

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Creșterea producției energiei electrice (eoliene (EEE) și solară (EES)) și termice (ETE și ETS) prin dezvoltarea sistemelor de conversie a energiilor regenerabile (SCER) cu eficiență sporită, inclusiv sistemele hibride eolian-solare

2. Obiectivele etapei anuale

1. Studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru raioanele din regiunile de dezvoltare economică Centru la diferite înălțimi deasupra nivelului solului
2. Elaborarea conceptuală a sistemelor de conversie a energiei eoliene și solare în energie electrică sau termică.
3. Simularea CFD pe modele matematice a interacțiunii pală – fluid (pentru rotoare aerodinamice cu ax orizontal și vertical), determinarea caracteristicilor de putere și a factorului de performanță aerodinamică a rotoarelor eoliene funcție de viteza specifică a vântului și a formei profilului aerodinamic al palelor.
4. Cercetarea gradului de influență asupra eficienței conversiei a efectelor de turbulență în rotorul eolian și în vecinătatea palelor, inclusiv, identificarea gradului de influență a parametrilor geometrici și cinematici ai rotoarelor eoliene (cu ax orizontal și vertical) asupra caracteristicilor de putere dezvoltate de acestea, optimizarea profilului palelor și a rotorului eolian în ansamblu în vederea minimizării influenței efectelor de turbulență și separării stratului - limită asupra performanțelor aerodinamice ale rotorului eolian
4. Cercetarea și optimizarea parametrilor geometrici ai sistemelor de orientare a panourilor fotovoltaice la soare, utilizând metoda calculului numeric, în vederea atingerii performanței maxime a instalațiilor fotovoltaice.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. A efectua studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru raioanele Telenеști, Șoldănești, Nisporeni, Călărași, Orhei și Hâncești, Anenii Noi, Criuleni, Dubăsari, Ialoveni, Rezina, Strășeni și Ungheni la diferite înălțimi deasupra nivelului solului.
2. A elabora conceptual sisteme de conversie a energiei eoliene și solare în energie electrică sau termică.
3. A efectua simularea CFD pe modele matematice a interacțiunii pală – fluid (pentru rotoare aerodinamice cu ax orizontal și vertical), determinarea caracteristicilor de putere și a factorului de performanță aerodinamică a rotoarelor eoliene funcție de viteza specifică a vântului și a formei profilului aerodinamic al palelor.
4. A cerceta gradul de influență asupra eficienței conversiei a efectelor de turbulență în rotorul eolian și în vecinătatea palelor, inclusiv, identificarea gradului de influență a parametrilor geometrici și cinematici ai rotoarelor eoliene (cu ax orizontal și vertical) asupra caracteristicilor de putere dezvoltate de acestea, optimizarea profilului palelor și a rotorului eolian în ansamblu în vederea minimizării influenței efectelor de turbulență și separării stratului - limită asupra performanțelor aerodinamice ale rotorului eolian
4. A cerceta și optimiza parametrii geometrici ai sistemelor de orientare a panourilor fotovoltaice la soare, utilizând metoda calculului numeric, în vederea atingerii performanței maxime a instalațiilor fotovoltaice.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. A fost efectuat studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru entitățile administrativ - teritoriale de nivelul doi (raioane) din regiunea de dezvoltare economică Centru (Telenești, Șoldănești, Nisporeni, Călărași, Orhei și Hâncești, Anenii Noi, Criuleni, Dubăsari, Ialoveni, Rezina, Strășeni și Ungheni).

2. Prin simulări CFD pe modele au fost determinate caracteristicile de putere și a factorului de performanță aerodinamică a palelor aerodinamice și rotoarelor eoliene:

- cu ax orizontal;
- cu ax vertical.

Au fost stabilite profilele optime ale palelor pentru ambele cazuri. La studiul performanțelor palelor pentru rotoarele cu ax vertical a fost cercetată varianta profilului cu deschizătură a profilului pe lungimea palei, care s-a dovedit mai eficientă.

3. În baza analizei stării de lucruri în domeniul producerii energiei electrice din energie eoliană au fost elaborate scheme conceptuale de sisteme de conversie a energiei eoliene în energie electrică, care sunt protejate cu 5 brevete de invenție:

- 2 soluții tehnice în domeniul turbinelor eoliene cu ax vertical;
- 2 soluții tehnice în domeniul turbinelor cu ax orizontal;
- 1 soluție tehnică în domeniul sistemelor fotovoltaice.

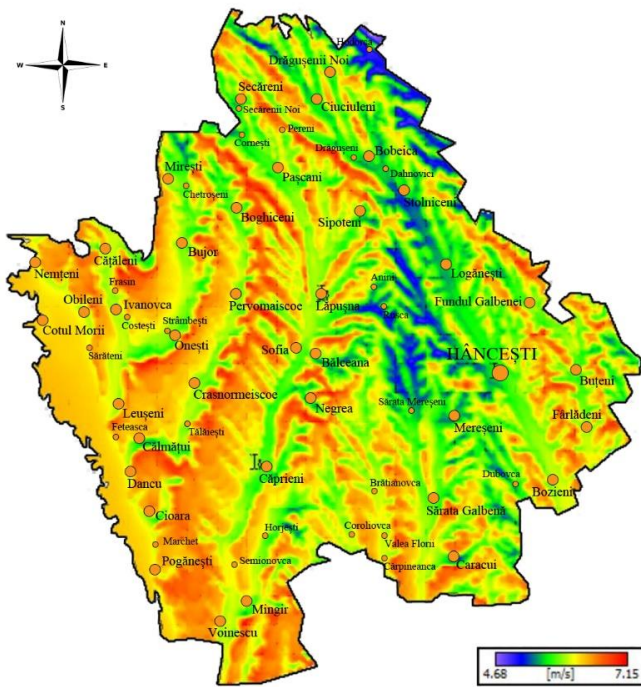
5. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini)

Proiectul se încadrează în strategia energetică a Republicii Moldova bazată pe orientarea spre surse alternative de energie, inclusiv, energiile regenerabile. În cadrul Proiectului au fost realizate două obiective majore:

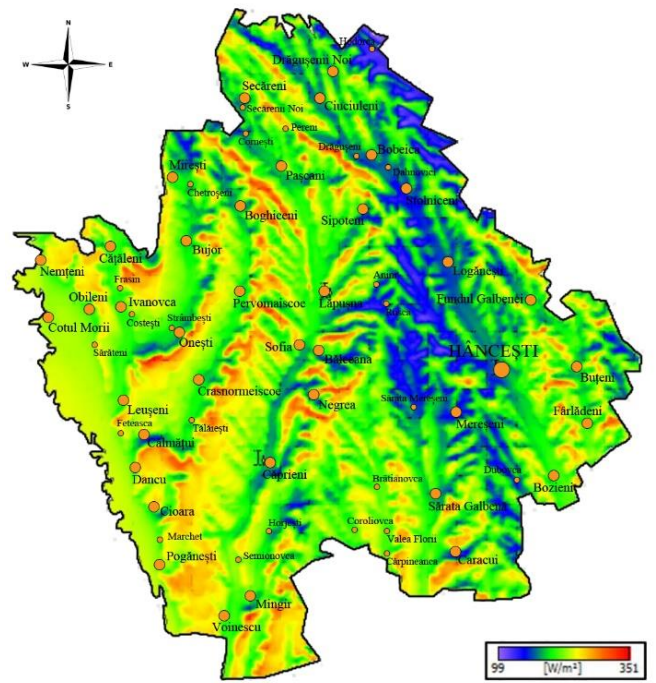
- Studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru entitățile administrativ-teritoriale de nivelul doi (raioane) din regiunea de dezvoltare economică Centru;
- Cercetarea și elaborarea sistemelor de conversie a energiei eoliene și solare și hibride.

Un element important în implementarea turbinelor eoliene de puteri mari este alegerea corectă a locației cu potențial energetic eolian bun. Informații despre potențialul eolian al Republicii Moldova există însă în Proiect accentul s-a pus pe studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru entitățile administrativ - teritoriale de nivelul doi (raioane) din Regiunea de Dezvoltare Centru (RDC). În acest sens a fost efectuat studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru entitățile administrativ - teritoriale (Telenești, Șoldănești, Nisporeni, Călărași, Orhei și Hâncești, Anenii Noi, Criuleni, Dubăsari, Ialoveni, Rezina, Strășeni și Ungheni). În hărțile elaborate potențialul energetic eolian se referă pentru un raion, suprafața unei celule fiind de patru ori mai mică. Altfel spus rezoluția hărților este de patru ori mai mare, sunt indicate toate localitățile. Cele mai mari viteze medii anuale ale vântului se constată în raionul Ungheni. La înălțimea de 100 m deasupra suprafeței solului viteza medie anuală a vântului este egală cu 7,3 m/s, densitatea de putere eoliană - 370 W/m².

