omologare) proceduri de asamblare	
P2 - IMNR	A1.24, A1.28, A2.18, A2.26, A3.17, A4.14	1-Documentație tehnică – Raport tehnic de analiza a claselor de aliaje HEA si proiectarea rețetelor Lot de benzi din aliaje cu entropie ridicata 1 – Lot de testare plăci din aliaje cu entropie ridicată 4 - Rapoarte de examinare nedistructivă 1-pagina web a proiectului actualizata	A1.24, A1.28, A2.18, A2.26, A3.17, A4.14	1-Documentație tehnică – Raport tehnic de analiza a claselor de aliaje HEA si proiectarea rețetelor Lot de benzi din aliaje cu entropie ridicata 1 – Lot de testare plăci din aliaje cu entropie ridicată 4 - Rapoarte de examinare nedistructivă 1-pagina web a proiectului actualizata	
P3 - ATM	A1.25, A1.29, A2.17, A2.19, A3.18	1- Documentație tehnică - Raport tehnic de analiza a materialelor pentru realizarea casetelor balistice	A1.25, A1.29, A2.17, A2.19, A3.18	1- Documentație tehnică - Raport tehnic de analiza a materialelor pentru realizarea casetelor balistice	

				1 - Protocol testare Proiect de execuție caseta balistica 1 - Plan testare dinamică 1- Raport de testare dinamică		1 - Protocol testare Proiect de execuție caseta balistica 1 - Plan testare dinamică 1- Raport de testare dinamică
		IC – UPB, P1 – UDJG P2 – ATM P3 - IMNR	A1.30, A2.25, A3.19, A4.13	1 - Pagina web 2-Conferinta 7- Articole științifice 1 - Seminar științific 1 - Documentație de brevetare preliminară 1 - Manuscris materiale didactice, 1-Articole științifice 2-Participari targuri si expoziții 1-Participari conferinte de specialitate 1-Documentatie de brevetare	A1.30, A2.25, A3.19, A4.13	1 - Pagina web 5-Conferinta 7- Articole științifice 1 - Seminar științific 1 - Documentație de brevetare preliminară 1 - Manuscris materiale didactice, 3-Articole științifice 2-Participari targuri si expoziții 2-Participari conferinte de specialitate 1-Documentatie de brevetare
4.	Proiect 4 - Penetrator cu energie cinetică ridicată realizate din aliaje cu entropie ridicata din elemente chimice de mare densitate	IC – ATM	A1.31, A1.37, A2.31, A2.32, A2.33, A2.34, A2.35, A3.22, A3.24, A3.25, A3.26, A4.17	1-Studiu 6-Fise teste aliaje 1-Raport de calibrare 3-Fisa măsurători 3-Date achiziționate 3-Dosar structura modelare 3-Legi constitutive de material 1-Model experimental tehnologie 1-Desene tehnice execuție M.E. 1- Model funcțional penetrator 1-Model numeric optimizat 1-Plan de testare/evalu-are 1-Fisa de masuratori 1-Raport de omologare 1-Dosar de omologare	A1.31, A1.37, A2.31, A2.32, A2.33, A2.34, A2.35, A3.22, A3.24, A3.25, A3.26, A4.17	1-Studiu 6-Fise teste aliaje 1-Raport de calibrare 3-Fisa măsurători 3-Date achiziționate 3-Dosar structura modelare 3-Legi constitutive de material 1-Model experimental tehnologie 1-Desene tehnice execuție M.E. 1- Model funcțional penetrator 1-Model numeric optimizat 1-Plan de testare/evalu-are 1-Fisa de masuratori 1-Raport de omologare 1-Dosar de omologare
		P1 - UPB	A1.32, A1.35, A2.28, A2.30, A3.21, A3.23,, A4.16	1-Studiu 3-esantioane aliaje tratate termic 1-Model experimental 3-Lot de aliaj tratat 1-Model funcțional trat termic 1- lot aliaj tratat 1-Miezuri perforante 1-Fisa produs	A1.32, A1.35, A2.28, A2.30, A3.21, A3.23, A4.16	1-Studiu 3-esantioane aliaje tratate termic 1-Model experimental 3-Lot de aliaj tratat 1-Model funcțional trat termic 1- lot aliaj tratat 1-Miezuri perforante 1-Fisa produs
		P2 - IMNR	A1.33, A1.34, A1.36, A2.27, A2.29,	1-Rețete aliaje 1-Studiu 3-esantioane aliaje 6-Fise analize aliaje 1- Model experimental tehnologie	A1.33, A1.34, A1.36, A2.27, A2.29,	1-Rețete aliaje 1-Studiu 3-esantioane aliaje 6-Fise analize aliaje 1- Model experimental tehnologie

			A3.20, A4.18	3-Lot de aliaje 3-Esantioane de material 1-Model funcțional elaborare-turnare aliaj 1- lot aliaj 1-Dosar tehnic functionalitatea si utilitatea M.E.	A3.20. A4.18	3-Lot de aliaje 3-Esantioane de material 1-Model funcțional elaborare-turnare aliaj 1- lot aliaj 1-Dosar tehnic functionalitatea si utilitatea M.E.
		IC – ATM P1 – UPB P2 - IMNR	A1.38, A2.36, A3.27, A4.19	3-conferinta 2-Cerere de brevet 2-Articole 1-conferinta	A1.38, A2.36, A3.27, A4.19	4-conferinta 2-Cerere de brevet 2-Articole cotate ISI 2-conferinta

4. Detalii privind exploatarea si diseminarea rezultatelor la nivelul proiectului complex.

Rezultatele obținute în cadrul lucrărilor de cercetare au fost diseminate în principal prin: depunerea a **4** cereri de brevet, publicarea a **23** articole de cotatie ISI, **3** articole publicate în reviste de cotatie BDI, participarea cu **39** lucrari la conferinte internationale, **0** carti, participare la **un** workshop si organizarea unui workshop, participarea cu **5** prezentari la targuri de inventica cu medalii de aur (**2**), argint (**1**) si diploma (**1**), participarea la **un** seminar științific, intruniri de specialitate pe tema proiectului (**4**), si **2** prezentari la sesiunea națională de comunicări științifice pentru studenti.

Cereri de brevet:

1. „Aliaje cu entropie înaltă din sistemul multi-element HaMoNiNbTaW destinate fabricării penetratoarelor cu energie cinetică ridicată și procedeu de consolidare”, OSIM, nr. A00815/28.11.2019
2. „Aliaj cu entropie înalta pentru aplicatii la temperaturi inalte și procedeu de obținere”, OSIM, nr. A00590/24.09.2019.
3. „Aliaj concentrat complex, cu densitate redusa, pentru dispozitive de protectie la explozie”, OSIM, nr. A00815/28.11.2019
4. „Metode de realizare a ansamblului eterogen multi-component între aliaje cu entropie ridicată din sistemul AlCoCrFeNi și oțeluri”, cerere de brevet OSIM cu nr. A00317/2021.

Articole ISI:

1. D. Mitrica, M.T. Olaru, V. Dragut, C. Predescu, A. Berbecaru, M. Ghita, I. Carcea, M. Burada, D. Dumitrescu, B.A. Serban, I.C. Banica, *Influence of composition and as-cast structure on the mechanical properties of selected high entropy alloys*, Materials Chemistry and Physics 242 (2020) 122555
2. D. Mitrica, I. C. Badea, M. T. Olaru, B. A. Serban, D. Vonica, M. Burada, V. Geanta, A. N. Rotariu, F. Stoiciu, V. Badilita, L. Licu, *Modeling and Experimental Results of Selected Lightweight Complex Concentrated Alloys, before and after Heat Treatment*, Materials 2020, 13, 4330
3. G. Constantin, E. Balan, I. Voiculescu, V. Geanta, V. Craciun, *Cutting behavior of Al_{0.6}CoCrFeNi High Entropy Alloy*, Materials 2020, Vol 13, Issue 18, Art. no. 4181;
4. Victor Geanta, Robert Ciocoiu, Ionelia Voiculescu, *Low Density Multi-principal Element Alloy from Al-Mg-Ca-Si-B System*. Revista de Chimie, 70, no. 7, 2019.
5. E Scutelnicu, G Simion, C C Rusu, M C Gheonea, I Voiculescu, V Geanta, *High Entropy Alloys Behaviour During Welding*. REV. CHIM., nr.3 2020.
6. V. Geanta, I. Voiculescu, T. Chereches, T. Zecheru, L.Matache, A. Rotariu. *Behavior to Dynamic Loads of Multi-layer Composite Structures*. Materiale Plastice, vol. 56, nr.2, 2019, 460-465.
7. V. Geantă, I. Voiculescu, I. Miloșan, B. Istrate, I. M. Mateș. *Chemical composition influence on microhardness, microstructure and phases morphology of Al_xCrFeCoNi high entropy alloys*, REV. CHIM – 69, No. 4, 2018, p. 798 – 801.
8. M.-T. Olaru, D. Mitrica, V. Soare, I. Constantin, M. Burada, D. Dumitrescu, A. Caragea, B. A. Carlan, I. – C. Banica, F. Stoiciu, V. Badilita, V. Geanta, R. Stefanoiu, *Synthesis and characterization of high entropy alloys for high temperature applications*, Buletinul stiintific UPB-Seria B Chimie și Știința Materialelor, vol. 81, Iss. 2, 2019.
9. A.-N. Rotariu, L. Matache, F. Bucur, M.V. Cirmaci-Matei, M. Mărmureanu, E. Trană, *Implementation of a gumbel distribution function in interior ballistic calculations for deterred propellants*, U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 82, Iss. 1, 2020

