

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru
Cercetare și Dezvoltare _____

” ” _____ 2025

AVIZAT

Secția AȘM _____

” ” _____ 2025

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

(pentru etapa 2025)

privind implementarea proiectului din cadrul concursului
„Tineri Cercetători 2025-2026”

Proiectul „Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând
metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligența Artificială”
(titlul proiectului)

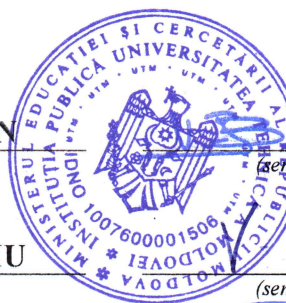
Cifra proiectului 25.80012.5007.32TC

Prioritatea Strategică V „Tehnologii inovative, energie sustenabilă, digitalizare”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)



(semnătura)

Președintele
Consiliului științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)

(semnătura)

Conducătorul proiectului

dr. Andrei PETCO

(numele, prenumele)

(semnătura)

L.Ș.

Chișinău, 2025

CUPRINS:

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs.....	3
2. Obiectivele etapei 2025.....	3
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	3
4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	3
5. Rezultatele obținute	3
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice.....	7
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului 2025.....	8
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului 2025.....	8
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului 2025.....	8
10. Dificultăți în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane..	8
11. Recomandări, propuneri.....	8
12. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2025 în limba română și în limba engleză (Anexa 1).....	9
13. Lista lucrărilor științifice, publicate în anul 2025 (Anexa 2).....	11
14. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 3).....	13
15. Componența echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 4).....	14
16. Documentele anexate (Anexa 5).....	15

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs (obligatoriu).

Formarea a unei metodologii de optimizare a organelor de lucru ale pompelor centrifuge.

2. Obiectivele etapei 2025 (obligatoriu).

1. Dezvoltarea unei metodologii integrate de optimizare a componentelor funcționale ale pompelor centrifuge, utilizând metode de simulare CFD și algoritmi de optimizare bazate pe Inteligență Artificială.
2. Identificarea și selecția algoritmilor de optimizare adecvați pentru analiza multicriterială, ținând cont de parametrii geometrici și caracteristicile de eficiență energetică. Ajustarea algoritmilor de optimizare utilizate în procesul de optimizare.
3. Generarea și validarea unor modele optimizate de organe de lucru pentru pompe centrifuge prin simulări numerice CFD și analize experimentale.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025 (obligatoriu)

1. Cercetarea algoritmilor de optimizare a organelor de lucru ale pompelor centrifuge bazați pe Inteligență Artificială. Selectarea setărilor optimale a procesului de optimizare în funcție de structura datelor obținute.
2. Configurarea și realizarea simulărilor numerice CFD. Efectuarea a unei serii de simulări numerice.
3. Analiza comprehensivă a datelor rezultate în urma procesului de optimizare. Procesarea, interpretarea și vizualizare grafică a datelor obținute, folosind metode analitice, numerice și statistice.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025

1. Cercetarea bibliografică și tehnică a algoritmilor. Studiul implementării algoritmilor în ciclul de optimizare.
2. Modelarea și calculul numeric (CFD). Configurarea setărilor de calcul și executarea simulărilor.
3. Post-procesarea și analiza datelor obținute. A fost realizată o analiză comprehensivă a rezultatelor obținute în cadrul procesului de optimizare, identificând corelațiile (matrice Pearson, COP) etc.
4. Interpretarea și vizualizarea rezultatelor obținute, care au fost procesate, interpretate și reprezentate grafic.
5. Analiza Integrității Structurale (FSI), realizată prin metoda One-Way FSI cu scopul obținerii caracteristicilor mecanice ale rotoarelor efectuate prin fabricație aditivă.
6. Prototipare și Validare Experimentală. Fabricarea aditivă a primului model geometric optimizat obținut prin Sinterizare Selectivă cu Laser (SLS), efectuat pentru testările rotorului obținut pe o pompă centrifugă cu motor capsulat.

5. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini) (obligatoriu)

Cercetarea desfășurată în cadrul etapei I proiectului privind „Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligența Artificială” s-a finalizat cu obținerea unui șir de rezultate obținute relevante scopului proiectului.

Faza de pregătire a presupus realizarea documentării științifice, efectuată prin analiza bibliografică bazelor de date internaționale de profil. În vederea realizării obiectivului de cercetare privind optimizarea rotoarelor de pompe, au fost selectate și consultate cele mai relevante platforme

științifice globale, precum Web of Science, Scopus, Elsevier (ScienceDirect), SpringerLink și DOAJ. Având în vedere specificul tehnic al temei, care implică dinamica fluidelor, ingineria mecanică, aplicarea spectrului de documentare a fost extins prin includerea bazelor de date specializate, precum ASME Digital Collection (American Society of Mechanical Engineers) și IEEE Xplore. Suplimentar, pentru a identifica soluțiile tehnice inovatoare și geometria actuală a rotoarelor protejate de drepturi de proprietate intelectuală, a fost efectuată o analiză riguroasă a bazelor de date de brevete, incluzând Google Patents, Espacenet (European Patent Office) și PATENTSCOPE (WIPO). Totodată, s-a recurs la investigația bazei de date a articolelor a Instrumentului Bibliometric Național (IBN) în scopul identificării articolelor științifice relevante din spațiul autohton.

