

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

I.Raportul Științific și Tehnic 2017 – structură recomandată (max. 10 pagini):

-Contract nr. 8CI/2017, Cod PN –III-P2-2.1-CI-2017-0196,

-Titlu: „Metodă de apreciere a gradului de uzură și de funcționalitate la pompe și cilindri hidraulici prin termografieră în infraroșu”, durata proiect: 5 luni;

Descrierea științifică și tehnică a activităților

Punerea în evidență a modului de valorificare și a rezultatelor cecului de inovare

În Etapa I, de cercetare-dezvoltare industrială proiectul a încurajat promovarea în industrie, pe scară largă a unei metode de apreciere a gradului de uzură și de funcționalitate la pompe și cilindri hidraulici, prin termografie în infraroșu, bazată pe o analiză termografică comparativă.

Păstrarea unui domeniu bun de temperatură și vâscozitate este o condiție pentru creșterea productivității și scăderea pierderilor energetice. Pornind de la această premiză, considerăm că cecul de inovare, prin tema propusă s-a încadrat cu succes subdomeniului **Energie**. Proiectul propus s-a încadrat de asemenea și în programul „20-20-20”, care are ca direcții principale, reducerea cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră (echivalent CO₂) față de 1990, reducerea cu 20% a consumului final de energie față de anul 2005 prin creșterea eficienței energetice și creșterea ponderii surselor regenerabile în domeniul mixului energetic la minimum 20% până în anul 2020 (conform <http://arpee.org.ro/strategia-europa-2020-programul-20-20-20/>). Mentenanța predictivă prin termografieră în infraroșu reprezintă o metodă care corespunde cerințelor din prezent care impun diminuarea amprentei de CO₂ și de protejare a mediului înconjurător, având un consum redus de energie. Aplicarea ei la sistemele de acționare hidraulică s-a circumscris unui domeniu de specializare inteligent și anume: **Energie, mediu și schimbări climatice**. Proiectul a promovat o metodă de inspecție tehnică periodică sau continuă a pompelor și cilindrilor hidraulici, fără demontarea lor. Ea s-a adresat diferiților beneficiari care au în exploatare sisteme și utilaje hidraulice. Metoda, descrisă în cecul de inovare se înscrie în practicile de mentenanță predictivă și preventivă, putând fi aplicată pe scară largă în agricultură, ca de exemplu la mașinile acționate hidraulic pregătite pentru campaniile de primăvară sau toamnă, în transportul feroviar, la verificarea amortizoarelor vagoanelor de marfă și de călători,

sau în construcții la verificarea parcului de utilaje care sunt acționate hidraulic (macarale, buldozere, excavatoare, încărcătoare frontale) ale diferitelor firme. **Beneficiarul** proiectului care are ca profil de activitate vânzările și reparațiile componentelor specifice sistemelor de acționare hidraulică, a fost instruit de către **Furnizorul de servicii** să lucreze cu camera de termoviziune și să interpreteze termogramele efectuate pe mașini și utilaje acționate hidraulic, aflate la clienții săi. După termografierea componentelor hidraulice au fost identificate componentele hidraulice care se vor defecta într-un timp mai scurt sau mai lung și care au fost trimise la reparații. Am considerat că ulterior, pe baza experienței acumulate în termografierea și interpretarea termogramelor pompelor și cilindrilor hidraulici, **Beneficiarul** va promova la rândul său această metodă în țară în rândul firmelor având același profil de activitate. Programul promovat implicit prin metoda propusă de cecul de inovare se înscrie în linia de bază a următoarelor obiective generale:

- „Asistență la aplicarea unor rezultate ale cercetării obținute de către IMM-uri prin eforturi proprii sau transferate de la o unitate de cercetare-dzvoltare”
- „Transfer tehnologic național”

Au fost îndeplinite **obiectivele specifice** ale proiectului care au constat în realizarea a **trei baze de date**, componente fundamentale ale metodei promovate cu termograme martor, realizate în **trei faze** și anume:

F1 – pompe și sisteme de acționare hidraulică reale / funcționale, fără uzură;

F2 – cilindri și sisteme de acționare hidraulică reale / funcționale, fără uzură;

F3 – cilindri și sisteme de acționare hidraulice reale/funcționale cu diferite grade de uzură.

