

**CONSIDERATIONS ON WIND SPEED AND DIRECTION
ON CENTRAL MOLDAVIAN PLATEAU**

**Liviu Apostol, Prof., PhD, "Al. Ioan Cuza" University of Iași
Mihăiță Tiron, PhD Student, "Al. Ioan Cuza" University of Iași**

Abstract. *The wind is the result of the interaction of the general circulation of the atmosphere, local circulations and active surface characteristics. In a confined space, such as Central Moldavian Plateau, general circulation factors of the atmosphere are relatively the same. Regionally, northern curvature of the Carpathians deviates the mostly western circulation, transforming it for the studied area in mostly northern circulation, the shelter towards west formed by Eastern Carpathians reduces the speeds and the proximity to the Black Sea and Northern Pontic Plain, increases the speeds with the movement to south-east. The system of valleys and peaks, which directs locally the circulation, resulting in concentrations of the currents, deviations and channeling, is oriented mostly according to the dominant direction of the wind, north-south, factor which favors increasing speeds. Only in the west part of the Central Moldavian Plateau, the system of valleys and peaks acquires orientations NW-SE or even W-E, also favorable orientations for directions complementary to north, directions which have high frequencies and register big speeds. The increase of the altitude leads to proportional increases, but moderate of the speed of wind.*

The used meteorological stations (Plopana and Huși) are representative for Central Moldavian Plateau, constituting a representative profile, W-E and a decrease of the altitude from west to east, where the distance towards the Carpathians increases and approaches to Pontic Plain and the Black Sea. It was used data for a period of 30 years (1964 - 1994), regarding the frequency and average speed on directions. The data was processed both by classical methods and modern statistic methods, the results of the research being presented below.

Keywords: *wind speed, wind direction, frequency, statistic methods, Central Moldavian Plateau.*

Introducere

Deoarece spațiul studiat are o suprafață restrânsă, iar impactul circulației generale a atmosferei este în linii mari același pentru stațiile utilizate, s-a realizat repartiția spațială pe orizontală și verticală, în altitudine, luând în considerare alte considerente decât circulația generală a atmosferei.

Datele climatice utilizate pentru acest studiu provin de la stațiile reprezentative pentru arealul Podișului Central Moldovenesc (Plopana și Huși), întrucât sunt amplasate la latitudini apropiate, una în vestul și cealaltă în estul ariei studiate, putându-se astfel evidenția diferențierile dintre vestul și estul podișului.

Pentru realizarea acestei lucrări s-au utilizat atât metode clasice de prelucrare a datelor la medii lunare și anuale, realizarea de grafice și tabele, obținute cu ajutorul metodelor Office. O altă metodă utilizată a fost cea comparativă, utilizată pentru studiul distribuției spațiale a vitezei vântului. Pentru determinarea caracteristicilor vântului s-au mai utilizat diferiți parametri statistici, sume și medii, abateri absolute, coeficienți de variație etc.

Deși vitezele cresc spre est, valorile vitezelor medii anuale la cele două stații meteorologice sunt asemănătoare, pentru că, spre vest, la Plopana, altitudinea este mai ridicată (tab. 1).

Tab. 1. Poziția stațiilor utilizate și perioadele de observație utilizate

Stafia meteorologică	Altitudinea (m)	Latitudinea	Longitudinea	Viteza medie anuală(m/s)
Plopana	230	46°68'33"N	27°21'67"E	3.9
Huși	98	46°67'36"N	28°05'94"E	3.6

Pentru a verifica validitatea medierii valorilor vitezei vântului s-a utilizat coeficientul de variație, ce s-a calculat ca un raport între abaterea medie pătratică și media aritmetică. De obicei acest coeficient se exprimă sub formă de procente și cu cât valoarea variației este mai aproape de zero cu atât variația este mai slabă, setul de date este mai omogen, media având un grad ridicat de reprezentativitate. Cu cât valoarea lui v este mai mare cu atât variația este mai intensă, șirul de date este mai eterogen, iar media are un nivel de semnificație scăzut.