În urma studiilor efectuate s-a stabilit că cea mai mare putere ar putea fi instalată în raionul Hâncești - 7211 MW. Au fost elaborate hărțile potențialului energetic eolian ale raionului Hâncești la înălțimea de 50 și 100 m deasupra solului (v. ex. figura). Principalele zone cu potențial eolian pronunțat sunt dealurile situate în partea de nord a raionului în apropiere de localitatea Boghicieni.



Viteza medie anuală a vântului la înălțimea 100 m deasupra nivelului solului. Raionul Hâncești.



Densitatea medie anuală a puterii vântului la înălțimea 100 m deasupra nivelului solului. Raionul Hâncești.

Aici viteza medie anuală a vântului la înălțimea de 50 m deasupra solului este egală cu 6,5 m/s și, respectiv, densitatea de putere eoliană de 284 W/m². La înălțimea de 100 m avem viteza medie anuală de 7,1 m/s și densitatea de putere eoliană de 351 W/m².

În baza rezultatelor studiilor pot fi scoase următoarele concluzii:

- În ipoteza utilizării în zonele cu potențial energetic cuprins între 150 și 400 W/m² a turbinelor eoliene cu puterea unitară egală cu 3,0 MW, puterea totală posibil de instalat în raioanele analizate mai sus ar putea atinge circa 23267 MW. Cea mai mare putere ar putea fi instalată în raionul Hâncești - 7211 MW, urmat de Ungheni cu 5214 MW, Anenii Noi cu 4434 MW și Criuleni cu 3581 MW. Explicația este suprafața respectivului raion – cu cât suprafața este mai mare cu atât puterea instalată va fi mai mare.

- Pentru raioanele analizate, densitatea de putere eoliană posibil de instalat diferă puțin și este cuprinsă între 3,2 (Strășeni) și 4,9 MW/km² (Anenii Noi);

- Cele mai mari viteze medii anuale ale vântului se constată în raionul Ungheni. La înălțimea de 100 m deasupra suprafeței solului viteza medie anuală a vântului este egală cu 7,3 m/s, densitatea de putere eoliană - 370 W/m²;

- Cele mai mici viteze medii anuale ale vântului se constată în raioanele Ialoveni, Rezina și Strășeni. La înălțimea de 100 m deasupra suprafeței solului viteza medie anuală a vântului este egală cu 6,70 m/s, densitatea de putere eoliană - 287 W/m².

Un alt obiectiv major al Proiectului a fost elaborarea sistemelor de conversie a energiilor eoliene și solare (electrică și termică) de dimensiuni mici pentru consumatorii dispersați.

La proiectarea unei turbine eoliene, viteza medie de lucru este doar parametrul inițial în analiză. Este de asemenea important să se ia în considerare presiunea atmosferică, densitatea aerului, vâscozitatea aerului și dimensiunile generatorului. Prin urmare, este necesară o constantă, care leagă

acești parametri pentru a caracteriza fluxul de aer, numărul Reynolds, denumit în continuare Re , și va îndeplini această condiție. Pentru acest studiu, valorile calculate ale lui Re îndeplinesc parametrii fluxului laminar pentru $Re = 1,0 \times 10^5$, $1,3 \times 10^5$, $1,5 \times 10^5$, $1,8 \times 10^5$, $2,5 \times 10^5$ și $3,3 \times 10^5$. De asemenea, un indicator important pentru eficiența unui profil aerodinamic este raportul de alunecare (RA), care leagă coeficientul de portanță (C_l) și coeficientul de rezistență (C_d). Cu cât RA este mai mare, cu atât este mai bun C_l pe o unitate de C_d .

Pentru acest studiu, au fost utilizate două baze de date ale instituțiilor ca referință pentru a obține profile aerodinamice cu obiectivul menționat: Grupul de aerodinamică aplicată al Departamentului de inginerie aerospațială de la Universitatea din Illinois din Urbana Champaign (UIUC) (SUA) și Laboratorul Național de energie regenerabilă SUA (NREL). Din UIUC au fost selectate 184 de profile aerodinamice pentru numere Re mici, studiate inițial pentru a fi utilizate în construcția turbinelor eoliene și 5 profile aerodinamice au fost selectate din NREL, 3 dintre ele au fost proiectate pentru turbine eoliene cu rotoare de 1 - 3 metri diametru, iar celelalte 2 au fost proiectate pentru turbine eoliene cu rotoare de 3 - 10 metri diametru.

Analiza a fost efectuată pe software-ul XFOIL dezvoltat de Mark Drela cu interfața grafică XF5R5, software-ul a fost selectat datorită orientării sale pe analiza profilelor aerodinamice cu Re redus, prin utilizarea unei metode de panou de vorticitate liniară inviscidă cu o corecție de compresibilitate Karman-Tsien. Acuratețea acestei metode de analiză este dovedită în testele anterioare de Drela, unde s-au obținut erori între 0,085 și 0,766% la simulările XFOIL privind măsurătorile de laborator.

Pentru a configura simularea a fost efectuată analiza unui lot, considerând 3 parametri constanți și un factor variabil pentru fiecare proces. Primul parametru atribuit a fost Re , apoi, datorită vitezei vântului luate în considerare pentru acest studiu, valoarea calculată a numărului Mach nu a depășit 0,2. Software-ul consideră valorile sub 0,3 ca flux incompresibil, astfel încât orice valoare de mai mică este exclusă, iar valoarea returnată în rezultate este 0, din acest motiv numărul Mach a fost definit ca 0 pentru fiecare analiză de lot. În cele din urmă, " N_{crit} " (n) al criteriului de tranziție liberă e^n , este factorul care amplifică frecvența în care fluidul intră în tranziție, această valoare depinde de perturbările de mediu în care va funcționa profilul aerodinamic. Pentru N_{crit} a fost selectată valoarea 9, care a demonstrat că reproduce în mod adecvat condițiile unui tunel aerodinamic normal; alte teste efectuate de Chen au concluzionat că eforturile de îmbunătățire a acurateții acestei valori au dat variații nesemnificative ale rezultatelor. Unghiul de atac (α) a fost definit ca variabilă independentă în simulare cu valori cuprinse între 0 și 10 grade, în acest interval se atinge C_l maxim, depășirea acestor valori ar provoca stagnarea rotorului. Pentru a se asigura că toate valorile au fost calculate de program au fost stabilite 1.0×10^4 iterații.

Metodologia propusă necesită patru runde de simulare și eliminare. Prima rundă este de a dovedi funcționalitatea profilurilor aerodinamice în program și de a le elimina pe cele pentru care software-ul indică un mesaj de nevalidare a factorului de corecție a compresibilității. În cea de-a doua rundă, s-au simulat profilurile aerodinamice rămase și din datele obținute s-a calculat valoarea medie a maximului RA (Max- RA) pentru Re egal cu $1,0 \times 10^5$ și Re egal cu $3,3 \times 10^5$. Profilurile aerodinamice cu un Max- RA sub valoarea medie au fost eliminate, apoi s-a determinat diferența dintre valoarea maximă α pentru Re egal cu $1,0 \times 10^5$ și Re egală cu $3,3 \times 10^5$ și acele profiluri aerodinamice care returnează o valoare mai mare de 2 grade, 20 la sută din intervalul determinat, au

fost eliminate. Criteriile de eliminare din cea de-a treia rundă de simulare au considerat că valoarea Max-GR nu ar scădea mai mult de 10% într-un interval de 0,5 grade din unghiul său α . În cele din urmă, din runda a patra, datele profilurilor aerodinamice păstrate au fost exportate într-un fișier „.csv” pentru a fi tabelate și procesate.

Pentru a îmbunătăți rezoluția graficului α versus RA, valorile din „Xi” și „Yi” au fost interpolate prin spline cubice, această metodă oferă o soluție mai continuă și reală datorită particularității sale de a lucra cu intervale mici și polinoame cubice în loc de n numere de puncte și un polinom de grad $n-1$, rezultatul acestui proces sunt două matrice numite „XXi” și „YYi” fiecare cu 800 de puncte noi. Apoi, Max-RA, limitele α pentru o eficiență RA de 95% și diferența dintre limite este extrasă din matrice.