Cecul de inovare a promovat un proiect inovativ atât pentru **Beneficiar** cât și pentru firmele care au ca obiect de activitate reparația componentelor și sistemelor de acționare hidraulică. El a pus în evidență o metodă de mentenanță predictivă a pompelor, cilindrilor și sistemelor de acționare hidraulică aparținătoare, care combină avantajele termografierii în infraroșu a unor sisteme aflate în funcțiune cu experiența **Furnizorului de servicii INOE 2000-IHP**, în testarea experimentală, pe standuri specializate și aprecierea gradului de uzură și funcționalitate a componentelor / sistemelor de acționare hidraulice. Proiectul descris în cecul de inovare a scos în evidență o metodologie deschisă, originală în țară, bazată pe cunoașterea corectă a unor rezultate experimentale, mereu perfectibilă în practica exploatarea sistemelor de acționare hidraulică, bazată pe cunoașterea și interpretarea fără erori a rezultatelor experimentale. Bazele de date

realizate pot fi permanent reactualizate pentru a fi adaptate evoluției pieței de desfacere a pompelor și cilindrilor hidraulice.

Proiectul a realizat un salt calitativ în domeniul mentenanței predictive a sistemelor de acționare hidraulică, de la informațiile tehnico-științifice referitoare la aprecierea gradului de uzură și funcționalitate, prin testările experimentale efectuate asupra pompelor și cilindrilor hidraulici la analiza termografică comparativă, fără demontarea lor de pe utilaj.

Beneficiarul va putea valorifica acest proiect, oferind metodologia de apreciere a gradului de uzură și de funcționalitate a pompelor și cilindrilor hidraulici și altor firme care au în exploatare sau care repară instalații de acționare hidraulice. Proiectul poate fi imediat valorificat prin monitorizarea permanentă a instalațiilor de acționare hidraulică, din componența mașinilor și utilajelor fixe sau mobile. În urma acestei monitorizări efectuată prin operația de termografiere comparativă în infraroșu va crește numărul de clienți ai **Beneficiarului**, interesați de operații de reparații a mașinilor hidraulice, precum și de mentenanța predictivă a instalațiilor hidraulice. Ca urmare a finalizării proiectului, **Beneficiarul** va putea să-și dezvolte activitatea de reparații a pompelor și cilindrilor hidraulici, prin intrarea sa pe noi piețe, alcătuite din firme deținătoare de instalații de acționare hidraulică pentru echipamente fixe sau mobile. Interesul acestor firme va fi legat de mentenanța mașinilor hidraulice, și/sau a pompelor și cilindrilor aflați pe sisteme hidraulice aparținătoare, pe care le au în exploatare, din cauza faptului că operația se poate face preventiv, cu costuri minime. În consecință, mentenanța sistemelor de acționare hidraulică poate deveni, datorită cecului de inovare realizat o nouă direcție de activitate a **Beneficiarului**, completând-o, astfel pe cea existentă de reparații a componentelor specifice sistemelor de acționare hidraulică. **Beneficiarul**, poate încheia contracte de mentenanță cu firmele mai sus amintite, astfel încât se va deplasa periodic la sediul acestora, pentru evaluarea pe baza analizei termografice comparatorii a gradului de uzură și funcționalitate la pompe și cilindri hidraulici aflați în lucru. Considerăm că cecul de inovare își găsește un important mod de valorificare, întrucât depistarea timpurie și continuă a eventualelor uzuri și disfuncționalități la mașinile hidraulice aflate în funcțiune va fi rentabilă atât pentru **Beneficiar** cât și pentru clienții săi. Astfel, **Beneficiarul** își va putea asigura în permanență activitatea de reparații pentru pompe și cilindri hidraulici, dublând numărul de contracte de reparații, prevăzut de mentenanța termografică predictivă, iar clienții săi își vor întrerupe mai rar ciclul de activități productive.