În aria studiată, conform bibliografiei, viteza vântului crește de la vest spre est, odată cu îndepărtarea de adăpostul lanțului Carpat, și dinspre nord, nord-vest spre sud, sud-est, odată cu apropierea de Marea Neagră și stepa nord-pontică, ca și odată cu creșterea altitudinii. În urma studiului comparativ dintre zona de vest a podișului și cea de est am obținut rezultate prezentate în continuare.

Rezultate

Lucrarea de față și-a propus să aducă contribuții la cunoșterea vitezei și direcției vântului pe arealul Podișului Central Moldovenesc, prin alte metode decât cele clasice, utilizând metode și formule statistice aplicate vitezei și direcției vântului.

Regimul lunar al vitezelor vântului la cele două stații meteorologice analizate este prezentat grafic în fig. 1. Repartiția vitezei vântului pe parcursul anului a fost asemănătoare, o confirmă și media glisantă aplicată graficului, iar diferențele între cele două stații sunt foarte mici. La stația Plopana s-au înregistrat valori mai mari ale vitezei vântului decât la Huși pe tot parcursul anului, valorile maxime fiind în sezonul rece, iar în sezonul cald, în lunile iulie și august, înregistrându-se vitezele minime pentru ambele stații. Chiar dacă valorile vântului înregistrează un paralelism între cele două stații, iar mediile multianuale sunt apropiate valoric (3,9m/s respectiv 3,6m/s), există diferențe în evoluția acestui parametru climatic pentru

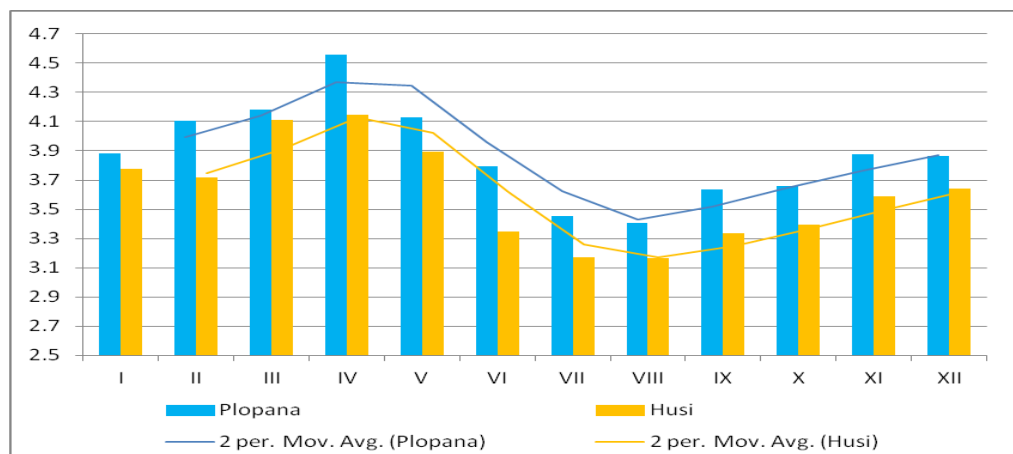


Fig. 1. Viteza medie lunară la stațiile Plopana și Huși (1964-1994)

perioada în studiu 1964-1994.

Acest lucru s-a putut evidenția foarte bine prin reprezentarea grafică a abaterii individuale absolute, ce are formula de calcul $d_i = x_i - \bar{x}$, $i = 1, \dots, n$ și reprezintă abaterea valorilor lunare individuale față de media multianuală a respectivei perioade. În figurile 2 și 3 sunt reprezentate abaterile individuale absolute pentru stația Plopana respectiv Huși.

Indiferent dacă graficul vitezei medii lunare multianuale indică un demers paralel și o evoluție asemănătoare, prin analiza abaterilor s-a constatat că există diferențe în evoluția vitezei vântului în perioada pentru care s-a avut în vedere. Diferențele apar și vizual în grafic dar și valoric, astfel că la stația Plopana valoarea medie a abaterilor la nivel multiannual este -0,021 iar la stația Huși 0,007. Din aceste valori înțelegem că la stația Plopana vitezele vântului au scăzut mai mult față de media multianuală întrucât valoarea negativă indică o abatere negativă, comparativ cu stația Huși unde valoarea abaterii este pozitivă.

