

Anexa 10 la Contract nr. 16N/2023
(anexa la procesul verbal de avizare interna nr. 10 din 09.12.2025)

Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Sudură și Încercări de Materiale ISIM Timișoara
Cod fiscal: RO 3041226

De acord,
DIRECTOR GENERAL
Dr. ing. Nicușor-Alin SÎRBU

Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Dr. Ing. Horia DAȘCĂU

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: PN 23 37 01 04
Proiectul: Dezvoltarea de materiale și tehnologii de fabricație avansate pentru ingineria suprafețelor. Realizarea de suprafețe extradure prin procesare cu fascicule concentrate
Faza 2/1: Creșterea performanțelor echipamentelor de lucru și dezvoltarea infrastructurii de laborator
Termen de încheiere a fazei: 09.12.2025

1. Obiectivul proiectului:

Obiectivul general al proiectului este dezvoltarea unor tehnologii avansate și materiale funcționale extradure destinate îmbunătățirii performanțelor componentelor supuse la solicitări mecanice și termice severe, prin utilizarea tehnologiilor de procesare cu LASER și a procedurilor neconvenționale de debitare. Proiectul urmărește realizarea de straturi dure sau extradure cu proprietăți funcționale superioare, validarea experimentală a proceselor de depunere și consolidarea infrastructurii de cercetare necesare pentru implementarea completă a programului experimental.

În paralel cu dezvoltarea tehnologiilor LASER, proiectul are ca obiectiv strategic creșterea capacității de cercetare prin retehnologizarea instalației de debitare cu jet de apă și abraziv, astfel încât aceasta să permită executarea probelor de testare și caracterizare fără influențe termice și cu un grad ridicat de precizie. În acest context, activitățile din Faza 2-1 vizează proiectarea și realizarea unui sistem de agitare și evacuare a abrazivului uzat, componente esențiale pentru operarea eficientă a cuvei mărite și pentru adaptarea echipamentului la cerințele programului experimental.

Obiectivul proiectului se înscrie în direcțiile strategice ale Programului Nucleu și contribuie la dezvoltarea infrastructurii existente prin extinderea capabilităților tehnologice, creșterea gradului de automatizare și îmbunătățirea performanțelor operaționale. Prin implementarea soluțiilor tehnice propuse, proiectul va conduce la obținerea unui echipament modernizat, capabil să susțină cercetări avansate în ingineria suprafețelor, procesarea materialelor și testarea straturilor durificate.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

Pentru atingerea obiectivului general al proiectului – dezvoltarea tehnologiilor avansate pentru realizarea de straturi dure/extradure și creșterea capacității experimentale a infrastructurii de cercetare – se estimează obținerea unui set de rezultate tehnico-științifice și operaționale, care să permită validarea proceselor analizate și utilizarea optimă a echipamentelor re tehnologizate. Rezultatele urmăresc atât progresul conceptual și experimental privind tehnologiile LASER, cât și consolidarea infrastructurii auxiliare necesare desfășurării activităților de laborator.

Un prim rezultat major îl constituie **realizarea modelelor CAD pentru componentele și dispozitivele asociate proceselor de cercetare**, inclusiv proiectarea extensiilor cuvei și a sistemelor hidraulice aferente. Aceste modele vor permite optimizarea geometrică, validarea funcțională și pregătirea documentației pentru execuția fizică a componentelor. Un al doilea set de rezultate vizează **dezvoltarea și validarea conceptelor tehnologice**, prin selecția materialelor extradure, identificarea parametrilor optimi de procesare LASER, analiza comportării termomecanice a straturilor depuse și elaborarea modelelor experimentale. Acest rezultat va furniza baza necesară realizării etapelor ulterioare din programul experimental.

În paralel, proiectul urmărește **modernizarea infrastructurii de debitare cu jet de apă și abraziv**, prin concepția și integrarea unui sistem complet de agitare, recirculare și colectare a abrazivului uzat. Se preconizează obținerea următoarelor rezultate specifice:

- proiectarea, modelarea și optimizarea circuitului de agitare cu duze eductor;
- proiectarea sistemului de evacuare hidraulică, incluzând sorburile, conductele și pompa de apă murdară;
- realizarea modelului tehnic 3D complet al ansamblului de colectare cu sac filtrant;
- validarea funcțională a sistemului în raport cu condițiile de funcționare ale cuvei mărite.

Un rezultat suplimentar, derivat din cele de mai sus, îl constituie **creșterea performanțelor echipamentelor existente**, rezultând într-un sistem capabil să:

- mențină suspensia apă–abraziv într-un regim stabil de lucru,
- evacueze rapid materialul uzat din cuvă,
- reducă timpii auxiliari și consumul de resurse,
- susțină procesarea probelor pentru studiile experimentale fără întreruperi neplanificate.

De asemenea, proiectul va genera **documentația tehnică și științifică necesară**, incluzând rapoarte, studii, analize CFD, lucrarea științifică aferentă fazei și prezentarea rezultatelor pe pagina proiectului, asigurând astfel diseminarea și valorificarea cunoștințelor obținute.

Rezultatele preconizate contribuie direct la îndeplinirea obiectivelor programului, asigurând atât dezvoltarea competențelor tehnice necesare cercetării avansate, cât și consolidarea bazei materiale pentru realizarea etapelor ulterioare ale proiectului.

3. Obiectivul fazei:

Obiectivul principal al Fazei 2 îl reprezintă **creșterea performanțelor echipamentelor de lucru și dezvoltarea infrastructurii de laborator**, astfel încât acestea să permită desfășurarea în condiții optime a programelor experimentale dedicate studiului și dezvoltării materialelor extradure și a tehnologiilor avansate de depunere. Faza urmărește modernizarea și adaptarea echipamentelor existente la cerințele experimentale ale proiectului, prin concepție, proiectare și integrare de sisteme tehnice care să asigure operarea eficientă și flexibilă a instalației.

Un obiectiv central al acestei faze îl constituie **proiectarea și realizarea modelelor CAD pentru dispozitivele și echipamentele conexe procesului de debitare cu jet de apă și abraziv**, incluzând elementele destinate extinderii cuvei, sistemele de agitare și recirculare, traseele hidraulice și modulul de colectare extern. Aceste modele stau la baza implementării ulterioare a soluțiilor tehnice și permit evaluarea funcțională a întregului ansamblu înainte de execuția fizică.

Totodată, faza vizează **evaluarea, selectarea și adaptarea soluțiilor constructive** care să ofere performanțe superioare în operarea instalației, prin creșterea eficienței evacuării abrazivului uzat, reducerea timpilor auxiliari, asigurarea accesului facil pentru mentenanță și compatibilitatea cu cerințele programului experimental. Această etapă include definirea constrângerilor de integrare, analiza scenariilor de funcționare și identificarea configurației optime care să permită exploatarea cuvei mărite la parametri tehnici superiori.

