

# ANALIZA STATISTICA A DATELOR VINTULUI PE PERIOADA 1990 - 2011 LA STAȚIILE HIDROMETEO DIN SUDUL REPUBLICII MOLDOVA

**Autor: Vasile RACHIER**

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Vântul servește în calitate de „combustibil” pentru producerea energiei electrice. Luând în considerație că densitatea puterii eoliene este proporțională cu cubul vitezei vântului, este important să cunoaștem resursele energetice eoliene ale întregii țări, ale unei regiuni, precum și ale amplasamentului unde va fi construită o eventuală centrală eoliană. În prezent R. Moldova nu deține o bază informațională comprehensivă privind potențialul energetic eolian ceea ce prezintă o barieră în calea atragerii investițiilor străine. Scopul acestei lucrări este de a obține statisticile climatologie eoliene a stațiilor meteorologice situate în regiunea de sud a Republicii Moldova, ca urmare a datelor istorice despre vânt procesate pentru o perioadă de 22 de ani.

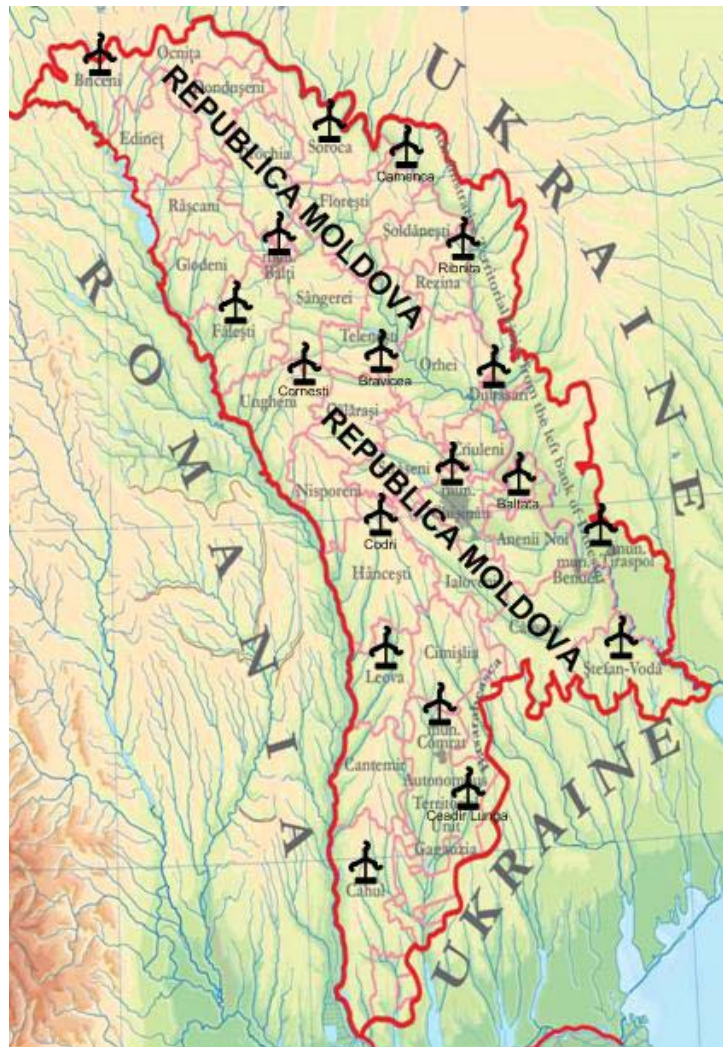
**Cuvinte cheie:** observațiile climatei vântului, programul WASP, viteza vântului, direcția vântului, stație meteo.

## 1. Introducere

Utilizarea pe scară largă a surselor regenerabile de energie (SRE), este o necesitate vitală pentru Republica Moldova, care importă mai mult de 95 la sută din resursele energetice fosile. În cazul nostru una din sursele cele mai simple și mai pronunțată pentru Moldova di energiile regenerabile este energia eoliană.