Rezultatele obținute în etapa I reflectă o abordare complexă asupra ciclului de cercetare-dezvoltare ale pompelor centrifuge, acoperind spectru larg de acțiuni de la faza de concepere și optimizarea geometrică, până la faza de execuție prin manufacturare aditivă și validare experimentală. Deși datele obținute în această etapă sunt preliminare, ele constituie un punct de reper pentru calibrarea metodologiei de optimizare a componentelor pompelor centrifuge. Prototipul obținut în această etapă a fost efectuat pentru pompă ermetică centrifugă de tip CH 6,3/20-1,1-2. Modelul dat a fost ales pentru dimensiunile relativ mici (diametrul rotorului $D=126\text{mm}$). Totodată trebuie de menționat că în momentul dat se efectuează studiul încă pentru rotoare a două pompe cu caracteristici funcționali și dimensiuni diferite și anume CH 100/32-11-1 ($D=168\text{mm}$) și CH 100/125-75-5 ($D=303\text{mm}$). Rezultatele obținute pot fi divizate în patru direcții majore:

a) Optimizarea modelelor geometrice prin aplicarea simulărilor CFD și a algoritmilor de optimizare.

Un prim rezultat al studiului a constat în stabilirea parametrilor geometrici optimi pentru rotorul pompelor ermetice cu motor capsulat CH 6,3/20-1,1-2, proces realizat printr-un pipeline automatizat ce a inclus parametrizarea geometriei, eșantionarea parametrilor geometrici efectuată prin aplicarea metodei Latin Hypercube (LHC) și analiza prin Metodologia Suprafețelor de Răspuns (RSM). Această abordare a permis explorarea unui spațiu larg de soluții constructive, minimizând resursele computaționale necesare și facilitând identificarea corelărilor dintre parametri constructivi ai rotorului, criteriilor de optimizare, în cazul de față a randamentului hidraulic a rotorului și a constrângerilor, în cazul dat a sarcinii de pompare a rotorului.

Prin explorarea suprafeței de răspuns generate cu ajutorul unui algoritm evolutiv (EA), a fost identificat un model geometric a unui rotor cu 8 pale, special adaptat pentru majorarea randamentului hidraulic ca și a minimiza pierderile hidraulice interne (fig.1).

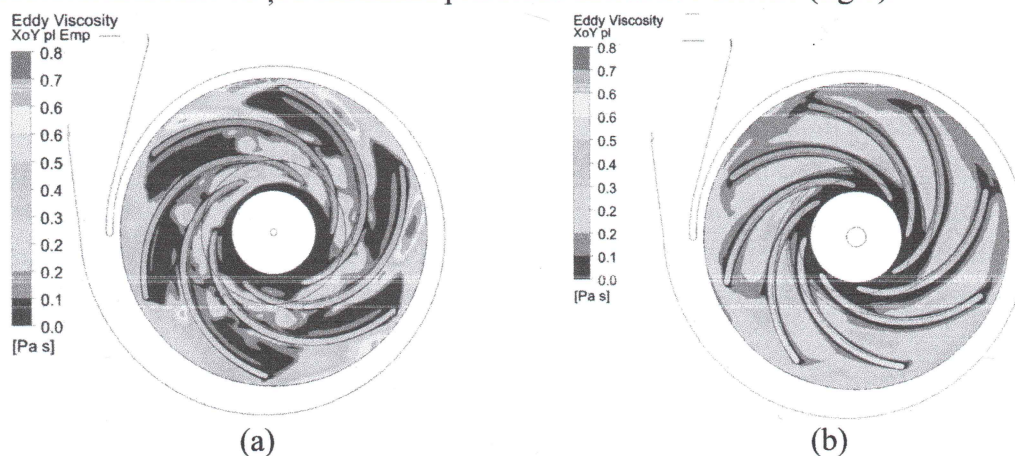


Fig. 1. Repartizarea Vâscozității turbionare: (a) model de referință obținut prin aplicarea modelului empiric, (b) model geometric optimizat.

Analiza numerică a curgerii prin acest nou rotor, realizată prin simulări numerice realizate prin aplicarea simulărilor RANS-SST, a relevat modificări semnificative în topologia curgerii comparativ cu modelele de referință. S-a constatat că noua configurație geometrică a redus semnificativ fenomenele turbulente și zonele de recirculare.

b) Evaluarea integrității structurale prin aplicarea simulărilor FSI. Stabilirea prealabilă a limitelor materiale de aplicabilitate a polimerilor utilizate în fabricare aditivă.