Metoda care a fost propusă în proiect va crea noi locuri de muncă la **Beneficiar**, estimându-se o creștere de 20% a cifrei de afaceri, dacă el va angaja minim 2 tineri ingineri care să fie instruiți și specializați pentru cunoașterea metodologiei de apreciere a gradului de uzură și funcționalitate a mașinilor volumice, prin analiză termografică comparatorie. Trebuie precizat că profilul angajaților pentru noile locuri de muncă presupune persoane cu un grad ridicat de cunoștințe în domeniul sistemelor de acționare hidraulică, având o bună capacitate de înțelegere și învățare a noii metodologii de mentenanță predictivă, prezentată de cecul de inovare. **Beneficiarul** proiectului, poate prelua pe bază de contract mentenanța instalațiilor de acționare hidraulică a mașinilor și utilajelor și deci a componentelor acestora. El este în măsură să-și dezvolte obiectul propriu de activitate, căruia îi va adăuga activitatea de mentenanță predictivă a pompelor și cilindrilor hidraulici, aflați în funcțiune, în mod suplimentar față de activitatea de reparații, realizată până la startul proiectului descris în cecul de inovare. Același lucru se poate spune în legătură cu activitatea **Beneficiarului** legată de service-ul utilajelor fixe acționate hidraulic, în raport cu activitatea de service utilaje-mobile, realizată în exclusivitate, până la începutul cecului de inovare.

Modul de valorificare a cecului de inovare finalizat, trebuie analizat, în corelație cu **beneficiile suplimentare** aduse de noua metoda promovată, așa cum ar fi de exemplu:

- creșterea duratei de funcționare cu minim 40% a mașinilor volumice, prin depistarea timpurie a eventualelor uzuri sau defecțiuni
- creșterea nivelului de siguranță în exploatare a instalațiilor de acționare hidraulică, care conțin mașini volumice testate periodic, este estimată la 30 %.
- creșterea cu 100% a nivelului de siguranță în exploatare, în condițiile în care toate componentele hidraulice vor fi testate predictiv.
- creșterea productivității muncii la utilajele fixe și mobile acționate hidraulic cu cel puțin 15%.

De asemenea, competitivitatea **Beneficiarului** cecului de inovare finalizat, va crește datorită:

- volumului, calității și înaltului nivel tehnic și profesional al reparațiilor efectuate la mașinile volumice și la instalațiile hidraulice aparținătoare, care se găsesc în exploatare;
- lărgirii accesului pe piața firmelor care întrebuințează mașini și instalații hidraulice volumice;
- creșterii nivelului profesional al angajaților.

- creșterii eficienței activității de reparații de pompe și cilindri hidraulici pe care o poate efectua ca urmare a activității de mentenanță predictivă, bazată pe analiza termografică comparativă, în infraroșu.

Valorificarea cecului de inovare împreună cu rezultatele sale, va conduce la eficientizarea activității proprii a **Beneficiarului**, prin:

-creșterea productivității muncii, ca efect al depistării mai rapide a unor posibile uzuri și defecțiuni la mașinile hidraulice aflate în funcțiune, datorită folosirii metodei de evaluare cu ajutorul termografiei în infraroșu;

-micșorarea prețului de cost al reparațiilor,

-creșterea gamei de servicii.

Beneficiarul, împreună cu doi noi angajați special instruiți pentru aplicarea metodologiei descrise în cecul de inovare finalizat, va putea realiza un plan de afaceri caracterizat prin:

-încheierea a 10 contracte anuale de mentenanță a instalațiilor hidraulice;

- repararea anuală a 25 de pompe și a 30 de cilindri hidraulici;

-creșterea cifrei de afaceri cu 20.000 Euro.

Etapa I de cercetare-dezvoltare industrială a cuprins **trei faze**, astfel:

-**În prima fază** a fost realizată o bază de date cu termograme martor pentru **pompe volumice și sisteme hidraulice reale și funcționale fără uzură**. Activitățile aferente acestei faze s-au concretizat în: **a)** teste experimentale efectuate pentru un lot de 10 pompe volumice cu roți dințate; **b)** termografierea în funcționare a lotului de 10 pompe cu roți dințate testate și a sistemelor hidraulice aparținătoare; **c)** realizarea unei baze de date cu termogramele martor ale celor 10 pompe volumice cu roți dințate și ale sistemelor hidraulice reale și funcționale, fără uzură, (Fig. 1)