Dezvoltarea energeticii eoliene presupune cunoașterea potențialului eolian atât la nivel de țară, cât și la nivel local. Pentru a estima producerea energiei electrice într-o zi, o lună sau un an sunt necesare variațiile vitezei vântului măsurate la diferite înălțimi. Aceste variații se obțin ca rezultat a prelucrării seriilor de date măsurate pe perioade mari de timp fie în cadrul Serviciului Hidrometeorologic (de obicei la înălțimea de 10 m deasupra nivelului solului), fie în cadrul unor campanii de măsurări specializate.

Scopul acestui studiu este de a prezenta rezultatele măsurătorilor și analiza statistica a caracteristicilor vântului la cinci stație meteo situate în partea de sud a Republicii Moldova. Aceste cinci stații meteo sunt: Stefan Voda, Leova, Comrat, Ceadr Lunga și Cahul.



**Figura 1.** Harta amplasării stațiilor meteo pe teritoriul RM

## 2. Caracterizarea geografica a stațiilor

Toate stațiile meteo analizate sunt amplasate în partea de sud a Republicii Moldova.

**Ștefan Voda** este amplasat pe teritoriul stației meteorologice din or. Ștefan Vodă, poziționată geografic în spațiu la longitudinea estică de 29°28'30", latitudinea nordică de 46°03'10" și altitudinea de 173m. Aceasta stație este situată în partea de V a Cîmpiei Mării Negre. Este amplasată la periferia N-V a or. Ștefan - Vodă.

În oraș predomină construcții cu un singur nivel, iar sectorul pe care e situată stația, este neted, acoperit cu un înveliș ierbos natural. Teritoriul acestei zone reprezintă o câmpie deluroasă înclinată spre r. Nistru și spre depresiunea Mării Negre. Râul Nistru curge spre S-E de stație, la o distanță de 10 km. Teritoriul din preajma stației este ocupat de câmpuri, pe alocuri întretăiate de fișii forestiere, iar la distanța de 10-12 m spre S-V, este plantată o livadă. La 100 m spre E de platforma meteorologică trece șoseaua Căușeni-Belgorod-Dnestrovsc, iar la cca. 80 m spre sud de stație se află o clădire de serviciu cu două nivele.

**Leova** este amplasat pe teritoriul stației meteorologice din or. Leova, poziționată geografic în spațiu la longitudinea estică de 28016\57\\, latitudinea nordică de 46030\15\\ și altitudinea de 156m. Aceasta stație este situată pe una din terasele înalte de stânga a r. Prut, la periferia de N a or. Leova. Platforma meteorologică se află pe un loc neted, sectorul ocupat de ea este acoperit cu înveliș ierbos natural. La 100 m spre V de platformă trece o șosea, după care se află o fișie de copaci solitari. La 3 km spre V de stație, în direcție meridională curge r. Prut, la 3-5 km - râul Sârma, iar la 7-8 km spre E r. Sărata. Văile râurilor Sârma și Sărata au o adâncime de 160-180 m, iar pantele lor de dreapta sunt abrupte, pronunțat divizate de văgăuni și râpe cu o acțiune intensă de alunecare. Pantele de stânga sunt divizate moderat de vâlcele, parțial cultivate. Se întâlnesc masive forestiere, cu suprafața mai mare de 1 km<sup>2</sup>.

**Comrat** este amplasat pe teritoriul stației meteorologice din mun.Comrat, poziționată geografic în spațiu la longitudinea estică de 28038\06\\, latitudinea nordică de 46019\25\\ și altitudinea de 133 m. Stația meteorologică din mun. Comrat este amplasată în regiunea Câmpiei Moldovei de Sud, pe malul drept a r. Ialpuș, în zona limitrofă de vest a or. Comrat. Platforma meteorologică este amplasată pe un podiș cu o înclinație mai evidentă în direcția nordică, pe alocuri, platforma este acoperită cu înveliș ierbos natural. Relieful din preajmă este deluros întretăiat de vâlcele și râpe adânci de cca. 20-30 m, iar în direcția N și S la o distanță de 1-1,5 km se înalță coline care depășesc nivelul stației cu 20-60 m. Spre E de stație la 3 km curge r. Ialpuș, având malurile joase, puțin înclinate cu lățimea văii de 1-2 km, iar adâncimea de 40-50 m. În direcția sudică pantele văii sunt acoperite de livezi, viță de vie, fâșii forestiere.

