

RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

I. Raportul Științific 2022

- Contract nr. 92PTE/2022; etapă nr. 1/2022; cod proiect: *PN-III-P2-2.1-PTE-2021-0589*; titlu proiect "*Validarea prototipului de Micro-Turbină Eoliană cu Ax Vertical pentru Integrarea în Arhitectura Urbană*";

- Descrierea științifică cu punerea în evidență a rezultatelor etapei anuale și gradul de realizare a obiectivelor;

Energia a fost și va fi în continuare principalul indicator de stabilitate al oricărei economii. Există multe tipuri diferite de energie. Energia potențială este energia disponibilă datorită poziției dintre particule, de exemplu:- apa stocată într-un baraj, energia dintr-un arc comprimat dar și energia stocată în molecule (benzină)¹. Energia cinetică este energia disponibilă în mișcarea particulelor, iar energia eoliană este un exemplu în acest sens. Există multe exemple de energie: mecanică, electrică, termică, chimică, magnetică, nucleară, biologică, mareică, geotermală și așa mai departe². O revoluție a energiei regenerabile este speranța pentru un viitor durabil. În mod clar, viitorul aparține surselor de energie curate și celor care se pregătesc pentru el acum.

Energiile solară și eoliană oferă adesea opțiuni cu cel mai mic cost³ pentru dezvoltarea economică și comunitară în regiunile rurale din întreaga lume, în timp ce furnizează energie electrică, creează locuri de muncă locale și promovează dezvoltarea economică cu resurse de energie curate. Viitorul va fi un amestec de tehnologii energetice cu surse regenerabile precum solar, eolian și biomasă, care joacă un rol din ce în ce mai important în noua economie energetică globală⁴. Energia eoliană apare ca urmare a energiei solare. Aproximativ 1% până la 2% din energia provenită de la soare este convertită în energie eoliană⁵. Turbinele eoliene valorifică energia cinetică a vântului și o transformă în energie electrică. Acest lucru se realizează prin rotirea palelor profilate aerodinamic, care acționează un arbore conectat la un generator. Turbinele eoliene pot fi utilizate pentru a furniza energie electrică caselor (în special în zonele rurale), clădirilor și chiar unei societăți. Electricitatea produsă poate fi stocată în baterii pentru utilizare atunci când viteza vântului este prea mică pentru a produce electricitate sau când vântul

¹ Fanabe, S., & Terpstra, T. B. (1974). The effects of mountains on the general circulation of the atmosphere as identified by numerical experiments. *Journal of the atmospheric Sciences*, 31(1), 3-42

² Cohen, M., Zhu, H. S., Senem, E. E., & Liu, Y. D. (2012, October). Energy types. In *Proceedings of the ACM international conference on Object oriented programming systems languages and applications* (pp. 831-850).

³ Wisser, R., Jenni, K., Seel, J., Baker, E., Hand, M., Lantz, E., & Smith, A. (2016). Expert elicitation survey on future wind energy costs. *Nature Energy*, 1(10), 1-8.

⁴ Ren, D. (2010). Effects of global warming on wind energy availability. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 2(5), 052301.

⁵ De Vos, A., & Flater, G. (1991). The maximum efficiency of the conversion of solar energy into wind energy. *American Journal of Physics*, 59(8), 751-754

este prea puternic (se poate deteriora turbina - în acest caz, turbina eoliană poate fi oprită pentru a preveni supraîncălzirea generatorului)⁶.

Producția de energie a turbinei eoliene depinde de interacțiunea dintre rotor și vânt. Experiența a arătat că aspectele majore ale performanței turbinei eoliene (puterea medie și sarcinile medii) sunt determinate de forțele aerodinamice generate de vântul de putere medie.

Evoluția energiei provenită din surse regenerabile, în special cea eoliană, a căpătat proporții la scară largă începând cu anul 1973 din cauza problemelor legate de criza petrolului⁷. Se preconizează o creștere accelerată a resurselor regenerabile (Figura 1).

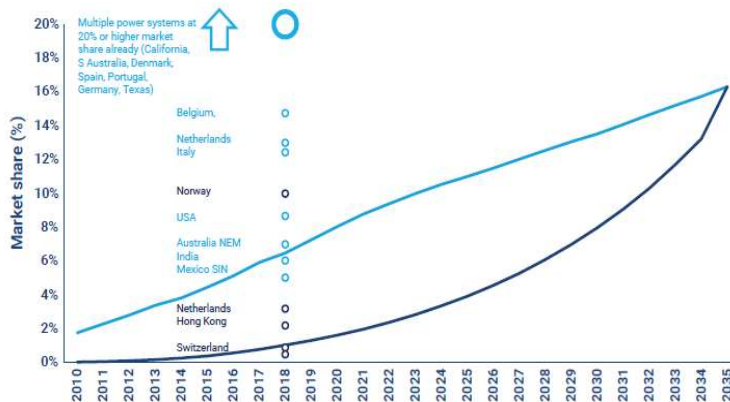


Figura 1. Cota de piață a surselor regenerabile de energie⁸

Energia eoliană este rezultatul conversiei energiei cinetice a vantului într-o formă utilă, cum ar fi energia mecanică sau electrică care poate fi valorificată pentru o utilizare practică prin folosirea turbinelor eoliene.

Reducerea resurselor de petrol combinate cu preocupările ecologice au condus la o atenție sporită asupra energiei regenerabile, care este considerată inepuizabilă și nepoluantă⁹. Energia eoliană s-a dovedit a fi o soluție viabilă pentru independența energetică a statelor membre ale UE. Prin urmare, dezvoltarea parcurilor eoliene continuă să fie o poveste de succes¹⁰.

Realizarea unui sistem energetic inteligent are la bază generarea de energie pentru populație (în continuă creștere) dar cu reducerea impactului asupra mediului¹¹. De aceea, a devenit din ce în ce mai important să optimizăm procesul general de generare a energiei și consumul acesteia. Sistemul energetic inteligent permite integrarea energiei din surse

⁶ Jiang, R., Zhang, K., Ma, Z., & Wang, D. (2015). Fault mode, effects and criticality analysis for overheating fault of wind turbines gearbox and generator.

⁷ Venn, F. (2016). *The oil crisis*. Routledge

⁸ Woodmac. Thinking global energy transitions: the what, if, how and when. Technicalreport, Wood Mackenzie, 2018

⁹ A. Clerici, et. al, "World Energy Resources - 2013 Survey", World Energy Council, 2013

¹⁰ Renewable energy technologies: cost analysis series, Vol. 1, Issue 5/5, IRENA2012.

¹¹ H.A. Gabbar, "Smart energy grid infrastructures and interconnected micro energy grids", Smart Energy Grid Engineering, 2017, pp 23-45.

regenerabile imprevizibile, intermitente și distribuirea energiei mult mai eficient¹². Un sistem inteligent va furniza electricitate mai eficient din punct de vedere al costurilor și cu emisii mai mici de gaze cu efect de seră. S-a estimat că în puterea vântul energia disponibilă este de aproximativ 10 milioane MW¹³.