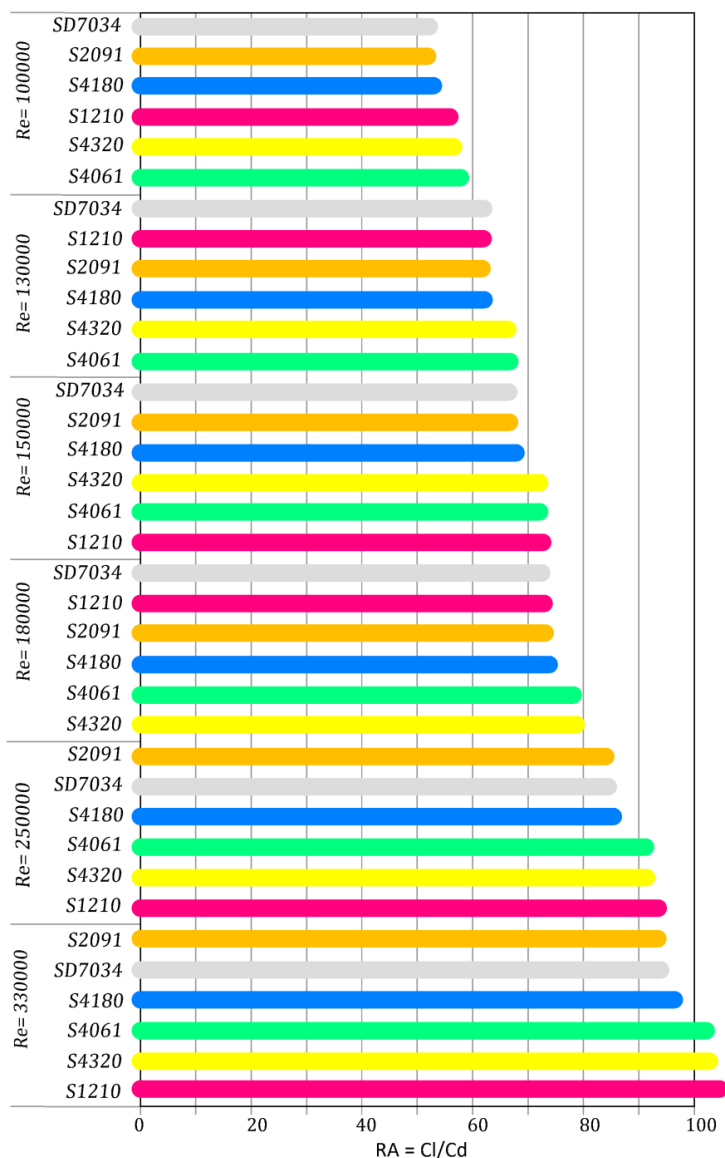
Profilul aerodinamic trebuie să fie stabil la mai multe valori α posibile pentru a asigura stabilitate și eficiență maximă, deci este important fie identificate cele mai mari valori ale RA și $\Delta\alpha$ dintre profilurile analizate. Figura ilustrează valoarea maximă a RA funcție de numărul Re și geometria profilelor aerodinamice.

În baza metodologiei adoptate au fost studiate o serie de profile aerodinamice, utilizabile în turbinele eoliene cu ax orizontal. Pentru analiza

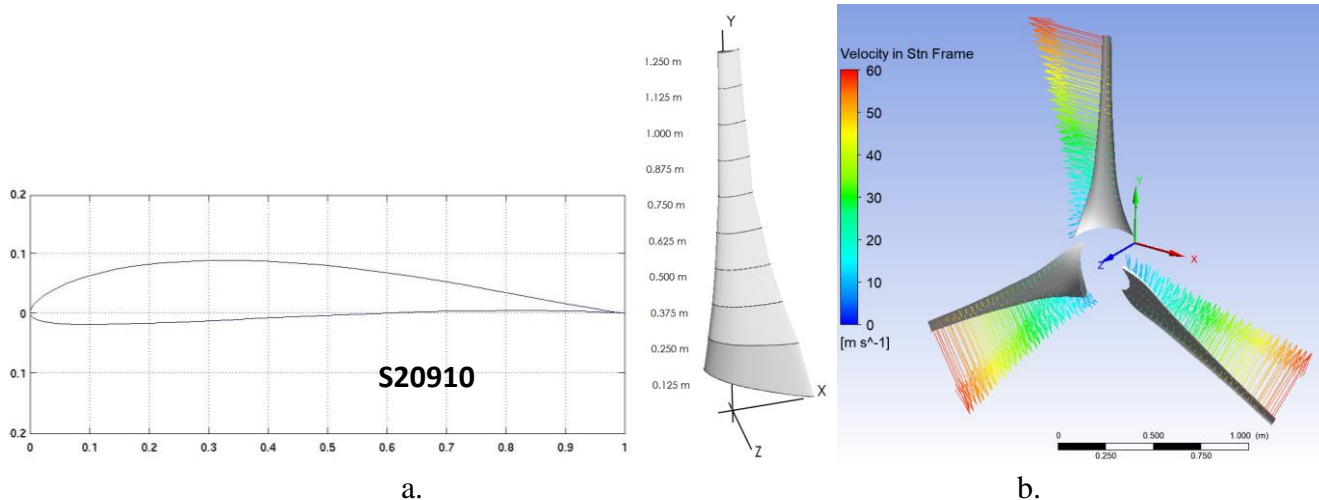
performanței rotorului eolian cu ax orizontal au fost considerați parametrii geometrici pentru un rotor cu puterea de 1 kW. Rotorul a fost proiectat în aplicația QBlade (v. figura). Parametrii geometrici necesari au fost estimați cu ajutorul unui model de calcul elaborat în aplicația MathCad.

Inițial, pentru fiecare profil aerodinamic dintre cele trei a fost trasată diagrama dependenței coeficientului de putere C_p de rapiditate pentru diferite numere Re (100000 și 200000). Rezultatele sunt prezentate în figura de mai jos. Se observă că profilul S2091 indică un coeficient de putere mai mare.

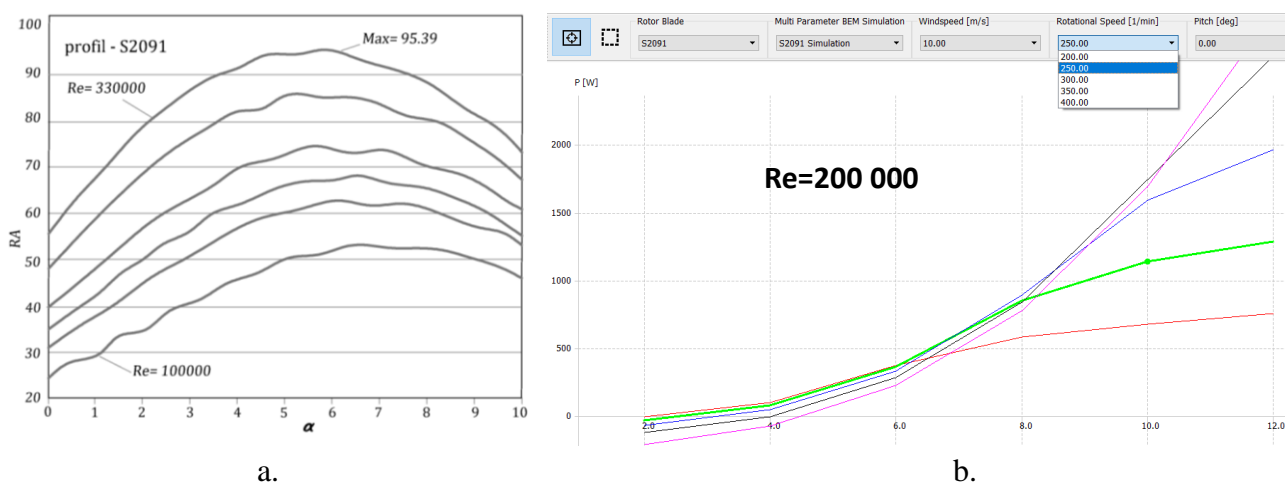
Pentru turbinele eoliene cu ax vertical un rol important îl are, de asemenea, profilul aerodinamic. Determinarea performanței aerodinamice, dar și a efectelor generate la suprafața palei, a fost făcută prin efectuarea de simulări ale curgerii fluxului de aer în jurul profilurilor aerodinamice



Valorile RA pentru profilele aerodinamice selectate funcție de Re.