10. I. Voiculescu, V. Geantă, R. Ștefănoiu, A. Rotariu, E. Scutelnicu, M. C. Pantilimon, D. Mitrică, V. Crăciun, *New refractory high entropy alloys*, International Conference on Innovative Research - ICIR EUROINVENT 2019, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Vol. 572, 2019.
11. V. Geantă, I. Voiculescu, R. Ștefănoiu, M. Codescu, H. Kelemen, G. Pavel, A. Vlădescu, V. A. Sandu, *Obtaining and characterization of high entropy alloys used for medical applications*. IOP series: Materials Science and Engineering 572 (2019) 012023.
12. L. C. Matache, T. Chereches, P. Lixandru, A. Mazuru, D. Mitrica, E. Trana, P. Somoiaș and A. N. Rotariu, *Determination of a methodology for formulating constituent models of high entropy alloys*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 591 (2019), 012058
13. L. C. Matache, P. Lixandru, T. Chereches, A. Mazuru, D. Chereches, V. Geanta, I. Voiculescu, E. Trana, and A. N. Rotariu, *Determination of material constants for high strain rate constitutive model of high entropy alloys*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 591 (2019), 012057
14. D. Mitrică, B. A. Șerban, M. Olaru, M. Burada, D. Dumitrescu and C. I. Bănică, *Modelling of the energy transfer during scrap melting in microwave furnace*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol 916 (2020), 012068
15. M. T. Olaru, M. Tarcolea, D. Mitrică, M. Burada, D. Dumitrescu, C. I. Bănică, B. A. Serban (Cârlan), *Influence of heat treatment on Al_{0.5}Cr_{0.5}Ni_{0.5}TiZr_{1.5}Nb_{1.5} high entropy alloy*, Buletin Științific UPB, Seria B, Volume 82, Issue 2, 2020, ISSN 1454 – 2331
16. V. Geanta, I. Voiculescu, M. C. Cotrut, M. D. Vranceanu, I. M. Vasile, J. C. Mirza Rosca. Effect of Al on Corrosion Behavior in 3.5%NaCl Solution of Al_xCoCrFeNi High Entropy Alloys. International Journal of Engineering Research in Africa. ISSN: 1663-4144, Vol. 53, pp 20-30. 2021 Trans Tech Publications Ltd, Switzerland
17. H. S. Chongchong, J. Adrian, A. Weisenburger, V. Geanta, M. Grosse, G. Muller, H. Jurgen Seifert, M. Steinbruck. High temperature oxidation of AlCrFeNi (Mn or Co) high entropy alloys: effect of atmosphere and reactive element addition, *Materials Corrosion*, in evaluare.
18. A.-N. Rotariu, L. Matache, F. Dîrloman, E. Trană, F. Bucur, M. Cîrmași, D. Mitrică, V. Geantă, I. Voiculescu, *Young's Modulus and Poisson's Coefficient Calculus from Split Hopkinson Bar Tests on Long and Thin Material Samples*, *Materials Research Letters – transmis spre evaluare*
19. D. Mitrica, M.T. Olaru, V. Dragut, C. Predescu, A. Berbecaru, M. Ghita, I. Carcea, M. Burada, D. Dumitrescu, B.A. Serban, I.C. Banica, *Influence of composition and as-cast structure on the mechanical properties of selected high entropy alloys*, *Materials Chemistry and Physics* 242 (2020)
20. D. Mitrica, I. C. Badea, M. T. Olaru, B. A. Serban, D. Vonica, M. Burada, V. Geanta, A. N. Rotariu, F. Stoiciu, V. Badilita, L. Licu, *Modeling and Experimental Results of Selected Lightweight Complex Concentrated Alloys, before and after Heat Treatment*, *Materials* 2020, 13, 4330
21. Mitrica, D.; Badea, I.C.; Serban, B.A.; Olaru, M.T.; Vonica, D.; Burada, M.; Piticescu, R.-R.; Popov, V.V. *Complex Concentrated Alloys for Substitution of Critical Raw Materials in Applications for Extreme Conditions*. *Materials* 2021, 14, 1197.
22. I. Anasiei, I. C. Badea, B. A. Serban, M.T. Olaru, D. Vonica, L. Licu, M. Burada, D. Mitrica, *Researches regarding structural characteristics of a new complex concentrated alloy obtained by rapid solidification*, *METAL* 2021, trimis la evaluare.
23. I. Voiculescu, V. Geanta*, T. Chereches, P. Vizureanu, R. Ștefănoiu, A. Rotariu, D. Mitrica, *Impact behavior of the ballistic targets package composed of Dyneema polymer and high entropy alloy structures*, *Archives of Metallurgy and Materials*, acceptată la publicare

Articole BDI:

1. Victor Geanta, Ionelia Voiculescu and Horia Binchiciu, *Composite Matrix Reinforced with Carbides for Hammers of Grinding Mills*, *Global Journal of Engineering Sciences*, Vol. 5, Iss. 5, 2020, p. 1-8, DOI: 10.33552/GJES.2020.05.000630, ISSN: 2641-2039.
2. Vasile Soare, Ionut Constantin, Dumitru Mitrica, Mihai-Tudor Olaru, Victoria Soare, Mihai Ghita, Beatrice Adriana Carlan, Gabriela Popescu, Ioan Carcea, *Influenta condițiilor de turnare asupra microstructurii și proprietăților aliajelor cu entropie înaltă din sistemul Al-Cr-Fe-Mn-Ni-Zr*, *Revista Romana de Turnatorie*, nr 4, 2018, CZU 621.74 (051)
3. G. Simion, C. C. Rusu, E. Scutelnicu, I. Voiculescu, V. Geantă, *Stadiul actual al sudării aliajelor cu entropie ridicată*, *Sudura*, Vol. 3, 2019, pag 5-15.

Conferinte:

1. C. I. Banica, D. Mitrica, M. T. Olaru, B. Carlan, D. Vonica, M. Burada, D. Dumitrescu, V. Geanta, I. Voiculescu, R. Stefanoiu, M. Ghita, V. Badilita, L. E. Barbulescu, L. Licu, Characteristics of low density high entropy alloys before and after heat treatment processing, 11th International Conference on Materials Science and Engineering – BraMat 2019, 13 – 16 March 2019, Braşov, Romania.
2. Ioana Cristina Banica, Dumitru Mitrica, Mihai T. Olaru, Beatrice A. Carlan, Denisa Vonica, Lidia Licu, Marian Burada, Daniela Dumitrescu, Victor Geanta, Adrian Rotariu, Elena Scutelnicu, Danut Savu, Florentin Stoiciu, Valentin D. Dragut, Laura E. Barbulescu, Structure and properties of a new low weight high entropy alloy, EUROMAT2019, Stockholm, Suedia, 1-5 sept. 2019.
3. C. I. Bănică, D. Vonica, B. Şerban, L. Licu, M. T. Olaru, F. Stoiciu, V. Bădiliță, The design of a new low weight high entropy alloy, 2nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering, 6-8 Noiembrie 2019, Bucuresti, Romania.
4. A Rotariu, L. Matache, F Bucur, THE MECHANICAL CHARACTERISATION OF LIGHT WEIGHT HIGH ENTROPY ALLOYS, 29th International Workshop on Computational Mechanics of Materials, Dubrovnik, September 15-18, 2019.
5. Dumitru Mitrica, Victor Geantă, Ionelia Voiculescu, Radu Ştefănoiu, Adrian Rotariu, Elena Scutelnicu, Ionel Dănuş Savu, Individual and collective protection systems for the military field based on high entropy alloys, 1st International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, Bucuresti, Romania, 14-16 November 2018.
6. Dumitru Mitrica, Vasile Soare, Ionut Constantin, Mihai T. Olaru, Beatrice A. Carlan, Mihai Ghita, Valentin D. Dragut, *Structural particularities of low density high entropy alloys*, 4th Global Congress & Expo on Materials Science and Nanoscience, Amsterdam Olanda, 14-17 Oct. 2018.
7. Mihai T. Olaru, Mitrica Dumitru, Beatrice Carlan, Mihai Ghita, *E-beam co-deposition of Al_{0.3}CrFeMnNiZr_{0.2} high entropy alloy thin film*, 4th Global Congress & Expo on Materials Science and Nanoscience, Amsterdam Olanda, 14-17 Oct. 2018.
8. Adrian Rotariu, *Light weight high entropy alloy*, Workshop GSEBS 2018, Brest, Franta, 5-9 Noi 2018.
9. Ionelia Voiculescu, Victor Geanta, Elena Scutelnicu, Radu Stefanoiu, Adrian Rotariu, Gheorghe Solomon, *Joining methods of high entropy alloys used for ballistic targets*, AuxDefense 2018 – 1-st World Conference on Advanced Materials for Defence. 3 – 4 September 2018, Lisbon, Portugal, ISBN 978-989-20-8666-8.
10. Ionelia Voiculescu, Victor Geantă, Radu Ştefănoiu, *Microscopy of new metallic materials*, 7-th International Conference on Materials Science and Technologies ROMAT 2018, November 15-18-th, 2018, Bucharest, Romania.
11. Mihai T. Olaru, D. Mitrica, V. Soare, I. Constantin, M. Burada, D. Dumitrescu, A. Caragea, B. A. Carlan, C. I. Banica, F. Stoiciu, V. Badilita, V. Geanta, R. Stefanoiu, *Synthesis and characterization of high entropy alloys for high temperature applications*, 7th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMat 2018, November 15-18-th, 2018, Bucharest, Romania.
12. S.A. Irimiciuc, B.C. Hodoroba, A. Stancalie, E. Axente, D. Craciun, P. Garoi, D. Cristea, V. Geanta, I. Voiculescu and V. Craciun Laser induced breakdown spectroscopy investigations of high entropy alloys. BRAMAT 2019. 11TH International Conference on Materials Science & Engineering, Transilvania University of Brasov - Romania, Materials Science and Engineering Faculty, 11-13.03.2019.
13. V Geantă, I Voiculescu, R Ştefănoiu, M Codescu, H Kelemen, G Pavel, A Vlădescu V A Sandu. Obtaining and characterization of high entropy alloys used for medical applications. EUROINVENT-ICIR 2019, International Conference on Innovative Research, May 16th to 17th, 2019, Iasi – Romania.
14. M.López Ríos, N.Florido Suárez, I.Voiculescu, V.Geanta, J.C.Mirza Rosca. EIS Characterization of Passive Films Formed on Al_xCoCrFeNi Alloys. SMS 2019 / EGF2019 / NanoMed 2019 Joint Conferences, Book of Abstracts, Portugal, p.161.
15. M.López Ríos, P.P.Socorro Perdomo, V.Lucero Baldevenites, I.Voiculescu, V.Geanta, J.C.Mirza Rosca. Effects of Nickel Content on the Microstructure, Microhardness and Corrosion Behavior of High-entropy AlCoCrFeNi Alloys. SMS 2019 / EGF2019 / NanoMed 2019 Joint Conferences, Book of Abstracts, Portugal, p.161.
16. Ciprian Manea, Ioana Csaki, Sigrun Nanna Karlsdottir, Victor Geantă. The behavior of AlCrFeNiMn high entropy alloy in geothermal steam, 2-nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, 06-08 November 2019, Bucureşti, Romania.
17. Laura E. Geambazu, Ioana Csaki, Sigrun Nanna Karlsdottir, Victor Geantă. CoCrFeNiMo High entropy alloy behaviour in geothermal environment, 2-nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, 06-08 November 2019, Bucureşti, Romania

18. Romeu Chelariu, Victor Geantă, Nicanor Cimpoieșu, Bogdan Istrate, Ioan Carcea, Raluca-Maria Florea. Research on multicomponent alloys from the FeCrNiMn-X system for extreme use conditions, 2-nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, 06-08 November 2019, București, Romania.
19. Simion G., Scutelnicu E., Caracterizarea aliajelor cu entropie ridicată utilizate la sistemele de protecție individuală și colectivă, lucrare prezentată în cadrul workshop-ului “Tendințe actuale și perspective în dezvoltarea proceselor de sudare” organizat de Centrul de Cercetări Avansate în Domeniul Sudării (SUDAV) în colaborare cu Sucursala Galați a Asociației de Sudură din România (ASR) și LINDE GAZ România, 23 Mai 2019, Facultatea de Inginerie, B26, Galați.
20. Simion G., Scutelnicu E., Tehnici de sudare și brazare pentru îmbinarea aliajelor cu entropie ridicată, lucrare prezentată în cadrul workshop-ului “Tendințe actuale și perspective în dezvoltarea proceselor de sudare” organizat de Centrul de Cercetări Avansate în Domeniul Sudării (SUDAV) în colaborare cu Sucursala Galați a Asociației de Sudură din România (ASR) și LINDE GAZ România, 23 Mai 2019, Facultatea de Inginerie, B26, Galați.
21. I. Voiculescu, V. Geantă, R. Ștefănoiu, A. Rotariu, E. Scutelnicu, D. Mitrică, I. Miloșan, Effect of heat treatment on the microstructure and microhardness of new high entropy alloys with high density. BRAMAT 2019. 11TH International Conference On Materials Science & Engineering, Transilvania University of Brasov - Romania, Materials Science and Engineering Faculty, 11-13.03.2019.
22. V. Geanta, I. Voiculescu, R. Ștefănoiu, I. Miloșan, T. Bedo³, A. Rotariu, D. Mitrica, A.D. Jianu. High entropy alloys for military domain from AlCrFeNiMn system microalloyed with ti and zr. BRAMAT 2019. 11TH International Conference on Materials Science & Engineering, Transilvania University of Brasov - Romania, Materials Science and Engineering Faculty, 11-13.03.2019.
23. LC Matache, P Lixandru, T Chereches, A Mazuru, D Chereches, V Geanta, I Voiculescu, E Trana and A N Rotariu. Determination of material constants for high strain rate constitutive model of high entropy alloys. MODTECH Conference, 19-2205.2019, Iași, România.
24. D Mitrica, B A Serban, M T Olaru, D V Dumitrescu, M Burada, I Anasiei & A G Pascariu, *Modelling of the energy transfer during scrap melting in microwave furnace*. ModTech International Conference, Romania, , June 23rd-27th 2020.
25. D. Vonica, D. Mitrică, M.Burada, B. A. Șerban, M. T. Olaru, C.I. Badea, “Complex Concentrated Alloy For Fuel Explosion Suppression System”, EmergeMAT 3rd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering, 29-30 October 2020, Bucharest, Romania.
26. Beatrice Adriana Șerban, Ioana Cristina Badea, Nicolae Constantin, Mihai Tudor Olaru, Simona Elena Bejan, Dumitru Mitrică, Marian Burada, Daniela Dumitrescu, Viorel Bădiliță, Florentin Stoiciu, *Modelling and characterisation of complex concentrated alloys with biocompatible properties*, 3rd International Conference on Emerging Technologies In Materials Engineering, 29 – 30 October 2020.
27. Dumitru Mitrică, Victor Geantă, Ionelia Voiculescu, Radu Ștefănoiu, Adrian Rotariu, Elena Scutelnicu, Dănuț Savu, *individual and collective protection systems for the military field based on high entropy alloys – HEAPROTECT*, European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, 21 – 23 May 2020, Iasi, Romania.
28. Dumitru Mitrica, Ioana Cristina Banica, Adrian Caragea, Gabriel Enache, Denisa Vonica, *Concentrated complex alloy, of low density, for explosion protection devices*, European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, 21 – 23 May 2020, Iasi, Romania.
29. Adrian-Nicolae Rotariu, Liviu-Cristian Matache, Eugen Trana, Florina Bucur, Matei Marius-Valeriu Cirmaci, Dumitru Mitrică, Victor Geantă, *Determination of the compression strength of HEA in high strain rates tests*, Defense Technology Forum 2020.
30. G. Simion, C. C. Rusu, M. C. Gheonea, I. Voiculescu, V. Geanta, E. Scutelnicu, *Proiectarea morfo-funcțională a sistemelor de protecție pentru domeniul militar*, Conferința ASR ”SUDURA 2020”, Educație, cercetare și inovare în domeniul sudării, Ploiești, 20–22 Oct., 2020.
31. G. Simion, E. Scutelnicu, *High Entropy Alloy Cladding – a short Review*, lucrare prezentată în cadrul conferinței CARE 2020, 1st International Conference on Advanced Research in Engineering, Școala Doctorală "Acad. Radu Voinea", 30 Oct., 2020, Craiova, România.
32. A Rotariu, E. Trana, L. Matache, F Bucur, *On determination of strain field in the necking section of a round specimen based on the measurement of the exterior necking profile*, 4th International Conference on Structural Integrity and Durability-ICSID 2020, Dubrovnik.
33. V. Geanta, A. Rotariu, I. Voiculescu, R. Ștefănoiu, D. Mitrica, Cercetări preliminare privind obținerea și caracterizarea aliajelor cu entropie ridicată și densitate ridicată 2HfMoNi2Ta utilizate la realizarea