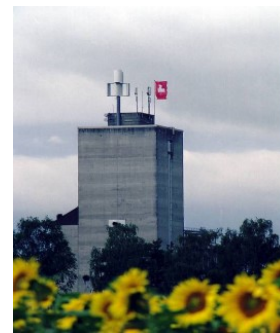
În vederea contribuției la îndeplinirea cerințelor impuse de Uniunea Europeană, este necesară integrarea turbinelor eoliene în orașe și în zone urbane adiacente. Un prim pas în această direcție o reprezintă analiza curgerii curenților de aer în zonele urbane, pentru a putea stabili performanțele turbinei în mediul orașenesc. Astfel de studii există atât pentru așezările din vecinătatea marilor orașe¹⁴, cât și exclusiv pentru spații urbane¹⁵ favorizând implementarea de micro-turbine. Printre cele mai populare configurații de micro-turbine eoliene cu ax vertical pentru aplicații urbane se regăsesc cele comercializate de Windside¹⁶, Ropatec¹⁷ sau cea dezvoltată și fabricată la Universitatea Tehnică din Delft, Turby¹⁸.



a) Turby



b) Windside



c) Ropatec

Figura 2. Configurații de micro-turbine cu ax vertical¹⁹

În 2010, potențialul eolian în România a fost estimat la aproximativ 14000 MW - putere instalată²⁰ ceea ce corespunde la 23000 GWh energie electrică anuală.

¹² P. Moulema, et. al, "Integrating Renewable Energy Resources in Smart Grid Toward Energy-Based Cyber-Physical Systems", Cyber-Physical Systems, 2017, pp 377-398

¹³ G. D'Amico, et. al, "Insuring wind energy production", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Vol. 467, 2017, pp 542-553.

¹⁴ Ledo, L., Kosasih, P. B. și Cooper, P., "Roof mounting site analysis for micro-wind turbines", Renewable Energy, Vol. 36, 2011, pp. 1379-1391

¹⁵ Gagliano, A., Nocera, F., Patania, F. și Capizzi, A., "Assessment of micro-wind turbines performance in the urban environments: an aided methodology through geographical information systems", International Journal of Energy and Environmental Engineering, Vol. 4, 2013.

¹⁶ Windside Production Ltd., disponibil la: <https://www.windside.com/>

¹⁷ Ropatec SRL, disponibil la: <http://www.ropatec.it/>

¹⁸ Van Bussel, G. J. W., Mertes, S., Polinder, H. și Sidler, H. F. A., "The Development of Turby, a Small VAWT for the Built Environment", Global Wind Energy Conference 2004 - Session: Advanced Small Turbine Technology, 30 Martie, 2004

¹⁹ Cace, J., ter Horst, E., Syngellakis, K., Niel, M., Clement, P., Heppener, R. și Peirano, E., "Urban Wind Turbines: Guidelines for Small Wind Turbines in the Built Environment", Report WINEUR: Wind Energy Integration in the Urban Environment, Februarie 2007. Disponibil la: www.urbanwind.org

²⁰ G. Dragomir, et al, "Wind energy in Romania: A review from 2009 to 2016", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.64, 2016, pp 129-143.]

Turbinele eoliene sunt clasificate în funcție de tipul de forță, adică de portanță sau de rezistență la înaintare, dar și pe axa de rotație - turbină eoliană cu ax orizontal (HAWT) și turbină eoliană cu ax vertical (VAWT). Acum, interesul cu privire la turbina eoliană cu ax vertical²¹ este în continuă creștere.

Atingerea independenței din punct de vedere energetic a României este intens influențată de consumul total de 49,64 miliarde kWh de energie electrică pe an. Per capita, aceasta corespunde unei medii de 2.534 kWh. În 2020, cota de energie electrică din surse regenerabile este de așteptat să ajungă la 26,8% din consumul de energie al României, care este mai mare decât obiectivul CE de 20%. În 2030, se estimează că ponderea energiei regenerabile va atinge 35,5% din consumul intern, care este, de asemenea, mai mare decât ținta europeană de 32% pentru 2030.

Conform contribuției determinate la nivel național, din cadrul Acordului de la Paris, emisiile de gaze cu efect de seră ar trebui reduse cu cel puțin 40% până în 2030, comparativ cu nivelul din 1990. Legislația pentru implementarea acestei ținte a fost adoptată la sfârșitul anului 2018²². Pe agenda UE, provocările asociate sectorului energetic și schimbărilor climatice sunt prioritare.

Având în vedere potențialul eolian neutilizat din România, disponibilitatea unui producător autohton și a unui produs cu dimensiuni adecvate, ar permite țării să utilizeze mai eficient această resursă disponibilă. Prezența unui produs intern ar duce la o creștere considerabilă a producerii de energie "verde", a numărului de locuri de muncă și a oportunităților de export, care împreună ar contribui la creșterea economică și îmbunătățirea condițiilor de trai din România. Acest produs poate contribui puternic la remedierea problemelor fundamentale legate de epuizarea resurselor de petrol din România.

Conform ultimelor statistici, România este situată pe locul 7 în UE, prin capacitatea instalată de turbină eoliană, iar în 2012, cele 1000 de turbine eoliene au produs 3% din necesarul total de energie al țării noastre²³. Recent, în România au crescut activitățile de cercetare / dezvoltare în jurul turbinelor eoliene²⁴.

Cercetătorii din întreaga lume au analizat curgerea aerului prin turbinele eoliene cu ax vertical pentru a determina eficiența acestor tipuri și domeniul lor de aplicabilitate²⁵. Avantajele VAWT se bazează pe independența de direcția vântului, dar și pe designul simplu și costul redus.

Proiectul "*Validarea prototipului de Micro-Turbină Eoliană cu Ax Vertical pentru Integrarea în Arhitectura Urbană*" finanțat prin PNCDI_III are drept scop dezvoltarea,

²¹ Søren Krohn, et al, "The Economics of Wind Energy", European Wind Energy Association, Mar.2009

²² "Renewable energy: a key climate solution", IRENA, 2017c International Renewable Energy Agency

²³ R. Pilão, et al, "Representative period of measurements for wind regime characterization in Dobrogea region, Romania", JWE and Industrial Aerodynamics, Vol.125, 2014, pp 94-101

²⁴ I.Mălăel, et al, "Numerical simulation of a vertical axis wind turbine for urban use", Applied Mechanics and Materials Vol.811(2015) pp 333-338, TTP. - I.Mălăel, et al, "The vertical axis wind turbine efficiency evaluation by using the CFD methods", Applied Mechanics & Materials 2015, Vol. 772, pp 90-95.