O altă metodă prin care am încercat analiza evoluției valorilor vitezei medii a vântului, de data aceasta pentru valorile medii anuale, este abaterea medie patritică sau abaterea standard și se determină precum o medie patritică din valorile abaterilor pentru toți anii din șirul de date.

Formula de calcul este după cum urmează:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

, unde x_i eprezintă valoarea medie din care se scade media aritmetică a întregului șir care se împarte sub radical la numărul de valori din șirul respectiv. Acest indicator, abaterea medie pătratică este mai concludent decât abaterea medie liniară,

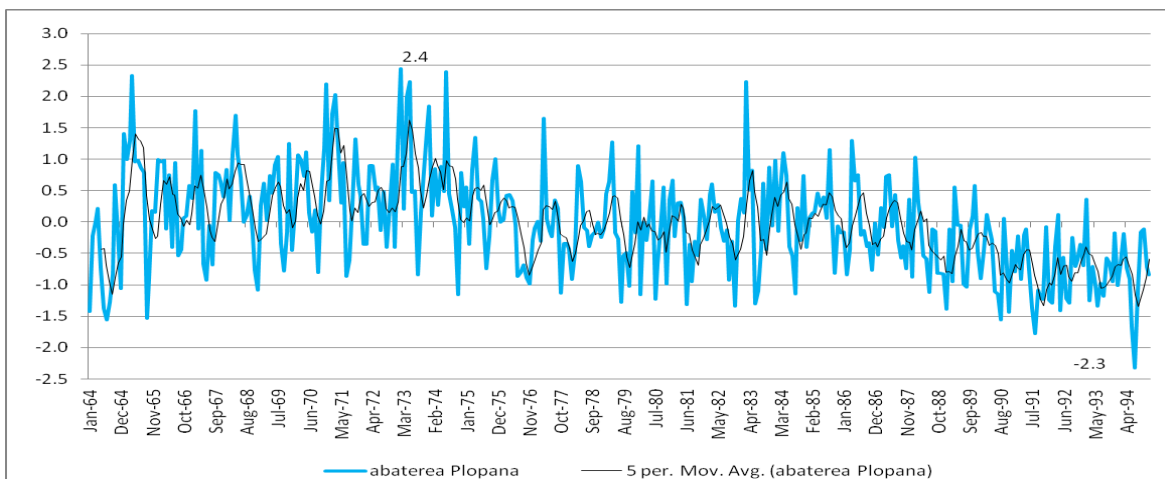


Fig. 2. Abaterea absolută a vitezei medii lunare a vântului la Plopana (1964-1994)

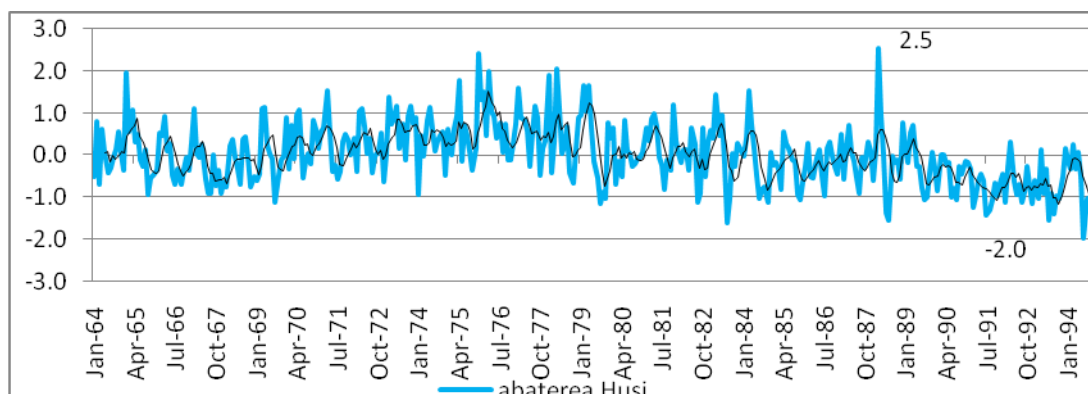


Fig. 3. Abaterea absolută a vitezei medii lunare a vântului la Huși (1964-1994)

întrucât prin ridicarea la pătrat se scot în evidență abaterile mari în valoarea absolută, acestea influențând într-o măsură mai mare gradul de variație al variabilelor analizate.