Nu în ultimul rând, faza urmărește și **producerea documentației științifice și tehnice aferente**, respectiv elaborarea lucrării științifice, realizarea raportului de cercetare și diseminarea rezultatelor pe pagina proiectului, în conformitate cu cerințele programului PN.

Prin atingerea acestor obiective, Faza 2 contribuie direct la întărirea capacității experimentale a proiectului și la pregătirea infrastructurii necesare implementării etapelor ulterioare, facilitând realizarea de cercetări avansate privind tehnologiile de procesare și materialele extradure.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

În cadrul Fazei 2-1, realizată parțial, se urmărește obținerea unui set de rezultate tehnice intermediare care să permită fundamentarea soluției constructive finale și pregătirea etapei de implementare și testare ce va avea loc în partea a doua a fazei. Aceste rezultate contribuie direct la obiectivul fazei, respectiv creșterea performanțelor echipamentelor și dezvoltarea infrastructurii de laborator necesare desfășurării programelor experimentale.

Un prim rezultat important al acestei sub-faze îl constituie **elaborarea modelelor CAD pentru dispozitivele, subansamblurile și echipamentele componente ale sistemului de agitare și colectare a abrazivului**, incluzând circuitul de duze eductor, conductele din inox, sorburile, orificiile de golire, modulul de colectare cu sac filtrant și structurile suport. Aceste modele 3D reprezintă baza tehnică pentru evaluarea fezabilității soluției, optimizarea geometriei și pregătirea documentației de execuție.

Un al doilea rezultat preconizat este **selectarea modelului constructiv optim**, prin compararea diferitelor variante și configurări analizate în activitățile A8 și A9. Această selecție va stabili arhitectura finală a sistemului de agitare și evacuare – amplasarea duzelor, configurarea traseului hidraulic, poziționarea sorburilor, geometria orificiilor de golire și modulul de colectare – astfel încât sistemul rezultat să fie funcțional, integrabil și compatibil cu cuva mărită a instalației.

De asemenea, un rezultat major al fazei parțiale îl reprezintă **realizarea documentației tehnice preliminare necesare adaptării echipamentelor**, incluzând scheme, desene de ansamblu, repere componente, liste de materiale și note tehnice suport. Această documentație stă la baza activităților de modificare fizică ce vor fi realizate în partea a doua a fazei (A10), permițând validarea finală a soluției constructive.

Dat fiind caracterul parțial al fazei, **lucrarea științifică aferentă Fazei 2 nu se realizează în această etapă**, ci va fi elaborată în partea a doua, după implementarea sistemelor și după efectuarea testelor experimentale relevante. În această sub-fază se vor defini însă premisele necesare realizării lucrării, prin colectarea datelor tehnice preliminare, analiza constrângerilor de integrare și documentarea soluțiilor dezvoltate.

În final, se preconizează elaborarea **raportului de cercetare și a raportului de activitate corespunzătoare sub-etapei**, precum și pregătirea materialelor pentru diseminarea rezultatelor intermediare pe pagina proiectului. Acestea asigură trasabilitatea, monitorizarea și validarea progresului tehnic realizat în cadrul Fazei 2-1.

Prin obținerea acestor rezultate, faza parțială pune bazele tehnice și documentare necesare finalizării Fazei 2 și contribuie dir

5. Rezumatul fazei: (maxim 5 pagini)

Faza 2–1 reprezintă prima etapă operațională dedicată modernizării instalației de debitare cu jet de apă și abraziv, având ca obiectiv principal **definirea conceptului tehnic și realizarea modelelor digitale complete** pentru noul sistem de curățare și evacuare în timp real a abrazivului uzat. Această etapă este strict orientată către activități de proiectare, simulare și verificare digitală, fără implementări fizice asupra echipamentului, acestea urmând să fie efectuate în partea finală a fazei (Faza 2–2).

Necesitatea modernizării sistemului derivă din cerințele experimentale asociate proiectului, care impun operarea continuă și stabilă a cuvei de tăiere, eliminarea acumulărilor de abraziv, reducerea timpilor auxiliari și creșterea gradului de automatizare. Sistemul tradițional de curățare manuală sau semi-automată generează timpi de întrerupere considerabili și nu permite susținerea unui regim experimental repetitiv,

condiție esențială pentru studiul materialelor extradure și al proceselor LASER asociate proiectului.

În această fază, accentul a fost pus pe **stabilirea arhitecturii funcționale a trei subsisteme interdependente**:

Circuitul de agitare cu apă curată, destinat menținerii abrazivului în suspensie prin intermediul duzelor eductor alimentate la presiune;

Circuitul de extragere a suspensiei apă–abraziv, care preia fluidul încărcat din cuvă prin sorburi distribuite uniform și îl transportă la separator;

Modulul de colectare, format din separatorul-tip ciclon și sacul colector, responsabil de separarea gravitațională a particulelor și recircularea apei curate.

Pentru a integra coerent aceste subsisteme într-o arhitectură unitară, a fost dezvoltată

Diagrama fluxului procesului, prezentată în *Figura 1*.

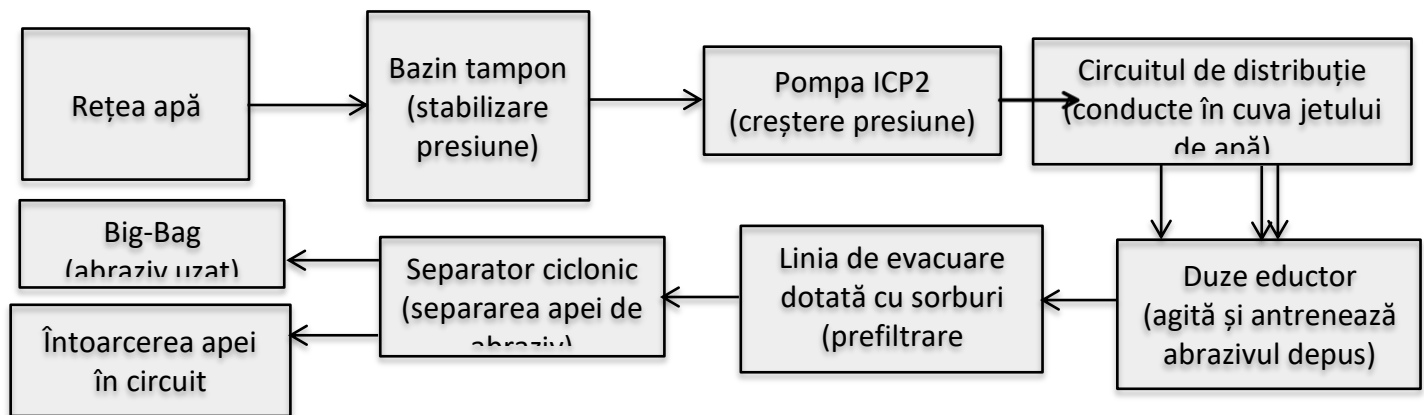


Fig. 1 Diagrama fluxului procesului

Aceasta ilustrează succesiunea logică a etapelor: alimentarea cu apă curată, generarea jeturilor eductor, antrenarea abrazivului depus, preluarea suspensiei prin sorburi, transportul prin pompa VA25, separarea solid–lichid și recircularea apei. Diagrama constituie elementul central al conceptualizării sistemului, deoarece permite evaluarea interacțiunilor dintre subsisteme și a zonelor critice în care trebuie asigurată compatibilitatea hidraulică și structurală.