- miezurilor perforante, 8th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMat 2020, Bucuresti, Romania, 26-27 Noiembrie
34. I. Voiculescu, V. Geanta*, T. Chereches, P. Vizureanu, R. Stefanoiu, A. Rotariu, D. Mitrica, Impact behavior of the ballistic targets package composed of Dyneema polymer and high entropy alloy structures, Poster – Conferința Internațională ICIR Iași, 20-21.05.2021.
 35. Simion. G, Scutelnicu E., Overview on high entropy alloys: Characterisation and applicability, lucrare prezentată la conferința Scientific Conference of Doctoral Schools-UDJG 2021, The Ninth Edition, GALAȚI, 10th-11th of June 2021
 36. Simion. G., Sisteme de protecție individuala si colectivă pe bază de aliaje cu entropie ridicată, lucrare prezentată, Conferința TECH-TALK (ING) Smart Industry. Smart Technology. Smart People, Prima Ediție, Facultatea de Inginerie – Universitatea ”Dunărea de Jos” din Galați, 15 Decembrie, 2020, Galați.
 37. A. Rotariu, L. Matache, F. Dîrloman, T. Eugen, B. Florina, C. Marius, D. Mitrică, V. Geantă, I. Voiculescu, Advantages of Split Hopkinson Bar Tests on Long and Thin Material Samples, Materials Research Letters, INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE - DEFENSE TECHNOLOGY FORUM, Shumen, Bulgaria, octombrie 2021
 38. D. Vonica 1, D. Mitrica, M. Burada , M. T. Olaru, B. A. Serban, I. C. Badea, I. Anasiei, Corrosion behavior of Al7Cu0.2Si0.2Zn0.2Mg0.1 complex concentrated alloy, in 3wt% and 5wt% NaCl solution, 1ST Corrosion and Materials Degradation Web Conference, MDPI, 17 – 19 May 2021, online
 39. I. Anasiei, I. C. Badea, B. A. Serban, M.T. Olaru, D. Vonica, L. Licu, M. Burada, D. Mitrica, Researches regarding structural characteristics of a new complex concentrated alloy obtained by rapid solidification, 30TH Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials -METAL 2021, May 2021, Brno, Czechia, ISBN: 978-80-87294-97-0.

Carti

Victor Geanta, Ionelia Voiculescu. *Obtaining, Characterization and Testing of High Entropy Alloys from AlCrFeCoNi System for Military Applications*. DOI: 10.5772/intechopen.88622 /intechopen, 23 October 2019.

Workshop

„The development of an interior ballistic model for small caliber armor piercing ammunition”, Defense Technology Forum 2018, Shumen, Bulgaria, 01 – 05 octombrie 2018.

Workshop final de proiect pentru prezentarea rezultatelor - online

Seminar științific

Pe parcursul etapei a II-a 2019 a avut loc un seminar științific, în cadrul căruia au fost discutate realizările relevante din toate proiectele componente si posibilități de diseminare pe toate căile de acces : articole, conferințe, târguri și brevete.



Întalnire de lucru a membrilor Consorțiului la Universitatea Politehnica din Bucuresti



Seminar cu studenti în Laboratorul ERAMET _ Fac. SIM – UPB

Întruniri de specialitate

1. Ionelia VOICULESCU, Victor GEANTĂ, Aurelia BINCHICIU. *Mechanical and Microstructural Characterization of a New High Entropy alloys*. Prezentare Karlsruhe Institute of Technology (KIT) of Karlsruhe, Germany, 24 – 30 November 2018.

2. Informarea participanților la Conferința ASR SUDURA 2018 despre lansarea, obiectivele, partenerii, rezultatele așteptate ale proiectului HEAPROTECT și distribuirea flyer-ului proiectului complex, conform document HEAPROTECT.
3. Informarea cadrelor didactice și studenților Facultății de Inginerie din cadrul Universității "Dunărea de Jos" din Galați (UDJG) despre lansarea, obiectivele, partenerii și rezultatele așteptate ale proiectului HEAPROTECT, pe site-ul Departamentului Ingineria Fabricației, 2018

Sesiune națională de comunicări științifice

1. Simion. G., *Stadiul actual al sudării și brazării aliajelor cu entropie ridicată*, lucrare prezentată la Sesiunea națională de comunicări științifice studențești "ANGHEL SALIGNY", ediția a XI-a 2019, Secțiunea nr. 7 - Masterandul de Azi – Cercetătorul de Mâine.
2. Simion. G., *Studiul configurației blindajelor militare realizate din aliaje cu entropie ridicată*, lucrare prezentată, Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești "ANGHEL SALIGNY", ediția a XII-a 2020, Secțiunea nr. 6 - Masterandul de Azi – Cercetătorul de Mâine, 27-28 Mai, 2020, Galați (Premiul I).

Premii la Targuri

1. Vasile Soare, Dumitru Mitrica, Ionuț Constantin, „*Process for obtaining aluminium alloys with improved mechanical properties by microalloying with nanostructured master alloys*”, gold medal at Euroinvent 2019, Iasi, Romania, 18 may 2019, Date and number of granting the patent: 128755/30.01.2018.
2. Dumitru Mitrica, Vasile Soare, Ionuț Constantin, Marian Burada, Mihai Ghița, „*Process for obtaining a porous aluminium alloy*”, silver medal at Euroinvent 2019, Iasi, Romania, 18 may 2019, Date and number of granting the patent: 129439/30.08.2018.
3. Dumitru Mitrică, Mihai Tudor Olaru, Radu Robert Piticescu, Marian Burada, Gabriel Enache, Daniela Violeta Dumitrescu, Beatrice Adriana Șerban, “*Process For Aluminium Recovery Using Microwave Energy To Metal Cans Waste Melting*”, DIPLOMA OF ACHIEVEMENT AND INVENTICA 2020 MEDAL, The 24 Th International Exhibition Of Inventions Inventica 2020.
4. Dumitru Mitrică, Ioana Cristina Bănică, Adrian Caragea, Gabriel Enache, Denisa Vonica, ” *Concentrated Complex Alloy Of Low Density, For Explosion Protection Devices*”, Gold medal, Euroinvent 12 Edition European Exhibition Of Creativity And Innovation, 23 May 2020

5. Detalierea Programului comun de CDI, cu evidentierea modului de colaborare ulterioara intre parteneri si atragerea de noi fonduri nationale/internationale..

Proiectul HEAPROTECT are ca obiective principale creșterea performanțelor unităților CDI partenere prin propunerea de teme de cercetare prioritare pe plan național și internațional, identificarea de soluții pentru îmbunătățirea infrastructurii și creșterea performanței în domeniul securității naționale.

Consortiul proiectului este format dintr-un institut de cercetare (Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Metale Neferoase și Rare - IMNR) și 4 instituții de învățământ superior (Universitatea Politehnica din București - UPB, Academia Tehnică Militară - ATM, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați - UDJG, Universitatea din Craiova - UCV).

Direcțiile pe care le au în vedere universitățile/institutul de cercetare au ca principale obiective susținerea unui mediu de cercetare în domenii avansate, dezvoltare tehnologică și inovare, competitiv pe plan național și internațional, promovarea unui climat sănătos de formare, dezvoltare și motivare a resursei umane, realizarea demersurilor proactive pentru internaționalizare și dezvoltarea unui parteneriat strâns cu societatea, în vederea preîntâmpinării nevoilor actuale.

În urma analizei planurilor strategice de dezvoltare instituțională ale organizațiilor implicate, s-au observat anumite direcții comune, atât pentru institutul de cercetare implicat în proiect (INCDMNR – IMNR), cât și pentru cele patru universități (UPB, UDJG, ATM, UCV). Acestea se referă, în principal, la managementul activității de cercetare și includ:

1. Stabilirea unor teme de cercetare de interes în societatea prezentă, precum: transporturi inteligente, ecologice și integrate; acțiuni de combatere a schimbărilor climatice, de mediu, utilizarea eficientă a resurselor și materiilor prime; surse de energie sigure, ecologice și eficiente, etc.