**Ceadr Lunga** este amplasat pe teritoriul stației meteorologice din or. Ceadr Lunga, poziționată geografic în spațiu la longitudinea estică de 28,85220, latitudinea nordică de 46,03558și altitudinea de 180 m. Relieful din preajmă este deluros întretăiat de vâlcele și râpe adânci de cca. 20-30 m, iar în direcția N și S la o distanță de 1-1,5 km se înalță coline care depășesc nivelul stației cu 20-60 m.

**Cahul** este amplasat pe teritoriul stației meteorologice din or. Cahul, poziționată geografic în spațiu la longitudinea estică de 28015\31\\, latitudinea nordică de 45052\45\\ și altitudinea de 196 m. Stația meteorologică din or. Cahul este situată în Câmpia Moldovei de Sud, pe malul stâng al r. Prut, în partea de S a periferiei or. Cahul. Platforma meteorologică este situată pe un loc drept și deschis, iar sectorul ocupat de ea este acoperit cu un înveliș ierbos natural. Regiunea dată se caracterizează prin prezența reliefului deluros întretăiat de vâlcele și râpe. Spre V de stație la o distanță de cca. 10-12 km de la N spre S curge râul Prut. Lunca malului stâng al râului are lățimea de 5-6 km, fiind acoperită cu stufărișuri, sectoare de luncă inundabilă și iazuri ce se alimentează din r. Prut. La 10-12 km spre vest de stație se întinde panta dreaptă a văii cu înălțimea de cca. 120 m.

### 3. Clima regiunii din sudul Moldovei

La sud de Codri în direcția Dunării și spre Marea Neagră înălțimile descresc, suprafața e tot mai plată, dispar pădurile, se simte influența climei mediteraneene este mai cald, mai arid, iarna e mai blândă. Temperatura medie anuală este de 9-10°, în luna iulie temperatura e de aproximativ 22°, suma temperaturilor active depășește 3100°. Precipitații cad 400-480 mm, cea mai mare parte în perioada caldă în formă de ploi torențiale. Vara aproape în fiecare an, se resimte deficitul de umiditate și nu rare sînt secetele. Iarna în sudul Republicii Moldova este blândă cu temperatura medie în ianuarie de -4 °C — -3 °C, în unele zile ea poate să coboare la -14 °C — -19 °C, iar în cazul pătrunderii maselor de aer arctic chiar până la -35 °C. Primăvara este un anotimp instabil când se mărește numărul zilelor cu soare și temperatura medie a aerului este în creștere. În mai temperatura se stabilește în jurul gradației 15 °C și scade pericolul înghețurilor târzii. Vara este călduroasă și de lungă durată, cu perioade mari lipsite de precipitații. Temperatura medie în iulie este de 19,5 °C — 22 °C, dar uneori poate atinge cota de 35 °C — 40 °C. Vara ploile de cele mai dese ori sunt scurte și abundente, provocând uneori inundații locale. Toamna este și ea caldă și lungă. În noiembrie temperatura medie coboară la 3 °C — 5 °C și pot începe primele ninsori și înghețuri.

#### 4. Caracterizarea stațiilor meteorologice

În prezent, în Republica Moldova se află 18 stații meteorologice, în această lucrare sunt prezentate 5 stații situate în partea de sud a Republicii Moldova prezentate în tabelul 1. Locul de amplasare geografică este prezentată în figura 1. Pentru fiecare stație sunt indică numele, coordonatele geografice, altitudine deasupra nivelului mării și viteza medie a vântului în timpul celor 22 de ani.

Pentru toate stațiile meteorologice indicate au fost utilizate datele primare pentru perioada de timp 1990-2011, stocate în arhiva Serviciului Hidrometeorologic.