În paralel cu definirea fluxului tehnologic, a fost realizată o **vizualizare tridimensională a ansamblului**, ilustrată în *Figura 2*, care oferă o imagine integrată asupra modului în care rețeaua de duze, traseele de conduite, sorburile și separatorul se raportează la volumul cuvei și la structura instalației de debitare cu jet de apă.

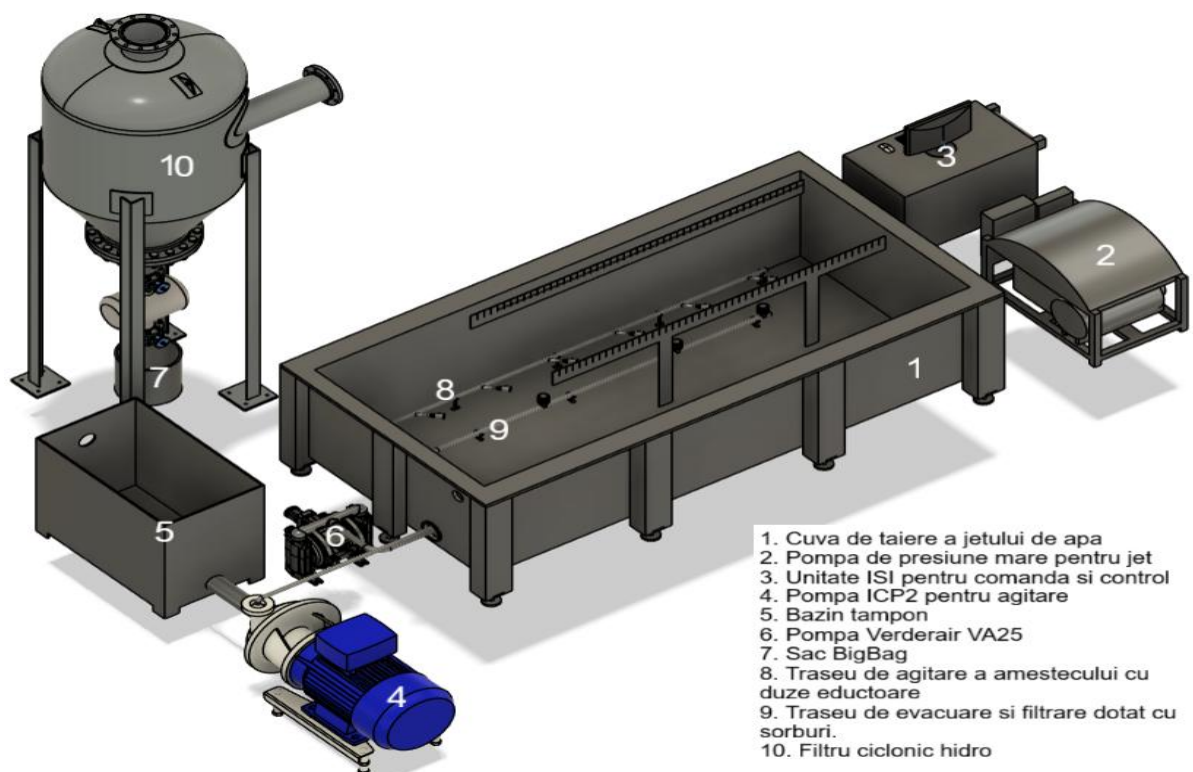


Fig. 2 Imagine cu ansamblul pentru vizualizare 3D

Această reprezentare 3D a fost esențială pentru identificarea constrângerilor spațiale, pentru verificarea poziționării elementelor și pentru anticiparea potențialelor interferențe cu componentele mobile ale utilajului.

Activitățile desfășurate în această sub-fază au inclus de asemenea: evaluarea compatibilității cu dimensiunile cuvei mărite, stabilirea parametrilor funcționali ai jeturilor (debit, presiune, viteză, unghi), analiza riscurilor de colmatare, dimensionarea conductelor și estimarea pierderilor hidraulice, precum și analiza CFD necesară validării comportamentului fluidului sub acțiunea duzelor eductor. Toate aceste elemente constituie fundamentul tehnic al implementării efective care se va realiza în Faza 2–2.

Dezvoltarea conceptului tehnic al sistemului de agitare

Dezvoltarea conceptului tehnic al sistemului de agitare a reprezentat una dintre activitățile centrale ale Fazei 2–1, întrucât performanța mecanismului de suspendare a abrazivului determină în mod direct eficiența procesului de evacuare ulterioară și stabilitatea funcționării instalației de debitare cu jet de apă. În absența unui mecanism de agitare eficient, particulele de garnet – având densitate ridicată ($\approx 2,5\text{--}3,0 \text{ g/cm}^3$) – tind să se depună rapid pe fundul cuvei, formând straturi compacte dificil de mobilizat. Noua configurație urmărește evitarea acestui fenomen prin generarea controlată a unui câmp hidrodinamic turbulent.

a) Fundamentul tehnic și selecția duzelor eductor

Pentru generarea curgerilor necesare resuspendării particulelor, a fost selectat un sistem pe bază de **duze eductor**, elemente prezentate în *Figura 3*.



Fig. 3 Duză de tip eductor

Duzelor eductor li se atribuie capacitatea de a amplifica debitul de apă curată furnizat de pompă prin efect de inducție, antrenând suplimentar apa din cuvă și crescând semnificativ volumul de fluid pus în mișcare. Acest principiu este ilustrat în *Figura 4*, care arată funcționarea internă a eductorului și modul de formare al jetului accelerat.