Din cauza formei complexe a rotorului, evidențiat prin numărul sporit ale palelor și forma lor cu dublă curbură precum și de dimensiunea b_2 a înălțimii palei la ieșire din rotor, prelucrarea mecanică a rotorului a fost îngreunată și pentru obținerea rotorului pompei a fost folosită fabricare aditivă. Din această cauză a apărut o necesitate implementării analizei a integrității structurale, realizată prin simulări cuplate de tip CFD-FSI, realizate prin model One-way, pentru a determina limitele de aplicabilitate ale materialelor polimerice în fabricarea a prototipurilor rotoarelor industriale. Putem constata că zonele critice de concentrare a tensiunii sunt situate constant la marginea posterioară a paletei (la joncțiunea cu coroana și inelul rotorului), cauzate de suprapunerea forțelor centrifuge cu diferența maximă de presiune (fig.2 a)).

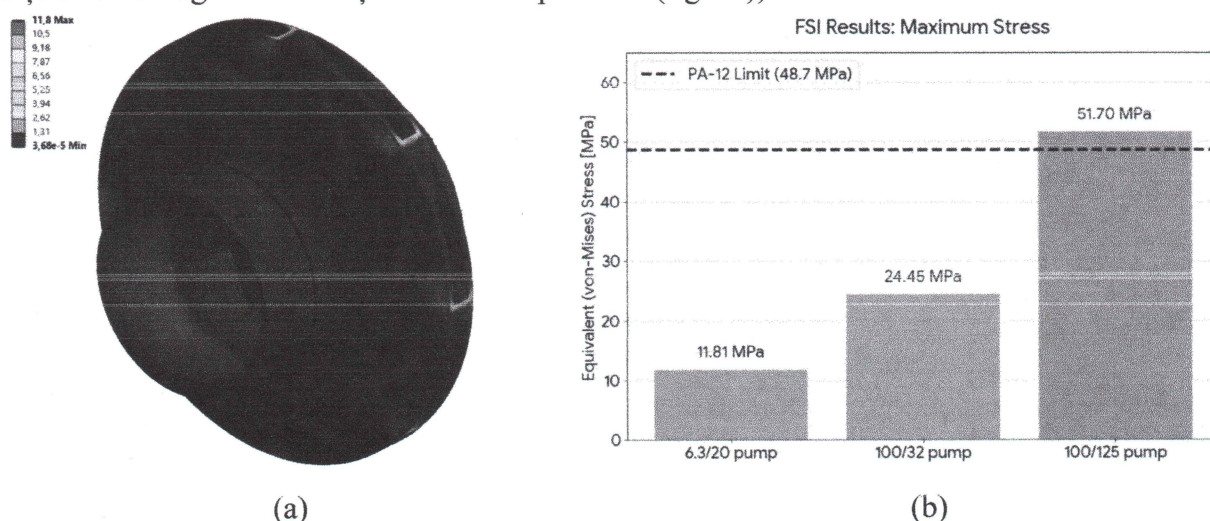


Fig. 2. Rezultatele simulărilor FSI: (a) Repartizarea tensiunilor echivalente în rotorul optimizat a pompei CH 6,3/20-1,1-2, (b) Tensiunilor echivalente obținute în timpul calculului FSI pentru diverse tipodimensiuni ale rotorului.

Putem constata ca la trecerea unei limite dimensionale tensiunile echivalente pot trece peste limita de rupere a materialului, fapt ce impune restricții clare în utilizarea materialului PA-12. Pentru pompele de dimensiuni mici cum ar fi pompa studiată CH 6,3/20-1,1-2, tensiunile echivalente sunt la un nivel redus de 11,8 MPa. În cazul pompei CH 100/32-11-1, simulările au indicat o tensiune echivalentă maximă de 24,45 MPa în condiții nominale de funcționare, raportată la limita de rupere a materialului de 48,7 MPa, confirmă că prototipul operează în domeniul elastic și este sigur pentru testele de duranță. În contrast, analiza modelului de mare putere CH 100/125-75-5 a demonstrat depășirea capacității portante a polimerului, tensiunea echivalentă atingând valoarea critică de 51,7 MPa. Această depășire a limitei de rupere ne prezintă necesitatea integrării simulărilor FSI în ciclul de optimizare pentru a preveni deformarea prototipurilor rotoarelor în timpul testărilor experimentale.

c) Aplicarea tehnologiei de fabricație aditive pentru fabricarea unui prototip de rotor și analiza metrologică prin scanare 3D și pregătirea rotorului pentru testare.

Pentru a valida rezultatele obținute din calculul numeric în condiții de laborator, cercetarea a trecut către etapa de prototipare rapidă, utilizând tehnologia de sinterizare selectivă cu laser (SLS)

și materialul PA-12 Industrial (fig.3 a)). Această etapă a furnizat date esențiale privind precizia de fabricație și precizie de fabricare a componentelor complexe produse aditiv. Prototipul rotorului rezultat a fost supus unei analize metrologice, inclusiv prin scanare 3D, prin suprapunerea norului de puncte cu modelul CAD. Analiza a evidențiat o precizie ridicată a procesului, cu abateri medii situate în intervalul 0,1-0,3 mm (fig.3 b)). Totodată suprafețele cu precizie ridicată precum alezajul bucsei rotorului și suprafețele de etanșare au fost prelucrate mecanic. Testele pe standul experimental validat utilizarea pulberii PA-12 pentru crearea prototipurilor funcționali în fazele de testare și dezvoltare, fiind alternativă rapidă pentru prototipurile rotoarelor confecționate prin frezare sau turnare.