Vitezele vântului măsurate sunt obținute ca urmare a măsurătorilor sistematice la fiecare trei ore, respectiv, la 0<sup>00</sup>, 3<sup>00</sup>, 6<sup>00</sup>, 9<sup>00</sup>, 12<sup>00</sup>, 15<sup>00</sup>, 18<sup>00</sup> și 21<sup>00</sup>. Viteza vântului pentru fiecare perioadă de trei ore se consideră viteza medie determinată în termen de 10 de minute, adică între 0<sup>00</sup>-0<sup>10</sup>, 3<sup>00</sup>-3<sup>10</sup>, etc

Viteza vântului este măsurată prin anemometru de tip ceașca și direcția vântului cu girueta. Aceste date, stocate în arhiva Serviciului Hidrometeorologic, sunt numite date brute. Proiectele cu scopuri energetice recomanda pentru a analiza datele brute pentru o perioadă de 20 de ani [2], în cazul nostru - 22 de ani.

Tabelul 1. Datele istorice măsurate la stațiile meteo din sudul Moldovei

Nr.	Nume	Lat	Lon	Elev	Din	Pina	VMV
1	Cahul	45,89924	28,21345	196	01/1990	12/2011	3.71
2	Comrat	46,30286	28,62947	133	01/1990	12/2011	2.52
3	Ceadâr-Lunga	46,03558	28,85220	180	01/1990	12/2011	3.98
4	Leova	46,48842	28,28340	156	01/1990	12/2011	2.55
5	Ștefan-Vodă	46,52788	29,65116	173	01/1990	12/2011	2.37

**Unde** : **Lat** este latitudinea in grade, N

**Lon** este longitudinea in grade, E

**Elev** este inaltimea in metri deasupra nivelului marii

**Din /Pina** perioada măsurărilor in an/luna

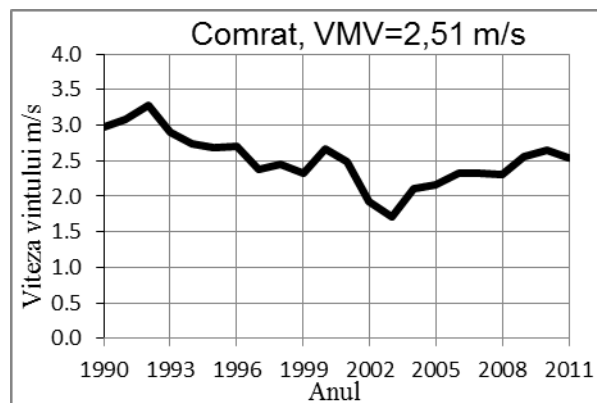
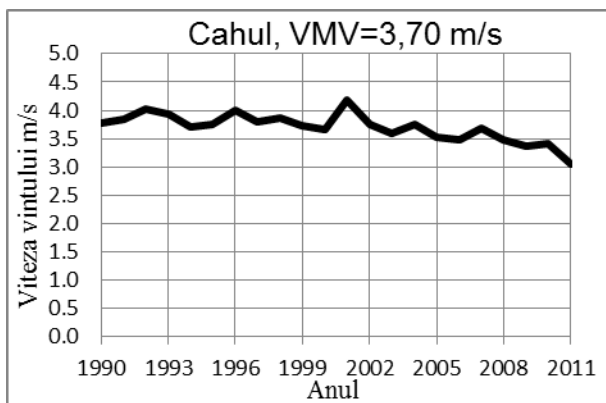
**VMV** viteza medie a vintului in m/s