2. Internaționalizarea activității de cercetare științifică, prin stimularea participării cercetătorilor la programe de finanțare europeană, care să permită universităților/institutelor de cercetare să aibă o contribuție semnificativă la consolidarea Ariei Europene a Cercetării Științifice.
3. Stimularea constituirii de grupuri de cercetare pe domenii interdisciplinare;
4. Sprijinirea participării cadrelor didactice și cercetătorilor la marile proiecte de cercetare din România;
5. Universitățile/institutul de cercetare vor acorda o atenție deosebită activităților de cercetare care au în vedere produse și servicii inovatoare, cu relevanță economică, care oferă oportunități de afaceri și îmbunătățesc viața oamenilor;
6. Transferul de cunoștințe și tehnologie între universități/institut de cercetare, societate și mediul de afaceri reprezintă o prioritate și va oferi companiilor de toate mărimile acces la ultimele rezultate ale cercetării și va încuraja colaborarea dintre cercetători și industrie.

Proiectul HEAPROTECT raspunde la obiectivele strategice ale organizatiilor partenere prin:

1. Realizarea unei teme de cercetare cu impact ridicat in societatea romaneasca prin dezvoltarea de noi tehnologii pentru modernizarea dotarii armatei romane si imbunatatirea capacitatii de raspuns la actiuni de amenintare din exterior. Proiectul prevede dezvoltarea de sisteme diverse pentru protectia vehiculelor militare si solutii de raspuns prin conceperea unor penetratoare de mare energie.
2. Noutatea absoluta pe plan intern si international a materialelor dezvoltate in proiect ofera noi perspective de dezvoltare prin realizarea de proiecte si colaborari viitoare atat in domeniul militar cat si civil in cadrul competitiei Europene HORIZON si M-eraNet, dar si „ Science for Peace and Security (SPS)-NATO” . Directiile de cercetare propuse in proiect pot fi extinse si prin colaborari viitoare de tip ERASMUS si Marie Curie atat la nivel de universitati cat si la nivel de institutii de cercetare.
3. Prin domeniile diverse de cercetare specializate ale partenerilor proiectul include activitati de cercetare interdisciplinare prin integrarea mai multor zone de interes: elaborarea si procesarea aliajelor metalice, prelucrarea aliajelor metalice, imbinarea prin sudare si brazare, modelarea pentru selectia materialelor, proiectarea de produse noi cu ajutorul programelor de tip CAD specializate, constructia de sisteme militare pe baza proprietatilor materialelor si a eficientei acestora in functionare.
4. Finantarea substantiala a proiectului PDDCI sprijina considerabil cercetatorii si cadrele didactice implicate in proiect pentru participarea la o tema de cercetare de mare interes national, cu promovarea de noi materiale (aliaje cu entropie inalta), cu proprietati superioare si pentru alte domenii de activitate: structuri usoare cu emisii reduse, materiale biocompatibile, eficienta ridicata in conversia energetica, etc.
5. Proiectul devolta produse cu un caracter inovator ridicat, prin utilizarea aliajelor cu entropie inalta, care reprezinta un domeniu de mare actualitate si relativ recent in cercetarea mondiala. Produsele dezvoltate in proiect au un potential ridicat de a fi dezvoltate in unitati economice nationale prin dezvoltarea unui parteneriat real cu Armata Romana, si crearea unui potential de colaborare internationala, prin acordul NATO, cu unitati militare cu potential economic mult mai ridicat.
6. Nivelul TRL avansat de cercetare din proiect va permite un transfer tehnologic facil catre industrie, fie prin proiecte de cercetare directionate specific pe transferul tehnologic (programe structurale europene, programe nationale de inovare), fie prin colaborari directe cu agenti economici din domeniu (ROMARM).

Având în vedere principalele direcții de cercetare ale instituțiilor implicate în proiect, programul comun de cercetare – dezvoltare – inovare urmărește atingerea următoarelor obiective strategice:

1. Continuarea dezvoltării infrastructurii de cercetare pentru extinderea tematicii de cercetare bazate pe noile materiale de tipul aliajelor cu entropie inalta
2. Creșterea performanțelor resurselor umane, prin angrenarea în noi proiecte de cercetare și vizite de lucru la partenerii din consorțiu. Participarea la competitii nationale si internationale de cercetare din planul national PN III.
3. Afirmarea la nivel regional, național și internațional, prin valorificarea, diseminarea și exploatarea rezultatelor cercetărilor comune. Continuarea realizarii de articole cu impact ridicat pe baza lucrarilor experimentale dezvoltate in proiect.
4. Dezvoltarea capacității de inovare a consorțiului, pentru creșterea competitivității și excelenței în cercetare. Rezultatele obtinute in proiect vor sta la baza altor idei si concepte noi de aplicare a aliajelor

cu entropie înaltă pentru diverse sisteme militare dar în alte domenii de activitate civilă, care au o cerere ridicată pentru noi materiale cu eficiență ridicată.

5. Corelarea tematicilor de cercetare cu cerințele de protecția mediului și identificarea de noi metode de reducere a amprentei ecologice industriale, în contextul dezvoltării durabile a societății prezente;

Colaborarea dintre parteneri în timpul desfășurării proiectului a avut loc în special prin activitățile de diseminare și management, și prin cecurile de colaborare realizate în proiect.

În cadrul proiectului complex au avut loc permanent activități de diseminare a rezultatelor științifice obținute, pentru fiecare proiect component în parte. Acestea au avut o contribuție esențială în dezvoltarea situației actuale a aliajelor cu entropie înaltă cu proprietăți speciale, de la proiectarea acestora, la elaborarea, caracterizarea și testarea lor. Un alt rol al activităților de diseminare din cadrul proiectului a fost de consolidare a relațiilor de colaborare dintre parteneri, prin organizarea unor discuții legate de portofoliile de cercetare ale acestora și potențialele acțiuni viitoare de continuare a cercetărilor realizate în cadrul proiectului HEAPROTECT.

În cele 4 etape ale proiectului (2018 - 2021), rezultate obținute au fost diseminate prin următoarele evenimente:

- Publicarea de articole cotate ISI sau indexate BDI;
- Utilizarea cecurilor de inovare disponibile la nivelul proiectului;
- Participarea la numeroase conferințe naționale și internaționale;
- Participarea în cadrul unei întruniri de specialitate, pe tematica proiectului;
- Organizarea a numeroase discuții (mese rotunde și întâlniri de lucru – figura 1), în care au fost dezbătute eventualele provocări din perioada de implementare a proiectului;
- Realizarea unei pagini web a proiectului, unde sunt prezentate informații despre toate proiectele componente;
- Realizarea unor documentații de brevetare, a unor cereri de brevet naționale și participarea la târguri de invenție;
- Organizarea unor seminarii științifice;
- Redactarea și publicarea de cărți în domeniul aliajelor cu entropie înaltă;
- Participări cu lucrări de cercetare în domeniul aliajelor cu entropie înaltă, în cadrul sesiunilor naționale de comunicări științifice.

În cadrul proiectului au fost realizate un număr ridicat de cecuri de colaborare (33) de tip A1 (servicii de cercetare), B (vizite de lucru pentru cercetători), C (vizite de perfecționare cercetători noi). Acestea au condus la familiarizarea cu proprietățile caracteristice ale noilor aliaje cu entropie înaltă, prezentarea proceselor de elaborare și procesare ale acestor aliaje, prezentarea sistemelor de testare specifice echipamentelor militare, prezentarea modalităților de proiectare materiale și procese de producție, tehnici de îmbinare speciale.

Pentru asigurarea durabilității colaborării după finalizarea proiectului, au fost propuse activități ce sunt incluse în planul comun de cercetare – dezvoltare – inovare, precum:

- Organizarea de întâlniri între parteneri, pentru stabilirea unei strategii de continuare a cercetărilor derulate în proiectul HEAPROTECT;
- Continuarea colaborării pentru atragerea de noi surse de finanțare disponibile prin programele de cercetare naționale și internaționale, prin depunerea de proiecte, în cadrul competițiilor naționale și internaționale;
- Continuarea colaborării pentru sprijinirea cercetătorilor noi, angajați în proiectul complex, care doresc să-și continue studiile prin programele de doctorat derulate de parteneri;
- Continuarea colaborării pentru valorificarea rezultatelor finale ale proiectului complex, prin publicații în reviste și volume ale unor conferințe cotate/indexate Web of Science (WoS) sau alte BDI de prestigiu.