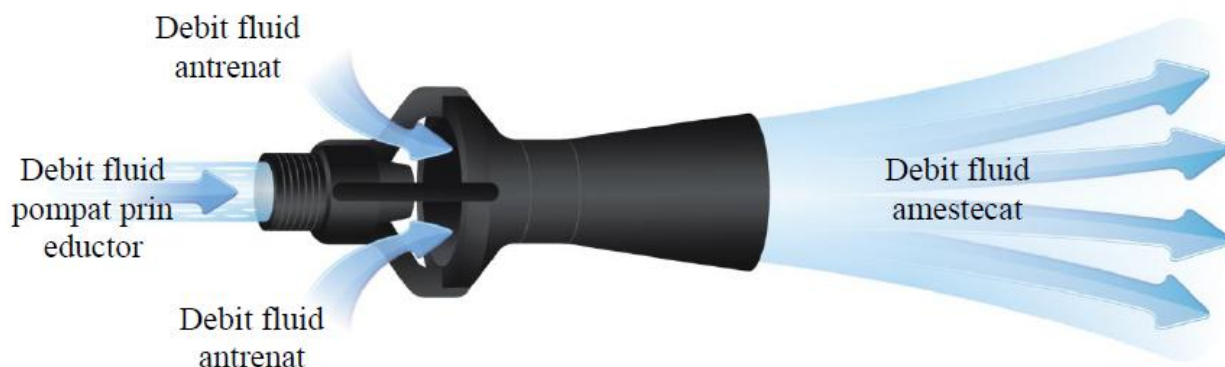


Fig. 4 Schema de principiu de funcționare a unei duze de tip eductor

Prin utilizarea acestor duze, sistemul de agitare poate genera un volum de apă în mișcare de până la 3–5 ori mai mare decât debitul de alimentare, ceea ce permite obținerea unei distribuții eficiente a vitezelor în cuvă fără a crește semnificativ consumul energetic.

b) Parametrii definiți în faza de proiectare

În cadrul Fazei 2–1 au fost stabiliți, analizați și validați următorii parametri funcționali:

- **Unghiul de orientare al duzelor** – analiza a arătat că un unghi de 45° față de axa conductei principale generează cel mai eficient profil de recirculare în volum.

- **Înălțimea optimă de poziționare** – duzele au fost amplasate la ≈ 100 mm de fundul cuvei, pentru a genera o curgere suficient de intensă în zona critică de depunere.
- **Debitele și presiunile de lucru** – debitul de alimentare per duză și presiunea de ~ 10 bar au fost validate prin simulările CFD.
- **Distribuția spațială** – duzele au fost dispuse uniform pe lungimea cuvei pentru a evita zonele moarte și pentru a asigura un transport convergent al suspensiei spre zona de evacuare.

Acești parametri au fost validați ulterior prin analiza numerică, confirmând capacitatea sistemului de a re-suspenda eficient abraziunea acumulată.

c) Validarea prin simulări CFD – fundamentarea deciziei tehnice

Pentru a evalua impactul diferitelor configurații ale duzelor, au fost analizate două scenarii CFD distincte, prezentate în Figurile 5–7 din Faza 2–1.

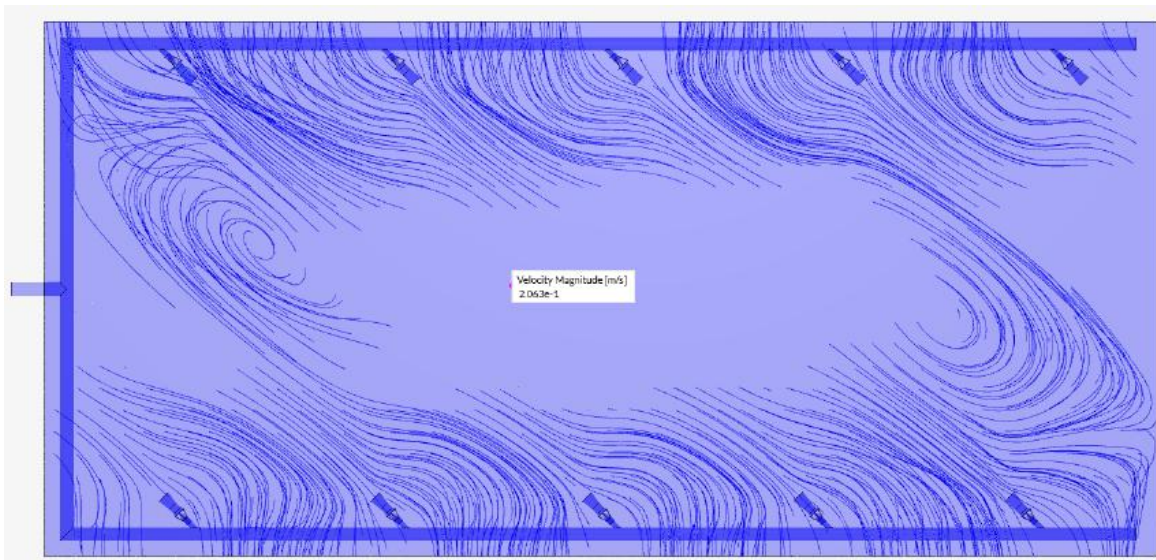


Fig. 5 Configurația 1

Configurația 1 – duze orientate la 45° (Fig. 5):

- generează un câmp de curgere puternic, cu viteze maxime ≈ 20 m/s în zona centrală;
- produce o recirculare uniformă în volum, cu zone extinse de turbulență utilă;
- minimizează zonele de stagnare și reduce riscul acumulării locale de garnet.

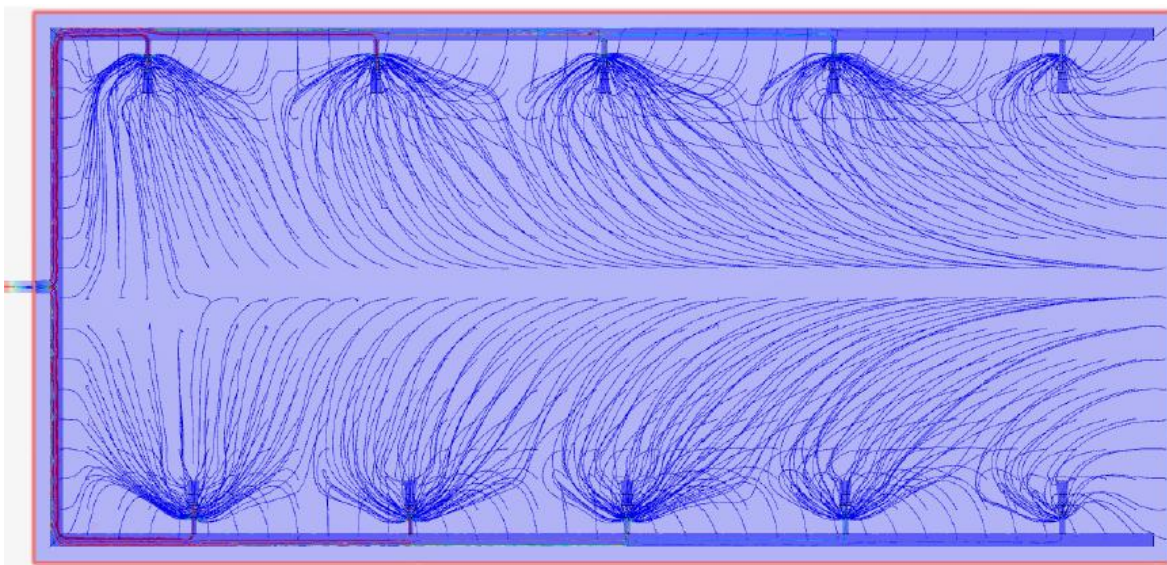


Fig. 6 Configurația 2

Configurația 2 – duze orientate perpendicular (90°) (Fig. 6):