²⁵ Paraschivoiu, I. (2002) "Wind turbine design with emphasis on Darrieus Concept" Polytechnic International Press. - Paraschivoiu, I. et al, "Double multiple streamtube model with recent improvements" Journal of Energy, 7:250–255

fabricarea și validarea în condiții reale de funcționare a unui nou concept de turbină eoliană de forma unui copac, ce include în configurația sa mai multe micro-turbine optimizate de tip Savonius. Conceptul va facilita integrarea turbinelor eoliene în zonele urbane și în vecinătatea acestora. Prin intermediul prototipului propus se urmărește producerea de energie regenerabilă la scară mică, turbina fiind potrivită pentru aplicații în sectoarele economice ce prezintă potențial de dezvoltare, care înglobează consumatorii de nivel mic sau mediu. Implementarea unui astfel de proiect va duce la creșterea competitivității mediului economic prin asimilarea rezultatelor din cercetarea științifică anterioară a organizației partenere și transferul acestora la firma coordonatoare în vederea dezvoltării și fabricării prototipului. În urma validării acestuia în condiții reale de exploatare, se va oferi pieței un sistem operațional competitiv.

Obiectivele specifice ale proiectului sunt stabilirea componentelor și geometriei prototipului, fabricarea și asamblarea acestuia, precum și instalarea și instrumentarea lui în vederea efectuării testelor în condiții reale de funcționare. Prin îndeplinirea acestor obiective specifice se va dezvolta și fabrica un prototip pentru un produs inovativ în domeniul furnizării de energie regenerabilă.

Realizarea proiectului va contribui la vizibilitatea României pe plan internațional în domeniul energetic, având un grad mare de actualitate raportat la cerințele mediului socio-economic la nivel european.

Luând în considerare rezultatele preliminare, se va evalua modelul experimental pentru noul concept și se vor stabili parametrii geometrici ai acestuia.

Programul experimental de validare a conceptului în condiții relevante de funcționare va fi conceput ținând cont de reproducerea prin similitudine a condițiilor reale de funcționare și va avea la bază obținerea de date cu acuratețe ridicată și relevanță maximă din campania de testare.

Întregul sistem eolian propus va fi format din următoarele componente: 1. Turbine eoliene (27 buc/copac); 2. “Copac metalic”; 3. Fundație “Copac metalic”; 4. Sistem electric (energetic).

Proiectarea prototipului și evaluarea eficienței

În literatura de specialitate există o teorie pentru estimarea puterii generate de o turbină de vânt.

$$P_{wind} = \frac{1}{2} \rho S V_{inf}^3 C_p \quad (1)$$

unde C_p – reprezintă coeficientul de putere, care în cazul ideal este 1 (puterea vântului).

Totuși, conform teoriei lui Betz, coeficientul de putere nu poate să depășească valoarea de 0.593.

$$C_{pT} = \frac{P_T}{P_{wind}} = \frac{M \cdot \omega}{\frac{1}{2} \rho S V_{inf}^3} = \frac{\frac{1}{2} \rho S V_{inf}^2 L C_m \omega}{\frac{1}{2} \rho S V_{inf}^3} = C_m \cdot \frac{L \omega}{V_{inf}} = C_m \cdot \lambda < 0.593 \cong \frac{16}{27} \quad (2)$$

Maximul de putere ce poate fi scos dintr-o turbină de vânt poate fi estimat cu ajutorul lui Betz (Legea lui Betz). Conform celor spuse de Betz, turbina eoliană nu poate să scoată mai mult de 16/27 (Coeficientul lui Betz - 0.593) din energia cinetică a vântului.

Cunoscând vorticitatea ω și câmpul de presiuni, coeficienții aerodinamici pot fi ușor determinați:

- coeficientul de presiune:

$$C_p = \frac{P_p - P_\infty}{\frac{1}{2} \rho_\infty u_\infty^2} \quad (3)$$

- coeficientul de frecare:

$$C_f = \frac{\tau_p}{\frac{1}{2} \rho_\infty u_\infty^2} = -2\nu(\omega_p - 2\Omega_b) \quad (4)$$

- coeficientul forței normale:

$$C_N = \frac{F_b e_2}{\frac{1}{2} \rho_\infty u_\infty^2 c} = C_L \cos \alpha - C_D \sin \alpha \quad (5)$$

- coeficientul forței tangențiale:

$$C_T = \frac{F_b e_1}{\frac{1}{2} \rho_\infty u_\infty^2 c} = C_L \sin \alpha - C_D \cos \alpha \quad (6)$$

- coeficientul de moment:

$$C_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \rho_\infty u_\infty^2 c^2} = \frac{W_{rel}^2}{V_\infty^2} \left(\frac{Nc}{2R} \right) C_T = (1 + \lambda^2) \sigma C_T \quad (7)$$

Ținta cercetătorilor este reprezentată de proiectarea unei turbine care să producă electricitate la cel mai mic preț posibil pe unitatea de energie.

Folosind teoria de specialitate prezentată mai sus, a fost proiectată o turbină cu caracteristicile din tabelul 1.

Tabel 1. Caracteristicile turbinei eoline

P 200[W]							
ro[kg/m3]	V[m/s]	cp	A [m2]	Dt [m]	H [m]	beta=e/Dt	e
1,225	14	0,25	0,48	0,5	1	0	0
				d [m]		0,1	0,05
				0,25		0,2	0,1

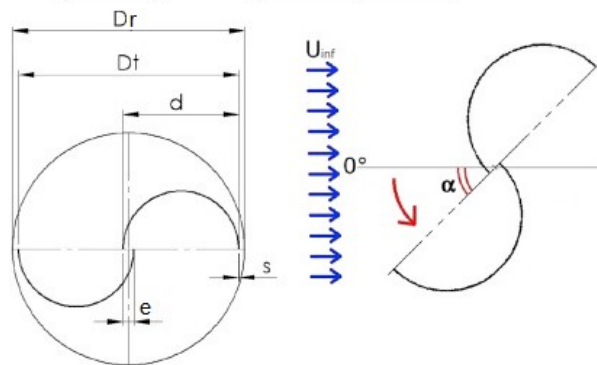


Figura 3. Savonius 2D

Folosind un cod dezvoltat in cadrul INCDT COMOTI, au fost estimate performantele conceptului de turbina pentru diferite viteze ale vantului. In figura de mai jos sunt prezentate rezultatele.

SC Rolix Impex Series SRL								
Randament [%]	25							
Densitate aer	1,225							
Putere Turbina nominal [W]	200							
Viteza nominal [m/s]	14							
Inaltime [m]	1							
Diametru nominal [m]	0,475992							
Viteza vantului [km/h]	1	7.2km/h	10.8km/h	14.4km/h	18km/h	21.6km/h	25.2km/h	28.8km/h
Viteza vantului [m/s]	1	2	3	4	5	6	7	8
Diametru [m]	0,476							
Inaltime [m]	1							
Turatie RPM	40.144	80.288	120.432	160.576	200.721	240.865	281.009	321.153
Putere vant	0.292	2.332	7.872	18.659	36.443	62.974	100.000	149.271
Putere turbina [W]	0,073	0,583	1,968	4,665	9,111	15,743	25,000	37,318
	32.4km/h	36km/h	39.6km/h	43.2km/h	46.8km/h	50.4km/h	54km/h	57.6km/h
	9	10	11	12	13	14	15	16
	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476
	1	1	1	1	1	1	1	1
	361.297	401.441	441.585	481.729	521.873	562.018	602.162	642.306
	289.038	321.153	353.268	385.383	417.499	449.614	481.729	513.845
	212.536	291.545	388.047	503.790	640.525	800.000	983.965	1194.169
	53,134	72,886	97,012	125,948	160,131	200,000	245,991	298,542