6. Detalii privind angajarea si menținerea noilor cercetatori

Nr. posturi asumate de noi cercetatori	8
Nr. posturi ocupate de noi cercetatori	8
Nr. posturi ocupate de noi cercetatori (in prezent)	8

Lista noi cercetatori										
Nr. crt.	Instituție	Nume	Prenume	Pozitia ocupata in cadrul proiectului	Data angajare in proiect	Perioada implicare in proiect	Perioada de sustenabilitate in institutie	Pozitia ocupata	Forma de angajare (nederminata /determinata)	Sursa de finantare pe perioada sustenabilitatii
1.	IMNR	Badea	Ioana-Cristina	Asistent de cercetare	16.07.2018	16.07.2018 - 15.06.2021	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	nederminata	proiecte nucleu si alte proiecte de cercetare
2	IMNR	Vonica	Denisa	Asistent de cercetare	1.01.2019	1.01.2019 - 15.06.2021	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	nederminata	proiecte nucleu si alte proiecte de cercetare
3	IMNR	Licu	Lidia	Asistent de cercetare	1.01.2019	1.01.2019 - 15.06.2021	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	nederminata	proiecte nucleu si alte proiecte de cercetare
4	UPB	Ivan	Alexandra	Asistent de cercetare	1.01.2019	1.01.2019 - 30.11.2020	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	determinata	fonduri de cercetare din bugetul universitatii
5	UPB	Plopeanu	Elisa Florina	Asistent de cercetare	1.01.2019	1.01.2019 - prezent	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	determinata	fonduri de cercetare din bugetul universitatii
6	UPB	Toma	Cristina Mădălina	Asistent de cercetare	1.01.2019	1.01.2019 - 30.11.2020	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	determinata	fonduri de cercetare din bugetul universitatii
7	ATM	Ungureanu	Ionut-Mihai	Asistent de cercetare	1.10.2018	1.10.2018 - prezent	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	determinata	Proiecte de cercetare si bugetul M. Ap. N.
8	UDJG	Simion	George	Asistent de cercetare	1.11.2018	1.11.2018 - 30.11.2020	30.11.2020 - 30.11.2022	Asistent de cercetare	determinata	Din bugetul institutiei.

In cadrul Institutului National de Cercetare -Dezvoltare pentru Metale Neferoase si Rare – IMNR au fost angajati trei noi cercetatori: ACS – Badea Ioana-Cristina, ACS – Vonica Denisa si ACS- Licu Lidia. Mentinerea posturilor pentru noii cercetatori se va realiza prin contracte de munca pe perioada nedeterminata, cu finantare din programul nucleu al institutului si prin proiecte castigate prin competitie nationale (inclusiv 20PCCDI/2018) sau internationale, functie de aportul adus in activitatea proiectelor.

In cadrul Universitatea Politehnica Bucuresti (UPB) au fost angajati trei noi cercetatori: ACS – Ivan Alexandra, ACS – Plopeanu Elisa Florina si ACS – Toma Cristina Mădălina. Mentinerea posturilor pentru noii cercetatori se va realiza prin contracte de munca pe perioada determinata, cu finantare din bugetul universitatii destinate activitatilor de cercetare.

In cadrul Academiei Tehnice Militare (ATM) a fost angajat un cercetator: ACS – Ungureanu Ionut-Mihai. Mentinerea postului pentru noul cercetator se va realiza prin contract de munca pe perioada determinata, cu finantare din bugetul institutiiei, asigurat de Ministerul Apărării Naționale.

In cadrul Universitatii „Dunarea de Jos” din Galati (UDJG) a fost angajat un cercetator: ACS – Simion George. Mentinerea postului pentru noul cercetator se va realiza prin contract de munca pe perioada determinata, cu finantare din bugetul institutiiei.

7. Indicatori de rezultat

Indicatori	Descriere/Denumire	Nr.
Locuri de munca nou create in cercetare (norma intreaga)	Noi cercetatori asumati	8
	Noi cercetatori angajati	8
Consolidarea capacitatii institutiilor cu posibilitati de relansare (cecuri):	Cecuri de tip B: stagii de pregatire (cercetare) si/sau vizite de lucru (scurta durata)	25
	Cecuri de tip C: stagii de formare/instruire pentru resursa umana nou angajata si pentru intelegerea de noi tehnici si tehnologii	6
Servicii de cercetare oferite (realizate) prin utilizarea infrastructurii de cercetare disponibila pentru implementarea proiectului (cecuri):	Cecuri de tip A1: servicii de cercetare oferite intre partenerii consorțiului	4
	Cecuri de tip A2: servicii de cercetare oferite de partenerii consorțiului unor terte parti	-
Articole publicate/acceptate/in evaluare in reviste indexate ISI	1. Influence of composition and as-cast structure on the mechanical properties of selected high entropy alloys/ 2020, Materials Chemistry and Physics, D. Mitrica, M.T. Olaru, V. Dragut, C. Predescu, A. Berbecaru, M. Ghita, I. Carcea, M. Burada, D. Dumitrescu, B.A. Serban, I.C. Banica, publicat 2. Modeling and Experimental Results of Selected Lightweight Complex Concentrated Alloys, before and after Heat Treatment, 2020, Materials, D. Mitrica, I. C. Badea, M. T. Olaru, B. A. Serban, D. Vonica, M. Burada, V. Geanta, A. N. Rotariu, F. Stoiciu, V. Badilita, L. Licu, publicat. 3. Cutting behavior of Al0.6CoCrFeNi High Entropy Alloy, 2020, Materials, G. Constantin, E. Balan, I. Voiculescu, V. Geanta, V. Craciun, publicat 4. Low Density Multi-principal Element Alloy from Al-Mg-Ca-Si-B System, 2019, Revista de Chimie, Victor Geanta, Robert Ciocoiu, Ionelia Voiculescu, publicat.	23

5. High Entropy Alloys Behaviour During Welding, 2020, Revista de Chimie, E Scutelnicu, G Simion, C C Rusu, M C Gheonea, I Voiculescu, V Geanta, publicat.
6. Behavior to Dynamic Loads of Multi-layer Composite Structures, 2019, Materiale Plastice, Victor Geanta, Ionelia Voiculescu, Tudor Chereches, Teodora Zecheru, Liviu Matache, Adrian Rotariu, publicat
7. Chemical composition influence on microhardness, microstructure and phases morphology of Al_xCrFeCoNi high entropy alloys, 2018, Revista de chimie, Victor Geantă, Ionelia Voiculescu, Ioan Miloșan, Bogdan Istrate, Ileana Mariana Mateș, publicat.
8. Synthesis and characterization of high entropy alloys for high temperature applications, 2019, Buletinul științific UPB-Seria B Chimie și Știința Materialelor, Mihai-Tudor Olaru, Dumitru Mitrica, Vasile Soare, Ionut Constantin, Marian Burada, Daniela Dumitrescu, Adrian Caragea, Beatrice Adriana Carlan, Ioana – Cristina Banica, Florentin Stoiciu, Viorel Badilita, Victor Geanta, Radu Stefanoiu, publicat.
9. Implementation of a gumbel distribution function in interior ballistic calculations for deterred propellants, 2020, U.P.B. Sci. Bull.-Series B, Adrian-Nicolae Rotariu, Liviu Matache, Florina Bucur, Marius Valeriu Cirmaci-Matei, Marius Mărmureanu, Eugen Trană , publicat.
10. New refractory high entropy alloys, 2019, International Conference on Innovative Research - ICIR EUROINVENT 2019, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, I. Voiculescu, V. Geantă, R. Ștefănoiu, A. Rotariu, E. Scutelnicu, M. C. Pantilimon, D. Mitrică, V. Crăciun, publicat.
11. Obtaining and characterization of high entropy alloys used for medical applications, 2019, IOP series: Materials Science and Engineering V. Geantă, I Voiculescu, R. Ștefănoiu, M. Codescu, H. Kelemen, G. Pavel, A. Vlădescu, V. A. Sandu, publicat.
12. Determination of a methodology for formulating constituent models of high entropy alloys, 2019, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, L. C. Matache, T. Chereches, P. Lixandru, A. Mazuru, D. Mitrica, E. Trana, P. Somoiağ and A. N. Rotariu, publicat
13. Determination of material constants for high strain rate constitutive model of high entropy alloys, 2019, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, L. C. Matache, P. Lixandru, T. Chereches, A. Mazuru, D. Chereches, V. Geanta, I. Voiculescu, E. Trana, and A. N. Rotariu, publicat.
14. Modelling of the energy transfer during scrap melting in microwave furnace, 2020, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, D. Mitrică, B. A. Șerban, M. Olaru, M. Burada, D. Dumitrescu and C. I. Bănică, publicat.
15. Influence of heat treatment on Al_{0.5}Cr_{0.5}Ni_{0.5}TiZr_{1.5}Nb_{1.5} high entropy alloy, 2020, Buletin Științific UPB-Seria B, M. T. Olaru, M. Tarcolea, D. Mitrică, M. Burada, D. Dumitrescu, C. I. Bănică, B. A. Serban (Cârlan), publicat.
16. Effect of Al on Corrosion Behavior in 3.5%NaCl Solution of Al_xCoCrFeNi High Entropy Alloys. International Journal of Engineering Research in Africa. ISSN: 1663-4144, Vol. 53, pp 20-30. 2021 Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, GEANTA Victor, VOICULESCU Ionelia, COTRUT Mihai Cosmin, VRANCEANU Maria Diana, VASILE Ion Mihai, MIRZA ROSCA Julia Claudia, publicat.
17. High temperature oxidation of AlCrFeNi(Mn or Co) high entropy alloys: effect of atmosphere and reactive element addition., Chongchong, Hao Shi, Adrian Jianu, Alfons Weisenburger, Geanta Victor, Mirco Grosse, Georg Muller, Hans Jurgen Seifert, Martin Steinbruck - În evaluare la Materials Corrosion