- generează curgeri locale intense, dar mult mai slab distribuite în volum;
- produce zone moarte în colțuri și în extremitățile cuvei;
- prezintă instabilități la marginea regiunii de impact.

Pe baza acestei analize comparative, a fost selectată configurația 1 ca soluție finală, ilustrată în Figura 3.7. Aceasta asigură cel mai bun compromis între eficiența hidrodinamică, consumul energetic și compatibilitatea geometrică cu cuva mărită.

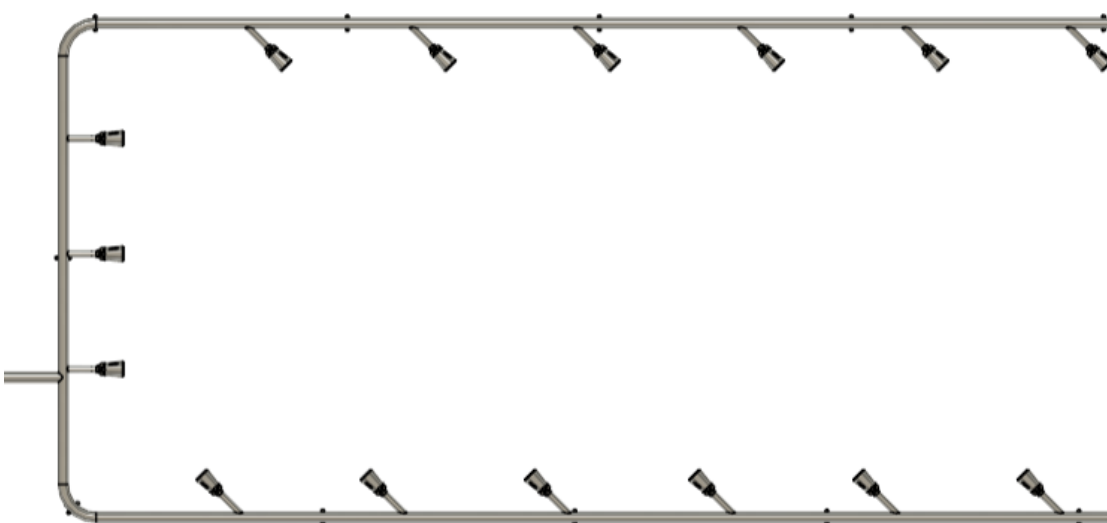


Fig. 7 Configurația finală

d) Concluziile activității de dezvoltare a conceptului de agitare

Rezultatele proiectării și validării prin CFD au arătat că:

- Sistemul propus este capabil să mențină o suspensie omogenă pe întreaga suprafață a cuvei.
- Jeturile eductor pot mobiliza rapid straturile compacte de abraziv depus.
- Distribuția duzelor și parametrii de funcționare pot preveni colmatarea și pot reduce semnificativ timpul necesar golirii cuvei.
- Configurația aleasă este compatibilă cu spațiul disponibil și nu interferează cu structurile mobile ale echipamentului AWJ.

Proiectarea circuitului hidraulic și a conductelor

Proiectarea circuitului hidraulic de alimentare cu apă curată a constituit unul dintre elementele esențiale ale Fazei 2–1, deoarece performanța sistemului de agitare este direct dependentă de stabilitatea, continuitatea și parametrii de curgere asigurați pe întreg traseul conductelor. În această etapă a fost elaborată geometria completă a rețelei de distribuție, incluzând conductele principale, ramificațiile locale, fittingurile, suporturile de fixare și racordurile necesare alimentării fiecărei duze eductor.

Circuitul a fost proiectat utilizând o configurație compactă, din inox 316L, material ales pentru rezistența excelentă la coroziune și la fenomenul de abraziune asociat apei încărcate cu particule fine. Prin modelarea 3D realizată în cadrul acestei faze, s-a urmărit optimizarea traseului conductelor pentru minimizarea pierderilor de sarcină, eliminarea colțurilor ascuțite și evitarea interferențelor cu structurile existente ale mașinii de debitare.

Un punct central în proiectarea circuitului l-a constituit **dimensionarea diametrelor interioare ale conductelor**, corelate cu debitul cerut de fiecare duză eductor și cu presiunea necesară pentru atingerea performanței hidrodinamice validate prin simulările CFD. Astfel:

- diametrul conductei principale a fost dimensionat pentru a asigura un debit constant pe întreaga lungime a cuvei, evitând scăderile de presiune ce ar afecta uniformitatea jeturilor;
- ramificațiile către duze au fost realizate cu diametre reduse, optimizate pentru fluxul local și pentru asigurarea unui regim stabil al jetului de inducție;
- unghiurile de conectare au fost selectate astfel încât să reducă turbulențele nedorite înainte de intrarea în duze.

Pentru integrarea circuitului a fost necesară și modelarea pompei de apă curată, respectiv **pompa ICP2**, a cărei reprezentare tridimensională este ilustrată în *Figura 8*.