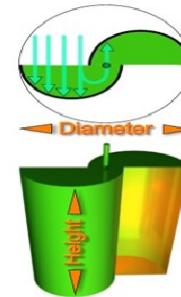


Figura 4. Rezultate analitice

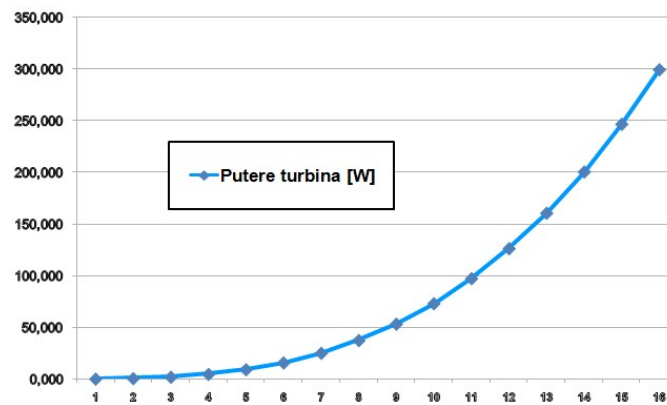


Figura 5. Puterea turbinei in functie de viteza vantului

Pentru ca analiza CFD să fie considerată adecvată, trebuie ținut cont de următoarele indicații: - alegerea domeniului de calcul; - crearea grilei de calcul; - condițiile pe frontiere; - proprietățile fluidului, precum vâscozitate, conductivitate termală,etc; - modele de curgere care definesc aspectele variate ale curgerii, cum ar fi turbulența, transferul de masă și căldură; - condiții inițiale; - impunerea parametrilor de control pentru solver, necesari pentru controlul comportamentului soluției numerice. Domeniul de calcul a fost definit in DesignModeler. Pentru generarea grilei de calcul va fi folosit softul de generat grila de calcul – Ansys Meshing iar pentru rezolvarea sistemului de ecuatii ce guverneaza curgerea softul ANSYS Fluent. Pentru a rezolva problemele ce pot apărea în zona stratului limită, la generarea grilei de calcul, se vor lua în considerare valoarea lui Y+ iar rația de creștere a elementelor să nu depășească 1.1. Alegerea modelului de turbulență (SST) influențează atât rezultatele obținute, cât și resursele computaționale necesare pentru realizarea acestei analize.

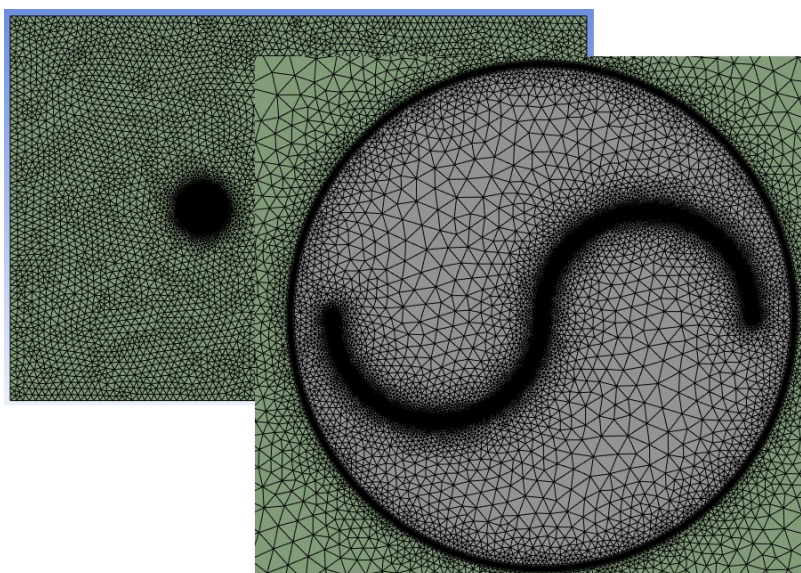


Figura 6. Grilla de calcul

Tabel 2. Rezultate CFD caz beta 0

P 200W Beta 0	TSR	ω [rad/s]	n [rev/min]	Per. rev[s]	Ts 2grd[s]	nr. It	T_CFD	Pt CFD	Cp
	0,7	39,2	374	0,1604	8,91E-04	1800	4,72	185	0,23
	0,8	44,8	428	0,1402	7,79E-04		4,24	190	0,24
	0,9	50,4	481	0,1247	6,93E-04		3,70	187	0,23
	1	56	535	0,1121	6,23E-04		3,19	178	0,22

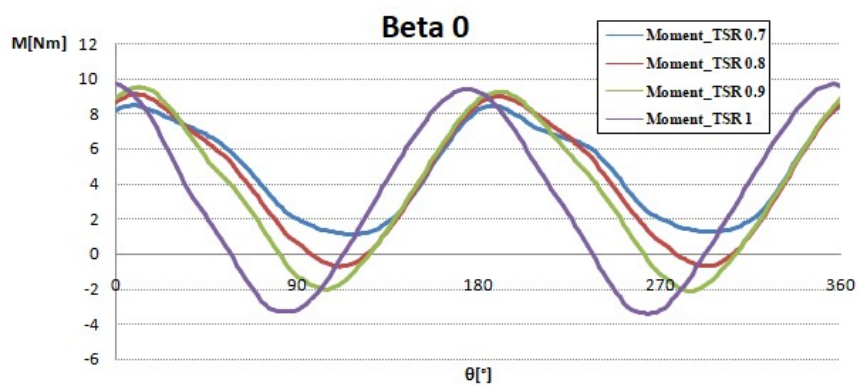


Figura 7. Variatia momentului pentru cazul beta 0

Tabel 3. Rezultate CFD caz beta 0,1

P 200W Beta 0,1	TSR	ω [rad/s]	n [rev/min]	Per. rev[s]	Ts 2grd[s]	nr. It	T_CFD	Pt CFD	Cp
	0,7	39,2	374	0,1604	0,000891266	1800	5,44	213	0,26
	0,8	44,8	428	0,1402	0,000778816		5,00	224	0,28
	0,9	50,4	481	0,1247	0,000693001		4,63	233	0,29
	1	56	535	0,1121	0,000623053		4,30	241	0,3