	<p>18. Young's Modulus and Poisson's Coefficient Calculus from Split Hopkinson Bar Tests on Long and Thin Material Samples, Materials Research Letters, Adrian-Nicolae Rotariu, Liviu Matache, Florin Dirloman, Trană Eugen, Bucur Florina, Cîrmaci Marius, Dumitru Mitrică, Victor Geantă, Ionelia Voiculescu – transmis spre evaluare</p> <p>19. Influence of composition and as-cast structure on the mechanical properties of selected high entropy alloys, Materials Chemistry and Physics 242 (2020), D. Mitrica, M.T. Olaru, V. Dragut, C. Predescu, A. Berbecaru, M. Ghita, I. Carcea, M. Burada, D. Dumitrescu, B.A. Serban, I.C. Banica, publicat.</p> <p>20. Modeling and Experimental Results of Selected Lightweight Complex Concentrated Alloys, before and after Heat Treatment, Materials 2020, D. Mitrica, I. C. Badea, M. T. Olaru, B. A. Serban, D. Vonica, M. Burada, V. Geanta, A. N. Rotariu, F. Stoiciu, V. Badilita, L. Licu, , publicat.</p> <p>21. Complex Concentrated Alloys for Substitution of Critical Raw Materials in Applications for Extreme Conditions. Materials 2021, Mitrica, D.; Badea, I.C.; Serban, B.A.; Olaru, M.T.; Vonica, D.; Burada, M.; Piticescu, R.-R.; Popov, V.V, publicat.</p> <p>22. Researches regarding structural characteristics of a new complex concentrated alloy obtained by rapid solidification, I. Anasiei, I. C. Badea, B. A. Serban, M.T. Olaru, D. Vonica, L. Licu, M. Burada, D. Mitrica, METAL 2021, trimis la evaluare.</p> <p>23. Impact behavior of the ballistic targets package composed of Dyneema polymer and high entropy alloy structures, Archives of Metallurgy and Materials, I. Voiculescu, V. Geanta*, T. Chereches, P. Vizureanu, R. Stefanoiu, A. Rotariu, D. Mitrica, acceptată la publicare</p>	
<p>Articole publicate/acceptate/in evaluare in reviste indexate BDI</p>	<p>1. Composite Matrix Reinforced with Carbides for Hammers of Grinding Mills, Global Journal of Engineering Sciences, 2020, Victor Geanta, Ionelia Voiculescu and Horia Binchiciu, , publicat.</p> <p>2. Influenta condițiilor de turnare asupra microstructurii și proprietăților aliajelor cu entropie înaltă din sistemul Al-Cr-Fe-Mn-Ni-Zr, 2018, Revista Romana de Turnatorie, Vasile Soare, Ionut Constantin, Dumitru Mitrica, Mihai-Tudor Olaru, Victoria Soare, Mihai Ghita, Beatrice Adriana Carlan, Gabriela Popescu, Ioan Carcea, publicat.</p> <p>3. Stadiul actual al sudării aliajelor cu entropie ridicată, 2019, Sudura, G. Simion, C. C. Rusu, E. Scutelnicu, I. Voiculescu, V. Geantă, publicat.</p>	<p>3</p>
<p>Participari la conferinte</p>	<p>Denumire manifestare/Tip/Titlu/An</p> <p>1. 11th International Conference on Materials Science and Engineering – BraMat, conferinta, Characteristics of low density high entropy alloys before and after heat treatment processing, 2019.</p> <p>2. EUROMAT 2019, conferinta si expo, Structure and properties of a new low weight high entropy alloy, 2019.</p> <p>3. 2nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering, The design of a new low weight high entropy alloy, 2019.</p> <p>4. 29th International Workshop on Computational Mechanics of Materials, conferinta, The mechanical characterisation of light weight high entropy alloys, 2019.</p> <p>5. 1st International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, conferinta, Individual and collective protection systems for the military field based on high entropy alloys, 2018.</p> <p>6. 4th Global Congress & Expo on Materials Science and Nanoscience conferinta si expo, Structural particularities of low density high entropy alloys, 2018.</p> <p>7. 4th Global Congress & Expo on Materials Science and Nanoscience, conferinta si expo, E-beam co-deposition of Al_{0.3}CrFeMnNiZr_{0.2} high entropy alloy thin film, 2018.</p>	<p>39</p>

8. Workshop GSEBS 2018, workshop, Light weight high entropy alloy, 2018.
9. AuxDefense 2018 – 1-st World Conference on Advanced Materials for Defence, conferinta, Joining methods of high entropy alloys used for ballistic targets, 2018.
10. 7-th International Conference on Materials Science and Technologies ROMAT, conferinta, Microscopy of new metallic materials, 2018.
11. 7th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMat 2018, conferinta, Synthesis and characterization of high entropy alloys for high temperature applications, 2018.
12. BRAMAT 2019. 11TH International Conference on Materials Science & Engineering, conferinta, Laser induced breakdown spectroscopy investigations of high entropy alloys, 2019.
13. EUROINVENT-ICIR 2019, conferinta si expo, Obtaining and characterization of high entropy alloys used for medical applications, 2019.
14. SMS 2019 / EGF2019 / NanoMed 2019 Joint Conference, conferinta, EIS Characterization of Passive Films Formed on AlxCoCrFeNi Alloys, 2019.
15. SMS 2019 / EGF2019 / NanoMed 2019 Joint Conferences, conferinta, Effects of Nickel Content on the Microstructure, Microhardness and Corrosion Behavior of High-entropy AlCoCrFeNi_x Alloys, 2019.
16. 2-nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, conferinta, The behavior of AlCrFeNiMn high entropy alloy in geothermal steam, 2019.
17. 2-nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, conferinta, CoCrFeNiMo High entropy alloy behaviour in geothermal environment, 2019.
18. 2-nd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering EmergeMAT, conferinta, Research on multicomponent alloys from the FeCrNiMn-X system for extreme use conditions, 2019.
19. “Tendințe actuale și perspective în dezvoltarea proceselor de sudare” organizat de Centrul de Cercetări Avansate în Domeniul Sudării (SUDAV), workshop, Caracterizarea aliajelor cu entropie ridicată utilizate la sistemele de protecție individuală și colectivă, 2019.
20. “Tendințe actuale și perspective în dezvoltarea proceselor de sudare” organizat de Centrul de Cercetări Avansate în Domeniul Sudării (SUDAV), workshop, Tehnici de sudare și brazare pentru îmbinarea aliajelor cu entropie ridicată, 2019.
21. 11TH International Conference On Materials Science & Engineering BRAMAT, conference, Effect of heat treatment on the microstructure and microhardness of new high entropy alloys with high density, 2019.
22. 11TH International Conference On Materials Science & Engineering BRAMAT, conferinta, High entropy alloys for military domain from AlCrFeNiMn system microalloyed with Ti and Zr, 2019.
23. MODTECH Conference, conferinta, Determination of material constants for high strain rate constitutive model of high entropy alloys, 2019.
24. ModTech International Conference, conferinta, Modelling of the energy transfer during scrap melting in microwave furnace, 2020.
25. EmergeMAT 3rd International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering, Complex Concentrated Alloy For Fuel Explosion Suppression System, 2020.
26. 3rd International Conference on Emerging Technologies In Materials Engineering, Modelling and characterisation of complex concentrated alloys with biocompatible properties, 2020.