Profil aerodinamic selectat (a) și rotorul eolian proiectat în aplicația QBlade (b).

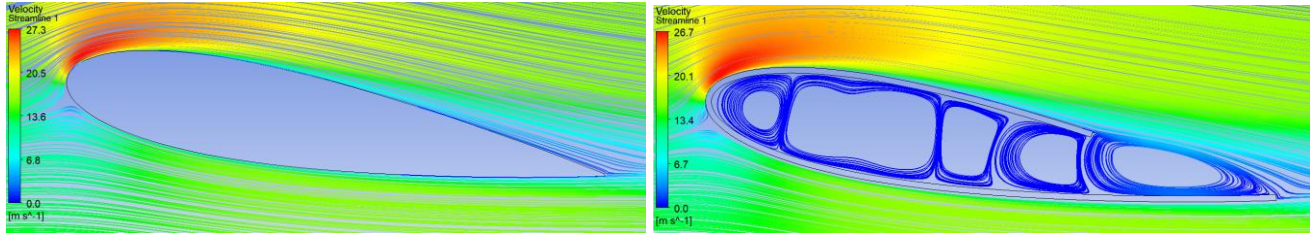


Performanța aerodinamică (RA funcție de Re și α) a profilului (a) și Curba de putere a rotorului dotat cu profil S2091 (b).

utilizând programul ANSYS Fluent. În context a fost selectat un set de profile aerodinamice recomandabile, propus un profil cu deschidere a profilului aerodinamic, elaborat modelul CFD, stabiliți parametrii de simulare. În rezultat s-a stabilit că profilele aerodinamice asimetrice simulate (FX 63-137, COE 176 ș.a.) au demonstrat o performanță aerodinamică superioară față de profilul simetric NACA 0018 utilizat preponderant. Aplicate pe rotoarele cu ax vertical, profilurile asimetrice au dezvoltat, de asemenea, un coeficient de putere superior profilului aerodinamic simetric

În baza analizei stării de lucruri în domeniul producerii energiei electrice din energie eoliană au fost elaborate scheme conceptuale de sisteme de conversie a energiei eoliene (cu ax orizontal și vertical) în energie electrică, care sunt protejate cu 4 brevete de invenție.

Un factor major în eficiența de conversie a energiei solare este orientarea panourilor (fotovoltaice și termice) perpendicular la razele solare. În baza analizei sistemelor de conversie a energiei solare fotovoltaice a fost elaborată și brevetată schema unei instalații cu orientare automată la soare după principiul orientării florii soarelui la soare.



Liniile de curent și distribuția vitezelor în jurul palelor NACA 0018 închise și cu deschidere, unghiul de atac 10°.



Testarea segmentelor de pale aerodinamice în tunelul de vânt Gunt HM 170.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (v. Anexa 1A)

Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat

„Studiul potențialului energetic eolian și solar al Republicii Moldova și elaborarea sistemelor de conversie pentru consumatori dispersați”

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

Caracterul pronunțat inovativ, asigurat de soluții brevetate de sisteme de conversie a energiilor regenerabile, asigură un impact științific major, în special, cu caracter aplicativ în domeniul sistemelor de conversie a energiilor regenerabile.

În contextul crizelor energetice, care au avut loc și se mai pot repeta, și dependenței totale de importul de resurse energetice din afară, de asemenea, datorită caracterului pronunțat aplicativ, rezultatele științifice obținute vor avea un pronunțat impact social.

Impactul economic va fi unul esențial, în special, sub aspectul impulsivității investițiilor în domeniul turbinelor eoliene și panourilor fotovoltaice, asigurată de studiul potențialului energetic eolian efectuat în cadrul Proiectului în entitățile administrativ-teritoriale de nivelul doi din regiunea de dezvoltare economică Centru.

8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Proiectul a fost înaintat în cadrul Centrului de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile de la Universitatea Tehnică a Moldovei, care are în dotare: Laboratorul de Aero/hidrodinamică, dotat cu echipamente de laborator performante (tunel aerodinamic, mostre de turbine eoliene cu ax orizontal și vertical, set de pale etc.); Laboratorul „Modelarea și simularea Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile”, dotat cu calculatoare performante și softuri

specializate licențiate (ANSYS, SolidWorks); Laboratorul de Tehnologii de Fabricare a Palelor Aero-hidrocinematice din materiale compozite dotat cu o Imprimantă 3D de dimensiuni mari (1,8 m înălțime) elaborată și fabricată din surse proprii), forme de turnare, Centru de prelucrare multiax ș.a.).

Grație modificării inspirate de către ANCD a structurii bugetului (introducerii articolului 314 – Echipamente de laborator), dictată de „*economia*” de resurse financiare cauzată de situația pandemică din acest Laboratorul de Aero/hidrocinematică a fost dotat cu un echipament nou – *Modulul de bază pentru experimentări în mecanica fluidelor HM 150*, procurat de la compania germană GUNT, care are posibilități funcționale largi și permite testarea diferitor turbine hidraulice: *HM 150.04 Pompa centrifugă; HM 150.16 Conexiune în serie și paralel a pompelor; HM 150.19 Turbina Pelton; HM 150.20 Turbina Francis.*

9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

Efectuarea studiului potențialului energetic în entitățile administrativ-teritoriale de nivelul doi din regiunea de dezvoltare economică Centru a fost realizat printr-o largă colaborare cu administrațiile locale, cu serviciile HidroMeteo. Toate acestea deschid posibilități reale de implementare a turbinelor eoliene la scară mare în locațiile cu potențial energetic eolian relativ bun, în special, în contextul politicii noii guvernări de diversificare a resurselor energetice și dezvoltării resurselor regenerabile, de asemenea, pentru consumatorii dispersați prin implementarea sistemelor de conversie a energiei eoliene și hibride (eolian-solare).

Realizarea și testarea unor soluții inovative de turbine eoliene (cu ax orizontal și vertical), instalații solare fotovoltaice și termice, instalații hibride eolian-solare, reprezintă un potențial de implementare major, în special, la nivel local pentru consumatorii dispersați, dar și dezvoltarea unor rețele electrice inteligente locale

10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

Situația pandemică a redus colaborarea la nivel internațional în forma tradițională, prin vizite reciproce directe (în cadrul Departamentului există 5 Proiecte de mobilitate CEEPUS, în care sunt implicați majoritatea membrilor echipei Proiectului și prin care au fost realizate în anii trecuți mai multe vizite în laboratoare din centre universitare din Polonia, România, Cehia, Ungaria, Bulgaria, Slovacia ș.a.).

Totuși cercetătorii Proiectului au participat relativ pe larg în regim ONLINE la diferite evenimente internaționale inovativ-științifice: Saloanele de Invenții, Cercetări științifice și Transfer tehnologic EUROINVENT, Iași, PROINVENT, Cluj Napoca; Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT; Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret, ICE-USV.

11. Dificultățile în realizarea proiectului (Financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)

Un impact negativ asupra realizării Proiectului în acest an a avut situația pandemică.

Organizatoric: Planul calendaristic al activităților în cadrul Proiectului a prevăzut mai multe vizite în teren pentru efectuarea măsurărilor în locații din entitățile administrativ-teritoriale de nivelul doi din regiunea de dezvoltare economică Centru, care urmau să fie efectuate în toate cele 4 anotimpuri ale anului. Au fost realizate mai puține. De asemenea, planul de realizare a Proiectului a

inclus participarea la diferite conferințe internaționale, saloane de invenții internaționale, vizite ale laboratoarelor din diverse centre universitare din Uniunea Europeană.

Financiar: Resursele financiare au fost relativ suficiente pentru buna realizare a Proiectului. Totuși, imposibilitatea participării fizice a cercetătorilor la diverse evenimente științifice, în vizite în teren pentru efectuarea unor măsurări, a condus la apariția unor „economii”, care au necesitat efectuarea unor modificări ale Bugetului și realizarea acestor modificări în timp restrâns.

Resurse umane: Chiar și în această situație pandemică cercetătorii au efectuat cercetări teoretice la distanță, dar și în Laboratorul de Aero/hidrodinamică (suflarea mostrelor profilelor aerodinamice, argumentate teoretic prin modelare numerică, în tunel aerodinamic în vederea verificării corectitudinii rezultatelor numerice). De asemenea, grupul de cercetători responsabil de studiul potențialului energetic în locațiile entităților administrativ-teritoriale de nivelul doi din regiunea de dezvoltare economică Centru, a efectuat unele vizite pentru măsurări în teren.