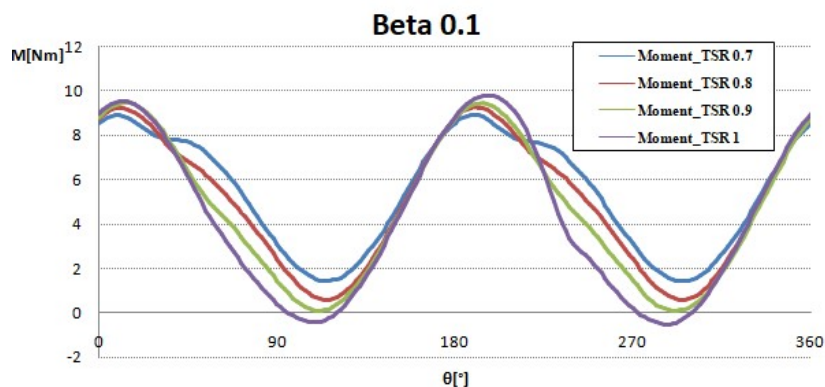


Figura 8. Variatia momentului pentru cazul beta 0,1

Tabel 4. Rezultate CFD caz beta 0,2

	TSR	ω [rad/s]	n [rev/min]	Per. rev [s]	Ts 2grd [s]	nr. It	T_CFD	Pt CFD	Cp
P 200W Beta 0,2	0,7	39,2	374	0,1604	0,000891266	1800	5,50	215	0,27
	0,8	44,8	428	0,1402	0,000778816		4,88	219	0,27
	0,9	50,4	481	0,1247	0,000693001		4,49	227	0,28
	1	56	535	0,1121	0,000623053		4,23	237	0,29

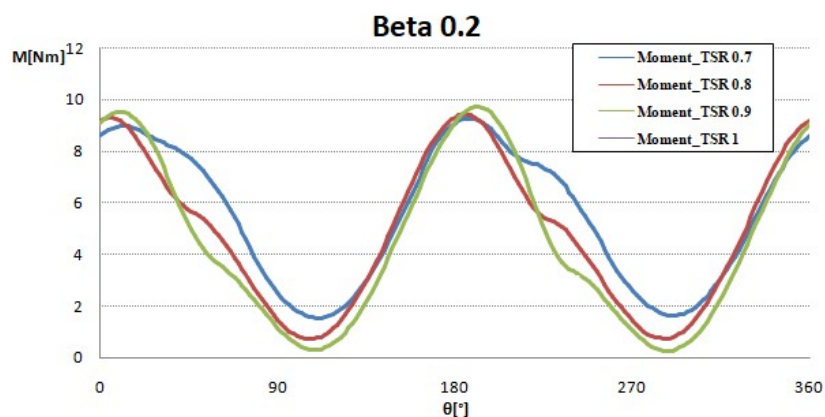


Figura 9. Variatia momentului pentru cazul beta 0,2

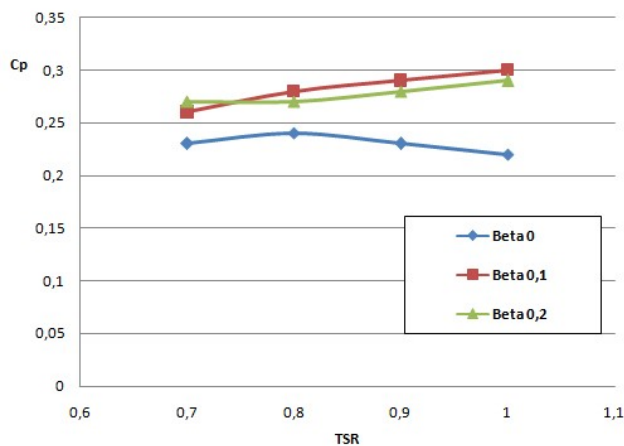


Figura 10. Variatia de putere pentru cele 3 cazuri

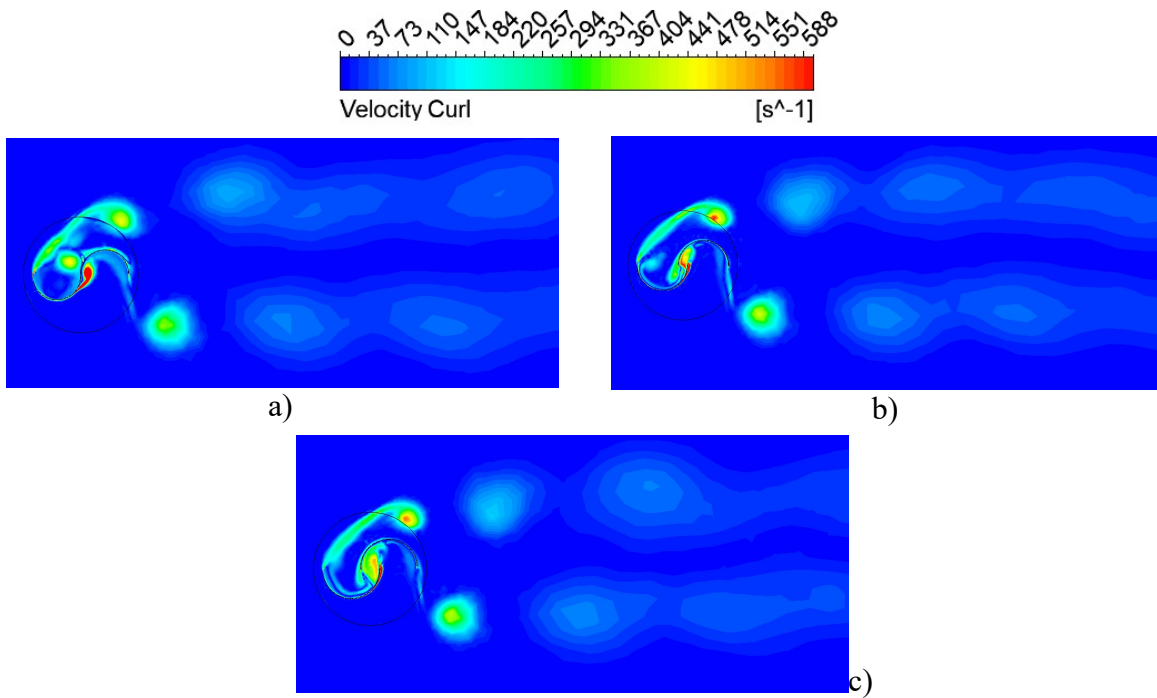


Figura 11. Vorticitate TSR=0,8: a) beta 0; b) beta 0.1; c) beta 0.2

Analiza structurii de rezistență cu elemente finite (FEA)

Evaluarea rezistenței mecanice s-a efectuat pentru cazul de încărcare maximă, corespunzător unui vânt cu o viteză de 14 m/s. Pentru efectuarea analizei cu elemente finite s-au utilizat următoarele date de intrare: a) Proprietățile materialelor: oțel; b) Turatie: 600RPM; c) Geometria turbinei; d) Modelul cu elemente finite. Modelul cu elemente finite este prezentat în figura următoare:

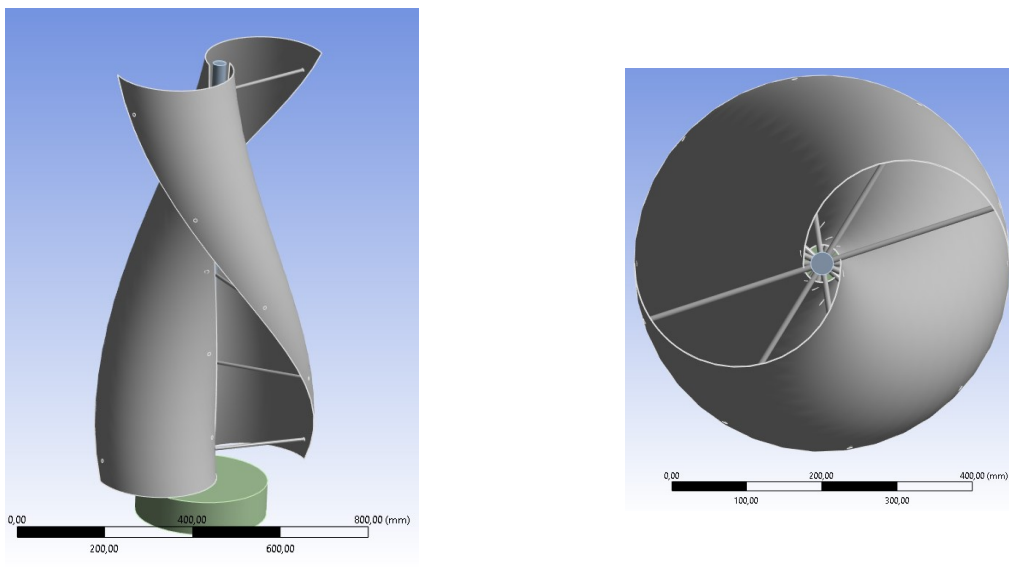


Figura 12. Modelul cu elemente finite

Calculul de rezistență s-a efectuat pentru turbina fixată și existența unui vânt de 14 m/s.

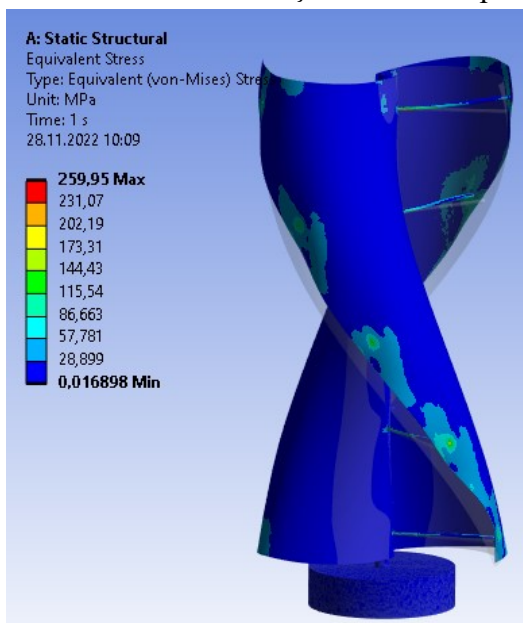


Figura 13. Tensiunea Von Mises

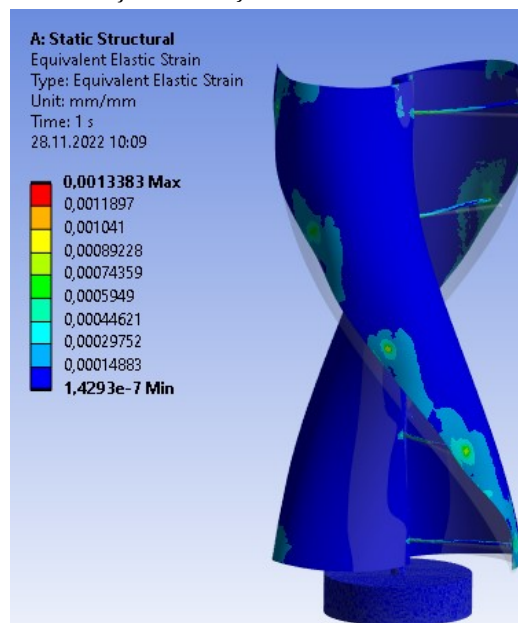


Figura 14. Tensiunea maximă pe turbina

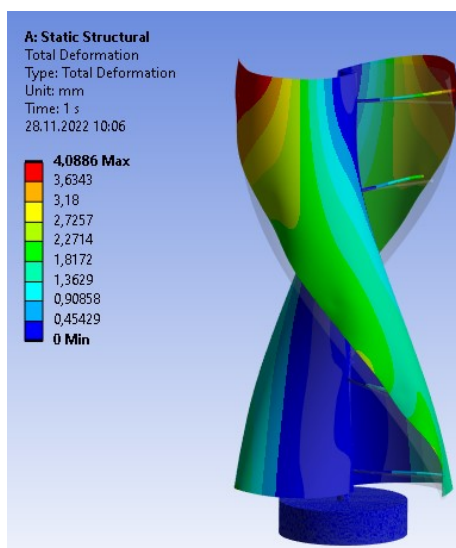


Figura 15. Distribuția deplasărilor

Modelarea CAD 3D a prototipului

Procesul de proiectare asistat de calculator nu diferă față de proiectarea propriu-zisă, ca etape, însă acestea sunt redefinite astfel: a). analiza nevoilor; b). stabilirea/definirea problemei; c). realizarea modelului; d). analiza; e). revizuirea proiectului și reevaluarea acestuia; f). elaborarea documentației de execuție.

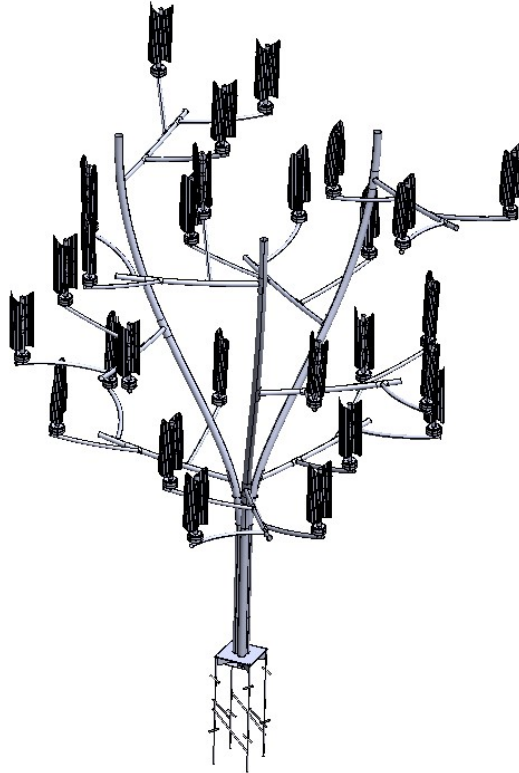
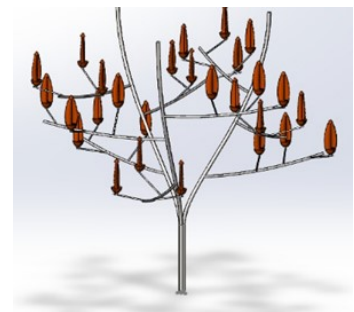
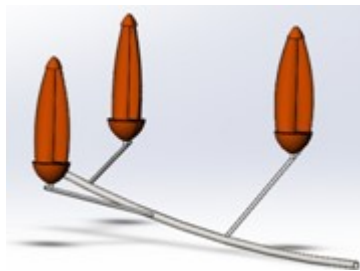