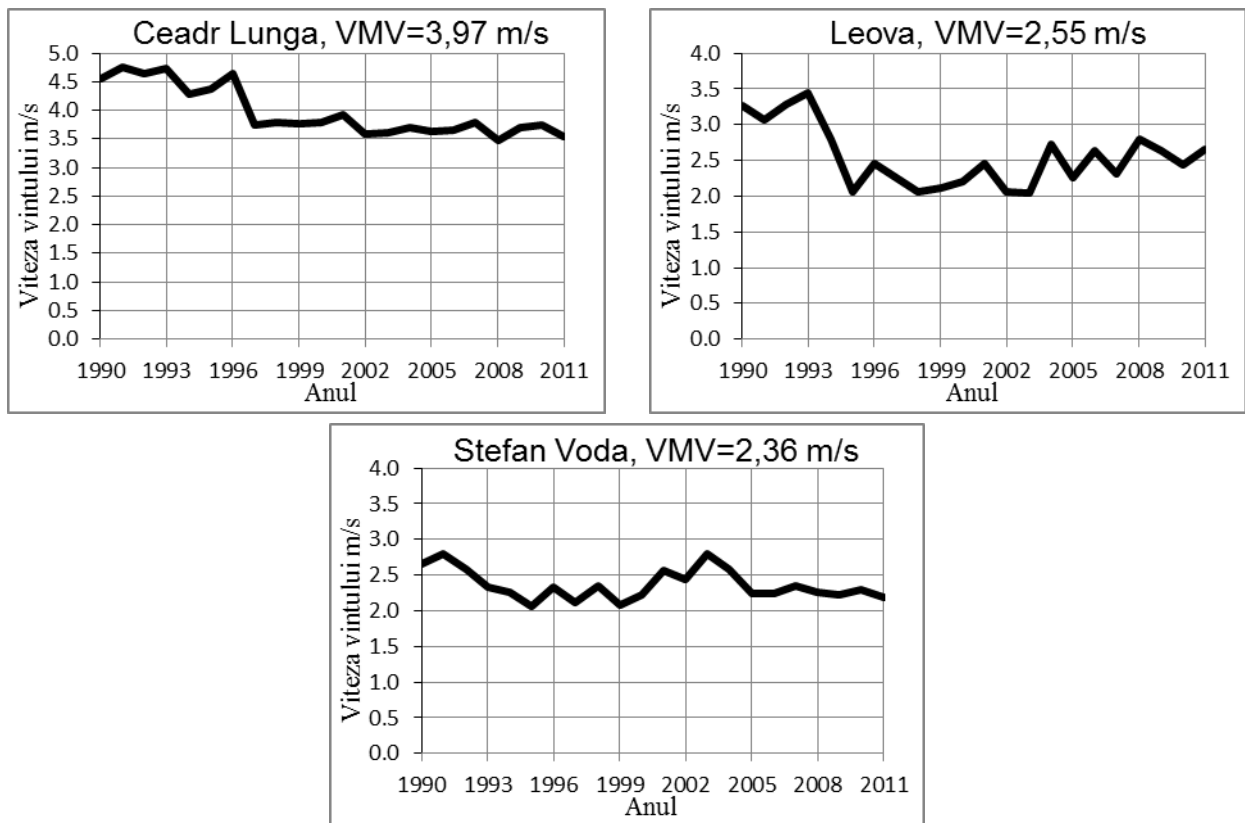
#### 3. Rezultatele simulărilor

##### a) Variația anuală a vitezei vântului

Variația anuală a vitezei vântului, oferă încredere în disponibilitatea energiei eoliene în viitor, deoarece aceasta ne arăta tendințele vitezei vântului. La această etapă a studiului date primare au fost prelucrate în Excel și s-au obținut grafice prezentate în figura 2.

Din figura 2 se observa cu ușurință că, practic, la toate stațiile meteorologice viteza vântului scade, iar acest lucru se datorează faptului că, în ultimii ani, în jurul stații meteorologice, s-au construit case de locuit sau a crescut coeficientul rugozității, care este provocat de creșterea arborilor și vegetație. Acest fenomen este întâlnit în majoritatea țărilor și este numit " moartea vântului" [1]. De asemenea, putem vedea că pentru toate stațiile viteza medie a vântului este relativ mica maximum fiind de 3,97 m/s, ceea ce se datorează efectului de umbrire al stației meteo.

