

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

CUPRINS

Nr. Crt.	Denumire	Pag.
1.	REZUMAT	2
2.	NOTAȚII ȘI SIMBOLURI	2
3.	INTRODUCERE	2
4.	CONȚINUTUL LUCRĂRII	2-24
5.	CONCLUZII	25
6.	BIBLIOGRAFIE	26
7.	ANEXE	
7.1	COMANDA INTERNĂ	
7.2	TEMA	
7.3	PROCES VERBAL DE AVIZARE	

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

1. REZUMAT

Prezentul memoriu tehnic contine o trecere in revista a evolutiei de-a lungul timpului a turbinelor eoliene cu ax vertical din lume dar si din Romania (in utimii 10 ani). De asemenea se elaboreaza un studiu privind configurația optima a unei turbine eoliene cu ax vertical din punct de vedere a ceea ce se gaseste pe piata externa si interna. Se v-a stabili configurația optimea pentru atingerea performanțelor maxime în funcționare.

2. NOTAȚII ȘI SIMBOLURI

Mărimile se definesc pe parcursul lucrării

3. INTRODUCERE

Vântul este rezultatul activitatii energetice a soarelui si se formeaza datorita încălzirii neuniforme a suprafeței Pamântului. Miscarea maselor de aer se formeaza datorita temperaturilor diferite a doua puncte de pe glob, având directia de la punctul cald spre cel rece. În fiecare ora pamântul primește 1014 kWh de energie solara. Circa 1-2% din energia solara se transforma în energie eoliana. Acest indiciu întrece de 5-10 ori cantitatea energiei transformata în biomasa de catre toate plantele Pamântului. Viteza vântului este cel mai important factor de influenta asupra cantitatii de energie. Viteza mai mare a vântului marește volumul maselor de aer - cu marirea vitezei vântului crește cantitatea energiei electrice produse. Energia vântului se schimba proportional cu viteza vântului la puterea a treia. Astfel, daca viteza vântului se dubleaza, energia cinematica produsa crește de 8 ori.

4. CONȚINUTUL LUCRĂRII

Turbine cu ax vertical – istorie si prezent

Scurt istoric de utilizare a turbinelor eoliene

Omenirea utilizeaza energia eoliana pe parcursul a câtorva milenii. Vântul impunea sa lucreze morile de vânt, misca corabiile cu pânze. Energia cinetica a vântului a fost si este accesibila practic în toate partile pamântului. Este atractiva si din punct de vedere ecologic - nu produce emisii în atmosfera, nu formeaza deseuri radioactive. Ca sursa energetica primara vântul nu costa nimic. De asemenea aceasta poate fi utilizata decentralizat - este o alternativa buna pentru localitatile mici aflate departe de sursele traditionale.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

Înca înainte de Hristos egiptenii au inventat panza pentru navigare. Barcile se miscau cu ajutorul vantului, aceasta fiind prima forma de transformare si utilizare a energiei eoliene. Energia eoliana, miscarea vaselor cu ajutorul vantului a fost principala metoda de transport pe apa in istoria umanitatii.

În 1854 în SUA apare o pompa de apa, care functiona pe baza energiei vântului. Ca constructie, aceasta pompa semana cu modelul morilor de vânt, dar avea mai multe palete (brate) si un fluger pentru determinarea directiei vântului. Catre anul 1940 în SUA peste 6 milioane de instalatii de acest tip se utilizau pentru pomparea apei si producerea energiei electrice. Este socotita o premiza a cuceririi Vestului salbatic, datorita posibilitatii de asigurare cu apa a fermelor zootehnice. Însa la mijlocul secolului XX vine sfârșitul utilizarii large a energiei vântului, venind în schimbul ei o sursa energetica moderna - petrolul.

Interesul catre energetica vântului reapare dupa câteva crize petroliere traite de omenire timp de câteva decenii. Acest lucru se petrece la începutul anilor '70, datorita cresterii rapide a preturilor la petrol.

Cateva exemple de civilizatii si tari care au folosit energia eoliana pentru navigarea pe apa sunt urmatoarele:

- Romanii au folosit energia eoliana pasiva pentru vasta lor flota. Cateva vase erau atat de mari incat puteau transporta mii de tone de sau un numar foarte mare de pasageri, depinzand numai de marimea vasului si de confortul pasagerilor.
- Poporul chinez a inventat moara de vant. Morile de vânt se foloseau în secolul al VI lea în Persia (actualul Iran). Spre deosebire de tipul care mai târziu a devenit raspândit în vest, aceste mori de vânt aveau un ax vertical cu vele care se roteau pe suporturi orizontale. Pietrele de moara de la capatul inferior al axului macinau cerealele pentru a obtine faina. Prima mentionare a unei mori de vânt în Europa se refera la cea din Bury St Edmunds din Suffolk, Anglia
- La 1000 de ani dupa Hristos vikingii au explorat si au cucerit nord atlanticul datorita energiei eoliene.
- În jurul secolului al XIV germanii au folosit energia eoliana pasiva pentru a scoate apa din campurile inundate cu un asa numit motor eolian.
- Primele mori de vânt din Europa erau de tipul moara stâlp. Velele se roteau pe un plan aproape vertical, iar corpul morii de vânt era montat pe un stâlp central. O pârghie lunga, numita maneta de întoarcere, se prelungea în spate. Când directia vântului se schimba, morarul apasa pe maneta de întoarcere pentru a roti din nou moara cu fata spre vânt.
- Olandezii au început sa foloseasca morile de vânt pentru a drena apa de pe câmp. Un sistem consta dintr-o moara de vânt ce actiona un mecanism asemanator cu o roata de apa, care scotea apa. Principalul dezavantaj al morilor de vânt este ca, spre deosebire de rotile de apa, ele nu pot fi folosite daca este necesara energia continua; daca vântul înceteaza, se opreste si mecanismul.
- Morile de vânt se mai folosesc si acum în unele tari pentru macinarea cerealelor. Pompele cu palete multiple, actionate de vânt, sunt folosite pentru a obtine apa din puturi în regiunile mai izolate, în special în Australia si Africa de Sud. Apa pompata este depozitata într-un turn din apropiere. Desi în mod obisnuit se numesc mori de vânt, aceste mecanisme sunt numite masini de vânt si pompe de vânt. O pompa de vânt tipica are o roata cu diametrul între 3-4 m, cu circa

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

20 de palete de otel presate. Roata este montata pe un stâlp metalic având înălțimea de aproximativ 8 m. Forța vântului pe o deriva verticală din spate menține roata cu fața spre vânt. Însa deriva este concepută să întoarcă roata când vântul devine extrem de puternic, pentru a preveni vătămarea organismului.

- Fermierii francezi au folosit energia eoliană pentru a muta apa în bazine de irigare.
- În 1985 o pompa de apă bazată pe energia eoliană a fost introdusă în Statele Unite ale Americii.
- În Danemarca energia eoliană a început să fie folosită în anul 1890 cu sisteme care porneau de la 5 până la 25 kW.
- În anul 1930 un francez G. J. M. Darrieus a proiectat un sistem de producere a energiei eoliene în formă de mixer.
- În 1941 lângă Rutland, Vermont o mașină gigantică de 1.5 MW a alimentat cu energie serviciul public central din Vermont.
- La fel cum tehnologia aparținând de energia solară a accelerat în timpul embargoului de petrol din 1973-1974, energia eoliană a făcut pași considerabili în dezvoltarea sa. Compania Westinghouse electric a deschis departamentul de energie (DOE- Departmet of NERGY) NASA a finanțând construirea la scară largă a turbinelor bazate pe energia eoliană, turbina cu capacitatea cea mai mare a fost construită în Oahu, Hawaii, având o normă de 3.2 MW.
- Între anii 1981 și 1984 6870 de turbine au fost instalate în California. La sfârșitul anului 1983 au apărut 4600 de turbine bazate pe energia eoliană în afara Californiei. Aceste turbine produceau împreună 300000 KW.
- Schimbările de costuri la electricitatea produsă cu ajutorul energiei eoliene au scăzut de la 14 cenți pe kWh în 1985 la 5 cenți pe kWh în 1994 făcând din energia eoliană un competitor mult mai puternic pe piața electricității.