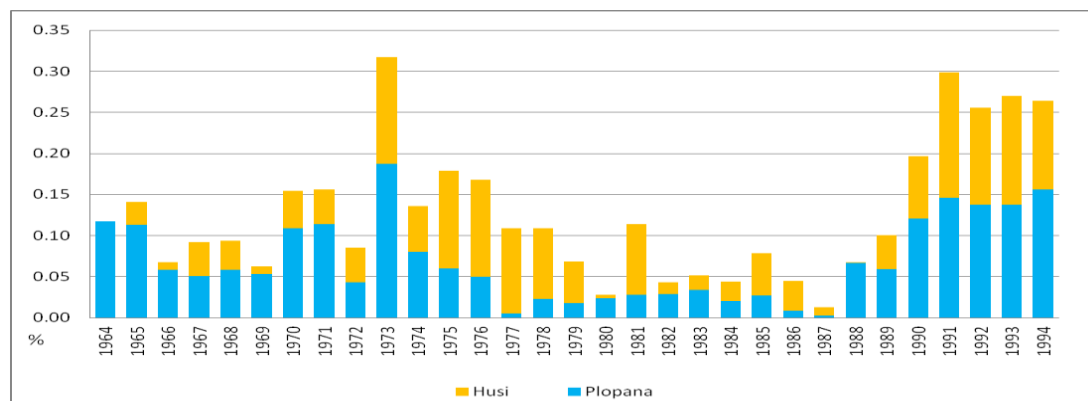


Fig. 4. Abaterea medie pătratică pentru viteza medie anuală a vântului (1964-1994)

Se poate observa că trendul abaterilor păstrează aceeași orientare ca și la abaterea absolută, în prima parte valori mai mari ale abaterii la stația Plopana, ca apoi să scadă în timp ce stația Huși prezintă o creștere a valorilor. Din păcate pentru elementele care cuprind și valori negative utilizarea acestei metode nu dă rezultate mai concludente decât abaterea absolută. Dezavantajul acestei metode este reprezentat de faptul că radicalul prezent în formulă elimină semnul negativ, astfel eliminând o caracteristică importantă, și anume semnul abaterii, pozitive sau negative (fig. 4).

Comparativ, pentru cele două stații viteza vântului este mai mare la stația Plopana datorită altitudinii mari la care se află poziționată, și având în vedere diferența de doar 0,3 m/s, o putem considera în contextul variației altitudinale.

O caracteristică importantă în analiza vântului, pe lângă viteză, mai ales în studiul favorabilității climatice pentru dezvoltarea energiei eoliene, este reprezentată de determinarea direcției vântului. Pentru stația Plopana vitezele maxime se înregistrează din două direcții principale Nord și Sud după cum urmează în figura 5.

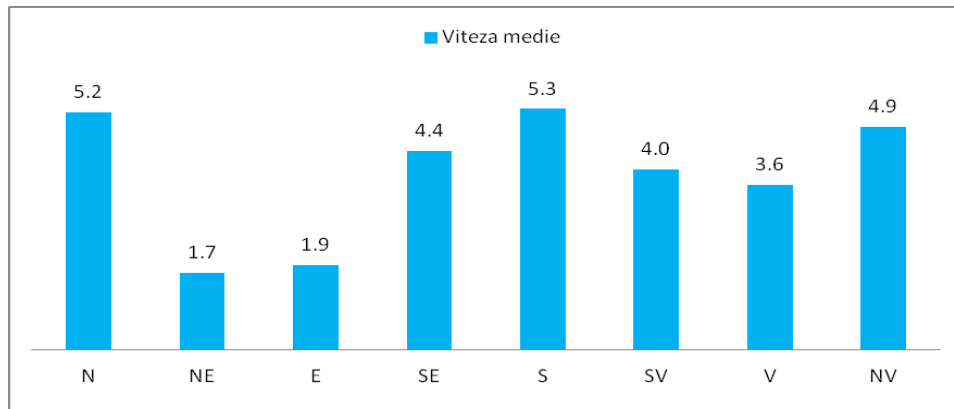


Fig. 5. Viteza medie a vântului pe direcții la stația Plopana (1964-1994)