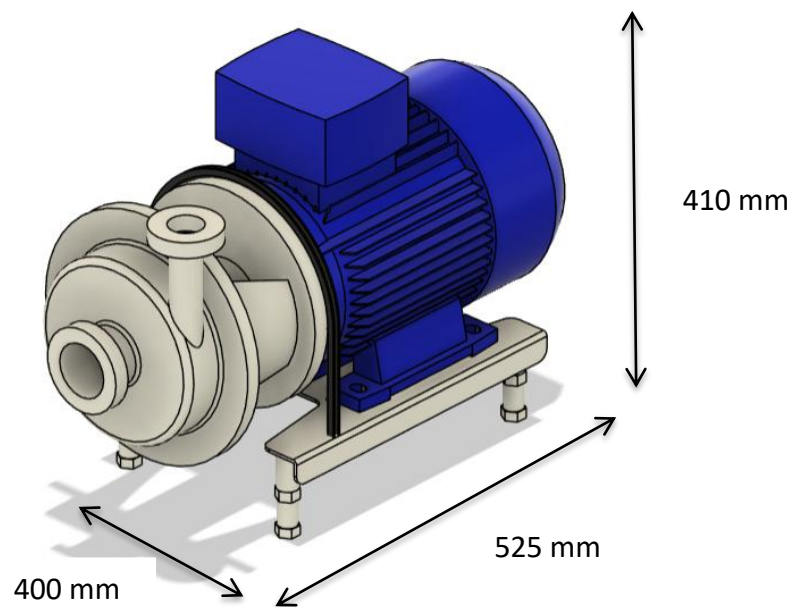


Fig. 8 Reprezentarea pompei IPC2 într-un CAD 3D

Această pompă a fost analizată în raport cu curbele sale de funcționare, capacitatea de presurizare și compatibilitatea cu debitul cerut de ansamblul de duze. Modelul CAD al pompei a permis:

- verificarea compatibilității cu spațiul disponibil în zona laterală a cuvei;
- stabilirea poziției optime pentru reducerea distanței dintre pompă și intrarea în circuit, minimizând astfel pierderile de presiune pe aspirație;
- configurarea racordurilor, a flanșelor și a accesoriilor (supape, manometre, vane de izolare).

Proiectarea circuitului hidraulic a inclus, de asemenea, definirea **punctelor de prindere** și a suporturilor mecanice destinate fixării conductelor pe structura cuvei. S-au stabilit:

- distanțele maxime admise între prinderi pentru evitarea vibrațiilor;
- tipurile de coliere și bride compatibile cu medii umede și corozive;
- pozițiile accesibile pentru mentenanță, astfel încât operatorii să poată interveni asupra conductelor fără demontări majore.

În etapa de proiectare au fost realizate și **scheme hidraulice conceptuale**, împreună cu desene 2D asociate modelelor 3D, pentru a asigura trasabilitatea completă a informațiilor tehnice și fundamentarea activităților ce vor fi executate în Faza 2–2. Aceste documente includ:

- lista materialelor (BOM) pentru întregul circuit,
- detalii privind îmbinările filetate și sudate,
- specificațiile tehnice ale supapelor și fittingurilor,

- elementele necesare montajului și etanșării.

Concluzionând, proiectarea circuitului hidraulic realizată în Faza 2–1 a furnizat:

- geometria completă a traseului,
- modelarea funcțională a tuturor componentelor,
- verificarea preliminară a compatibilității cu instalația,
- baza tehnică necesară realizării fizice a ansamblului în partea a doua a fazei.

Proiectarea sistemului de evacuare și prefiltrare (sorburi + pompă VA25)

Proiectarea sistemului de evacuare și prefiltrare a abrazivului uzat a constituit un element critic al Fazei 2–1, întrucât eficiența procesului de golire a cuvei depinde direct de modul în care suspensia apă–abraziv este preluată, transportată și separată înainte de colectare. Sistemul a fost conceput astfel încât să asigure o evacuare rapidă, uniformă și lipsită de colmatare, respectând în același timp constrângerile impuse de geometria cuvei și de parametrii hidraulici validați în etapa de agitare.

a) Structura generală a sistemului de evacuare

Arhitectura circuitului de evacuare cuprinde:

1. **Sorburi distribuite uniform** de-a lungul fundului cuvei, care preiau suspensia resuspendată de duzele eductor.
2. **Conducta colectoare**, care însumează debitele preluate de sorburi.
3. **Pompa VA25**, responsabilă de transportul suspensiei spre modulul de separare.
4. **Racordurile și fittingurile** necesare conectării la separatorul de tip ciclon.

Sistemul a fost proiectat astfel încât să elimine zonele moarte, să prevină acumulările locale și să reducă riscul de colmatare, caracteristic suspensiilor dense de garnet.

Proiectarea sorburilor – rol, distribuție și criterii tehnice

Sorb-urile reprezintă primul nivel de prefiltrare, având rolul de a împiedica trecerea corpurilor mari (bucăți metalice, fragmente de material, aglomerări de abraziv) care ar putea periclita funcționarea pompei. În etapa de proiectare, au fost definite următoarele aspecte:

- **Numărul optim de sorburi**, determinat prin corelare cu lungimea cuvei și debitul total de evacuare;
- **Distribuția pe lungime**, astfel încât fiecare zonă a cuvei să fie deservită uniform, evitând acumulările locale de material;
- **Diametrul perforațiilor**, dimensionat sub trecerea liberă a pompei VA25 pentru a preveni blocajele (criteriu de anti-colmatare);
- **Configurația mecanică**, incluzând suporturile, prinderile și accesul pentru mentenanță;

- **Secțiunea totală de aspirație**, calculată astfel încât viteza la intrare să fie suficient de mică pentru a evita apa cu vortex, dar suficient de mare pentru a prelua particulele în suspensie.

Distribuirea uniformă a sorburilor asigură captarea eficientă a suspensiei în toate zonele cuvei, reducând diferențele de presiune și menținând un nivel constant al debitului în conducta colectoare.

Selectarea și modelarea pompei VA25

Pompa VA25 a fost selectată datorită:

- compatibilității cu suspensii încărcate cu particule solide;
- robusteții constructive;
- caracteristicilor hidraulice adecvate pentru debitul calculat în faza de proiectare;
- posibilității de integrare în spațiul existent.

Modelul CAD al pompei este prezentat în **Figura 9**, utilizat pentru verificarea interferențelor spațiale cu structura de suport și cu conducta de evacuare.

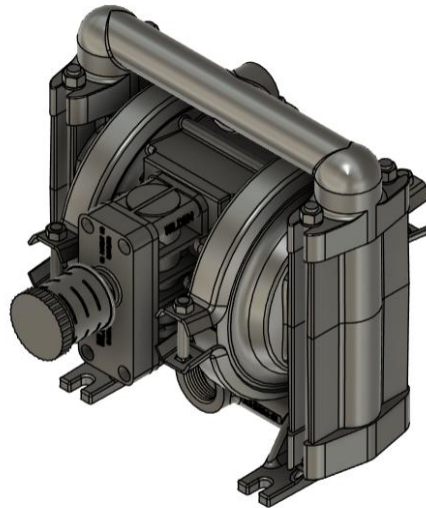


Fig. 3.9 Pompa VA25 (HE) non-metalică

Modelarea tridimensională a permis stabilirea poziției optime a pompei în raport cu:

- traseul de colectare din cuvă;
- lungimea minimă de aspirație;
- accesibilitatea pentru mentenanță;
- conectarea directă la separatorul ciclon.