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

1. GUȚU MARIN, dr. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering World Symposium on Mechanical - Materials Engineering & Science”, 9-11 September 2021, Praga. <https://www.wmmes.org/gallery.html> (ORAL).

2. GUȚU MARIN, RABEI ION. A 13-a Conferință Internațională în Sistemele Electromecanice și Energiei SIELMEN. 6.10.2021, Iași/7-8.10.2021, Chișinău. <http://www.sielmen.tuiasi.ro/2021/wp-content/uploads/SIELMEN%202021%20%20TECHNICAL%20PROGRAM%20fin.pdf> (ORAL).

3. DULGHERU VALERIU ș.a. Simpozionul Internațional ISB-INMA-THE „Technologies and technical systems in agriculture, food industry and environment”. București, INMA, 29 octombrie 2021. <http://isbinmateh.inma.ro/>. Proiectarea ecologică a produselor (POSTER).

4. DULGHERU VALERIU. Ediția a XXIII-a a Simpozionul științifico-practic internațional „Lecturi AGEPI”. 26 aprilie 2021. Chișinău. <http://www.agepi.gov.md/ro/content/program>. Învățarea creativă – fundamentul pregătirii inginerului viitorului (ORAL).

5. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V., Ciobanu R., Ciobanu O., Toacă Al. Turbină eoliană cu ax orizontal cu control automat al puterii. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PROINVENT 2021, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca 20-22.10.2021. <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2021.pdf>

6. Bostan V., Bostan I., Dulgheru V., Rabei I., Guțu M., Ciobanu R., Ciobanu O. Turbină eoliană cu ax vertical. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PROINVENT 2021, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca 20-22.10.2021. <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2021.pdf>

7. Bostan Viorel (MD); Bostan Ion (MD); Dulgheru Valeriu (MD); Dumitrescu Cătălin (RO); Ciobanu Oleg (MD); Ciobanu Radu (MD); Rabei Ivan (MD); Guțu Marin (MD); Ciocănea Adrian (RO); Maican Edmond (RO); Rădoi Radu(RO); Șefu Ștefan (RO). Turbină eoliană cu ax vertical hibridă. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției PROINVENT 2021, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca 20-22.10.2021. <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2021.pdf>

8. Bostan Ion, Bostan Viorel, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin, Dumitrescu Liliana, Ciobanu Radu, Ciobanu Oleg. Mini-hydroelectric power plant // European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, The XIII th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021. <http://www.euroinvent.org/cat/E2021.pdf>

9. Bostan Viorel, Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Dumitrescu Cătălin, Ciobanu Oleg, Ciobanu Radu, Rabei Ivan, Guțu Marin, Ciocănea Adrian, Maican Edmond, Rădoi Radu, Șefu Ștefan. Hybrid wind turbine with vertical axis // European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, The XIII th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021. <http://www.euroinvent.org/cat/E2021.pdf>

10. DUMITRESCU Liliana, DUMITRESCU Cătălin, RĂDOI Radu, ȘEFU Ștefan, DULGHERU Valeriu, CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu. Minihidrocentrală de flux. Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret, ICE-USV (Innovation and Creative Education) Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția a V-a, Suceava, România: 28-29 Mai 2021. <https://utm.md/wp-content/uploads/2021/05/ICE-USV2021-volum.pdf>

11. CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu, GUȚU Marin, RABEI Ivan, ODAINĂI Valeriu, TOACĂ Alexandru, PLATON Andrei, CREȚU Daniel, SPÎNU Dan. Turbină eoliană cu ax orizontal cu control al puterii. Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret, ICE-USV (Innovation and Creative Education) Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția a V-a, Suceava, România: 28-29 Mai 2021. <https://utm.md/wp-content/uploads/2021/05/ICE-USV2021-volum.pdf>

13. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute în proiect (premiu, medalii, titluri, alte aprecieri).

1. BOSTAN Ion, BOSTAN Viorel, DULGHERU Valeriu, DUMITRESCU Cătălin, DUMITRESCU Liliana, CIOBANU Radu, CIOBANU Oleg. Mini-hydroelectric power plant// European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021. The XIII th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021. **Diplomă și medalia de aur.**

2. BOSTAN Ion, BOSTAN Viorel, DULGHERU Valeriu, DUMITRESCU Cătălin, CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu, RABEI Ivan, GUȚU Marin, CIOCĂNEA Adrian, MAICAN Edmond, RĂDOI Radu, ȘEFU Ștefan. Hybrid wind turbine with vertical axis. European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021The XIII-th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021 (**Diplomă și medalia de aur**).

3. BOSTAN V. (MD); BOSTAN I. (MD); DULGHERU V. (MD); DUMITRESCU C. (RO); CIOBANU O. (MD); CIOBANU R. (MD); RABEI I. (MD); GUȚU M. (MD); CIOCĂNEA A. (RO); MAICAN E. (RO); RĂDOI R. (RO); ȘEFU Ș. (RO). Hybrid wind turbine with vertical axis. The XXV-th International Exhibition of Invetics INVENTICA 2021, Iași, România. 23-25 june 2021. **Diplomă de onoare și medalia de aur**

4. BOSTAN V., BOSTAN I., DULGHERU V., RABEI I., GUȚU M., CIOBANU R., CIOBANU O. Wind turbine with vertical axis. The XXV-th International Exhibition of Invetics INVENTICA 2021, Iași, România. 23-25 june 2021. **Diplomă de onoare și medalia de aur.**

5. BOSTAN I., BOSTAN V., DULGHERU V., (MD); DUMITRESCU CĂTĂLIN (RO), DUMITRESCU LILIANA (RO), CIOBANU RADU (MD), CIOBANU OLEG (MD). Mini-hydroelectric power plant. The XXV-th International Exhibition of Invetics INVENTICA 2021, Iași, România. 23-25 june 2021. **Diplomă de onoare și medalia de aur.**

6. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, CIOBANU RADU, CIOBANU OLEG, TOACĂ ALEXANDRU. Horizontal axis wind turbine with automatic power control. The XXV-th International Exhibition of Invetics INVENTICA 2021, Iași, România. 23-25 june 2021. **Diplomă de onoare și medalia de aur.**

7. CIOBANU Oleg CIOBANU Radu, GUȚU Marin, RABEI Ion, ODAINĂI Valeriu, TOACĂ Alexandru, PLATON Andrei, CREȚU Daniel, SPĂNU Dan. Turbină eoliană cu ax orizontal cu control al puterii. Innovation and Creative Education Fair for Youth ICE-USV – Vth edition, Univ. Ștefan cel Mare din Suceava, May 2021 (**Diplomă și medalia de aur**).

8. DUMITRESCU Liliana, DUMITRESCU Cătălin, RĂDOI Radu, ȘEFU Ștefan, DULGHERU Valeriu, CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu. Minihidrocentrală de flux. Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret, ICE-USV (Innovation and Creative Education) Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția a V-a, Suceava, România: 28-29 Mai 2021. **Diplomă și medalia de argint.**

9. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, CIOBANU RADU, CIOBANU OLEG, TOACĂ ALEXANDRU. Turbină eoliană cu ax orizontal cu control al puterii. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PROINVENT 2021. EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca 18-20.11.2021. (**Diplomă și medalia de aur**).

10. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, RABEI IVAN, GUȚU MARIN, CIOBANU RADU, CIOBANU OLEG. Turbină eoliană cu ax vertical. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PROINVENT 2021. EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca 18-20.11.2021. (**Diplomă și medalia de aur**).

11. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, DUMITRESCU CĂTĂLIN, CIOBANU OLEG, CIOBANU RADU, RABEI IVAN, GUȚU MARIN, CIOCĂNEA ADRIAN, MAICAN EDMOND, RĂDOI RADU, ȘEFU ȘTEFAN. Turbină eoliană cu ax vertical hibridă. Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii PROINVENT 2021. EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca 18-20.11.2021. (**Diplomă și medalia de aur**).

12. DULGHERU VALERIU. CERTIFICATE OF APPRECIATION for the outstanding contribution as jury of book salon to the success of European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, The XIII th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021.

14. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media

- Emisiuni radio/TV de popularizare a științei
- Articole de popularizare a științei
- DULGHERU V., PLĂCINTĂ E. Sergiu Rădăuțanu: bibliografie (vocație, exigență, rațiune). Chișinău UTM 2021 (Tipogr. „Bons Offices”. – 399p. ISBN 978-9975-87-818-0.
- DULGHERU V., STRATAN Z., ZAPOROJAN S. MANOLI I. Inginerul sufletelor noastre: In memoriam Nicolae Dabija. Chișinău: S. n., 2021 (Bons Offices SRL). – 254 p. SBN 978-9975-87-879-1.

15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2021 de membrii echipei proiectului

RABEI ION. Optimizarea constructiv-funcțională a rotoarelor elicoidale cu ax vertical în vederea eficientizării conversiei energiei eoliene. Teză de doctor în științe inginerești. 242.01 –

Teoria Mașinilor, Mecatronică. Cond.șt.: CIUPERCĂ RADION (a fost susținută prealabil la Seminarul Științific de Profil).

Doctoranzi, care lucrează asupra tezei în cadrul Proiectului

- TOACĂ ALEXANDRU. Majorarea eficienței de conversie a turbinei eoliene cu ax orizontal
Conducători științifici: Bostan Viorel, prof.univ.dr.hab.; Dulgheru Valeriu, prof.univ.dr.hab.
- ODAINĂI VALERIU. „Contribuții privind cercetarea stațiilor eoliene de putere mică”.
Conducător științific: Bostan Viorel, prof.univ.dr.hab.
- PLATON ANDREI. Rotoare eoliene cu ax vertical cu pale aerodinamice fabricate prin tehnologii aditive. Conducător științific: Bostan Viorel, prof.univ.dr.hab.

16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect

Forme de materializare a rezultatelor cercetării în cadrul proiectului pot fi produse, utilaje și servicii noi, documente ale autorităților publice aprobate etc.

În anul curent invenția „*Turbină eoliană cu ax verticală*” (cerere de brevet de invenție nr. depozit s 2020-0021) a fost realizată de autor (Rabei Ion) în forma unui prototip experimental al turbinei eoliene cu puterea de 250 W în scara 5:1 cu posibilitatea testării: unghiului de înclinare a palei; unghiului de atac al palei.



17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2021

➤ Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor

- DULGHERU VALERIU. Președinte Seminar Științific. RABEI ION. Optimizarea constructiv-funcțională a rotoarelor elicoidale cu ax vertical în vederea eficientizării conversiei energiei eoliene. Teză de doctor în științe inginerești. 242.01 – Teoria Mașinilor, Mecatronică. Cond.șt.: Ciupercă Radion.

- DULGHERU VALERIU. Președinte Seminar Științific. MARIN LAURENȚIU. „Cercetări privind omiterea efectelor de priză dintre suprafețele metalice și nemetalice prin intermediul peliculelor de grafit. spec. științ. 242.05 - Tehnologii, procedee și utilaje de prelucrare. Cond. Șt.; prof.dr.hab. Stoicev Petru; prof.dr.hab. Topală Pavel.

➤ Membru al Juriului Internațional:

- DULGHERU VALERIU. Membru al Juriului Internațional al Salonului European de Creativitate și Inovare EUROINVENT 2021, A XIII-a Ediție, Iași, România, 21-22 mai 2021.

- DULGHERU VALERIU. Membru al Juriului Internațional al Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii „PROINVENT 2021”, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca, România, 20-22 octombrie 2021.

➤ Membru Comisie ARACIS, România, de Evaluare Doctorat:

- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a domeniului de Doctorat „Inginerie Industrială”, Universitatea Politehnica București, 14.06-25.06.2021.

- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a Instituției Organizatoare de Studii Universitare (IOSUD), Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, 12.07-23.07.2021.

- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a domeniului de Doctorat „Inginerie Mecanică”, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, 12.07-23.07.2021.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a domeniului de Doctorat „Inginerie și Management”, Universitatea „Lucian Blaga”, Târgu Jiu, 19.07-23.07.2021.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a domeniului de Doctorat „Inginerie Industrială”, Universitatea Politehnica București, 15.06-18.06.2021.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a Instituției Organizatoare de Studii Universitare (IOSUD), Universitatea „Vasile Alecsandri”, Bacău, România.04.10-08.10.2021.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comisiei de Evaluare ARACIS a domeniului de Doctorat „Inginerie Industrială”, Universitatea din Petroșani, România, 11.10-15.10.2021.

➤ **Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale**

Naționale:

- BOSTAN VIOREL, revistă „Journal of Engineering Sciences”, redactor șef <https://jes.utm.md/>;
- BOSTAN ION, „Journal of Engineering Sciences”, membru colegiu de redacție;
- DULGHERU VALERIU, „Journal of Engineering Sciences”, membru colegiu de redacție;
- DULGHERU VALERIU. Intellectus. Membru Consiliu Științific. <https://www.agepi.md>
- DULGHERU VALERIU. Membru al Colegiului de redacție al revistei „*Fizica și Tehnologiile Moderne*”.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Colegiului de Redacție al Revistei TEHNOCOPIA (editor: Universitatea „Alec Russo”, Bălți).

Internaționale:

- BOSTAN ION. Membru al Colegiului de Redacție al Revistei „*Balkan Journal of Mechanical Transmissions*”;
- DULGHERU VALERIU. Membru al Colegiului de Redacție al Revistei „*Balkan Journal of Mechanical Transmissions*”;
- DULGHERU VALERIU. *Journal of Research and Innovation for Sustainable Society*, Târgu Jiu, membru colegiu de redacție;
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comitetului Științific al revistei „*Tehnologia Inovativă. Revista Construcția de Mașini*”, București, România.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comitetului Științific editorial al revistei „*Analele Universității Ovidius, Seria Inginerie Mecanică*”, Constanța, România.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comitetului de experți al revistei „*Analele Universității din Petroșani*”, România.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Colegiului de Editare al revistei „*Analele Universității „Dunărea de Jos” din Galați, Seria Metalurgie și Știința Materialelor*”.
- DULGHERU VALERIU. Membru al Colegiului de Redacție al Revistei „*Romanian Distribution Committee Magazine*”, București ;
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comitetului de evaluatori ai revistei „*Robotics and Computer Integrated Manufacturing*”, Elsevier, USA;
- DULGHERU VALERIU. Membru al Comitetului de evaluatori ai revistei „*Hidraulica*”, București.

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

REZUMAT

Studiul potențialului energetic eolian și solar al Republicii Moldova și elaborarea sistemelor de conversie pentru consumatori dispersați

Proiectul se încadrează în strategia energetică a Republicii Moldova bazată pe orientarea spre surse alternative de energie, inclusiv, energiile regenerabile. Un element important în implementarea turbinelor eoliene de puteri mari este alegerea locației cu potențial energetic eolian. Informații despre potențialul eolian al Republicii Moldova există însă în Proiect accentul s-a pus pe studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru entitățile administrativ - teritoriale de nivelul doi (raioane) din Regiunea de Dezvoltare Centru (RDC). În acest sens a fost efectuat studiul potențialului energetic și ale caracteristicilor vântului pentru entitățile administrativ - teritoriale (Telenești, Șoldănești, Nisporeni, Călărași, Orhei și Hâncești, Anenii Noi, Criuleni, Dubăsari, Ialoveni, Rezina, Strășeni și Ungheni). În hărțile elaborate potențialul energetic eolian se referă pentru un raion, suprafața unei celule fiind de patru ori mai mică. Altfel spus rezoluția hărților este de patru ori mai mare, sunt indicate toate localitățile. În ipoteza utilizării în zonele cu potențial energetic cuprins între 150 și 400 W/m² a turbinelor eoliene cu puterea unitară egală cu 3,0 MW, puterea totală posibil de instalat în raioanele analizate ar putea atinge circa 25437 MW. Cea mai mare putere ar putea fi instalată în raionul Hâncești - 7211 MW. Cele mai mari viteze medii anuale ale vântului se constată în raionul Ungheni. La înălțimea de 100 m deasupra suprafeței solului viteza medie anuală a vântului este egală cu 7,3 m/s, densitatea de putere eoliană - 370 W/m².