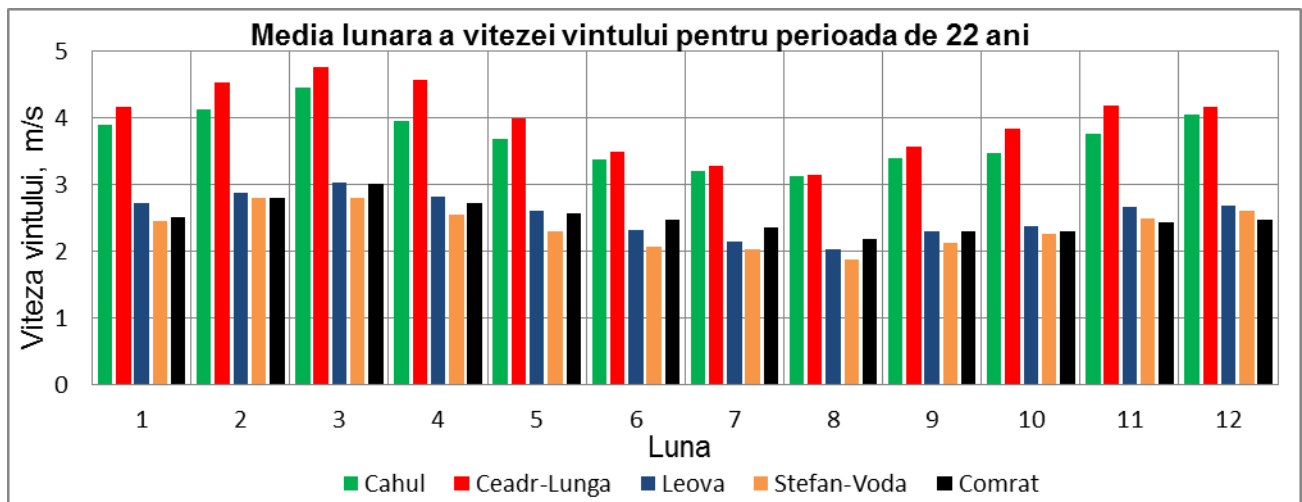




**Figura 2.** Variația anuală a vântului pentru 5 stații meteo din sudul Moldovei

**b) Variația lunară a vitezei vântului**

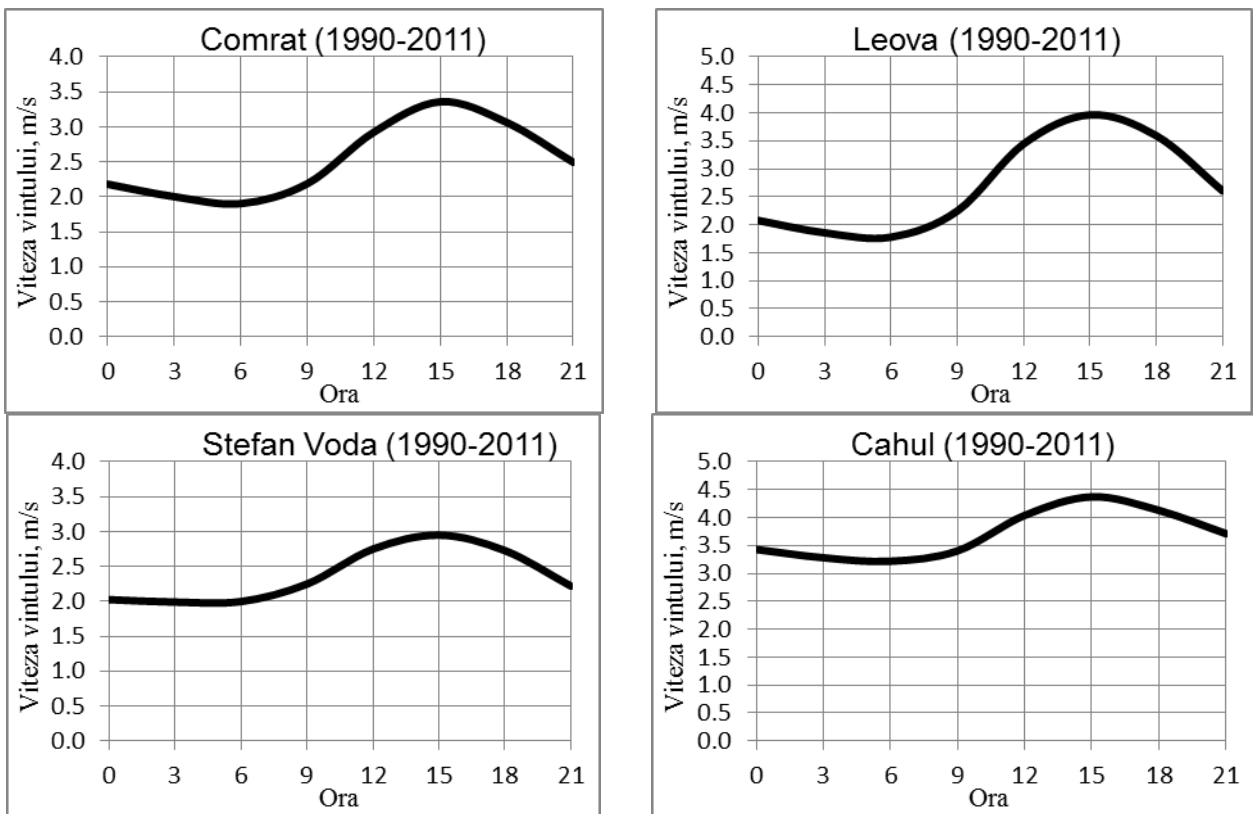
Variația anuală a vitezei vântului, oferă încredere în disponibilitatea energiei eoliene în viitor, deoarece aceasta ne arată tendințele vitezei vântului. La această etapă a studiului date primare au fost prelucrate în Excel și s-au obținut grafice prezentate în figura 2.