Această etapă a confirmat compatibilitatea dintre pompa VA25 și circuitul de evacuare proiectat.

Integrarea ansamblului – evacuarea în ansamblul instalației

După definirea sorburilor și a pompei, sistemul a fost integrat în modelul 3D global al instalației. În **Figura 10** este prezentată conexiunea dintre pompa VA25 și circuitul de evacuare.

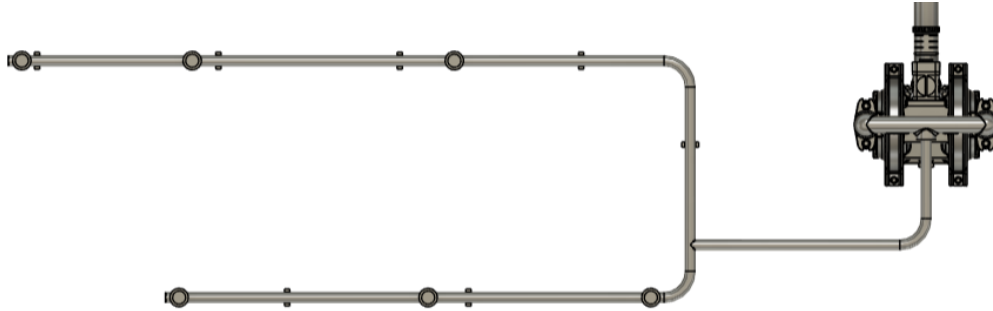


Fig. 3.10 Imagine 3D cu vedere de sus a instalației de evacuare a emulsiei conectată la pompa VA25

Această imagine evidențiază:

- traseul real al conductei colectoare;
- punctele de racord ale sorburilor;
- adaptarea geometrică a pompei la spațiul disponibil;
- compatibilitatea ansamblului cu cuva mărită;
- absența interferențelor cu elementele structurale sau mobile ale mașinii.

Prin analiza modelului integrat, au fost identificate ajustări minore privind lungimea și orientarea anumitor segmente de conductă, precum și amplasarea suporturilor pentru prinderea conductelor.

Concluziile proiectării sistemului de evacuare

Implementarea conceptuală a sistemului de evacuare a permis obținerea unei soluții robuste și adaptate specificului instalației de debitare cu jet de apă. Rezultatele principale ale proiectării sunt:

- un **sistem de sorburi** dimensionat pentru prefiltrare eficientă;
- un **circuit de evacuare** cu pierderi de sarcină minimizate;
- o **integrare armonioasă** cu sistemul de agitare proiectat;
- selectarea pompei VA25 ca **element optim pentru transportul suspensiei**;

- un ansamblu CAD complet, pregătit pentru implementarea fizică în Faza 2–2.

Aceste rezultate constituie fundamentul necesar trecerii la etapa de execuție și montaj, confirmând fezabilitatea soluției alese și compatibilitatea cu cerințele proiectului.

Proiectarea modului de colectare (separator + Big-Bag)

Proiectarea modului de colectare a abrazivului uzat a reprezentat o etapă esențială a Fazei 2–1, deoarece eficiența întregului sistem de modernizare depinde nu doar de menținerea suspensiei și de transportul acesteia, ci și de capacitatea de separare rapidă, sigură și controlată a particulelor solide din suspensie. Modulul de colectare este responsabil pentru preluarea fluxului evacuat din cuvă, separarea solid–lichid și transferul materialului solid într-un recipient de mare capacitate, reducând intervențiile operatorului și timpii de nefuncționare ai instalației.

Rolul și necesitatea modului de colectare

În absența unui sistem eficient de colectare, materialul abraziv uzat s-ar acumula necontrolat în cuvă sau în conductele de evacuare, conducând la colmatare, creșterea timpilor auxiliare și reducerea duratei de viață a echipamentelor. Pentru instalația de debitare cu jet de apă și abraziv analizată, volumul mare de abraziv utilizat zilnic impune utilizarea unui sistem de colectare cu:

- **capacitate mare de retenție,**
- **funcționare continuă,**
- **separare eficientă fără întreținere frecventă,**
- **manipulare ușoară a materialului colectat.**

Prin urmare, a fost proiectat un subsistem compus dintr-un **separator-tip ciclon** și un **Big-Bag de 1 tonă**, integrate într-un cadru structural dedicat.

Proiectarea separatorului tip ciclon

Separatorul a fost proiectat ca un sistem cu funcționare gravitațională, folosind principiul vortexului intern pentru a separa particulele solide din fluxul de apă evacuat de pompa VA25. Modelul 3D al acestuia este prezentat în **Figura 11**, care ilustrează geometria externă, conexiunile hidraulice și modul de integrare cu sacul colector.

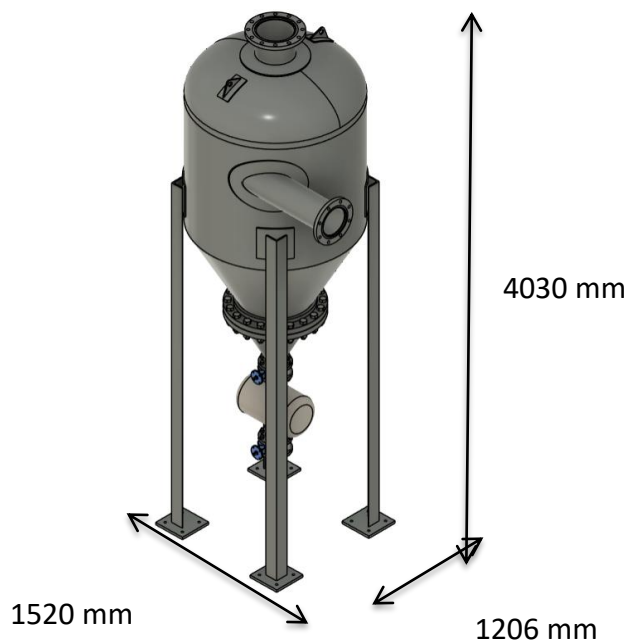


Fig. 3.11 Separator-filtru ciclon interpretat 3D

Designul separatorului urmărește:

- **preluarea integrală a debitului pompei VA25** (conform dimensionării hidraulice realizate în cadrul activităților anterioare);
- **crearea unui vortex stabil**, în care particulele de garnet – având densitate ridicată – sunt accelerate spre pereții interiori și apoi direcționate în zona inferioară a ciclului;
- **realizarea unei separări gravitaționale eficiente**, cu un randament estimat $\geq 95\%$ pentru fracțiile granulometrice uzuale ($50\text{--}300\text{ }\mu\text{m}$);
- **evitarea coliziunilor interne sau a turbulențelor excesive**, care pot scădea performanța separatorului;
- **permiterea mentenanței rapide**, prin acces la zona superioară pentru verificări și la zona inferioară pentru schimbarea sacului.