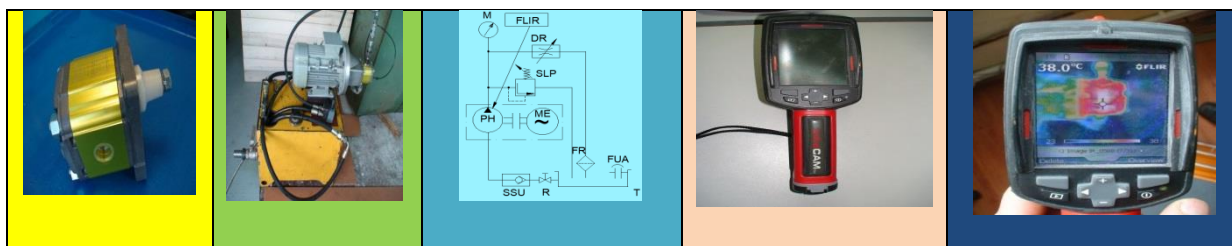


Fig. 1 – Pompă testată, stand, schemă hidraulică, cameră termografiere, termogramă martor

-**În faza a doua**, a fost realizată o bază de date cu termograme martor pentru **cilindri și sisteme hidraulice reale și funcționale fără uzură**. Activitățile aferente acestei faze s-au concretizat în:

a) teste experimentale pentru un lot de 10 cilindri hidraulici; b) termografiera în funcționare a lotului de 10 cilindri hidraulici testați și a sistemelor hidraulice aparținătoare; c) realizarea unei baze de date cu termogramele martor ale celor 10 cilindri hidraulici și ale sistemelor hidraulice reale și funcționale fără uzură. (Fig. 2)

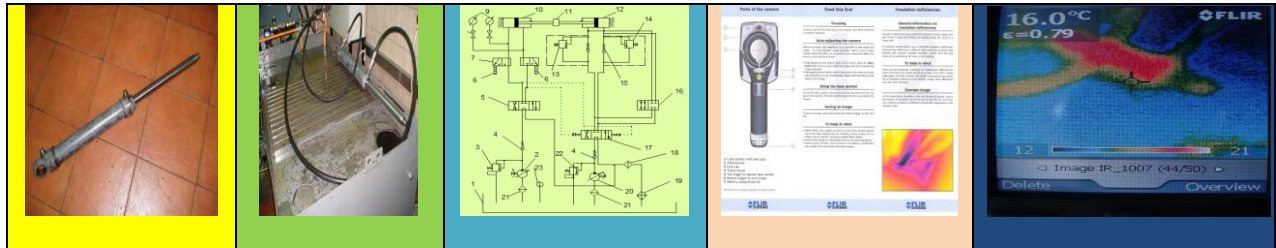


Fig. 2 – Cilindru testat, stand, schemă hidraulică, cameră termografiere, termogramă martor

-În faza a treia, a fost realizată o metodologie de apreciere a gradului de uzură și de funcționalitate la **pompe, cilindri hidraulici și sisteme hidraulice aparținătoare cu diverse grade de uzură**, bazată pe analiză termografică comparativă. Activitățile aferente acestei faze s-au concretizat în: a) termografiera unui lot de 10 pompe cu roți dințate și sisteme hidraulice aparținătoare, cu diverse grade de uzură, pe un stand de probe; b) termografiera unui lot de 10 cilindri și sisteme hidraulice aparținătoare cu diverse grade de uzură, pe un stand de probe; c) stabilirea gradului de uzură și funcționalitate a celor două loturi de 10 pompe și 10 cilindri hidraulici, prin analiză termografică comparativă; d) validarea metodologiei de stabilire a gradului de uzură și de funcționalitate prin analiza termografică comparativă la cele două loturi de 10 pompe și 10 cilindri hidraulici (Fig. 3)



Fig. 3 – Analiză termografică comparativă la pompe și cilindri hidraulici cu și fără uzură

Gradul de realizare a rezultatelor estimate în ofertă (de exemplu: livrabile, etc.)


Realizarea obiectivelor înscrise în cecul de inovare a însemnat finalizarea următoarelor livrabile:

- **un caiet de sarcini** al metodei de apreciere a gradului de uzură pentru loturile de cilindri și pompe hidraulice analizate prin analiză termografică comparatorie.