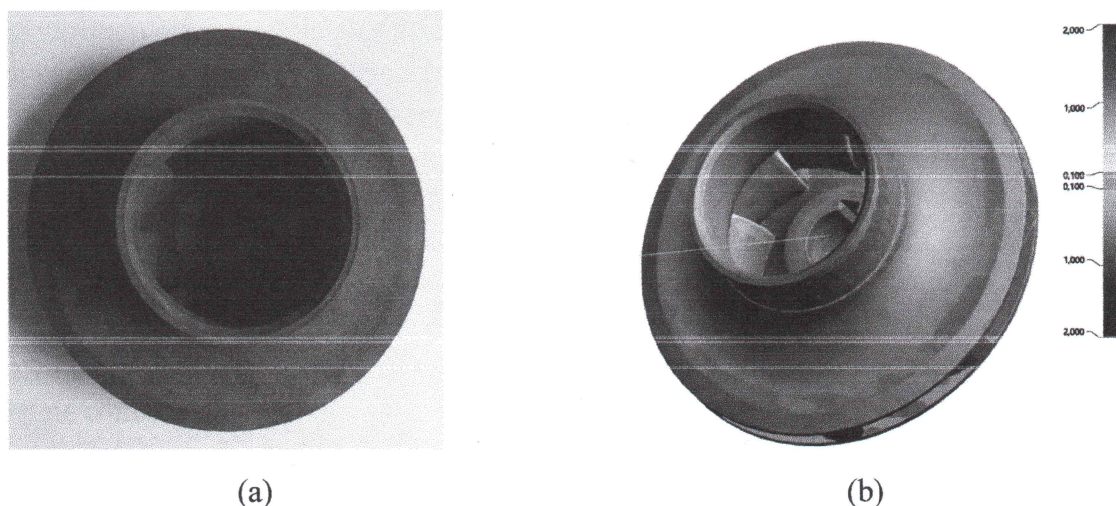


Fig. 3. Aplicarea tehnologiilor de fabricație aditive: (a) Rotorul obținut a pompei CH 6,3/20-1,1-2, (b) Rezultatele scanării 3D.

d) Testarea a pompei centrifuge cu rotor nou. Analiza rezultatelor.

Validarea experimentală a rotorului rezultat a fost realizată utilizând o pompă centrifugă monobloc ermetică din seria CH 6,3/20-1,1-2, evaluată în conformitate cu standardele ISO 9906:2015 (fig.4).

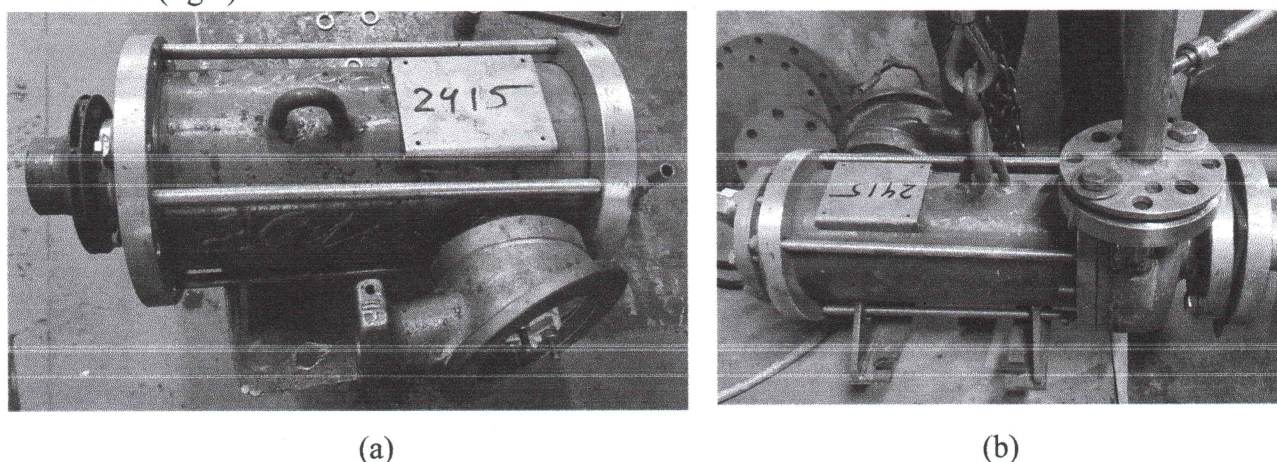


Fig. 4. Testarea prototipului rotorului obținut: (a) Asamblarea rotorului pe pompă CH 6,3/20-1,1-2, (b) Testare pe standul experimental.

Scopul principal al testărilor a fost de a determina proprietățile principale ale pompei, inclusiv sarcina de pompare, curentul și consumul de energie. Pompa a fost pornită la un debit prestabilit, așa cum se arată pe debitmetrul atașat la conducta de aspirație. Debitul a fost stabilit pe baza punctului caracteristic Q-H examinat, și anume cu supapa de închidere închisă, la debitul minim

$Q_{\min} = 2 \text{ m}^3/\text{h}$, valoarea nominală a debitului $Q_{\text{nom}} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$ și debitul maxim $Q_{\max} = 9 \text{ m}^3/\text{h}$. La valoarea nominală a debitului Q_{nom} a debitului a fost obținută o valoare a randamentului $\eta = 29,5\%$.

