



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U
NOVOM SADU



Jasmina Šijak, 773

OLUJNI VETROVI KAO HAZARD

DIPLOMSKI RAD

- Osnovne akademske studije –

Novi Sad, 2011



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:		
Идентификациони број, ИБР:		
Тип документације, ТД:	Монографска публикација	
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал	
Врста рада, ВР:	Дипломски – „Бачелор“ рад	
Аутор, АУ:	Јасмина Шијак	
Ментор, МН:	Доцент др Душан Сакулски	
Наслов рада, НР:	Олујни ветрови као хазард	
Језик публикације, ЈП:	Српски	
Језик извода, ЈИ:	Српски	
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија	
Уже географско подручје, УГП:	Војводина, Нови Сад	
Година, ГО:	2011	
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт	
Место и адреса, МА:	ФТН, Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6	
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	9/34/0/1/20/0/0	
Научна област, НО:	Инжењерство заштите животне средине	
Научна дисциплина, НД:	Управљање акциденталним ризицима	
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Олујни ветрови као опасност	
УДК		
Чува се, ЧУ:	Библиотека, ФТН, Нови Сад	
Важна напомена, ВН:		
Извод, ИЗ:	У раду су објашњени основни појмови везани за ветрове, олујне ветрове и метеоролошке системе. Кроз поглавља упознајемо се са ветровима и основним типовима ветрова. Осим тога наведене су и објашњене врсте ветрова које се јављају на територији Републике Србије. Циљ истраживачког дела рада био је да се да објашњење о ружи ветрова као и да се прикажу најчешће дневне максималне брзине ветрова на мерној станици Нови Сад.	
Датум прихватања теме, ДП:		
Датум одbrane, ДО:		
Чланови комисије, КО:	Председник :	
Члан:	Потпис ментора	
Члан, ментор:	Доцент др Душан Сакулски	



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO:		
Identification number, INO:		
Document type, DT:	Monographic publication	
Type of record, TR:	Printed material	
Contents code, CC:	Bechelor thesis	
Author, AU:	Jasmina Šijak	
Mentor, MN:	dr Dušan Sakulski, Ph.D.	
Title, TI:	Frequency of windstorm hazard	
Language of text, LT:	Serbian	
Language of abstract, LA:	Serbian	
Country of publication, CP:	Republc Serbia	
Locality of publication, LP:	Vojvodina, Novi Sad	
Publication year, PY:	2011	
Publisher, PB:	Author's reprint	
Publication place, PP:	FTN, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6	
Physical description, PD: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	9/34/0/1/20/0/0	
Scientific field, SF:	Environmental management	
Scientific discipline, SD:	Menagement of accidental risks	
Subject/Key words, S/KW:	Windstorm like danger	
UC		
Holding data, HD:	The library of FTN, Novi Sad	
Note, N:		
Abstract, AB:	The paper presents basic concepts related to the winds, storms and weather systems. Throughout the chapter we are introduced to basic types of winds. Beside of that there are listed and explained the kinds of winds that occur on the territory of the Republic of Serbia. The aim of the research work was to provide an explanation of the wind rose and to show usually daily maximum wind speed at the measuring station Novi Sad.	
Accepted by the Scientific Board on, ASB:		
Defended on, DE:		
Defended Board, DB:	President: Member: Member, Mentor:	Menthor's sign
	dr Dušan Sakulski, Ph.D.	

SADRŽAJ

KRATAK SADRŽAJ.....	6
SPISAK SLIKA I TABELA.....	7
DEFINICIJE.....	8
1. UVOD.....	9
2. VAZDUŠNE MASE, FRONTOVI I OBLACI.....	10
2.1. Vazdušne mase.....	10
2.2. Frontovi.....	10
2.3. Oblaci.....	12
2.3.1. Kumulonimbus.....	12
3. FIZIČKO – MEHANIČKE KARAKTERISTIKE VETRA.....	14
4. STRUKTURA I VRSTE VETRA.....	16
4.1. Struktura vetra.....	16
4.2. Vrste vetra.....	16
4.2.1. Lokalni vetrovi.....	17
4.2.2. Stalni vetrovi.....	19
4.2.3. Periodični vetrovi.....	20
5. VETROVI NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE.....	22
6. RUŽA VETROVA.....	24
7. OLUJNI VETROVI.....	26
8. RUŽE VETROVA ZA MERNU STANICU NOVI SAD.....	28
9. ZAKLJUČAK.....	34
LITERATURA.....	35

KRATAK SADRŽAJ

Vetar predstavlja vrlo važan klimatski element koji takođe može da utiče i na druge klimatske elemente. Iz tog razloga kroz poglavlja u radu objašnjene su neke njegove osnovne karakteristike kao što su brzina i pravac vetra i sile koje utiču na njih. Osim toga objašnjeni su i meteorološki sistemi kao što su vazdušne mase, frontovi i oblaci. Posebna pažnja posvećena je strukturama i vrstama vetrova koji postoje kao i neke njihove osnovne podele. U posebnom poglavlju obrađeni su svi vetrovi koji se javljaju na teritoriji Republike Srbije. U šestom poglavlju objašnjena je ruža vetrova koja daje sažet pogled na to kako se pravac i brzina vetra rasprostiru na određenoj lokaciji. Zatim su obrađeni olujni vetrovi kao posebna vrsta vetrova koja može da izazove izuzetno velike štete i materijalne gubitke. I kao poslednje poglavlje javljaju se ruže vetrova za mernu stanicu Novi Sad, koje su izrađene na osnovu podataka koji su preuzeti iz godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije u periodu od 2000. do 2010. godine.