Multa lume preferă generarea electricității din energie eoliană deoarece este un proces curat și nu folosește combustibil.

Turbinele eoliene cu axă verticală (VAWT) sunt un tip de turbină eoliană în care arborele principal al rotorului este amplasat transversal față de vânt (dar nu neapărat vertical), în timp ce componentele principale sunt amplasate la baza turbinei. Acest aranjament permite ca generatorul și cutia de viteze să fie amplasate aproape de sol, facilitând service-ul și repararea. VAWT nu trebuie să fie îndreptate spre vânt, [1] [2] care elimină nevoia de mecanisme de detectare a vântului și de orientare. Dezavantaje majore pentru modelele timpurii (Savonius , Darrieus și giromill) au inclus variația semnificativă a cuplului sau " ripple" în timpul fiecărei revizui și momentele mari de încovoiere ale lamelor. Ulterior, desenele au abordat problema cuplării cuplului prin coaserea elicoidală a lamelor.

O turbină eoliană axă verticală are axa perpendiculară pe direcția vântului și verticală față de sol. Un termen mai general care include această opțiune este "turbina eoliană axă transversală" sau "turbină eoliană cu flux transversal". De exemplu, brevetul original



Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

Darrieus, brevetul US 1835018, include ambele opțiuni.

Tipurile VAWT de tip drag, cum ar fi rotorul Savonius, funcționează în mod obișnuit la rapoarte de vârf mai mici decât VAWT-urile pe bază de ridicare, cum ar fi rotoarele Darrieus și cicloturbinele.

VAWT oferă o serie de avantaje față de turbinele eoliene tradiționale cu axă orizontală (HAWT):

- ele sunt omnidirecționale și nu au nevoie să urmărească vântul. Aceasta înseamnă că nu necesită un mecanism complex și motoare pentru a răsuci rotorul și a schimba lamele.
- abilitatea de a profita de vânturile turbulente și vântoase. Astfel de vânturi nu sunt recoltate de HAWT-uri și, de fapt, provoacă oboseală accelerată pentru HAWT-uri.
- cutia de viteze a unui VAWT are nevoie de mult mai puțină oboseală decât cea a unui HAWT. În cazul în care aceasta este necesară, de înlocuire este mai puțin costisitoare și mai simplă, deoarece cutia de viteze este ușor accesibil de la nivelul solului. Acest lucru înseamnă că nu este necesară o macara sau alte echipamente mari, reducând astfel costurile și impactul asupra mediului. Eșecurile motorului și ale cutiei de viteze, în general, sporesc costurile operaționale și de întreținere ale parcurilor eoliene HAWT atât în zonele offshore, cât și în cele onshore.
- unele VAWT-uri pot utiliza o fundație cu șuruburi , permițând o reducere imensă a costului de carbon al unei instalații, precum și o reducere a transportului rutier de beton în timpul instalării. Acestea pot fi reciclate complet la sfârșitul vieții.
- aripile tip Darrieus au o coardă constantă și astfel sunt mai ușor de fabricat decât lamele unui HAWT, care au o formă și o structură mult mai complexe.
- pot fi grupate mai strâns în fermele eoliene, crescând puterea generată pe unitate de suprafață.
- pot fi instalate într-un parc eolian sub nivelul HAWT existent; aceasta va îmbunătăți eficiența (producția de energie) fermei existente.
- cercetarea de la Caltech a arătat, de asemenea, că o parc eolian proiectat cu atenție, care utilizează VAWT-uri, poate avea o putere de ieșire de zece ori mai mare decât cea a unei ferme eoliene HAWT de aceeași dimensiune.

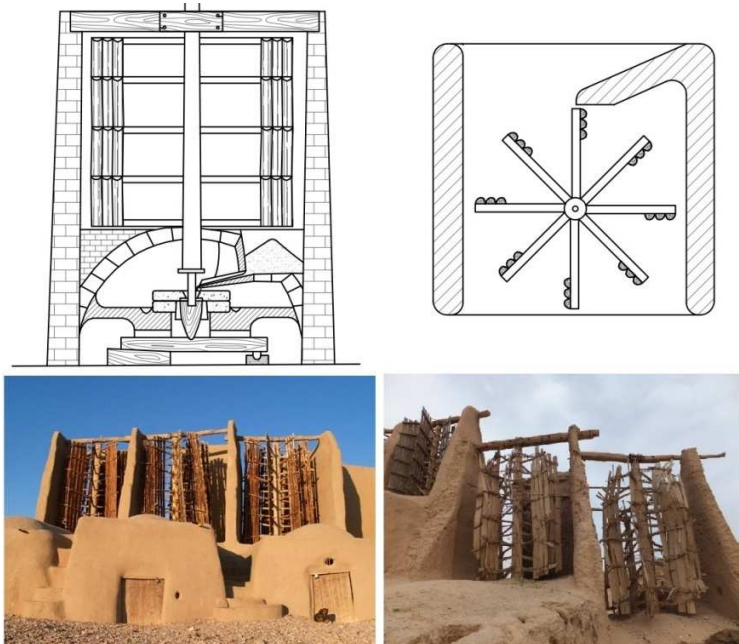
Dezavantaje

- Una dintre provocările majore cu care se confruntă tehnologia cu turbine eoliene pe axa verticală este standul dinamic al lamelor, deoarece unghiul de atac variază rapid.
- Lamele unui VAWT sunt predispuse la oboseală datorită variațiilor largi ale forțelor aplicate în timpul fiecărei rotații. Acest lucru poate fi depășit prin utilizarea de materiale compozite moderne și îmbunătățiri în proiectare - inclusiv utilizarea vârfurilor aerodinamice ale aripilor care determină ca racordurile aripilor de distribuție să aibă o sarcină statică. Lamele cu orientare verticală se pot răsuci și se îndoaie în timpul fiecărei rotații, determinându-le să se desprindă.
- VAWTs au dovedit mai puțin fiabile decât HAWTs , deși modele moderne de VAWTs au depășit multe dintre problemele asociate cu modele timpurii.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

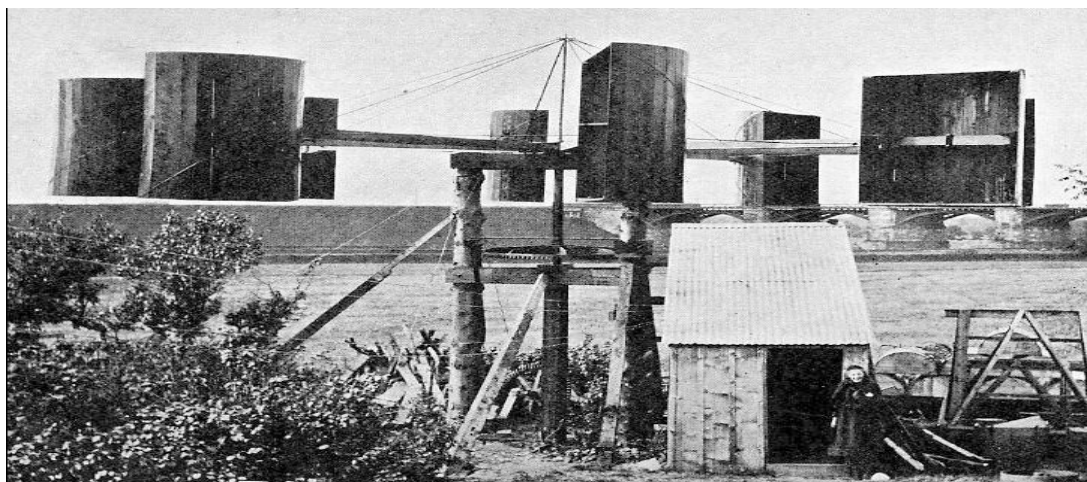
	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

1. VAWT acest tip de design („pure drag”) a fost folosit acum 3000 de ani în Persia antică și are randamentul inferior turbinei Savonius(1922).