Un obiectiv important al Proiectului este și elaborarea sistemelor de conversie a energiilor eoliene și solare (electrică și termică) de dimensiuni mici pentru consumatorii dispersați. În context prin simulări CFD pe modele au fost determinate caracteristicile de putere și ale factorului de performanță aerodinamică a palelor aerodinamice și rotoarelor eoliene: cu ax orizontal și vertical. Analiza rotoarelor cu ax orizontal a fost efectuată pe software-ul Fluent, XFOIL cu interfața grafică XFLR5. Softwarele au fost selectate datorită axării lor pe analiza profilelor aerodinamice cu Re redus, prin utilizarea unei metode de panou de vorticitate liniară inviscidă cu o corecție de compresibilitate Karman-Tsien. În rezultat s-a stabilit că pentru turbinele eoliene cu ax orizontal de putere mică (max. 15 kW) unul dintre cele mai potrivite profile aerodinamice este profilul S1210. Profilele aerodinamice pentru rotoarele cu ax vertical au fost simulate în software-urile ANSYS Fluent și QBlade. S-a stabilit că profilele aerodinamice asimetrice simulate (FX 63-137, COE 176 ș.a.) au demonstrat o performanță aerodinamică superioară față de profilul simetric NACA 0018 utilizat preponderant. Aplicate pe rotoarele cu ax vertical, profilurile asimetrice au dezvoltat, de asemenea, un coeficient de putere superior profilului aerodinamic simetric

În baza analizei stării de lucruri în domeniul producerii energiei electrice din energie eoliană au fost elaborate scheme conceptuale de sisteme de conversie a energiei eoliene (cu ax orizontal și vertical) în energie electrică, care sunt protejate cu 4 brevete de invenție.

Un factor major în eficiența de conversie a energiei solare este orientarea panourilor (fotovoltaice și termice) perpendicular la razele solare. În baza analizei sistemelor de conversie a energiei solare fotovoltaice a fost elaborată și brevetată schema unei instalații cu orientare automata la soare după principiul orientării florii soarelui la soare.

SUMMARY

Study of the wind and solar energy potential of the Republic of Moldova and elaboration of conversion systems for dispersed consumers

The project is part of the energy strategy of the Republic of Moldova based on the orientation towards alternative energy sources, including renewable energies. An important element in the implementation of high power wind turbines is the choice of location with wind energy potential. Information about the wind potential of the Republic of Moldova can be found in the Project, but we focused on the Study of energy potential and wind characteristics for administrative-territorial entities of level two (districts) in the Central Development Region (DRC). In this sense, the study of the energy potential and wind characteristics for the administrative-territorial entities (Telenesti, Soldanesti, Nisporeni, Calarasi, Orhei and Hancesti, Anenii Noi, Criuleni, Dubasari, Ialoveni, Rezina, Straseni and Ungheni) was carried out. In the elaborated maps, the wind energy potential refers to a district, the surface of a cell being four times smaller. In other words, the resolution of the maps is four times higher, all localities are indicated. Assuming the use in wind power areas between 150 and 400 W/m² of wind turbines with a unit power equal to 3.0 MW, the total possible power to be installed in the analyzed districts could reach about 25437 MW. The highest power could be installed in Hâncești district - 7211 MW. The highest average annual wind speeds are found in Ungheni district. At a height of 100 m above the ground surface the average annual wind speed is equal to 7.3 m/s, the wind power density - 370 W/m².

An important objective of the Project is also the development of small-scale wind and solar energy conversion systems (electric and thermal) for dispersed consumers. In this context, by CFD simulations on different models were determined the power characteristics and the aerodynamic performance factor of aerodynamic blades and wind rotors: with horizontal and vertical axis. The analysis of horizontal axis rotors was performed on the Fluent software, XFOIL with XFLR5 graphical interface. The software was selected due to its focus on the analysis of aerodynamic profiles with low Re, using an inviscid linear vortex panel method with a Karman-Tsien compressibility correction. As a result, it was established that for wind turbines with low power horizontal shaft (max. 15 kW) one of the most suitable aerodynamic profiles is the S1210 profile. The aerodynamic profiles for the vertical axis rotors were simulated in the ANSYS Fluent and QBlade software. It was established that the simulated asymmetric aerodynamic profiles (FX 63-137, COE 176 etc.) demonstrated a superior aerodynamic performance compared to the mainly used NACA 0018 symmetrical profile. Applied to vertical shaft rotors, asymmetrical profiles have also developed a higher power factor than the symmetrical aerodynamic profile.

Based on the art of the state in the field of electricity production from wind energy, conceptual schemes of systems for the conversion of wind energy (with horizontal and vertical axis) into electricity have been developed, which are protected by 4 patents.

A major factor in the efficiency of solar energy conversion is the orientation of the panels (photovoltaic and thermal) perpendicular to the sun's rays. Based on the analysis of photovoltaic solar energy conversion systems, the scheme of an installation with automatic orientation to the sun was developed and patented according to the principle of orientation of the sunflower to the sun.

19. Recomandări, propuneri

Pentru o mai bună realizare a Proiectului (2020-2023) este necesară planificarea resurselor financiare la articolul 314 „*Echipamente de laborator*”.

Conducătorul de proiect _____ / **DULGHERU VALERIU**

Data: **10.11.2021**_____

LS

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat
„Studiul potențialului energetic eolian și solar al Republicii Moldova și elaborarea sistemelor de
conversie pentru consumatori dispersați”**

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

1. DULGHERU, V., GUȚU, M., BODNARIUC, I., RABEI, I., CIOBANU, O. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: elemente teoretice și aplicații. Ch.: S.n., 2021 (Tipogr. „Bons Offices”). 224p.

2. Capitle 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)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei
DULGHERU V. Învățarea creativă – fundamentul pregătirii inginerului viitorului. În: Intellectus (Revistă categoria B), 2021, nr. 3-4. Pp. 129-135. ISSN 1857-0496. <https://www.agepi.md>

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)

1. BERE, P., CIOBANU, O., CIOBANU R., GUȚU M. Design and manufacturing method of GFRP blades for vertical axis wind turbine. În cul.: „IOP Conference Series: Materials Science and Engineering World Symposium on Mechanical - Materials Engineering & Science”, 9-11 September 2021, Praga (**în curs de publicare**). <https://www.wmmes.org/gallery.html>

2. GUTU, M., ODAINĂI, V., MALCOCI, Iu., TRIFAN, N. Aerodynamic efficiency numerical estimation of 1 kW horizontal axis wind turbine rotor. În cul. celei de a 13-a Conferințe Internaționale în Sistemele Electromecanice și Energiei SIELMEN. 6.10.2021, Iași/7-8.10.2021, Chișinău. (**în curs de publicare**) [Sielmen 2021 – Conference on Electromechanical and Power Systems \(tuiasi.ro\)](http://Sielmen2021-ConferenceonElectromechanicalandPowerSystems(tuiasi.ro))

3. RABEI, I. Vertical axis wind turbines: open airfoils and plastic blades. În cul. celei de a 13-a Conferințe Internaționale în Sistemele Electromecanice și Energiei SIELMEN. În cul. celei de a 13-a Conferințe Internaționale în Sistemele Electromecanice și Energiei SIELMEN. 6.10.2021, Iași/7-8.10.2021, Chișinău (**în curs de publicare**) [Sielmen 2021 – Conference on Electromechanical and Power Systems \(tuiasi.ro\)](http://Sielmen2021-ConferenceonElectromechanicalandPowerSystems(tuiasi.ro))

4. MANGOS O. Study of the Circulation of Heat Transfer Fluid in the Permanent Magnets Thermogenerator. În cul. celei de a 13-a Conferințe Internaționale în Sistemele Electromecanice și Energiei SIELMEN. 6.10.2021, Iași/7-8.10.2021, Chișinău. (în curs de publicare) [Siemen 2021 – Conference on Electromechanical and Power Systems \(tuiasi.ro\)](http://tuiasi.ro)

5. DULGHERU V., DUMITRESCU C., MATEESCU M. Proiectarea ecologică a produselor. În cul.: Simpozionului Internațional ISB-INMA-THE „Technologies and technical systems in agriculture, food industry and environment” (în curs de publicare). București, INMA, 29 octombrie 2021. <http://isbinmateh.inma.ro/>

6. DUMITRESCU, C., RADOI, R., PAVEL, I. SOVAIALA, GH., DULGHERU, V., GAGEANU I. Installation for the production of thermal energy with biomass gasification. În cul. Simpozionului Internațional. ISB-INMA-THE „Technologies and technical systems in agriculture, food industry and environment” (în curs de publicare). București, INMA, 29 octombrie 2021. <http://isbinmateh.inma.ro/>