La stația Plopana, viteza medie maximă a vântului înregistrează o valoare de 5,3m/s din direcția sudică, urmată la diferență foarte mică de direcția nordică unde se înregistrează o viteză medie de 5,2m/s. Valori mari ale vântului se înregistrează și din direcțiile nord-vest și sud-est, iar valorile minime sunt înregistrate din direcțiile est și nord-est. Valorile maxime sunt din direcțiile sud și nord pe fondul canalizării maselor de aer datorită sistemului de văi și culmi, iar la scară mai mare se impune prin prezență lanțul carpatic, ce favorizează o direcționare pe orientarea nord-sud.

Odată cu deplasarea spre est, această influență scade, fapt care se observă și în repartitia vitezelor pe direcții la stația Huși, după cum se poate analiza în figura 6.

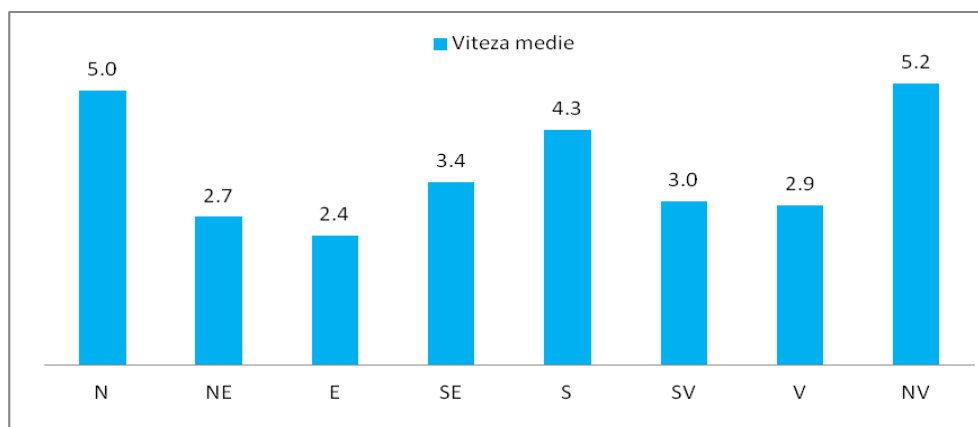


Fig.6. Viteza medie a vântului pe direcții la stația Huși (1964-1994)

La stația Huși direcția generală este nord-vest care înregistrează o valoare de 5,2m/s urmată de direcția nordică 5,0m/s, iar vitezele minime se înregistrează pe aceleași direcții ca la stația Plopana, respectiv est și nord-est. Aici se pot observa schimbarea direcției vântului odată cu depărtarea de arcul carpatic și apropierea de Câmpia Panonică, din direcție predominant nord-sud așa cum este la stația Plopana, la o viteză mai mare din direcția nord-vest și nord, deci o schimbare către direcția generală.

Chiar dacă viteza maximă s-a înregistrat la Plopana din direcția sudică, un aspect important în caracteristicile vântului este frecvența pe direcții ce completează viteza pentru un studiu cât mai coerent (Fig.7).