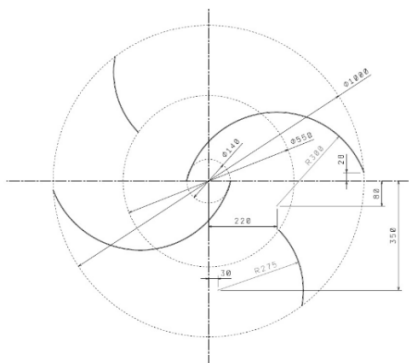
Prima turbină care a generat electricitate a fost un VAWT diferențial drag, Marykirk Scotia 1891. Profesorul James Blyth MA, LL.D., FRSE FRSSA (4 aprilie 1839 - 15 mai 1906) a fost inginer electric scoțian și academician la Colegiul Anderson, acum Universitatea din Strathclyde, în Glasgow. El a fost un pionier în domeniul producerii de energie electrică prin intermediul energiei eoliene, iar turbina eoliană a fost folosită pentru a-și lumina casa de vacanță din Marykirk, a fost prima structură cunoscută de lume prin care energia electrică a fost generată de energia eoliană. Blyth a brevetat designul său și a dezvoltat mai târziu un model îmbunătățit care a servit drept sursă de energie de urgență la Montrose Lunatic Asylum, Infirmary & Dispensary pentru următorii 30 de ani. Deși Blyth a primit recunoaștere pentru contribuțiile sale la știință, generarea de energie electrică de către energia eoliană a fost considerată neeconomică și nu au mai fost construite turbine eoliene în Regatul Unit până în 1951, la aproximativ 64 de ani după ce Blyth și-a construit primul prototip.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



2. Savonius tandem

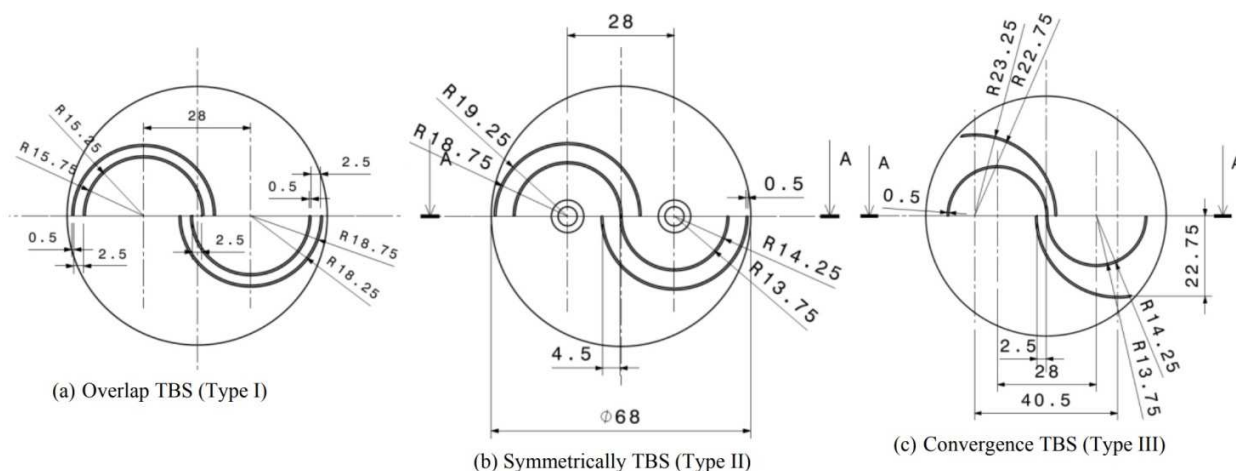
Pentru a crește randamentul turbinelor Savonius s-a apelat la introducerea unor suprafețe auxiliare care să dirijeze fluxul de aer prin rotor astfel încât să maximizeze diferența forțelor „drag” între suprafețele concave și convexe ale rotorului și să minimizeze turbulențele. Luvsid și Techcarbon au realizat rotoare Savonius ce înglobează suprafețe auxiliare cu un randament cuprins între 20-24% .



3. O alta solutie dezvoltata este : „Convergent TBS” http://www.gcsn.eu/Papers/96/11.6_204.pdf

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	---



4. Darrieus ANew-B1 VAWT 1500kW

Polonezii de la ANew Institute au reusit sa egaleze recordul de putere a suedezilor de la Vertical Wind pentru turbinele eoliene verticale tip Darrieus cu ANew-B1 .



5. Squirrel cage

Turbina construita in 1899 a functionat timp de 50 de ani fiind cuplata la o pompa cu surub de tip Arhimede. In anul 1952 turbina a fost distrusa de o furtuna si reconstruita in 2002. Interesant este motivul pentru care constructorul olandez nu a dorit sa construiasca o turbina eoliana orizontala. Trebuia sa taie foarte multi copaci de pe proprietatea sa pentru a asigura o functionare corespunzatoare pentru o turbina orizontala „Dutch Windmill”. Astfel a ales sa construiasca o turbina eoliana verticala unica pentru acea perioada cu diametrul de 2m si o lungime a palelor de 1.8m.



6. Bellshion

O turbina eoliana H-ROTOR dezvoltata de Globalenergy caracterizata de o soliditate de 50% si inclinarea la 45 de grade a capetelor palelor pentru reducerea turbulentei, fortelor „drag” si a zgomotului. Turbina atinge un randament de 0.3 la un TSR=1,7. Parametrii geometrici a turbinei cu doua pale in functie de raza sunt : $c(latimea\ palei) = R/2$

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

H (lungimea palei)= $2 \cdot R$

Renumita firma japoneza NTN a preluat conceptul construind turbine cu puteri între 200w și 10 kW.