Putem constata, că rezultatele obținute demonstrează succesul aplicării unui ciclu combinat CFD (integrat cu FSI), cu aplicarea a metodologiei CFD algoritmilor bazați pe AI. Utilizarea procesului de optimizare a rotorului s-a dovedit a fi pe deplin justificată. A fost obținut un rotor de pompă centrifugă pentru pompe centrifugale ermetice monobloc. Eficiența pompei cu acest rotor a crescut la 29,6%, ceea ce a sporit performanța rotorului obținută folosind un model empiric, confirmând eficacitatea analizei RSM în combinație cu algoritmul EA.

A fost realizat un studiu FSI a proprietăților rotoarelor pompelor executate din PA-12, au fost stabilite limitările folosirii materialelor date la prototiparea rotoarelor pompelor centrifuge.

Aplicarea tehnologiei SLS utilizând pulbere industrială PA 12 a demonstrat o eficiență și o precizie ridicată, ceea ce a fost confirmat de o analiză cuprinzătoare utilizând scanarea 3D. Rezultatele măsurătorilor produselor finite au arătat o precizie geometrică ridicată (în medie în intervalul de la 0,1 mm la vârf până la 0,3 mm). Datele obținute verifică tehnologia SLS cu pulbere PA12 ca metodă fiabilă pentru producția de roți funcționale care pot fi utilizate ca prototipuri în testele hidraulice.

6. **Diseminarea rezultatelor** obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu) și în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

Valorificarea și vizibilitatea rezultatelor obținute în cadrul acestei etape a fost realizată în primul rând prin publicarea articolelor în jurnale recenzate, cât și prin expunerea rezultatelor obținute la evenimentele științifice:

Contribuțiile științifice ale echipei au fost concretizate prin elaborarea a două lucrări de cercetare care sintetizează metodologia de optimizare și validarea acesteia. Primul studiu, intitulat „The design of a hermetic monoblock centrifugal pump impeller based on the application of RSM analysis and EA algorithm with the utilisation of SLM technology”, autori: Viorel Bostan, Andrei Petco, Dmitrii Croitor, Nadejda Proca, Vadim Zubac), a fost transmisă spre publicare către revista Processes (Q2 (Chemical Engineering)), cotate cu un Factor de Impact (IF) de 2.8 (5.5 CiteScore), aflându-se în prezent în curs de recenzare..

Aspectele legate de fiabilitatea prototipelor rotoarelor obținute prin tehnologia SLS au fost tratate în articolul „Application of FSI simulations in the optimisation cycle of centrifugal pump impellers” (autori: Viorel Bostan, Andrei Petco, Dumitru Odainîi, Dmitrii Croitor, Vadim Zubac, Nadejda Proca). Lucrarea a fost acceptată spre publicare în Journal of Engineering Science (Volumul XXXII, Numărul 4, 2025), categoria B+, asigurând astfel diseminarea rezultatelor privind necesitatea simulărilor FSI în ciclul de optimizare. Scrisoarea de acceptare a publicării de către redactor șef este anexată în anexa 5.

Totodată, echipa de cercetare a asigurat transparența și transferul de cunoștințe prin participarea activă la evenimente de profil. Prezentarea datelor obținute a avut loc în cadrul unei Mese rotunde organizate la Departamentul Ingineria Fabricației din cadrul UTM, unde au fost prezentate și dezbătute rezultatele etapei I. De asemenea, proiectul a fost promovat în cadrul evenimentului Noaptea Cercetătorilor Europeni 2025 (UTM), unde au fost expuse prototipurile dezvoltate.

7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului (obligatoriu)

Contribuția științifică a proiectului constă în validarea unei metodologii integrate de proiectare a turbomașinilor, care înlocuiește abordările empirice cu algoritmi de optimizare evolutivă și analiză numerică avansată (CFD/FSI).

Integrarea rezultatelor în procesul educațional și de cercetare se concretizează prin fundamentarea științifică a două lucrări de disertație (teze de master), aflate în stadiu avansat de elaborare:

- Membru echipei Ing. Dmitrii Croitor a utilizat datele privind simularea numerică și algoritmi genetici în teza de master cu titlul „Analiza și optimizarea curgerii în pompe centrifuge”, care urmează a fi susținută în ianuarie 2026.
- Membru echipei Ing. Vadim Zubac aplică datele experimentale privind prototiparea SLS în teza de master cu titlul „Cercetarea preciziei tehnologiilor aditive aplicate pentru piese cu profile complexe”, care de asemenea urmează a fi susținută în ianuarie 2026.

Din perspectivă economică, rezultatele proiectului oferă soluții concrete pentru creșterea competitivității întreprinderilor producătoare de pompe din Republica Moldova:

- Sporirea Eficienței Energetice. Optimizarea geometriei ale componentelor pompelor va conduce la o creștere a eficienței hidraulice.
- Reducerea Costurilor de Cercetare-Dezvoltare (R&D)
- Modernizarea Portofoliului de Produse ale companiilor producătoare de pompe din Republica Moldova.