În caietul de sarcini au fost întocmite **trei baze de date**, având termograme martor, de referință pentru loturi de câte 10 pompe și 10 cilindri cilindri hidraulici fără uzură și cu diferite grade de uzură (vezi exemplele de mai jos):

Baza de date I

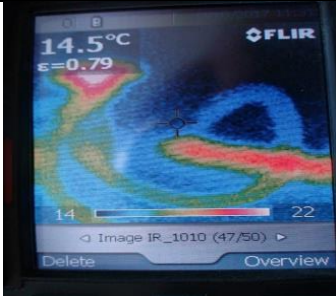
Bază de date cu termograme martor, de referință, pentru pompe volumice, **fără uzură**. Au fost testate la P=100 bar, **10 pompe cu roți dințate, fără uzură, de același tip**, marca VIVOIL (Italia), după modelul prezentat mai jos.

Termogramă pompă nr. 1	Observații
	<ul style="list-style-type: none">• Termograma fost realizată la testarea unei pompe cu roți dințate marca Vivoil (Italia), XV 2P –D/C $V_G = 9 \text{ cm}^3/\text{rot}$• Temperatura înregistrată pe carcasa pompei este 38°C.• Pompa nr. 1 funcționează normal.

Baza de date II

Bază de date cu termograme martor, de referință, pentru cilindri, **fără uzură**


- Au fost testați la P = 200 bar, **10 cilindri hidraulici cu dublă acțiune, fără uzură, de același tip** (fabricați în România), după modelul prezentat mai jos.

Termogramă cilindru hidraulic nr. 1	Observații
	<ul style="list-style-type: none">• Termograma a fost realizată la testarea unui cilindru hidraulic cu dublă acțiune (fabricat în România),• Caracteristici cilindru: cursă = 400 mm, $d_{ijă} = 40 \text{ mm}$, $\varnothing_{\text{ext}} = 74 \text{ mm}$, $\varnothing_{\text{int}} = 60 \text{ mm}$• Temperatura înregistrată pe cămașa cilindrului este 14,5°C.• Cilindrul hidraulic nr. 1 funcționează normal.

BAZA DE DATE III


A) Bază de date cu termograme martor, de referință, pentru pompe, cu diferite grade de uzură

Au fost testate pe stand, la $P=100$ bar, **10 pompe cu roți dințate, cu diverse grade uzură, de același tip**, marca VIVOIL (Italia), după modelul prezentat mai jos.

Termogramă pompă nr. 1	Observații
	<ul style="list-style-type: none">• Termograma fost realizată la testarea unei pompe cu roți dințate marca Vivoil (Italia), XV 2P –D/C $V_G = 9 \text{ cm}^3/\text{rot}$• Temperatura înregistrată pe carcasa pompei este 80,1°C.• Se aud zgomote din interiorul pompei.• Pompa nr. 1 funcționează anormal.

B) Bază de date cu termograme martor, de referință, pentru cilindri, cu diferite grade de uzură

Au fost testați la $P = 200$ bar, **10 cilindri hidraulici cu dublă acțiune, cu diverse grade de uzură, de același tip** (fabricați în România), după modelul prezentat mai jos.

Termogramă cilindru hidraulic nr. 1	Observații
	<ul style="list-style-type: none">• Termograma a fost realizată la testarea unui cilindru hidraulic cu dublă acțiune (fabricat în România),• Caracteristici cilindru: cursă = 400 mm, $d_{\text{tijă}} = 40$ mm, $\varnothing_{\text{ext}} = 74$ mm, $\varnothing_{\text{int}} = 60$ mm• Temperatura înregistrată pe cămașa cilindrului este 18,3°C.• Au apărut scurgeri de ulei pe la tijă.• Tija cilindrului s-a deplasat lent.• Cilindrul hidraulic nr. 1 funcționează anormal.

- un capitol principal pentru teza de doctorat a responsabilului de proiect, drd. ing. Alexandru-Daniel Marinescu, intitulat „Metode moderne de mentenanță predictivă care ajută la menținerea eficienței energetice a sistemelor hidraulice“

- un articol științific indexat BDI, intitulat: “Assessing the opportunity to use the infrared thermography method for predictive maintenance of Hydrostatic Pumps“, publicat în Proceedings-ul conferinței internaționale pentru energie și mediu CIEM, desfășurată la Universitatea Politehnică din București în perioada (19-20) octombrie 2017, având numărul de

identificare #127, în Section Hydro Power Engineering și având ca autori pe: Alexandru-Daniel Marinescu, Corneliu Cristescu, Teodor-Costinel Popescu, Carmen-Anca Safta, conform conference cd_files, ciem2017_127