Separatorul a fost dimensionat geometric în raport cu:

- diametrul optim necesar formării vortexului,
- înălțimea coloanei active de curgere,
- diametrul gâtului de evacuare în Big-Bag,
- presiunea și debitul de intrare generate de pompa VA25.

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului,

gradul de îndeplinire a obiectivului cu referire la tintele stabilite și indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare).

Rezultate obținute în cadrul fazei 2/1

În cadrul Fazei 2–1, realizată în regim parțial, au fost obținute toate rezultatele tehnice necesare pentru fundamentarea și definirea soluției constructive care va fi implementată în partea finală a fazei. Activitățile desfășurate au vizat dezvoltarea modelării 3D, analiza hidrodinamică, validarea opțiunilor tehnice și elaborarea documentației preliminare. Au fost realizate modelele CAD complete pentru toate subsansamblurile sistemului – rețeaua de duze eductor, traseul din inox pentru circuitul de apă curată, sorburile de aspirație și orificiile de golire, precum și modulul de colectare cu sac textil – acestea permițând verificarea compatibilității geometrice și funcționale cu infrastructura existentă a instalației de debitare cu jet de apă și abraziv. În urma analizei comparative a configurațiilor posibile, a fost selectată soluția constructivă optimă, justificată prin criterii precum performanța hidraulică, mentenabilitatea, siguranța operațională și integrarea spațială în cuva mărită.

Tot în această fază parțială a fost elaborată documentația tehnică preliminară necesară pentru etapa de implementare: desene de ansamblu și de detaliu, scheme hidraulice, liste de materiale și descrieri tehnice ale procesului de evacuare. În paralel, au fost definite condițiile tehnice și constrângerile de integrare, inclusiv parametrii funcționali esențiali ai sistemului: timpul țintă de golire, vitezele minime de curgere, criteriile de menținere a suspensiei și regulile de dimensionare pentru orificii și sorburi. Activitățile au inclus și documentarea progresului fazei, precum și pregătirea materialelor ce urmează a fi publicate în cadrul platformei de diseminare a proiectului. Aceste rezultate constituie livrabilele planificate pentru partea inițială a Fazei 2 și reprezintă baza tehnică necesară trecerii la etapa de implementare.

Stadiul de implementare a proiectului în cadrul fazei

Stadiul de implementare al Fazei 2–1 reflectă îndeplinirea integrală a obiectivelor stabilite pentru această etapă și progresul necesar pentru continuarea fazei. Modelele CAD au fost realizate în proporție de peste 80%, incluzând toate componentele majore ale sistemului, urmând ca anumite detalii dimensionale fine – precum tipurile de garnituri, poziționările finale ale bridelor și unele elemente de fixare – să fie ajustate după validarea configurației definitive. Selecția soluției tehnice finale a fost realizată în proporție de 100%, fiind confirmată din punct de vedere funcțional și tehnologic. Documentația tehnică preliminară este realizată în proporție de 70–80%, urmând a fi completată odată cu inițierea activităților de execuție și montaj.

În ansamblu, gradul de îndeplinire al obiectivului fazei în această sub-fază se situează la aproximativ 50–60%, în concordanță cu planificarea etapizată, care prevede că Faza 2–1 include exclusiv activități de proiectare, modelare și fundamentare tehnică, iar Faza 2–2 va asigura implementarea fizică, validarea experimentală și realizarea lucrării științifice. Indicatorii de progres tehnico-științific (număr de modele CAD finalizate, nivelul documentației, definirea parametrilor funcționali și selectarea soluției finale) au fost atinși conform graficului și cerințelor proiectului.

Gradul de îndeplinire a obiectivului fazei

Obiectivul general al Fazei 2 constă în modernizarea instalației de debitare prin integrarea unor sisteme auxiliare care să îmbunătățească performanțele operaționale ale echipamentului și să permită desfășurarea experimentelor prevăzute în proiect. În cadrul Fazei 2–1, acest obiectiv a fost realizat în mod substanțial prin definirea arhitecturii complete a sistemului de agitare și evacuare, realizarea modelelor tridimensionale, elaborarea documentației tehnice și selectarea soluției optime pentru implementare. Aceste rezultate confirmă un nivel de realizare corespunzător etapizării proiectului și asigură premisele necesare pentru continuarea fazei.

Etapete rămase – respectiv adaptarea fizică a echipamentelor, integrarea componentelor proiectate, testarea funcțională și elaborarea lucrării științifice – se vor desfășura în partea finală a fazei, Faza 2–2, conform planificării.

Concluzii

Analiza rezultatelor obținute în această fază parțială demonstrează că soluția tehnică proiectată este fezabilă, coerentă și compatibilă cu infrastructura existentă, oferind o îmbunătățire semnificativă a performanțelor instalației de debitare cu jet de apă și abraziv. Modernizarea propusă este justificată prin necesitățile operaționale identificate și prin avantajele tehnice confirmate în etapa de proiectare. Documentația realizată este suficient de detaliată pentru a permite trecerea la faza de implementare fără riscuri majore de reproiectare, iar indicatorii de progres stabiliți în planul fazei au fost îndepliniți conform graficului. Prin urmare, Faza 2–1 a furnizat o bază tehnică solidă pentru dezvoltarea ulterioară a sistemului și pentru atingerea obiectivelor generale ale proiectului.

Propuneri pentru continuarea proiectului

Pentru finalizarea Fazei 2 și îndeplinirea obiectivelor stabilite, se recomandă continuarea lucrărilor prin trecerea la etapa de implementare fizică a sistemului proiectat, incluzând adaptarea cuvei, montarea conductelor, instalarea duzelor eductor, a sorburilor și a modulului de colectare. În etapa de testare, se propune verificarea funcțională a ansamblului prin teste cu apă curată și cu suspensie, pentru validarea timpului țintă de golire, a uniformității suspensiei și a stabilității hidraulice pe durata evacuării. Ulterior, ciclurile de agitare și evacuare vor fi calibrate în funcție de comportamentul real al suspensiei și de caracteristicile instalației.

Pe măsură ce sistemul este implementat, documentația tehnică și științifică va fi completată, iar lucrarea științifică aferentă fazei va fi elaborată în partea a doua a acesteia. Monitorizarea continuă a indicatorilor de performanță va permite identificarea eventualelor ajustări ale sistemului înainte de închiderea fazei. În final, actualizarea planului de implementare va avea în vedere rezultatele testelor experimentale și optimizările necesare pentru garantarea unei funcționări stabile și eficiente a sistemului.

Responsabil proiect
Ing. PERIANU Ion-Aurel

(Nume și prenume)
(Semnătura)