7. VAWT H-Rotor 200kW

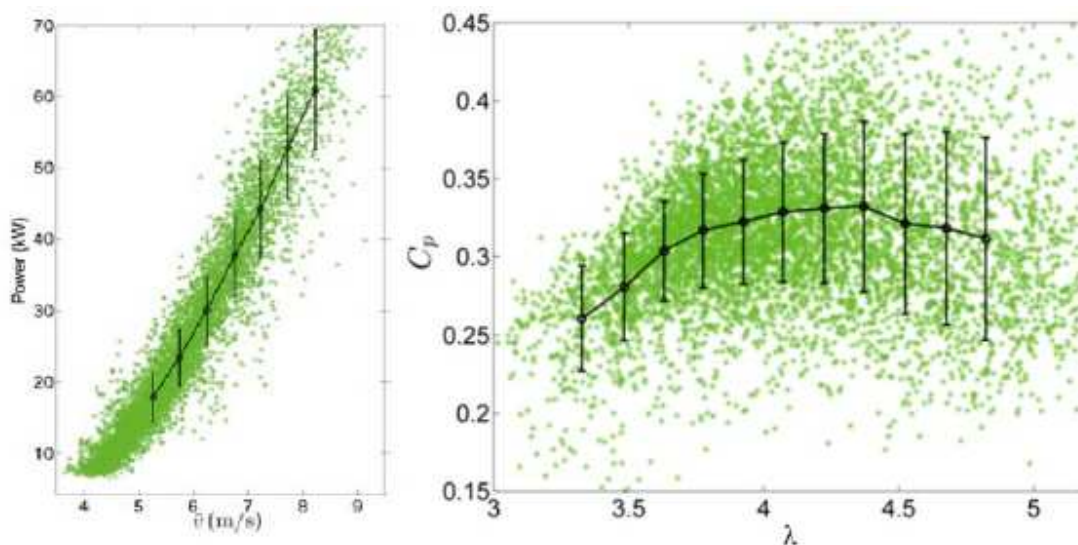
Turbina eoliana verticala construita in 2010 de Vertical Wind AB este instalata in zona Falkenberg Suedia . Turbina VAWT are generatorul direct drive cu 36 de poli, magneti neodmium instalat la baza stalpului fapt ce duce la reducerea costurilor de constructie si mentenanta. Turbina eoliana este definita de urmatoorii parametri :

Rated power	200 kW
Turbine diameter	26 m
Hub height (incl. foundation)	40 m
Blade length	24 m
Blade chord	0.4-0.9 m
Swept area	624 m ²
Cut-in wind speed	4 m/s
Rated wind speed	12 m/s
Cut-out wind speed	25 m/s
Survival wind speed	60 m/s
Rotational speed	16-33 rpm ⁶
Target tip-speed ratio	3.8
Wing/strut material	Fiberglass composite
Tower material	Laminated Wood
Tower shape	Conical dodecagon
Tower height	38 m (above ground)
Tower diameter (outer)	2946 mm (base) and 1449 mm (top)



In urma monitorizarii turbinei eoliene verticale s-a determinat ca randamentul maxim $C_p=0.33$ a fost atins la un $TSR=4.3$ turbina functionand foarte bine in conditii de vant turbulent.

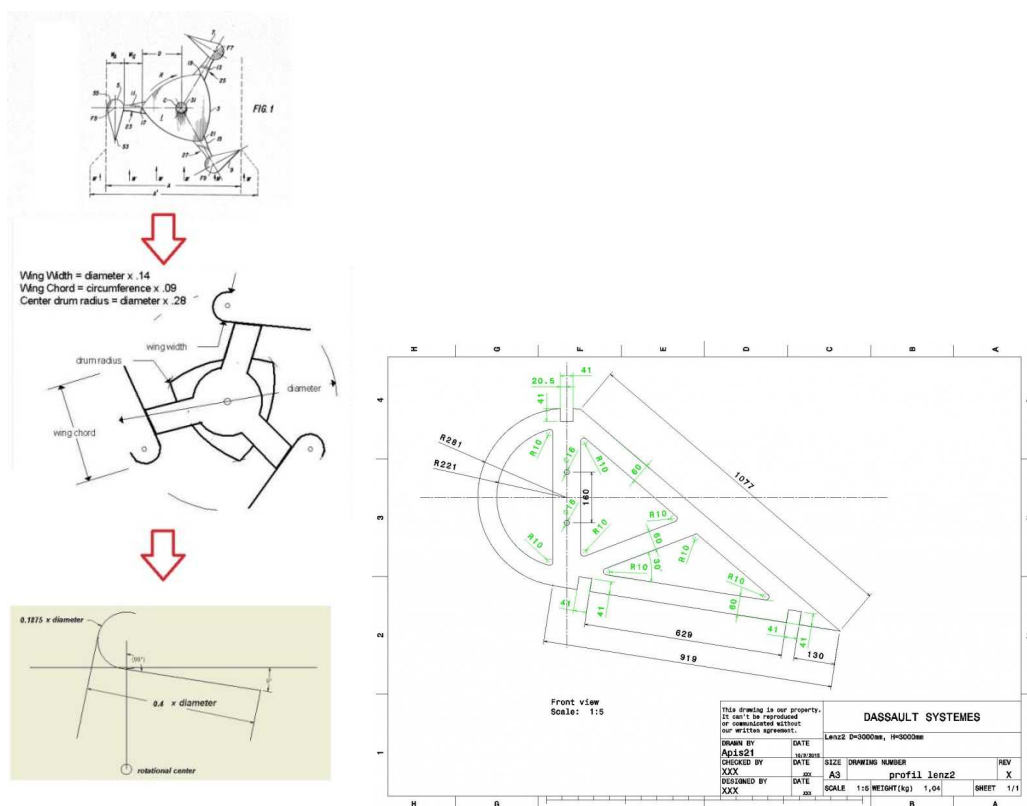
Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



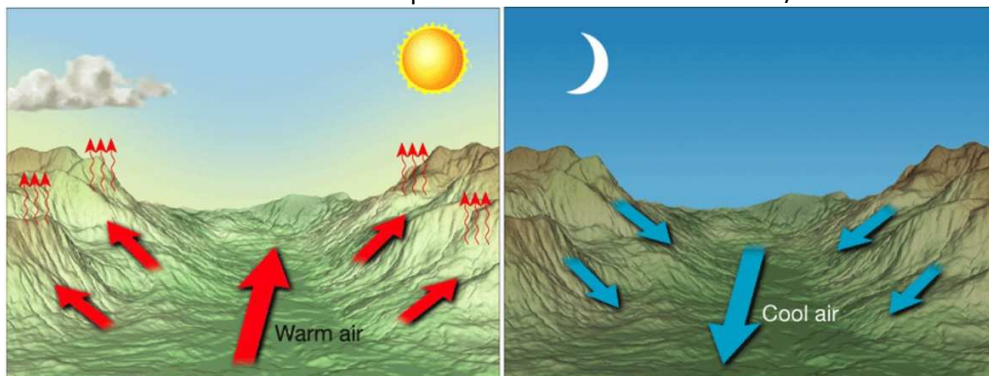
8. Lenz2

Punctul de plecare în realizarea turbinei Lenz2 a fost brevetul unui rotor bazat pe efectul Venturi din 1985. Turbina Lenz2 a fost prezentată în 2007. Totul a început cu un articol scris în august 2007 în revista Popular Science. Este descrisă o turbină eoliană verticală cu un TSR ~ 0.8 în sarcină și un randament determinat în tunelul aerodinamic care depășește 0,3. Turbina este un hibrid cu o componentă drag predominantă dar având și o componentă lift provenită din profilul palei un „thick airfoil” simplificat. Această combinație o face o soluție excelentă pentru zonele cu potențial eolian redus.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



În primele ore ale dimineții, soarele încălzește culmile munților și aerul rece urcă pe creste. Seara temperatura scade mai consistent la înălțime în timp ce pe văi se menține căldura acumulată în timpul zilei. Ca urmare aerul rece și dens se scurge spre văi. . Aceste fenomene generează briza de munte care nu depășește viteza de 5 m/s. Potențialul eolian în aceste zone este de obicei redus. În aceste condiții o turbină Lenz2 este alegerea perfectă. Conform testelor randamentul turbinei Lenz2 are valoarea maximă de 0.4 pentru o viteză a vântului de 5m/s, randamentul maxim scăzând la 0.3 pentru o viteză a vântului de 7m/s



Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

9. L'Éolie500

O turbină Darrieus H-rotor de mică putere destinată mediului urban cu două pale elicoidale. Turbina poate produce 500w la o viteză a vântului de 11m/s. Datorită solidității mici se folosește combinarea unui rotor Darrieus cu unul mai mic de tip Savonius pentru a asigura pornirea turbinei eoliene. Turbina EOLIE are un diametru de 1.3m și o înălțime a rotorului de 1.5m. Se remarcă prin soluția constructivă care permite o asamblare ușoară, poziționarea la sol a generatorului și ridicarea facilă a stălpului care poate avea înălțimea de 4, 6 sau 8 metri.