**Figura 3.** Variația lunară a vitezei vântului pentru perioada 1990-2011

**c) Variația zilnică a vitezei vântului**

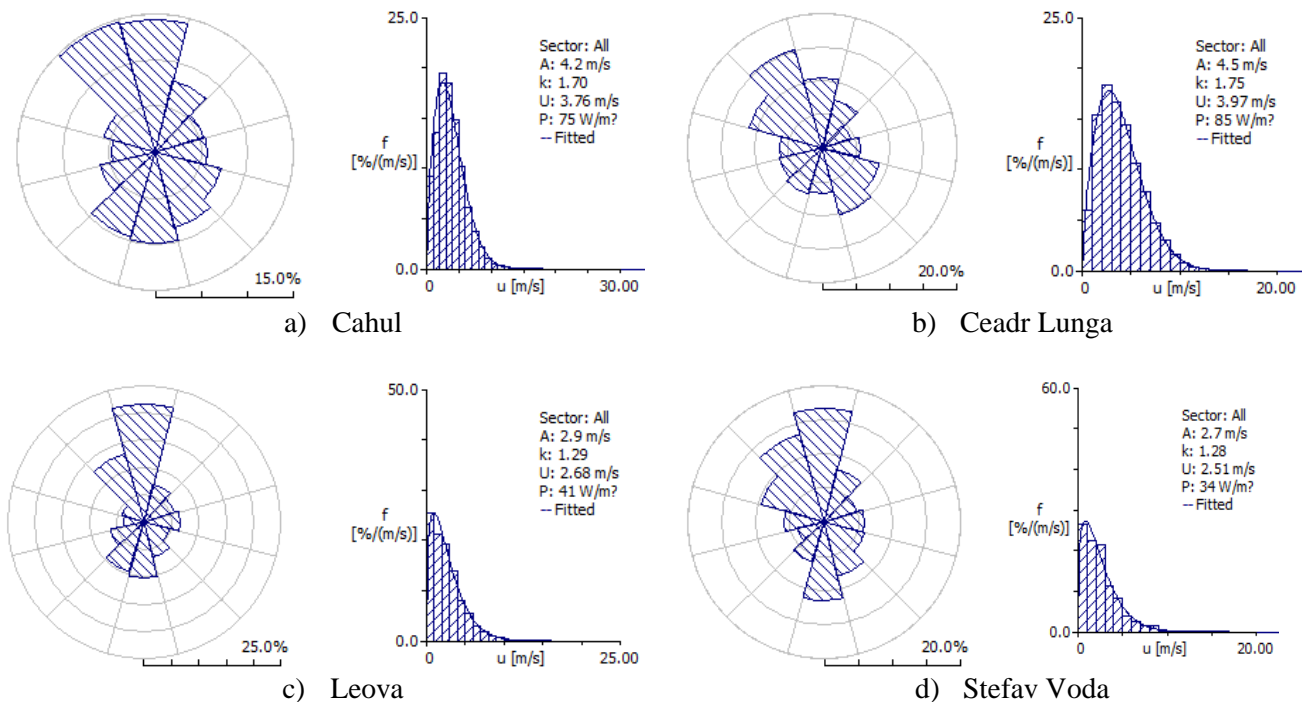
Variația vitezei vântului este legată, în principal, de încălzirile diferite ale aerului [1]. Evoluția zilnică și sezonieră poate fi influențată de schimburile turbulente și de condițiile orografice locale [2]. În stratul limitrof de până la aproximativ 100 m viteza vântului crește în timpul zilei cu atât mai mult cu cât încălzirea suprafeței terenului este mai intensă. Caracterul variației zilnice, ca regulă, prezintă o simplă oscilație, cu un maxim după-amiaza și un minim noaptea spre dimineață. În figura 4 sunt prezentate variațiile zilnice ale vitezei vântului pe o perioadă de 22 ani.