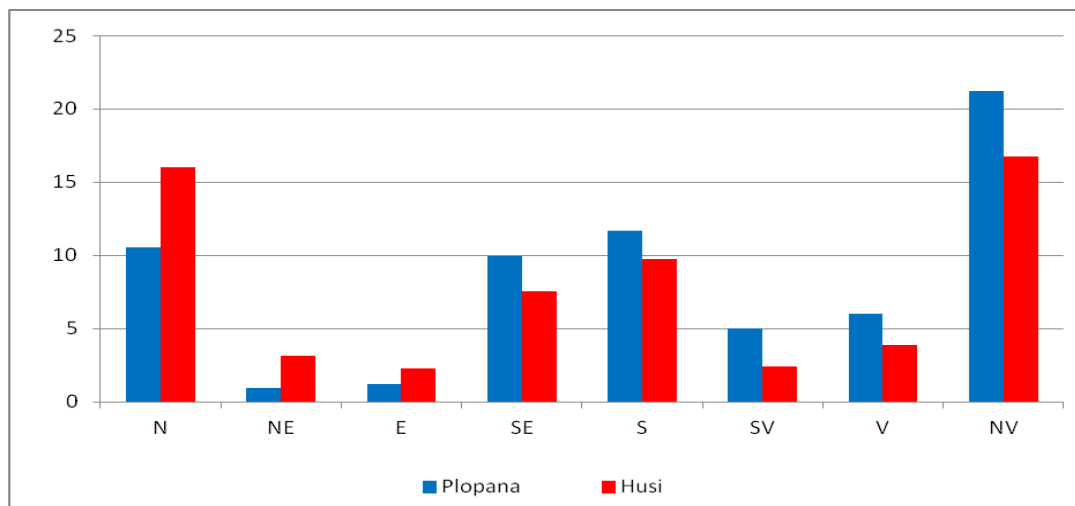


Fig. 7. Frecvența vântului pe direcții la stațiile Plopana și Huși (1964-1994)

În distribuția frecvențelor pe direcții pentru cele două stații se observă că viteza maximă înregistrată la stația Plopana din direcție sudică este datorită vitezelor mari dar pe durată scurtă, care au favorizat creșterea mediei, întrucât frecvența predominantă este din direcția nord-vestică. Cu excepția frecvenței predominante din direcția nord-vestică la Plopana, graficul frecvențelor se mulează pe graficul vitezei vântului, astfel că direcțiile de unde se înregistrează vitezele minime sunt și pentru frecvențele cele mai reduse, respectiv direcțiile est și nord-est (Fig.8).

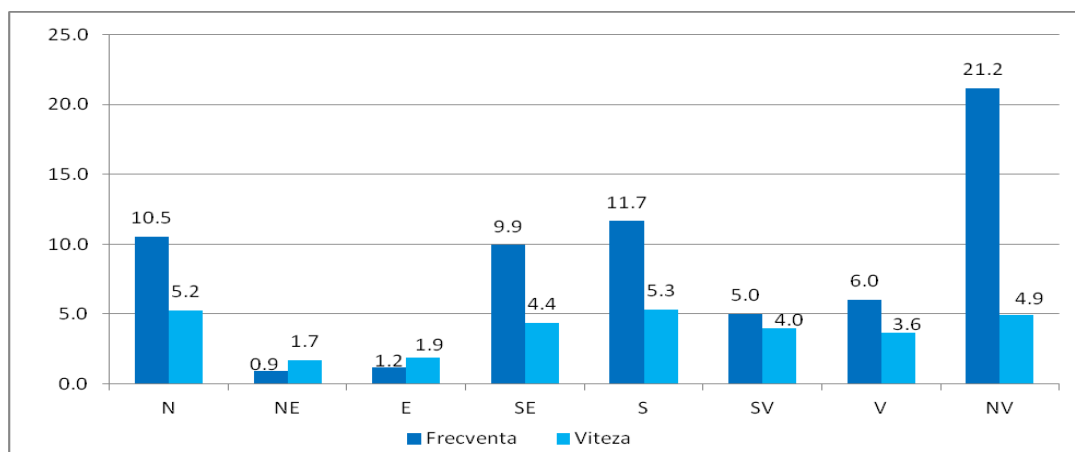


Fig. 8. Frecvența(%) și viteza vântului(m/s) pe direcții la stația Plopana (1964-1994)

Pentru evaluarea potențialului energetic eolian sunt deosebit de importante ambele caracteristici ale vântului, viteza și direcția. În figurile următoare am expus grafic cele două variabile ale vântului pentru o evaluare a potențialului climatic energetic eolian, pentru ce orientare ar fi mai productivă. În acest grafic se poate observa mai bine și ideea amintită mai

sus, cum că viteza vântului are un trend asemănător cu cel al frecvenței pe direcții. Direcțiile nord-est și est prezintă un randament foarte scăzut, vitezele dar și frecvențele sunt reduse, viteza nu este utilizabilă din punct de vedere energetic, întrucât trebuie să depășească 3m/s, și nu trece de valoarea de 2m/s.