10. Windtracker Savonius

O turbină eoliană verticală compusă din două rotoare Savonius și un deflector. Fiecare rotor Savonius cu 3 pale are o construcție modulară având dimensiunile : D=2m, H=10m . Constructorul turbinei este firma Directtech. Producătorul declară o putere de 20 kW la 17m/s în condițiile în care turbină datorită deflectorului este de cel puțin de două ori mai mare decât a unei turbine Savonius clasice la aceleași dimensiuni. Orientarea în vânt a turbinei se face fără a folosi surse de energie externe folosind efectul Magnus. conceptul fiind similar cu turbina Be-Wind. O descriere amănunțită a turbinei eoliene VAWT în brevetul de invenție US20130170986.



Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

11. Mariah WindSpire

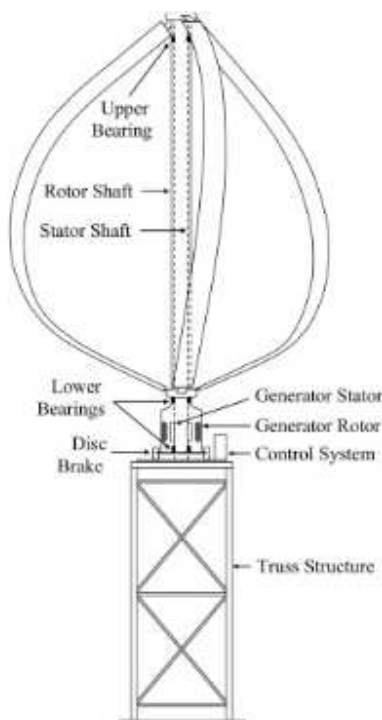
Prima turbina eoliana verticala construita de Windspire in anul 2007 a fost o turbina cu profil Savonius Benesh . Turbina eoliana se remarca prin raportul mare intre inaltime si diametru $h/d=10$ ($h=6m$, $d=0.6m$). Acest lucru permite turbinei sa atinga o turatie de 500 rot/min in ciuda unui TSR mic de ~ 1.3 . Producatorul declara o putere de 1 kW la o viteza a vantului de 11 m/s . Fundatia turbinei este cilindrica cu diametrul de 0.6m si lungimea de $\sim 1.8m$ in functie de natura solului si potentialul eolian. In conditii reale de lucru probabil turbina nu depaseste puterea de 600w la 11m/s. O descriere amanuntita a turbinei eoliene VAWT o gasiti in brevetul de inventie US20090097981



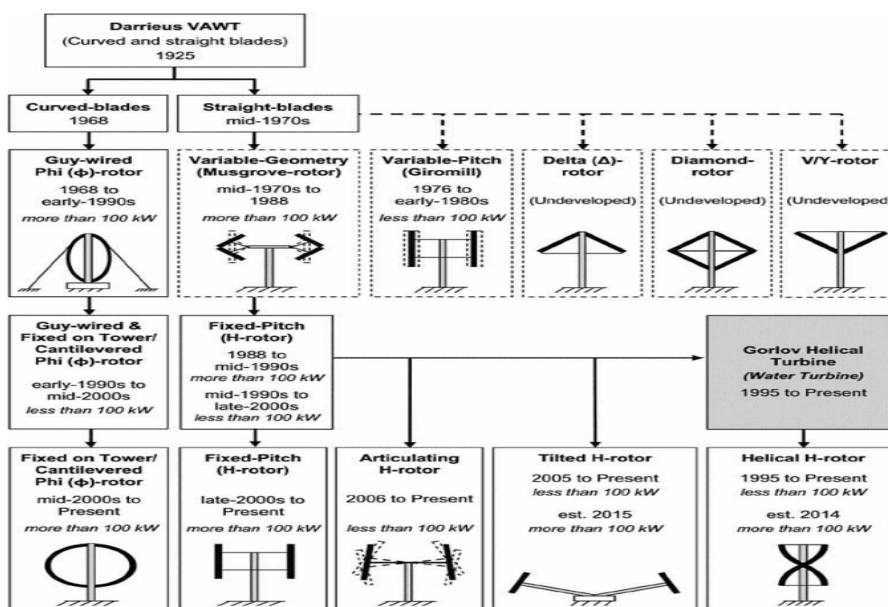
12. Darrieus Phi (Φ)

Turbina Darrieus tip Phi (Φ) instalata in anul 1989 in zona Heroldstatt poate atinge o putere de 55 kW la o viteza a vantului de 11.5 m/s. Turbina are un diametrul de 15m si inaltimea de 25m. Din pacate zona unde a fost instalata are un potential eolian redus cu viteza vantului medie de $\sim 4m/s$. In aceste conditii turbina genereaza $\sim 24,500$ kWh anual.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



13. Daerius – Evoluție



Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1						Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data							

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

14. Twin Savonius

Model experimental de inalt randament



15. VAWT Magnus

O turbină VAWT Magnus proiectată de japonezii de la Challenergy capabilă să reziste la viteze foarte mari ale vântului. Componenta „Lift” este generată de efectul Magnus. În locul unui profil aerodinamic avem un cilindru care se rotește în jurul axei. Controlul turbinei în furtuni puternice se face modificând turatia cilindrului cu efect asupra componentei „Lift”. Randamentul prototipului turbinei eoliene verticale bazate pe efectul Magnus instalate în Okinawa atinge 30%.



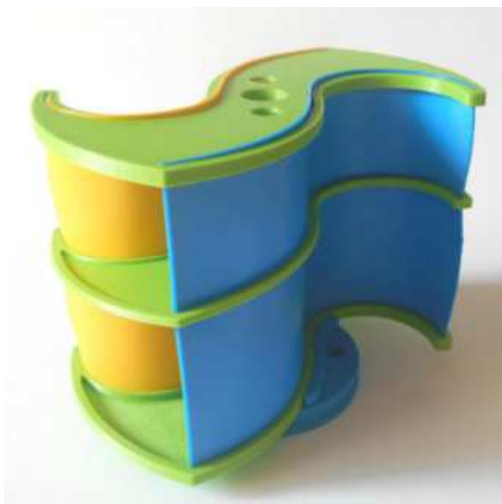
Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

16. VAWT Ugrinsky

Ugrinsky rotor = Miller rotor + Lenz2 modificat.

Rotorul a fost dezvoltat de inginerul rus K.A.Ugrinsky in 1946.



17. VAWT TWINFLOAT Nenuphar

TWINFLOAT : Un nou prototip dezvoltat de francezii de la Nenuphar firma care are ca actionari compania Areva (una dintre cele mai mari companii producatoare de componente pentru industria energetică din lume) si Technip (un alt colos mondial din industria energetica). Este vorba de doua turbine eoliene verticale H-rotor cu sensuri de rotatie contrare montate pe aceasi platforma offshore care impreuna produc ~5 MW. TWINFLOAT Nenuphar : o parte din componentele turbinei eoliene verticale sunt furnizate de firma Faur din Romania.