Figura 16. Ansamblu 3D turbina eoliana

Pre-dimensionarea echipamentelor auxiliare

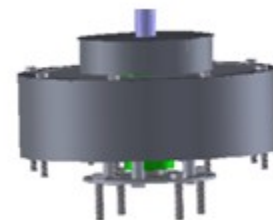
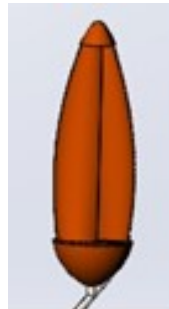
1. “Copac metalic”

- a). Ramuri principale (6m lungime, 3 buc/copac)
- b). Ramuri secundare (1.5m lungime, 9buc/copac)
- c). Ramuri tertiar (1m lungime, 27buc/copac)



2. Mini turbina eoliana + generator (27 buc/mini copac):

- a). Pale (2buc/mini turbina)
- b). Ax central + flansa prindere de ax generator (1buc/mini turbina)
- c). Generator ~185w (1buc/mini turbina)
- d). Flansa de prindere generator-ramura (1buc/mini turbina)



3. Fundatie “Copac metalic”

- a). Elemente de fundatie (structura aflata in betonul de fundare, 1.25m)
- b). Accesorii de prindere (suruburi, piulite)



4. Sistem electric de conversie trivazic generatoare (0-220V) – curent continuu (baterii 48V) – trizazic (220V, sinusoida pura)

- a). Controller 48V (gestioneaza 28 de minigeratoare, protectie supratentie)
- b). Baterii cu gel (4*12V, 100A/buc)
- c). Invertor OffGrid (5kw, 48V - 230V)



Realizarea desenelor tehnice de executie

Documentatia tehnica a fost elaborata folosind modulele de desen ale software-ului CAD SolidWork 2022. Desenele vor fi realizate în conformitate cu standardele aplicabile (STAS ISO) si vor contine toate detaliile tehnice (admiteri, abateri de toleranta de forma si pozitie, cerinte tehnice si procesare de control) necesare pentru fabricarea componentelor. Documentatia obtinuta va fi depusa spre aprobare comitetului tehnic inainte de intrarea in productie si va fi atat pe hartie cat si in format electronic.

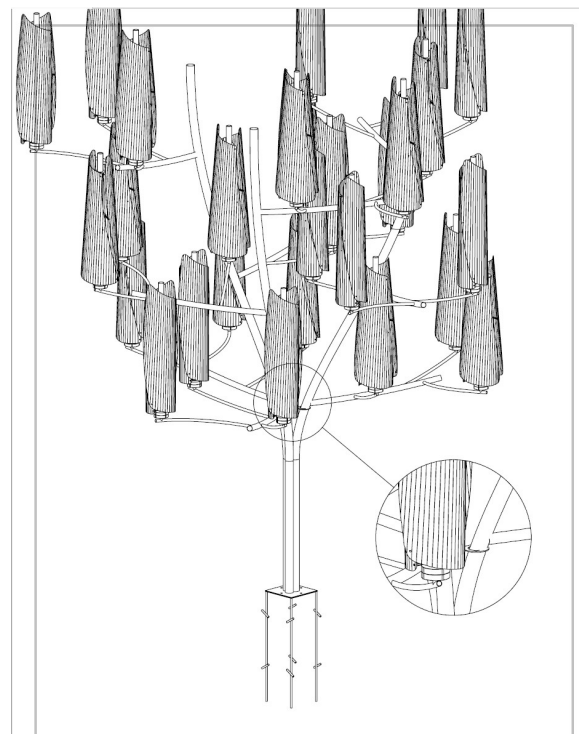


Figura 17. Copac metalic – vedere generala

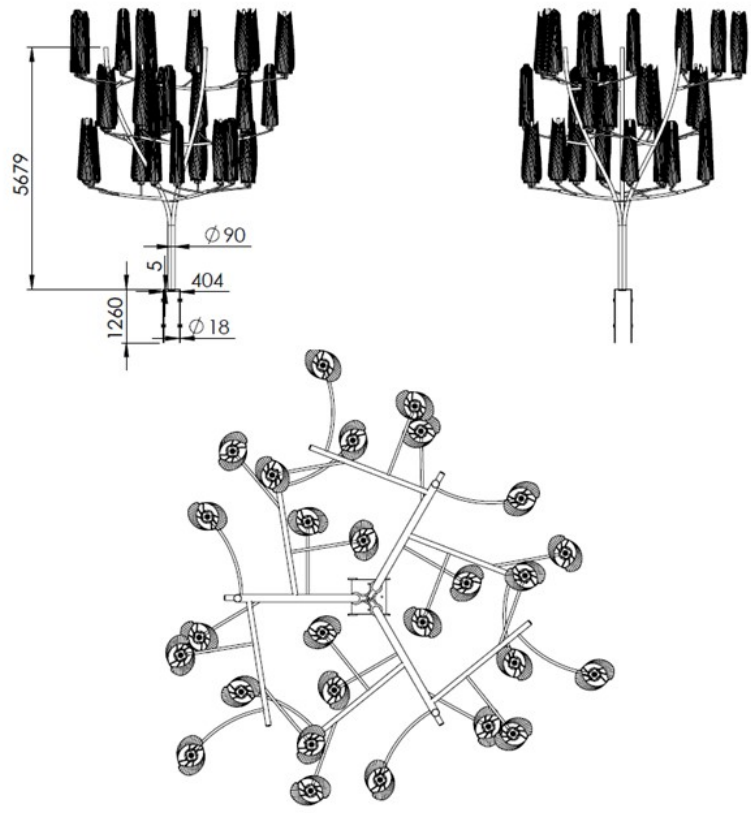


Figura 18. Ramuri principale (6m lungime, 3 buc/copac)