**Figura 4.** Variațiile diurne ale vitezei vântului

**d) Distribuția Weibull și direcțiile predominante ale vântului**

Distribuția Weibull se folosește frecvent pentru modelarea vitezei vântului, inclusiv, a funcției densitate de probabilitate. În figura 5 este prezentată histograma vitezei vântului, aproximarea Weibull și roza vântului: Cahul, Ceadr Lunga, Leova, Stefan Voda.



**Figura 5.** Roza vântului și distribuția Weibull

## Concluzii

În urma analizei, cercetării și prelucrarea datelor de la cinci stații meteorologice din partea de sud a Republicii Moldova s-au evidențiat următoarele concluzii:

1. Majoritatea stațiilor meteorologice au media vitezei vântului destul de mică fiind cuprinsă între 1,28 – 3,98 m/s ceea ce se datorește faptului că înălțimea turnului de măsurare a vitezei vântului este mică fiind de doar 10 m de la suprafața solului. Alt motiv ce ar explica această viteză mică ar că practic toate stațiile sunt amplasate în preajma satelor și orașelor.
2. Practic, la toate stațiile meteorologice viteza vântului este în continuă scădere aceasta observându-se pe toată perioada de studiu 1990 - 2011, iar acest lucru se datorează faptului că, în ultimii ani, în jurul stațiilor meteorologice, s-au construit case de locuit și alte construcții sau a crescut coeficientul rugozității, care este provocat de creșterea arborilor, arbuștilor și vegetației. Acest fenomen este întâlnit în majoritatea țărilor și este numit " moartea vântului".
3. Viteza maximă a vântului o avem în sezonul rece a anului când consumul de energie de orice tip este maxim și anume în lunile februarie și martie, iar viteza minimă a vântului este înregistrată pe perioada timpul de vară când consumul de energie este mic, și anume în lunile iunie și iulie.
4. De asemenea s-a constatat că direcțiile predominante ale vântului sunt: N, NE, NV, S și SE și variază de la o stație la alta. Acest fapt ne spune despre aceia că direcția vântului la înălțimea de măsurare de 10 m de la suprafața solului este foarte influențată de rugozitatea și obstacole care se află în preajma pilonului de măsurare.
5. Totodată sa constatat că variațiile diurne ale vitezei vântului, au o oscilație maximă în după-amiaza zilei și anume în jurul orei 15<sup>00</sup> și un minim în timpul nopții până dimineața în jurul orelor 5<sup>00</sup> - 6<sup>00</sup>. Această variație este strâns legată de variațiile temperaturii.
6. Din totalul de 5 stații meteorologice amplasate în sudul Republicii Moldova practic numai datele de la două stații pot fi folosite ca stații reprezentative pentru evaluarea potențialului energetic eolian și acestea sunt stațiile amplasate în sudul țării: Cahul cu viteza vântului de 3,71 m/s, și Ceadâr Lunga cu 3,98 m/s. Aceasta se explică prin faptul că stațiile date sunt amplasate înafara localității într-o zonă deschisă cu un factor al rugozității scăzut.

## Bibliografie

1. D. Elliott, M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George. Wind Energy Resource Atlas of Armenia, July 2003, NREL/TP-500-33544
2. Ib Troen, Erik Lundtang Petersen. European Wind Atlas. Directorate General for Science, Research and Development, Brussels, 1989.
3. Alam Md. Mahbub et al. Wind speed and power characteristics at different heights for a wind data collection tower in Saudi Arabia. World Renewable Energy Congress, 8-13 May 2011, Linköping, Sweden.