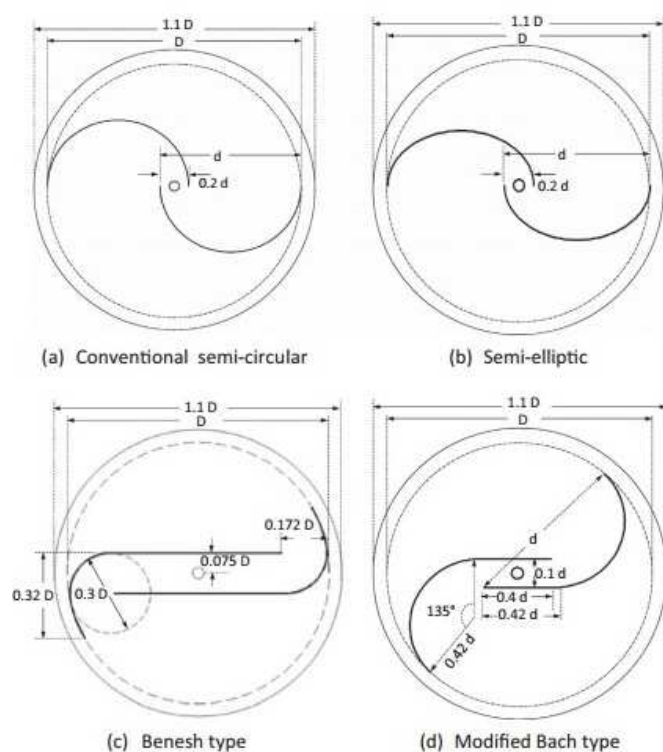


Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

18. Savonius Batch

O serie de teste recente realizate in tunel aerodinamic pentru diferite tipuri de turbine Savonius cu doua pale au demonstrat ca o turbina Batch cu $D=1m$, $H=1m$ reuseste sa produca aproximativ 44w putere electrica la o viteza a vantului de 7,8m/s. Performata turbinei Savonius Bach atinge $c_p=0,27$ la un TSR de 0,75. Savonius cluster avantaje: eficienta mai mare a clusterului , turbinele din cluster au o turatie mai mare mare decat turbina cu diametru D deci se pot folosi generatoare cu un numar de poli redus mai ieftine, turbinele din cluster sunt supuse la sollicitari mai mici fata de turbina echivalenta ca suprafata fapt ce va genera costuri mai reduse cu materialele.

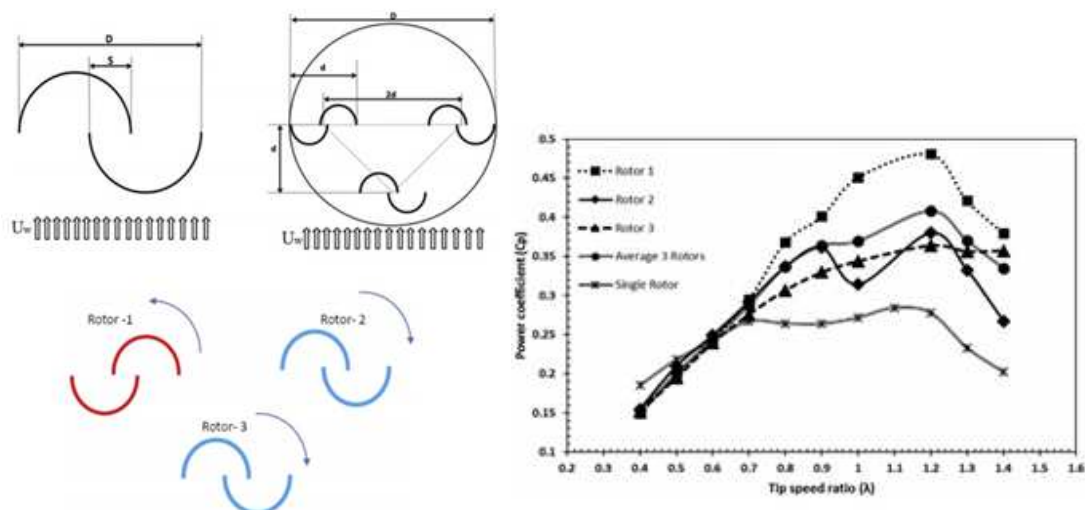
Montate in aceasta configuratie pe directia dominanta a vantului clusterul Savonius reprezinta o solutie viabila de luat in calcul.



Savonius cluster - O demonstratie foarte frumoasa a superioritatii unui cluster de trei turbine Savonius cu diametrul d fata de o singura turbina Savonius cu diametrul D in conditiile in care $D=3*d$ (suprafata clusterului este egala cu suprafata turbinei).

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	---



Savonius portable - Se pare ca ideea a pornit de la proiectul unei turbine eoliene verticale Savonius dezvoltat de Sergej Kuckir in 2010 : Ventus. Dezvoltarile ulterioare au dus la aparitia unor turbine portabile Savonius functionale cu greutate redusa si usor de instalat ca Windpax sau rafinata turbina VAWT realizata de Ferber.



19. VAWT H-rotor pentru mediul urban

Un H-Rotor de dimensiuni reduse Windpods ($d=0.46m$, $h=2.2m$) perfect pentru utilizare in mediul urban. Turbina se remarca prin o valoare mare a soliditatii ~ 1 care permite un start bun la viteze mici ale vantului comparabil cu o turbina Savonius si opereaza la un TSR de 1.5-2, cu un randament cuprins intre 0.25-0.4. O demonstratie a utilitatii acestor turbine eoliene verticale este Shanghai Tower de 632m inaltime care are integrat in structura sa panouri eoliene compuse din 330 de turbine eoliene verticale G1 Windpods capabile sa genereze o putere maxima de 165kW. Energia eoliana generata este folosita pentru iluminatul exterior al turnului. Aplicatiile Windpods H-Rotor se bazeaza pe crearea unor panouri eoliene de suprafata mare (putere maxima 80kW) capabile sa extraga suficienta energie si in zonele cu potential eolian redus.

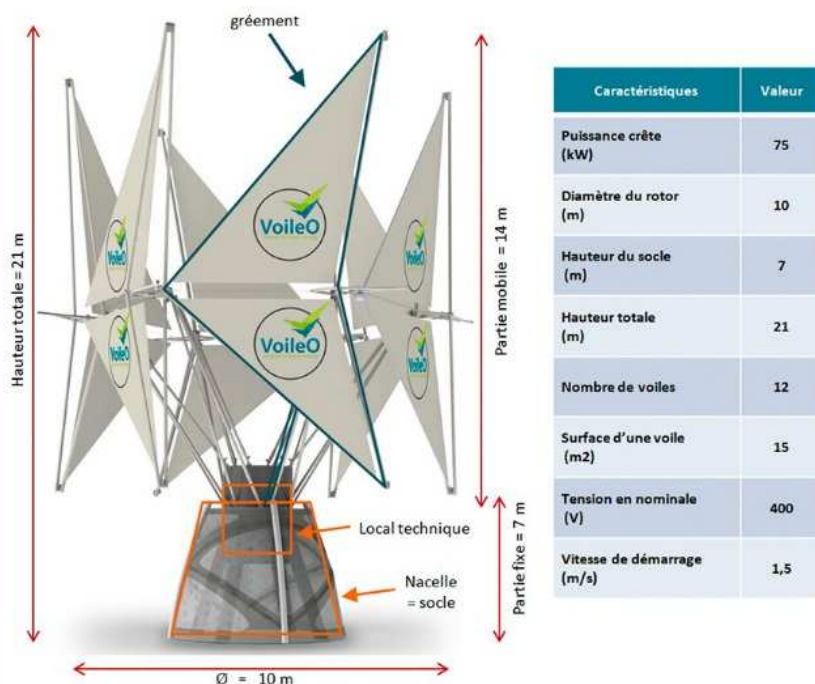
Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



20. VAWT Lift Sail VoileO H-ROTOR

O turbină VAWT inspirată de profilul aerodinamic dezvoltat pentru veliere în secolul XVII în insula Bermuda și construită pentru prima dată în insulele Turks și Caicos. Turbina se remarcă prin costul redus de producție / instalare și startul la viteze mici ale vântului. Componenta „lift” fiind predominantă turbină sail VAWT VoileO operează cu un TSR ~1.6.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



Un concept asemanator este folosit pentru dezvoltarea turbinelor eoliene verticale GEVEV si BEVEV. Acest tip de turbina eoliana foloseste un design asemanator cu Ancient Chinese Windmills.