Din punct de vedere al impactului social proiectul contribuie la promovarea științei în societate prin participarea la așa evenimente precum Noaptea Cercetătorilor Europeni 2025.

8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

În cadrul activităților de colaborare la nivel național, se află în stadiu de pregătire semnarea Acordului de Colaborare cu S.R.L. „CRIS”, întreprindere specializată în fabricarea pompelor centrifuge, cu sediul la Chișinău.

9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

Dimensiunea internațională a proiectului s-a concretizat prin diseminarea rezultatelor în cadrul unor întâlniri de lucru cu specialiști de la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Turbomotoare COMOTI și Universitatea Politehnica din București în timpul deplasării efectuate în cadrul programului „Proiecte complexe bilaterale cu Republica Moldova”

10. Dificultățile în realizarea proiectului de natură financiară, organizatorică, legate de resursele umane etc. (obligatoriu).

Timp redus de a primei etape de proiect. Unele procese preconizate în etapa I, n-au putut fi comprimate, ceea ce a dus la unele dificultăți cu diseminarea rezultatelor obținute.

11. Recomandări, propuneri (opțional).

Conducătorul de proiect  / Dr. Andrei Petco

Data:  _____

LS
Direcția Cercetări Științifice



Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.80012.5007.32TC

Denumirea Proiectului, "Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligență Artificială"

Rezumat în limba română pentru anul 2025

În cadrul primei etape a proiectului 25.80012.5007.32TC "Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligență Artificială" au fost obținute un șir de rezultate care reflectă o abordare complexă asupra ciclului de cercetare-dezvoltare. Rezultatele propriu-zise, obținute în urma aplicării metodologiei de cercetare-dezvoltare, se împart în patru domenii:

a) *Optimizarea modelelor geometrice prin aplicarea simulărilor CFD și algoritmilor de optimizare.* Prin aplicarea simulărilor CFD cuplate cu algoritmi de optimizare a fost obținută o geometrie optimizată pentru rotorul pompei CH 6.3/20-1.1-2. Această etapă s-a derulat printr-un pipeline automatizat, care a reunit parametrizarea geometrică, eșantionarea statistică de tip Latin Hypercube (LHC) și analiza prin Metodologia Suprafețelor de Răspuns (RSM), cu aplicarea ulterioară a unui algoritm evolutiv (EA) a condus la identificarea unei soluții constructive și anume a unui rotor cu 8 pale cu curbura dublă.

b) *Evaluarea integrității structurale prin aplicarea simulărilor FSI. Stabilirea prealabilă a limitelor materiale de aplicabilitate a polimerilor utilizate în fabricare aditivă.* Complexitatea geometriei rotorului a impus utilizarea fabricației aditive. Aplicarea tehnologiilor aditive a impus verificarea integrității structurale prin simulări CFD-FSI (One-way). Analiza a localizat tensiunile critice la marginea posterioară a paletei și a prezentat limitele materialului PA-12: în timp ce modelele mici și medii (CH 6.3/20 și CH 100/32) operează în siguranță (max. 24,45 MPa), pompa de mare putere (CH 100/125) depășește limita de rupere (51,7 MPa). Această constatare impune integrarea obligatorie a simulărilor FSI în ciclul de optimizare pentru validarea prototipurilor.

c) *Aplicarea tehnologiei de fabricație aditive pentru fabricarea unui prototip de rotor și analiza metrologică prin scanare 3D și pregătirea rotorului pentru testare.*

Prototipul realizat prin tehnologia SLS din PA-12 a demonstrat o acuratețe geometrică superioară, cu abateri de doar 0,1–0,3 mm evidențiate prin scanare 3D. După prelucrarea mecanică a suprafețelor de contact, testele pe stand au validat această metodă ca fiind o soluție rapidă pentru dezvoltarea și testarea rotoarelor, înlocuind cu succes turnarea sau frezarea în faza de cercetare.

e) *Testarea a pompei centrifuge cu rotor nou. Analiza rezultatelor.*

Validarea experimentală conform ISO 9906:2015, pe pompa CH 6,3/20-1,1-2, a confirmat un randament de 29,6% la debit nominal, demonstrând superioritatea optimizării CFD-AI față de modelele empirice. Totodată, s-a validat tehnologia SLM cu PA-12 ca soluție precisă pentru obținere a prototipurilor funcționali, confirmând limitele structurale stabilite prin analiza FSI.

În concluzie, etapa 2025 a demonstrat că optimizarea prin aplicare algoritmi AI, asistată de analiza multifizică și prototiparea rapidă, reprezintă vectorul esențial pentru modernizarea a turbomașinilor. Datele obținute urmează a fi publicate în 2 articole: într-un jurnal internațional cotate Q2 și într-un jurnal din registrul național (cat. B+). Din perspectivă economică, metodologia ce se dezvoltă oferă industriei de producere pompe din Republica Moldova un instrument esențial pentru reducerea costurilor de R&D și creșterea competitivității produselor autohtone.