	<p>27. European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, conferinta, Individual and collective protection systems for the military field based on high entropy alloys – HEAPROTECT, 2020.</p> <p>28. European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT, expo si conferinta, Concentrated complex alloy, of low density, for explosion protection devices, 2020.</p> <p>29. Defense Technology Forum 2020, conferinta, Determination of the compression strength of HEA in high strain rates tests, 2020.</p> <p>30. Conferința ASR "SUDURA 2020", conferinta, Proiectarea morfo-funcțională a sistemelor de protecție pentru domeniul militar, 2020.</p> <p>31. CARE 2020, conferinta, High Entropy Alloy Cladding – a short Review, 2020.</p> <p>32. 4th International Conference on Structural Integrity and Durability-ICSID 2020, conferinta, On determination of strain field in the necking section of a round specimen based on the measurement of the exterior necking profile, 2020.</p> <p>33. 8th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMat 2020, conferinta, Cercetări preliminare privind obținerea și caracterizarea aliajelor cu entropie ridicată și densitate ridicată 2HfMoNi2Ta utilizate la realizarea miezurilor perforante,</p> <p>34. European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, expo si conferinta ,Impact behavior of the ballistic targets package composed of dyneema polymer and high entropy alloy.</p> <p>35. Scientific Conference of Doctoral Schools-UDJG 2021, The Ninth Edition 2021, conferinta, Overview on high entropy alloys: Characterisation and applicability,</p> <p>36. TECH-TALK (ING) Smart Industry. Smart Technology. Smart People, Prima Ediție, 2020, conferinta, Sisteme de protecție individuala si colectiva pe baza de aliaje cu entropie ridicata,</p> <p>37. International Scientific Conference - Defense Technology Forum 2021, conferinta, Advantages of Split Hopkinson Bar Tests on Long and Thin Material Samples,</p> <p>38. 1ST Corrosion and Materials Degradation Web Conference 2021, conferinta Corrosion behavior of Al7Cu0.2Si0.2Zn0.2Mg0.1 complex concentrated alloy, in 3wt% and 5wt% NaCl solution,</p> <p>39. 30TH Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials -METAL 2021, conferinta, Researches regarding structural characteristics of a new complex concentrated alloy obtained by rapid solidification,</p>	
Cereri brevete depuse la nivel national si international	<p>1. „Aliaje cu entropie înaltă din sistemul multi-element HaMoNiNbTaW destinate fabricării penetratoarelor cu energie cinetică ridicată și procedeu de consolidare”, OSIM, nr. A00815/28.11.2019</p> <p>2. „Aliaj cu entropie inalta pentru aplicatii la temperaturi inalte și procedeu de obținere”, OSIM, nr. A00590/24.09.2019.</p> <p>3. „Aliaj concentrat complex, cu densitate redusa, pentru dispozitive de protectie la explozie”, OSIM, nr. A00815/28.11.2019</p> <p>4. „Metode de realizare a ansamblului eterogen multi-component între aliaje cu entropie ridicată din sistemul AlCoCrFeNi și oțeluri”, cerere de brevet OSIM cu nr. A00317/2021.</p>	4
Brevete obtinute la nivel national si international	Titlu Brevet/ Autoritate emitenta/Data emitere	-
Produse noi sau semnificativ imbunatatite realizate	<p>Denumire/An</p> <p>1- Loturi benzi de aliaje HEA pentru dispozitive de protectie antiexplozie/2018</p> <p>2- Loturi test din aliaje HEA pentru sisteme de protectie colectiva/2018</p>	20

	<p>3- Vergele invelite, ecologice, pentru brazare cu aliaje metalice a sistemelor de protectie colectiva/2018</p> <p>4-Esantioane de aliaje HEA pentru penetratoare de energie ridicata/2018</p> <p>5-Esantioane de aliaje HEA tratate termic pentru penetratoare de energie ridicata/2018</p> <p>6-Element de protecție colectiva tip prototip/2019</p> <p>7-Aliaje cu entropie ridicată obținute din metale cu densitate mare de tipul HfMoNiTaW si HfMoNbTaW/2019</p> <p>8-Penetrator de calibru mic din aliaje HEA/2019</p> <p>9- Lingouri aliaj $Al_5Cu_{0.5}Si_{0.2}Zn_{1.5}Mg_{0.2}$/2020</p> <p>10- Benzi solidificate rapid din aliaj $Al_5Cu_{0.5}Si_{0.2}Zn_{1.5}Mg_{0.2}$/2020</p> <p>11- Lot test aliaje pentru sistemele de protecție colectivă/2020</p> <p>12- Prototip structura de protecție multicomponent/2020</p> <p>13- Lot de test pachete balistice/2020</p> <p>14- Loturi de testare structuri sudate/2020</p> <p>15- Loturi aliaj cu entropie inalta pentru penetrator/2020</p> <p>16- Loturi aliaj cu entropie inalta tratat termic pentru penetrator/2020</p> <p>17- Miezuri perforante din aliaje HEA/2020</p> <p>18-Fisa produs aliaj cu entropie inalta pentru sisteme de rotection la explozie</p> <p>19-Fisa produs dispozitiv de protectie la explozie pentru rezervoare de combustibil</p> <p>20-Fise produs aliaje cu entropie inalta pentru penetratoare cu densitate ridicata</p>	
<p>Produse noi sau semnificativ imbunatatite transferate in economie</p>	<p>Denumire/An</p> <p>Proiectul nu contine parteneri industriali</p>	-
<p>Tehnologii noi sau semnificativ imbunatatite realizate</p>	<p>Denumire/An</p> <p>1- Model experimental obținere aliaje cu entropie ridicată pentru sisteme antiexplozie prin elaborare-tumare/2018</p> <p>2- Model experimental obținere aliaje cu entropie ridicată pentru sisteme antiexplozie, prin solidificare rapidă/2018</p> <p>3-Obținerea aliajelor cu entropie ridicata din sistemul multi-element AlCrFeMnNi microaliate cu Ti, Zr în instalația RAV pentru teste dinamice/2018</p> <p>4-Tehnologie de brazare cu flacara pentru realizarea îmbinărilor dintre plăcile metalice realizate din aliaj HEA și oțel pentru tanc/2018</p> <p>5-Tehnologie de brazare in cuptor, pentru realizarea îmbinărilor dintre plăcile metalice realizate din aliaj HEA și oțel pentru tanc/2018</p> <p>6- Tehnologie pentru protecția la explozie în depozitarea carburanților lichizi și gazoși/2019</p> <p>7- Tehnologie pentru protectie la explozie la transportul carburanților lichizi și gazoși/2019</p> <p>8-Tehnologie pentru protectie la explozie in manipularea si utilizarea carburantilor lichizi si gazosi/2019</p> <p>9-Tehnologie integrata de laborator pentru realizarea sisteme cu risc scazut de explozie la transportul, depozitarea, manipularea si utilizarea carburantilor lichizi si gazosi/2019</p> <p>10-Tehnologie de obținere aliaje HEA de tipul AlCrFeMnNi0.05Hf și AlCrFeMnNi0.05Y in instalatia de topire în arc electric/2019</p> <p>11-Tehnologie de realizare aliaje din sistemul multi-element AlCrFeMnNi microaliate in cuptor cu inductie/2019</p> <p>12-Tehnologie de sudare cu electrozi înveliți (MMA) pentru sisteme de protectie colectiva/2019</p> <p>13-Tehnologie de sudare MIG pentru sisteme de protectie colectiva/2019</p>	25

	<p>14-Tehnologie de sudare WIG pentru sisteme de protectie colectiva/2019</p> <p>15-Tehnologie de obtinere aliaje cu entropie înaltă de densitate ridicată/2019</p> <p>16-Tehnologie de tratament termic aplicabil aliajelor cu entropie ridicată din sistemele HfMoNiTaW și HfMoNbTaW/2019</p> <p>17- Modelul functional tehnologie de obtinere aliaje cu entropie inalta pentru dispozitive de protectie anti-explozie/2020</p> <p>18- Modelul functional tehnologie de obtinere benzi din aliaje cu entropie inalta pentru dispozitive de protectie anti-explozie/2020</p> <p>19- Model funcțional de dispozitiv de protecție la explozie in timpul depozitarii carburanților lichizi și gazoși/2020</p> <p>20- Tehnologii de asamblare optimizate pentru sisteme de protectie colectiva/2020</p> <p>21- Model funcțional elaborare-turnare aliaj cu entropie inalta pentru penetrator/2020</p> <p>22- Model funcțional tratament termic aliaj cu entropie inalta pentru penetrator/2020</p> <p>23 - Model funcțional penetrator din aliaje HEA/2020</p> <p>24-Tehnologie de obținere aliaje pentru dispozitivele de protectie antiexplozie</p> <p>25-Tehnologie pentru protecția la explozie a carburanților lichizi și gazoși.</p>	
Tehnologii noi sau semnificativ imbunatatite transferate in economie	Denumire/An Proiectul nu contine parteneri industriali	-
Servicii noi sau semnificativ imbunatatite realizate si transferate in economie	Denumire/An	-

Data: 15.06.2021
Proiect Complex
20PCCDI/2018

Director
Dr. ing. Dumitru Mitrica