-**un articol științific** indexat BDI, intitulat: “**Results on the research of the infrared thermography method applied to the hydraulic systems diagnosis**“, publicat în Proceedings-ul conferinței internaționale pentru Hidraulică și Pneumatică, **Hervex**, desfășurată la Băile Govora în perioada (8-10) noiembrie 2017 la Băile Govora, jud. Vâlcea, fiind identificat la pag. (213-221), în Section III, Hydraulic Systems, Stans and Complex Equipment și având ca autori pe: Alexandru-Daniel Marinescu, Corneliu Cristescu, Teodor-Costinel Popescu, Carmen-Anca Safta, vezi link: <http://www.fluidas.ro/hervex/proceedings2017/pp.213-221.pdf>

- **o cerere de brevet de invenție**, intitulată „**Metodă și sistem de diagnosticare a instalațiilor funcționale de acționare hidraulică, utilizând termografia în infraroșu**“, depusă la **OSIM** pe numele autorilor: Popescu Teodor Costinel, Marinescu Alexandru-Daniel, Popescu Alina-Iolanda

-**o pagină dedicată proiectului** pe pagina web a unității de cercetare, vezi linkul: <http://www.ihp.ro/magufter/index.htm>



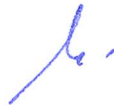
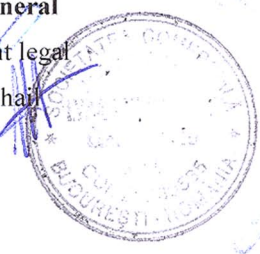
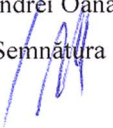
Observație: Pe această pagină, cele **trei faze** ale proiectului descrise mai sus, au fost reunite într-o singură **etapă**, denumită **E1**. De asemenea, activitățile aferente celor trei faze, au fost reunite în trei activități principale, denumite **A1, A2 și A3**.

Raportare indicatori de stare și de progres realizați

Au fost realizați toți indicatorii de stare urmăriți, în concordanță cu obiectivele specifice ale proiectului, respectiv: promovarea unei metode inovative de mentenanță predictivă, eficientă din punct de vedere energetic, denumită „**Metodă de apreciere a gradului de uzură și de funcționalitate la pompe și cilindri hidraulici prin termografiere în infraroșu**“, realizarea unui stand inovativ pentru testarea pompelor hidraulice cu roți dințate, creșterea productivității pentru operațiile de diagnosticare-testare a cilindrilor și pompelor hidraulice reparate, lărgirea pieței **Beneficiarului**, în urma competențelor dobândite în privința noii metode nedistructive de semnalare a defecțiunilor pompelor și cilindrilor hidraulici, prin termografiere în infraroșu, posibilitatea extinderii în domenii conexe hidraulicii, pătrunderea pe piața selectivă a **Uniunii**

Europene prin calitate și prețuri atrăgătoare, atragerea posibililor clienți prin distribuirea de broșuri de prezentare a serviciilor oferite de firmă, îmbunătățirea cifrei de afaceri, elaborarea unei instrucțiuni pentru validarea metodologiei propusă în oferta cecului de inovare.

Au fost realizați toți indicatorii de progres urmăriți, în concordanță cu obiectivele specifice ale proiectului, respectiv: elaborarea unei cereri de brevet pentru metoda inovativă propusă, care conține revendicări specifice; realizarea unui caiet de sarcini cu trei baze de date cu termograme martor, de referință, pentru pompe și cilindri hidraulici, fără uzură și cu diferite grade de uzură, validarea metodologiei pentru stabilirea gradului de uzură și funcționalitate la pompe și cilindri hidraulici, cu ajutorul analizei termografice comparative; publicarea a două articole științifice la conferințe internaționale recunoscute.

<p>Contractor – Furnizor de servicii</p> <p>Director general Reprezentant legal Dumitrescu Ionaș-Cătălin Semnătura Ștampila</p> 	<p>Director economic Gheorghe Ecaterina Semnătura</p> 	<p>Responsabil proiect Marinescu Alexandru-Daniel Semnătura</p> 
<p>Avizat</p> <p>Contractor-Beneficiar</p> <p>Director general Reprezentant legal Petrache Mihail Semnătura Ștampila</p> 	<p>Director economic Andrei Oana Semnătura</p> 	<p>Responsabil Proiect Petrache Mihail Semnătura</p> 