During the first stage of project 25.80012.5007.32TC "Optimizing the energy efficiency of centrifugal pumps using CFD methods and algorithms based on Artificial Intelligence," a series of results were obtained that reflect a complex approach to the research and development cycle. The actual results, obtained following the application of the research and development methodology, are divided into four areas:

a) Optimization of geometric models by applying CFD simulations and optimization algorithms. By applying CFD simulations coupled with optimization algorithms, the optimized geometry for the CH 6.3/20-1.1-2 pump impeller was obtained. This stage was carried out through an automated pipeline, which combined geometric parameterization, Latin Hypercube (LHC) statistical sampling, and Response Surface Methodology (RSM) analysis, with the subsequent application of an evolutionary algorithm (EA) leading to the identification of a constructive solution, namely an 8-blade impeller with double curvature.

b) Assessment of structural integrity through the application of FSI simulations. Prior establishment of the material limits of applicability of the polymers used in additive manufacturing. The complexity of the impeller geometry required the use of additive manufacturing. The application of additive technologies required verification of structural integrity through CFD-FSI (One-way) simulations. The analysis located critical stresses at the rear edge of the blade and revealed the limits of the PA-12 material: while small and medium models (CH 6.3/20 and CH 100/32) operate safely (max. 24.45 MPa), the high-power pump (CH 100/125) exceeds the breaking limit (51.7 MPa). This finding requires the mandatory integration of FSI simulations into the optimization cycle for prototype validation.

c) Application of additive manufacturing technology for the manufacture of a impeller prototype and metrological analysis by 3D scanning and preparation of the impeller for testing.

The prototype made using SLS technology from PA-12 demonstrated superior geometric accuracy, with deviations of only 0.1–0.3 mm highlighted by 3D scanning. After mechanical processing of the contact surfaces, bench tests validated this method as a rapid solution for the development and testing of impellers, successfully replacing casting or milling in the research phase.

e) Testing of the centrifugal pump with a new impeller. Analysis of results.

Experimental validation according to ISO 9906:2015 on the CH 6.3/20-1.1-2 pump confirmed an efficiency of 29.6% at nominal flow, demonstrating the superiority of CFD-AI optimization over empirical models. At the same time, SLM technology with PA-12 was validated as an accurate solution for obtaining functional prototypes, confirming the structural limits established by FSI analysis.

In conclusion, stage 2025 demonstrated that optimization through the application of AI algorithms, assisted by multiphysics analysis and rapid prototyping, is the essential vector for the modernization of turbomachinery. The data obtained will be published in two articles: in a Q2-rated international journal and in a journal from the national register (cat. B+). From an economic perspective, the methodology developed provides the pump manufacturing industry in the Republic of Moldova with an essential tool for reducing R&D costs and increasing the competitiveness of domestic products.

Conducătorul de proiect  / Dr. Andrei Petco

Data:

LS

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2025 în cadrul proiectului**

**„Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând
metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligența Artificială”**

(denumirea proiectului)

1. Monografii (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. Capitole în monografii naționale/internaționale

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

BOSTAN, V., PETCO, A., CROITOR, D., PROCA., N., ZUBAC, V. The design of a hermetic monoblock centrifugal pump impeller based on the application of RSM analysis and EA algorithm with the utilisation of SLM technology. Processes (IF 2.8) (în curs de recenzare)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

BOSTAN, V., PETCO, A., ODAINÎI, D., CROITOR, D., ZUBAC, V., PROCA., N. Application of FSI simulations in the optimisation cycle of centrifugal pump impellers. Journal of Engineering Science, Volume XXXII, Issue 4, 2025 (cat. B+) (acceptată spre publicare)

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)

10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

11. Recomandări, propuneri.

NOTĂ:

- Datele bibliografice se redactează în conformitate cu standardul SM ISO 690:2012 Informare și documentare. Reguli pentru prezentarea referințelor bibliografice și citarea resurselor de informare.
- Pentru fiecare lucrare va fi indicat depozitul electronic internațional, național sau instituțional în care aceasta este înregistrată, precum și adresa electronică la care poate fi accesată lucrarea.


**Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025**

Cifrul proiectului 25.80012.5007.32TC

Cheltuieli, lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720			
Servicii medicale	222810			
Servicii de editare	222910			
Servicii de protocol	222920			
Servicii de cercetări științifice contractate <i>(salarizarea membrilor echipei - 80%)</i>	222930	258 689.0		258 689.0
Servicii neatribuite altor aliniate <i>(publicarea articolelor științifice / servicii laborator)</i>	222999	49 500.0		49 500.0
Servicii neatribuite altor aliniate <i>(salarizarea personalului din afara instituției)</i>	222999	61 268.0		61 268.0
Servicii neatribuite altor aliniate <i>(salarizarea personalului administrativ - 5%)</i>	222999	19 840.0		19 840.0
Alte cheltuieli în bază de contracte cu persoane fizice	281600			
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii <i>(taxele de participare la forumuri și evenimente științifice)</i>	281900			
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea activelor nemateriale	317110			
Procurarea combustibilului, carburanților și lubrifianților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	10 703.0		10 703.0
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
Procurarea altor materiale	339110			
TOTAL		400 000,0		400 000,0

Notă: În tabel se prezintă doar categoriile de cheltuieli din contract ce sunt în execuție și modificările aprobate (după caz)

Rector U.T.M.