Direcțiile predominante ale frecvențelor sunt nord-vest, sud și nord iar luând în considerare și vitezele vântului, sunt cele mai bune direcții din punct de vedere al productivității energetice. Mai importantă pentru producerea energiei eoliene este viteza, care prin formulă se ridică la pătrat, astfel valorile maxime sunt scoase în evidență, însă deoarece diferențele sunt foarte mici, iar frecvența este predominantă din direcția nord-vestică, favorabilitatea producerii energiei eoliene, precum și orientarea turbinei eoliene ar trebui să fie pe direcția nord, nord-vest.

Comparativ cu Plopana unde se înregistrează mai multe direcții principale, pentru stația Huși, aceste direcții prezintă valori mai reduse, ieșind în evidență preponderent două direcții, atât la viteza vântului cât și la frecvență (fig. 9).

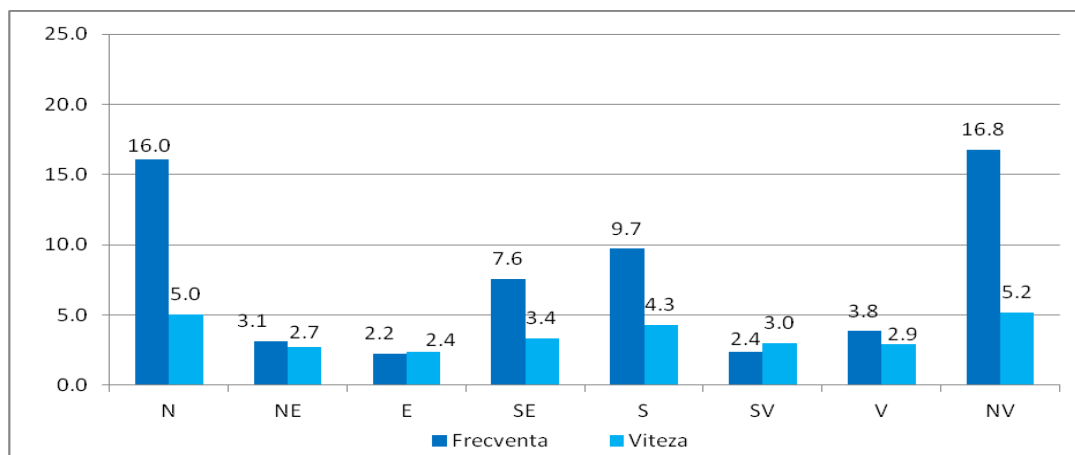


Fig. 9. Frecvența(%) și viteza vântului(m/s) pe direcții la stația Huși (1964-1994)

Astfel pentru stația Huși, referitor la evaluarea potențialului energetic eolian, direcțiile principale sunt nord-vest și nord, diferența față de Plopana este referitor la viteză, care este mai mare pe direcția nordică, iar la Huși pe direcție nord-vestică, încă o dată pune în evidență creșterea vitezei și orientarea vântului spre vest odată cu îndepărtarea spre est și sud-est.

Concluzii

În urma acestui studiu comparativ pe profilul vest-est, între stațiile Plopana și Huși, au rezultat idei după cum urmează. Am încercat să scoatem în evidență evoluția valorilor vitezei vântului prin două tipuri de abatere, respectiv abaterea individuală absolută și abaterea medie pătratică. Cea din urmă este mai concludentă decât abaterea medie liniară întrucât prin ridicarea la pătrat se scot în evidență abaterile mari însă pentru elementele care au și valori negative, nu este indicat să fie utilizată deoarece prin ridicarea la pătrat se schimbă semnul.

Tendința vitezei vântului este în scădere pentru ambele stații, însă la Plopana este o scădere mai bruscă indicată de abaterile cu diferențe mici dar negative față de media

multianuală, comparativ cu Huși unde abaterile sunt pozitive. Viteza vântului crește cu altitudinea, iar asta rezultă din diferențele valorilor medii și a altitudinilor, Plopana este la o diferență de aproximativ 130 m, iar diferența valorilor vitezei este de 0,3 m/s. Diferența este datorată înflunței altitudinale, întrucât odată cu deplasarea spre est și sud-est viteza vântului crește, precum și orientarea se schimbă din direcții predominant nordice în direcții nord - nord-vestice, ținând cont și de distanța dintre cele două stații de aproximativ 65 km.