21. VAWT ElvWiS

ElvWiS turbina VAWT de mici dimensiuni Savonius si Lenz2 . Turbine eoliene verticale ElvWis pot concura un HAWT de mici dimensiuni in zonele urbane cu multe turbulente si viteze mici ale vantului.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--



22. VAWT QUIET REVOLUTION

Vawt Quiet Revolution a reușit cu ajutorul Dassault Systèmes să optimizeze profilul aerodinamic al turbinei QR5 realizând în Catia V5 suprafețe complexe ale palelor dar în același timp ușor de fabricat . Compania londoneză Quiet Revolution folosind designul Gorlov a obținut certificarea MCS pentru turbina QR5 ($d=3.1m$, $h=5m$) în urma a unei serii de teste riguroase pentru a verifica siguranța, randamentul, zgomotul și fiabilitatea turbinei eoliene verticale. Turbina VAWT QR5 poate fi considerată cu siguranță ca fiind una dintre cele mai bune turbine eoliene verticale disponibile pe piață adaptată perfect pentru mediul urban cu un randament maxim de 0.44 . Ultima dezvoltare a conceptului este turbina QR6.

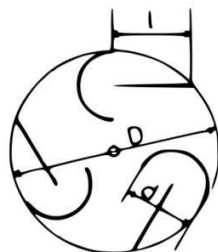


23. VAWT C-Rotor

Totul a început cu Armando Filippini în 1972 cu „Filippini-Rotor” și a continuat în 1980 cu studiile lui Nguyen Duy Vinh asupra „Thies Rotor”. Dezvoltarea rotorului în forma „Crotor” are loc și astăzi în cadrul forumului german <http://www.daswindrad.de> pornind de la brevetul lui Carl von Canstein din 1998. (actele au fost depuse în 1991). Dacă privim cu atenție la Filippini Rotor putem spune că și Lenz2 aparut în 2005 este o rudă îndepărtată a familiei C-rotor. Această familie de turbine are un randament de maxim de 25% și obține puterea maximă la un TSR cuprins în intervalul 0.7-0.8. Fără sarcină reușesc să atingă un TSR de 1.6

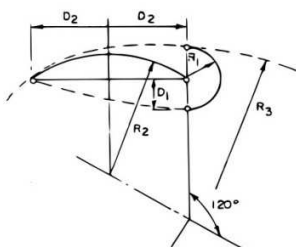
Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--



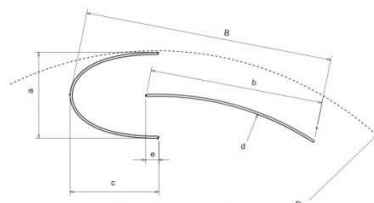
$$\begin{aligned} d/D &= 0,29 \\ l/D &= 0,30 \\ \lambda_0 &= 0,7 \end{aligned}$$

Thies Rotor



$$\begin{aligned} R_2 &= 4 R_1 & D_1 &= \frac{2}{3} R_1 \\ R_3 &= 6 R_1 & D_2 &= \frac{4}{3} \sqrt{2} R_1 \end{aligned}$$

Filippini Rotor



$$\begin{aligned} a &= 0,15 \cdot D \\ b &= 0,3 \cdot D \\ c &= 0,15 \cdot D \\ d &\geq 0,85 \cdot D \\ e &= 0,125 \cdot a \\ B &\approx 0,42 \cdot D \cdot \frac{\pi}{l} \approx a + b - e \end{aligned}$$

C-Rotor

24. Turbine Eoliene cu ax vertical Envergate Elvetia

Producatorul turbinelor eoliene cu ax vertical este firma elvetiana Envergate GMBH.

Acest nou tip de turbine eoliene cu ax vertical este anume conceput pentru o eficienta colectare a vantului de slaba intensitate, inconstant, sau in rafale existent la joasa inaltime deasupra solului. Cu pozitionarea verticala a rotorului, turbina eoliana Envergate are aceeasi performanta a puterii unei turbine eoliene clasice, dar are o alcatuire generala mult mai mica, si nu produce zgomot sau umbre deranjante. Exista un sistem de siguranta care permite oprirea graduala a paletilor in functie de viteza vantului si protejarea circuitului electric. Durata medie de viata a turbinelor eoliene Envergate este de 20 ani. Se recomanda sa nu se foloseasca Turbinele eoliene Envergate la vanturi mai mari de 42,5 m/s (153 Km/h). Nu necesita mentenanta/intretinere.



25. Turbine cu ax vertical in Romania

VAWT Straja –

Poate cea mai mare eoliana construita la nivel de amator din Romania . Cu diametrul $D=8\text{m}$ si lungime a palelor $H=9\text{m}$ turbina H-rotor cu 5 pale este cuplata la un generator de 12KW. Turbina VAWT functioneaza de aproximativ 7 ani. Palele folosesc un profil aerodinamic simetric. Structura de rezistenta a palelor foloseste nervuri si lonjeroane.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	---

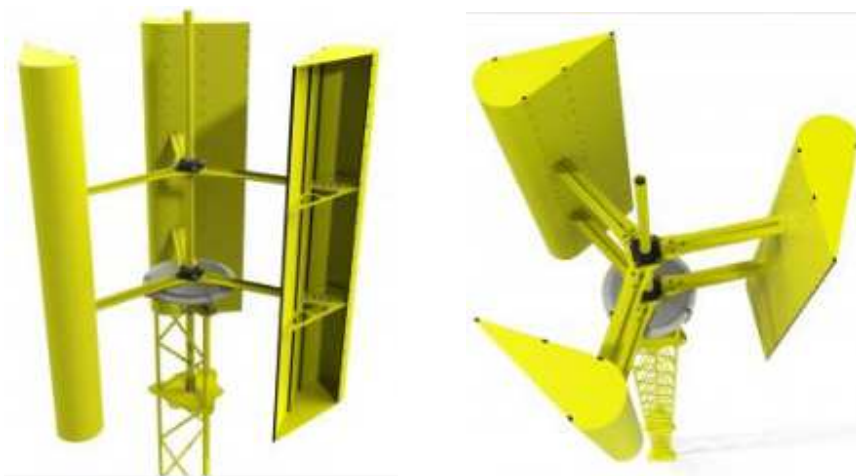


VAWT Lenz2 RolixWind

Compania Rolix construiește turbine VAWT tip Lenz2 începând cu anul 2013. Este o nouă demonstrație a faptului că turbinele eoliene verticale reprezintă o soluție pentru mediul urban. Turbina LENZ2 este alegerea optimă pentru zonele cu potențial eolian redus având costuri reduse de fabricație și mentenanță. Profilul palei migrează de la clasicul Lenz2 la J-sails folosit de GreenSky în încercarea de a obține un $TSR > 1$ în sarcină.



Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						



26. Sisteme mobile de energie regenerabila - Generator Solar Mobil-Remorca Solară

În lume dar și în România există producători de sisteme mobile (remorca) de panouri solare legate la un sistem de baterii prin intermediul unui controller și al unui inverter pentru a produce curent electric la o tensiune nominală de 220V și putere continuă AC: 1000VA – 5000VA.

Echipamentele sunt montate pe o remorcă rutieră (se livrează cu Carte de Identitate RAR), cu lungimi de la 200 la 350cm (plus protap). Panourile se acoperă cu prelată pe timpul transportului.



Panouri fotovoltaice au putere instalată între 600Wp și 2000Wp (opțional și puteri mai mari).

Utilizări:

Se utilizează pentru obținerea de curent electric în locurile în care nu există altă sursă de curent (organizări de șantier, intervenții pe teren, pompe pentru irigații, etc.)

Accesorii opționale: Stalp (fix sau telescopic) de iluminat cu proiectoare cu LED.



Sisteme mobile cu turbină eoliană există pe piață și de aceea vom aborda ca temă de studiu în cadrul proiectului nostru.

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

5. CONCLUZII

Deși există foarte multe modele pe piața de turbine eoliene nici un model nu s-a impus cu adevărat și nici o soluție tehnică nu rezolvă cu adevărat problema randamentului de putere al acestor tipuri de turbine. Turbinele de tip Lentz 2 sunt cel mai ușor de fabricat în condiții de microproducție și de aceea ne vom orienta pentru a dezvolta acest model.

De asemenea, referitor la proiectul nostru, nu există pe piața nici un producător de turbine cu ax vertical tip remorcă care să acopere această zonă de utilitate temporară (ex. șantiere, ferme agricole, etc)

6. BIBLIOGRAFIE

- Buchner, AJ .; Lohry, MW; Martinelli, L .; Soria, J .; Smits, AJ (2015). "Starea dinamică a turbinelor eoliene pe axa verticală: compararea experimentelor și a calculelor". Jurnalul de inginerie eoliană și aerodinamică industrială . 146 : 163-71. doi : 10.1016 / j.jweia.2015.09.001 .
- Simão Ferreira, Carlos; Van Kuik, Gijs; Van Bussel, Gerard; Scarano, Fulvio (2008). "Vizualizarea de câmp PIV a standului dinamic pe o turbină eoliană pe axa verticală". Experimente în lichide . 46 : 97-108. Codul Bibliei : 2009ExFl ... 46 ... 97S . doi : 10.1007 / s00348-008-0543-z .
- Chiras, Dan (2010). De bază de energie eoliană: Un ghid de energie verde . Noua societate. ISBN 978-0-86571-617-9 . [pagina necesară]
- Ashwill, Thomas D .; Sutherland, Herbert J .; Berg, Dale E. (2012). "O retrospectivă a tehnologiei VAWT". doi : 10.2172 / 1035336 .
- LaMonica, Martin (2 iunie 2008). "Turbinele eoliene cu axă verticală se rotesc în afaceri" . CNET . Adus 18 septembrie 2015 .
- "Istoric" . Arborul vântului . Adus 18 septembrie 2015 .
- Holinka, Stephanie (8 august 2012). "Utilizarea offshore a turbinelor eoliene cu axă verticală devine mai strânsă" . Energia regenerabilă din lume . Adus 18 septembrie 2015 .
- Bullis, Kevin (8 aprilie 2013). "Turbinele verticale vor face mai mult din vânt?" . MIT Technology Review . Adus 18 septembrie 2015 .
- "turbină FEC-C" . C-Fec . Adus 18 septembrie 2015 .
- "Dulas asigură consimțământul pentru prototipul" axei verticale "turbine eoliene" . Energia din surse regenerabile. 5 martie 2014 . Adus 18 septembrie 2015 .
- Prototype de generare a puterii eoliene verticale " . Earthship Biotecture . Adus 18 septembrie 2015 .
- [https://en.wikipedia.org/wiki/James_Blyth_\(engineer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/James_Blyth_(engineer))
- <https://newatlas.com/windspire-low-cost-wind-power-alternative/10861/>
- <http://www.royallpower.com/series-iv-windspire/windspire-1kw-wind-turbine.htm>
- <http://www.stand.ro/turbine-eoliene-turbina-eoliana-cu-ax-vertical-3-10kw-model-0752-p-259.html?cPath=54>
- <https://vawt.ro/>
- <https://biblioteca.regielive.ro/referate/energetica/istoria-energiei-eoliene-14320.html>

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						

	Memoriu tehnic PROIECT: Cercetarea și dezvoltarea unei instalații mobile de obținere a energiei regenerabile eoliene	Data: 28.02.2018 Pag : 1 / 26
---	---	--

- https://en.wikipedia.org/wiki/Vertical_axis_wind_turbine
- Islam, M; Ting, D; Fartaj, A (2008). "Modele aerodinamice pentru turbine eoliene axe verticale cu axă verticală Darrieus". Recenzii privind energia regenerabilă și durabilă . 12 (4): 1087-109. doi : 10.1016 / j.rser.2006.10.023 .
- <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143097660/Extended%20abstract.pdf>
- El Kasmi, Amina; Masson, Christian (2008). "Un model k-ε extins pentru turbulențe prin turbine eoliene orizontale". Jurnalul de inginerie eoliană și aerodinamică industrială . 96 : 103-22. doi : 10.1016 / j.jweia.2007.03.007 .
- Eriksson, S; Bernhoff, H; Leijon, M (2008). "Evaluarea diferitelor concepte de turbină pentru energia eoliană". Recenzii privind energia regenerabilă și durabilă . 12 (5): 1419-34. doi : 10.1016 / j.rser.2006.05.017 .
- http://turbine-eoliene.com.ro/generatoare_eoliene_envergate_eV1200.php
- Pace, Steven (1 iunie 2004). "O altă abordare a vântului" . Inginerie mecanică .
- Svitil, Kathy (13 iulie 2011). "Plasarea cu turbine eoliene produce o creștere de zece ori, spun cercetătorii" . PhysOrg .
- Buchner, AJ .; Soria, J .; Honnery, D .; Smits, AJ (2018). "Starea dinamică a turbinelor eoliene pe axa verticală: considerente de scalare și topologie". Jurnalul de Mecanica Fluidelor . 841 : 746-66. doi : 10.1017 / jfm.2018.112 .
- <http://alternativepureenergy.ro/preț-panouri-fotovoltaice/remorca-solara-generator-fotovoltaic-mobil/>
- Jha, AR (2010). Tehnologia turbinelor eoliene . Boca Raton, FL: CRC Press. Raciti Castelli, Marco; Englaro, Alessandro; Benini, Ernesto (2011). "Turbina eoliana Darrieus: Propunerea unui nou model de predicție a performanței bazat pe CFD". Energie . 36 (8): 4919-34. doi : 10.1016 / j.energy.2011.05.036 .

7. ANEXE

- 7.1 COMANDA INTERNĂ
- 7.2 TEMA
- 7.3 PROCES VERBAL DE AVIZARE

Întocmit	Ing. Bogdan Duran		28.02.2018	Ediția	1					Ex.
Verificat	Ing. Dragos Preda		28.02.2018	Data						