(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)


Contabil (economist)


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect


(semnătura)

dr. Andrei PETCO

(numele, prenumele)

Data: 05.02.2025

LȘ



Documentele anexate



JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE

Editorial office

<https://ies.utm.md/>

Chisinau, 27.11.2025

TO WHOM IT MAY CONCERN

Dear Corresponding Author,

We have the pleasure to inform you that your manuscript entitled:

APPLICATION OF FSI SIMULATIONS IN THE OPTIMISATION CYCLE OF CENTRIFUGAL PUMP IMPELLERS

Authors:

Viorel Bostan, ORCID: 0000-0002-2422-3538,
Andrei Petco, ORCID: 0009-0004-0577-3296,
Dumitru Odainii, ORCID: 0000-0001-6587-6247,
Dimitrii Croitor, ORCID: 0009-0005-9033-8543,
Vadim Zubac, ORCID: 0009-0002-5003-0729,
Nadejda Proca, ORCID: 0009-0004-7854-7599.

has been accepted for publication by the Editorial Advisory Board of the Journal of Engineering Science, edited by Technical University of Moldova.

The paper has provided to be published in **Volume XXXII, Issue 4, 2025**. Prior to publication you will receive the final form of the paper (as it will appear online and in print).

The Journal of Engineering Science is included in the National Registry of Scientific Journals under category B+ and is indexed in international databases (6) as well as in international and national repositories like Institutional repository of 'Lucian Blaga' University of Sibiu, Instrumental Bibliometric National, Institutional repository of TUM.

Professor Rodica STURZA
Responsible editor

Departamentul Ingineria Fabricației (DIF)
EXTRAS PROCES VERBAL NR. 3 DIN 19.11.2025

Prezenți: Mazuru Sergiu, Ciuperca Rodion,
Toca Alexei, Gordelenco Pavel, Odainii
Dumitru, Nastas Andrei, Stroncea Aurel,
Petco Andrei, Nazar Boris, Gheorghita
Andrei, Colin Tudor, Nițulenco Tatiana,
Platon Andrei.

Ordinea de zi:

2. Prezentarea rezultatelor activităților de cercetare în cadrul proiectelor.

Petco Andrei:

- proiectul din competiția Tinerii Cercetători 2025-2026 cu tema „Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligența Artificială” (nr. contract de finanțare 159TC),
- proiectul bilateral moldo-român 25.80013.5007.54ROMD cu tema „Cercetare și dezvoltare a unui design inovator de pompă centrifugală pentru aplicații spațiale”, realizat împreună cu colegii din cadrul Institutului National de Cercetare Dezvoltare Turbomotoare COMOTI.

Nazar Boris: Proiectul PN-IV-PCB-ROMD-2024-0336, intitulat „Creșterea durabilității în utilizare, prin acoperirea termică a părților active (partea principală și partea anterioară) cu straturi metalice și ceramice ale plugului agricol reversibil”

A luat cuvânt : prof.univ., dr.hab., Mazuru Sergiu, prof.univ., conf.univ. Toca Alexei,
dr., lect.univ. Odainii Dumutru.

S-a hotărât: A se lua act de informațiile domnilor dr., lect.univ. Petco Andrei și
dr., conf.univ. Nazar Boris.

Șef DIF
dr., hab., prof. univ.
Sergiu MAZURU


Secretar
Tatiana Nițulenco



EXTRAS
din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 03 decembrie 2025

Prezenți: 14 membri ai Consiliului științific al UTM – Vasile Tronciu, *Prorector pentru cercetare, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Ion, *Academician AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Viorel, *Rector UTM, prof. univ., dr. hab.*; Siminiuc Rodica, *Directoare a ȘD UTM, conf. univ, dr.*; Sturza Rodica, *Membru cor. AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Ghendov-Moșanu Aliona, *conf. univ., dr. hab.*; Caisîn Larisa, *prof. univ., dr. hab.*; Cepoi Liliana, *Director, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, conf.univ., dr.*; Gheorghită Maria, *prof. univ., dr.*; Monaico Eduard; *dr., conf. cercet.*; Turcanu Dinu, *dr., conf. univ.*; Tîrșu Mihai; *Director Institutul de Energetică UTM, conf. univ., dr.*; Popovici Mihail, *conf. univ., dr.*; Muntean Viorel, *Doctorand UTM*

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte „Tineri cercetători” pentru anii 2025-2026: 25.80012.5007.32TC „Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligența Artificială”, Conducător de proiect: *dr. Andrei PETCO.*

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte „Tineri cercetători” pentru anii 2025-2026: 25.80012.5007.32TC „Optimizarea eficienței energetice a pompelor centrifuge utilizând metode CFD și algoritmi bazați pe Inteligența Artificială”, Conducător de proiect: *dr. Andrei PETCO.*

V. J.



Președinte al CȘ UTM,
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof. univ.

Secretar al CȘ UTM,
Liliana CEPOI, dr. hab.