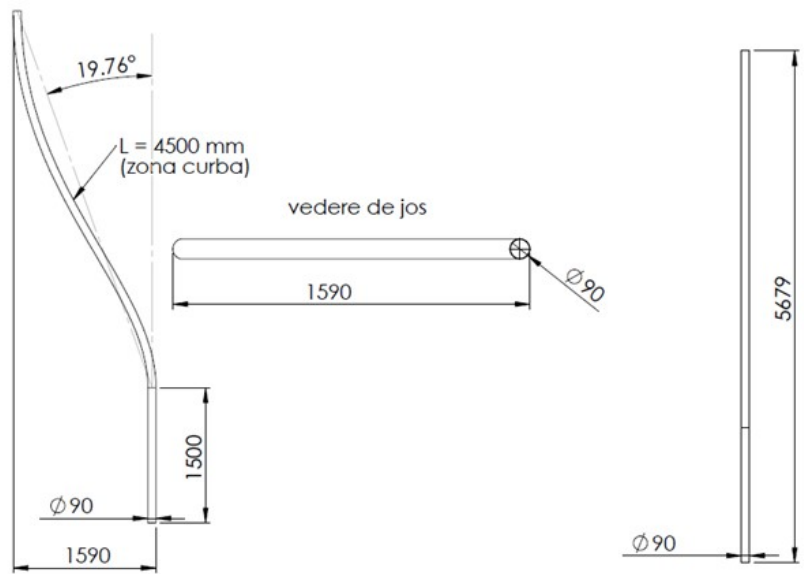


Figura 19. Element de prindere si echilibare ramuri principale

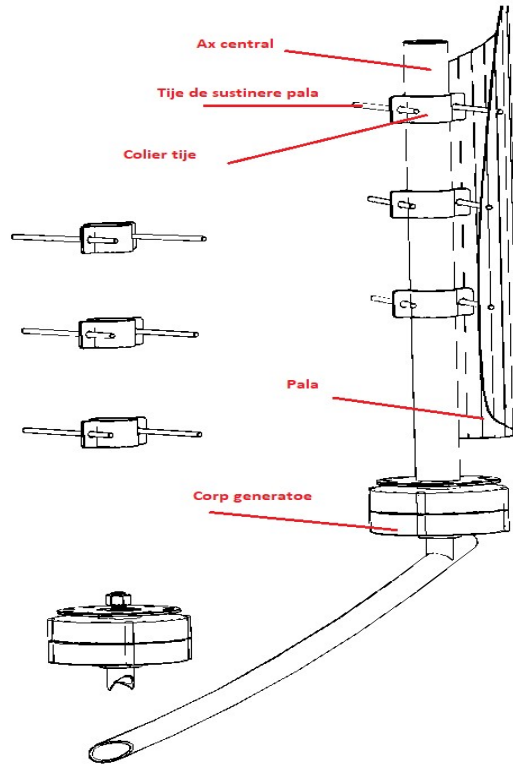


Figura 20. Generator ~185w (1buc/mini turbina)

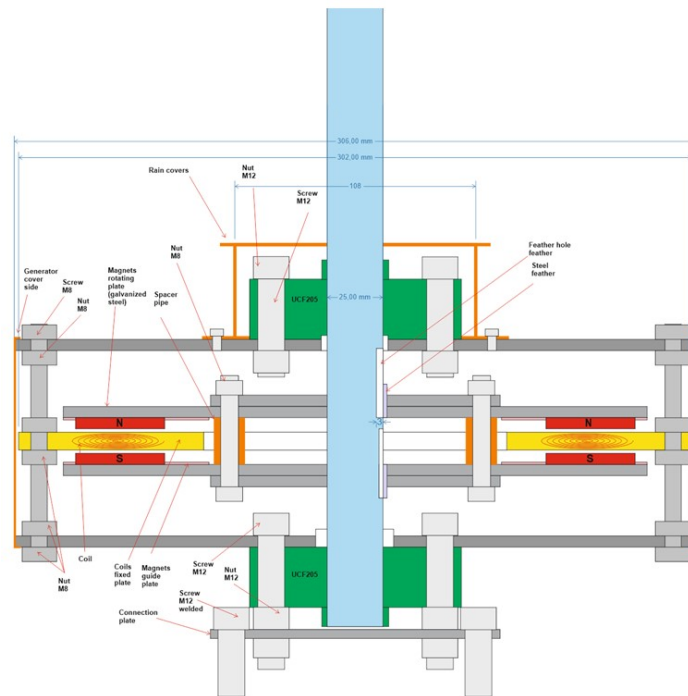


Figura 21. Structura generator

- Un sumar al progresului (livrabile realizate, indicatori de rezultat, diseminarea rezultatelor, justificare diferente, dacă e cazul);

Acest memoriu tehnic reprezintă livrabilul etapei 1 al proiectului " *Validarea prototipului de Micro-Turbină Eoliană cu Ax Vertical pentru Integrarea în Arhitectura Urbană* ". În cadrul acestei etape a fost realizată proiectarea prototipului cu ajutorul unui cod dezvoltat de către institut care are la bază teoria clasică de dimensionare a unei turbine eoliene. Astfel au rezultat dimensiunile de gabarit ale unei turbine eoliene (diametru, înălțime, număr de pale, turatie nominală, etc).

Pentru evaluarea eficienței au fost utilizate metodele CFD în 2D pentru diferite configurații. Parametru variabil este β , care reprezintă raportul dintre distanța de suprapunere a paletelor și diametrul rotorului. Au fost folosite trei valori ale parametrului β : 0, 0,1 și 0,2. În urma analizei CFD a fost reprezentată variația momentului pentru diferite turatii dar și variația vorticității pentru cele trei geometrii.

În ceea ce privește modelarea CAD, a fost utilizat softul Solidworks pentru a realiza macheta virtuală atât a unei turbine cât și a întregului ansamblu care cuprinde 27 de turbine eoliene.

Au fost realizate desenele tehnice pentru ansamblul de "copacel cu miniturbine" împreună cu toate subsansamblurile sale:

- Ramuri principale (6m lungime, 3 buc/copac)
- Ramuri secundare (1.5m lungime, 9buc/copac)
- Ramuri terțiar (1m lungime, 27buc/copac)
- Pale (2buc/mini turbina)
- Ax central + flanșă prindere de ax generator (1buc/mini turbina)
- Generator ~185w (1buc/mini turbina)
- Flanșă de prindere generator-ramura (1buc/mini turbina)
- Elemente de fundație (structura aflată în betonul de fundație, 1.25m)

În etapa 2 se va trece la realizarea fizică a elementelor mai sus enumerate pentru realizarea prototipului.

- Un rezumat executiv al activităților realizate în perioada de implementare (max. 1 pag.). Acesta poate fi publicat de către Autoritatea Contractantă în pagina web a competiției.

Propunerea de proiect permite realizarea trecerii de la cercetarea științifică la aplicația inginerescă și practică. Astfel, se pornește de la un nivel de maturitate tehnologică (TRL) 4 și în final se va atinge TRL 6.

În cadrul acestei etape a fost realizată proiectarea prototipului cu ajutorul unui cod dezvoltat de către in-house, care are la baza teoria clasică de dimensionare a unei turbine eoliene. Astfel au rezultat dimensiunile de gabarit ale unei turbine eoliene (diametru, înălțime, număr de pale, turatie nominală, etc).

Pentru evaluarea eficienței au fost utilizate metodele CFD în 2D pentru diferite configurații. Parametru variat este beta, care reprezintă raportul dintre distanța de suprapunere a palelor și diametrul rotorului. Au fost folosite trei valori ale parametrului beta: 0, 0,1 și 0,2. În urma analizei CFD a fost reprezentată variația momentului pentru diferite turatii dar și variația vorticității pentru cele trei geometrii.

În ceea ce privește modelarea CAD, a fost utilizat softul Solidworks pentru a realiza macheta virtuală atât a unei turbine cât și a întregului ansamblu care cuprinde 27 de turbine de 200W.

Au fost realizate desenele tehnice pentru ansamblul de :copacel cu miniturbine” împreună cu toate subsansamblurile sale.



Figura 22. Exemplu de instalare în zona urbană a prototipului

Director de proiect

(Nume, prenume, Semnătură)

Ing. DURAN Bogdan