Modificarea trendului vântului spre est sud-est este reprezentativă prin frecvențele și vitezele pe direcții, astfel la stația Plopana viteza avea o viteză maximă pe axa nord-sud, iar la stația Huși direcția predominantă se schimbă către nord-vest.

Schimbarea direcției dinspre nord spre vest odată cu depărtarea de barajul orografic și apropierea de Marea Neagră reiese din valorile vitezei pe direcții. Pe direcția nordică viteza vântului este mai mare la Plopana 5,2 m/s iar la Huși 5,0 m/s iar pe direcția nord-vestică, valorile vitezei sunt mai mari la Huși 5,2 m/s decât 4,9 m/s la stația Plopana.

BIBLIOGRAFIE:

Apostol, L. (1997), *Trăsături specifice ale circulației generale a atmosferei în Subcarpații Moldovei*, An. Univ. „Ștefan cel Mare”, Suceava, an. VI, s. Geogr.-Geol., pp. 49-59, 3 fig., rez. l. engl., ISSN 1221-6801.

Apăvăloae, M., Apostol, L., Pîrvulescu, I. (1985 b), *Potențialul eolian din Colinele Tutovei*, Lucr. Sem. geogr. „D. Cantemir”, nr. 5/1984, Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași, pg.129-133.

Apostol, L. (2004), *Clima Subcarpaților Moldovei*, Edit. Universității, Suceava.

Băcăuanu, V., Barbu, N., Pantazică, Maria, Ungureanu, Al., Chiriac, D. (1980), *Podișul Moldovei - Natură, om, economie*, Edit. Șt. și Encicloped., București.

Bâzâc, Gh. (1984), *Unele caracteristici ale structurii vântului*, Stud. și cercet. de meteor., IMH, București.

Bordei-Ion N. (1988), *Fenomene meteoroclimatice induse de configurația Carpaților în Câmpia Română*, Edit. Academiei, București.

Condorachi, D. (2006), *Studiul fizico-geografic al zonei deluroase cuprinse între văile Lohan și Horincea*, Edit. “Ștef” Iași.

Cristodor, E., Darie, Zenaída, Ranga, Marina, Masichievici, Georgeta, Ionescu, F., Mesaroș, E., Curelea, N. (1966), *Regimul vântului deasupra teritoriului R. S. România*, Cul. lucr. IMH/1964, București.

Gugiuman, I. (1959), *Depresiunea Huși. Studiu de geografie fizică și economică*, Edit. Șt., București.

Larion, Daniela (2004), *Clima municipiului Vaslui*, Edit. Terra Nostra, Iași.

Larion, Daniela (2004), *Some practical aspects of the diurnal regime of wind velocity in the Moldavian Plateau*, Anal. Șt. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași, s. Geogr., t. XLIX-L (2003-2004), Iași.

Patriche, C.V. (2009), *Metode statistice aplicate în climatologie*, Edit. "Terra Nostra", Iași.

Patriche, C.V. (2005), *Podișul Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Stăvnic*, Edit. "Terra Nostra", Iași.

Patrichi, Silvia (1971), *Potențialul energetic eolian în Moldova*, Culeg. lucr. IMH, 1968, București.

Rusan, N. (2010), *Potențialul energetic eolian din partea de est a României*, Edit. Univ. "Lucian Blaga", Sibiu.

Sfică, L. (2007), *Une nouvelle approche sur la circulation atmosphérique dans le nord-est de la Roumanie*, Actes du Xxème colloque de l'Association Internationale de Climatologie, „Climat, Tourisme et Environnement” 3-8 septembre 2007, Tunis.

Stoenescu, Șt., Patrichi, Silvia, Partin, Șt. (1967), *Indici regionali ai vitezei vântului*, Culeg. lucr. IM/1965, București.

Țișteea, D., Lorentz, Raisa, Bâzâc, Gh. (1976), *Zonarea vitezelor anuale ale vântului pe teritoriul României*, St. cerc.I/2, Meteorologie, IMH, București.