7. MATEESCU, M., MARIN, E., MANEA, D., GHEORGHE, G-V., BALTATU, C., DUMITRAȘCU, A., DULGHERU, V. New Ecological heating system of a greenhouse of vegetable. În cul. Simpozionului Internațional ISB-INMA-THE „Technologies and technical systems in agriculture, food industry and environment”. București, INMA, 29 octombrie 2021 (în curs de publicare). <http://isbinmateh.inma.ro/>

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

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

1. BOSTAN V., DULGHERU V., RABEI I. Brevet de invenție de scurtă durată nr. 1519 Y (MD) CIB F03D 3/02 (2006.01). Turbină eoliană cu ax vertical / UTM., – Nr. depozit s 2020 0021. Data depozit: 2020.03.06. Publ. 00.06.2021. BOPI nr. 6/2021. <http://www.db.agepi.md/Inventions/details/s%202020%200021>

2. BOSTAN V., ODAINAI V., GUȚU M. Hotărâre de acordare a brevetului de invenție nr. 9615 din 13.10.2020. Turbină eoliană. <http://www.db.agepi.md/Inventions/details/s%202019%2000114/brevet~Acordare~s%202019%2000114>

3. BOSTAN V., DULGHERU V., TOACĂ A. Hotărâre pozitivă de acordare a brevetului de invenție nr. 9783 din 2021.05.05. (MD) CIB F03D 1/00 (2006.01); F03D 7/04 (2006.01). Turbină eoliană cu ax orizontal cu control automat al puterii / UTM., – Nr. depozit s 2020 0067. Data depozit: 2020.06.22. <http://www.db.agepi.md/Inventions/details/s%202020%200067>
4. BOSTAN V., BOSTAN I., DULGHERU V., GUȚU M. Hotărâre pozitivă de acordare a brevetului de invenție nr. 14997 din 2021.10.29. Instalație de orientare a panourilor fotovoltaice / UTM., – Nr. depozit s 2020 0021. Data depozit: 2020.03/06. nr. depozit a 2020 0021. <http://www.db.agepi.md/Inventions/details/a%202020%200021>
5. DULGHERU V., RABEI I., GUȚU M. Turbină eoliană cu ax vertical. Cerere de brevet de invenție, Nr. 2208, 08.06.2021.
6. BOSTAN Ion, BOSTAN Viorel, DULGHERU Valeriu, DUMITRESCU Cătălin, DUMITRESCU Liliana, CIOBANU Radu, CIOBANU Oleg. Mini-hydroelectric power plant// European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, The XIII th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021. - P. 175. ISSN Print: 2601-4564. <http://www.euroinvent.org/cat/E2021.pdf>
7. BOSTAN Viorel, BOSTAN Ion, DULGHERU Valeriu, DUMITRESCU Cătălin, CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu, RABEI Ivan, GUȚU Marin, CIOCĂNEA Adrian, MAICAN Edmond, RĂDOI Radu, ȘEFU Ștefan. Hybrid wind turbine with vertical axis // European Exhibition of Creativity and Innovation EUROINVENT 2021, The XIII th Edition, Iași, România, 21-22 mai 2021. - P. 176. ISSN Print: 2601-4564. <http://www.euroinvent.org/cat/E2021.pdf>
8. DUMITRESCU Liliana, DUMITRESCU Cătălin, RĂDOI Radu, ȘEFU Ștefan, DULGHERU Valeriu, CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu. Minihidrocentrală de flux. Târgul Internațional de Invenție și Educație Creativă pentru Tineret, ICE-USV (Innovation and Creative Education) Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția a V-a, Suceava, România: 28-29 Mai 2021. p.35. ISSN 978-606-8992-18-1. <https://utm.md/wp-content/uploads/2021/05/ICE-USV2021-volum.pdf>
9. CIOBANU Oleg, CIOBANU Radu, GUȚU Marin, RABEI Ivan, ODAINĂI Valeriu, TOACĂ Alexandru, PLATON Andrei, CREȚU Daniel, SPÎNU Dan. Turbină eoliană cu ax orizontal cu control al puterii. Târgul Internațional de Invenție și Educație Creativă pentru Tineret, ICE-USV (Innovation and Creative Education) Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Ediția a V-a, Suceava, România: 28-29 Mai 2021. p.71. ISSN 978-606-8992-18-1. <https://utm.md/wp-content/uploads/2021/05/ICE-USV2021-volum.pdf>
10. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, CIOBANU RADU, CIOBANU OLEG, TOACĂ ALEXANDRU. Turbină eoliană cu ax orizontal cu control al puterii. În Catalogul Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției „PROINVENT 2021”, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca, România: U.T.PRESS, 20-22 octombrie 2021. p.307. <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2021.pdf>
11. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, RABEI IVAN, GUȚU MARIN, CIOBANU RADU, CIOBANU OLEG. Turbină eoliană cu ax vertical. În Catalogul Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Invenției „PROINVENT 2021”, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca, România: U.T.PRESS, 20-22 octombrie 2021. p.308. <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2021.pdf>

12. BOSTAN VIOREL, BOSTAN ION, DULGHERU VALERIU, DUMITRESCU CĂTĂLIN, CIOBANU OLEG, CIOBANU RADU, RABEI IVAN, GUȚU MARIN, CIOCĂNEA ADRIAN, MAICAN EDMOND, RĂDOI RADU, ȘEFU ȘTEFAN. Turbină eoliană cu ax vertical hibridă. În Catalogul Salonului Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii „PROINVENT 2021”, EDIȚIA A XIX-a, Cluj-Napoca, România: U.T.PRESS, 20-22 octombrie 2021. p.308-309. <https://proinvent.utcluj.ro/img/catalogs/2021.pdf>

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

Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare

Cifrul proiectului 20.800009.7007.10Contract de finanțare: 76-PS din 04.01.2021

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Codul economic	Anul de gestiune: 2021		
		Aprobat	Modificat (+/-)	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	1111,3		1111,3
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii (24%)	212100	266,7		266,7
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710	18,9	-14,2	4,7
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	42,6	-42,6	
Servicii editoriale	222910	24,0		24,0
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	38,0	-1,1	36,9
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	57,6	-44,5	13,1
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110		+102,4	102,4
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	93,5		93,5
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
TOTAL		1652,6		1652,6

Rector U.T.M.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

(semnătura)

dr. hab. Valeriu DULGHERU

(numele, prenumele)

Data: _____

LS

Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.7007.10

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Dulgheru Valeriu	1956	dr.hab.	0,50	04.01.2021	
2.	Bostan Ion	1949	dr.hab.	0,50	04.01.2021	
3.	Bostan Viorel	1975	dr.hab.		04.01.2021	
4.	Sobor Ion	1947	dr.	0,75	04.01.2021	
5.	Chiciuc Andrei	1970	dr.	0,50	04.01.2021	
6.	Bodnariuc Ion	1975	dr.	0,50	04.01.2021	
7.	Trifan Nicolae	1979	dr.	0,50	04.01.2021	
8.	Dicusară Ion	1979	dr.	0,50	04.01.2021	
9.	Ciobanu Oleg	1981	dr.	0,50	04.01.2021	
10.	Ciobanu Radu	1981	dr.	0,50	04.01.2021	
11.	Malcoci Iulian	1980	dr.	0,50	04.01.2021	
12.	Guțu Marin	1985	dr.	0,50	04.01.2021	
13.	Poștaru Gheorghe	1952	dr.	0,25	04.01.2021	
14.	Ciupercă Radu	1975	dr.	0,50	04.01.2021	
15.	Rachier Vasile	1986	dr.	0,50	04.01.2021	
16.	Odainâi Valeriu	1977	f-grad	0,50	04.01.2021	
17.	Gladîș Vitalie	1985	f-grad	1,00	04.01.2021	
18.	Gangan Sergiu	1983	f-grad	0,50	04.01.2021	
19.	Tariță Stela	1982	f-grad	0,50	04.01.2021	
20.	Rabei Ivan	1987	f-grad	1,25	04.01.2021	
21.	Ilco Valentin	1993	f-grad	0,50	04.01.2021	
22.	Mangos Octavian	1986	f-grad	0,50	04.01.2021	
23.	Platon Andrei	1981	f-grad	0,50	04.01.2021	
24.	Toacă Alexandru	1993	f-grad	0,50	04.01.2021	
25.	Cazac Vadim	1987	f-grad	0,50	04.01.2021	

Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	24
---	-----------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.					
2.					
Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării					24%

Rector U.T.M.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

(semnătura)

dr. hab. Valeriu DULGHERU

(numele, prenumele)

Data: _____

LȘ