SPISAK SLIKA I TABELA

Spisak slika

- Slika 2.2.1. Nastajanje hladnog fronta
- Slika 2.2.2. Nastajanje toplog fronta
- Slika 2.2.3. Nastajanje fronta okluzije
- Slika 2.3.1.1. Tipovi oblaka
- Slika 2.3.1.2. Kumulonimbus
- Slika 3.1. Uredjaj za merenje brzine i pravca vetra
- Slika 3.2. Koriolisov efekat
- Slika 4.2.1.1. Bura
- Slika 4.2.1.2. Tornado
- Slika 4.2.2.1. Rasporед pasata na Zemljinoj kugli
- Slika 4.2.3.1. Pravac kretanja letnjeg i zimskog monsuna
- Slika 5.1. Prikaz raspodele vetrova na teritoriji Vojvodine (godišnji) na 10 m
- Slika 5.2. Prikaz vazdušnih strujanja (vetrova) iznad teritorije Republike Srbije.
- Slika 6.1. Prikaz ruža vetrova iz *Nacionalnog meteorološkog zavoda, Albuquerque, NM*
- Slika 7.1. Sateliski snimak olujnih vetrova iznad Evrope
- Slika 8.1. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad za period od januara do decembra, od 2000-2010 godine
- Slika 8.2. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, proleće, od 2000-2010 godine
- Slika 8.3. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, leto, od 2000-2010 godine
- Slika 8.4. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, jesen, od 2000-2010 godine
- Slika 8.5. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, zima, od 2000-2010 godine

Spisak tabela

- Tabela 3.1. Boforova skala

DEFINICIJE

Hazard ili opasnost – Potencijalno štetne prirodne pojave sa velikim stepenom verovatnoće pojavljivanja. Hazard je stanje koje direkto povećava rizik, odnosno, verovatnost nastupanja štetnog događaja i gubitka.

Rizik – Rizik predstavlja neizvesnost ishoda događaja. Drugačije se može opisati kao verovatnoća da će se opasnost (hazard) pretvoriti u katastrofu. Rizik je stanje u kojem postoji mogućnost negativnog odstupanja od očekivanih rezultata tj. verovatnoća nastupanja događaja koje karakteriše neizvesnost zbog varijabilnosti mogućih ishoda.

Elementarna nepogoda – Pod elementarnom nepogodom smatra se iznenadna velika nesreća koja prekida normalno odvijanje života, uzrokuje žrtve, štetu većeg razmera na imovini i/ili njen gubitak, te štetu na infrastrukturi, u meri koja prelazi normalnu sposobnost zajednice da ih sama otkloni bez pomoći. Elementarnu nepogodu uzrokuju prirodnji, tehnički, tehnološki ili biološki događaji.

Katastrofa – Katastrofa se javlja kada veliki broj ljudi doživi opasnost i podnosi veliko oštećenje i/ili ometanje njihovog sistema životnih sredstava, tako da je oporavak bez pomoći spolja malo verovatan.

1. UVOD

Vetar je horizontalno ili približno horizontalno kretanje vazdušnih masa usled nejednakog vazdušnog pritiska na raznim tačkama zemljine površine izazvanog nejednakim zagrevanjem vazduha. Vetar je kretanje vazduha od polja visokog pritiska prema poljima niskog pritiska. Vazduh nastavlja da se kreće sve dok se ne eliminiše razlika u pritisku i dostigne ravnotežu. Razlike u pritisku povezane su sa meteorološkim sistemima velikih razmera, ali mogu da se dese i proizvedu vetrove i u manjim razmerama.

Kada je čestica vazduha pokrenuta, ona se ne kreće tačno u smeru gradijenta pritiska, kako se to očekuje. Drugim rečima, vetar ne duva direktno najkraćim putem iz oblasti višeg ka oblasti nižeg pritiska. To znači da postoje i neke druge sile koje deluju na čestice vazduha u kretanju. To su: sila trenja i devijacijska (Koriolisova) sila. Sila trenja „koči“, a Koriolisova sila „skreće“ čestice vazduha sa njihovog pravolinijskog puta. Na kraju se javlja i centrifugalna sila koja deluje kod svakog krivolinijskog kretanja. Ne treba zaboraviti ni silu teže, koja sva tela privlači ka centru Zemlje.

Za razliku od ostalih klimatskih elemenata, vetar nije skalar, već je vektorska veličina. To znači da je potpuno definisan sa tri elementa: pravac, smer i intenzitet. Ipak, u praksi je vetar određen sa dva elementa, i to: pravcem (koji podrazumeva i smer) i brzinom ili jačinom. Pravac vetra predstavlja stranu sveta sa koje vetar duva (N, E, S, W i njihove kombinacije). Brzina vetra je put koji vazdušne čestice pređu u jedinici vremena (m/s). Jačina vetra je efekat njegovog dejstva na određene predmete (Boforova skala).

Vetar kao klimatski element je toliko važan, da se nekada posmatra i kao faktor koji određuje i ostale klimatske elemente. Naime, promena pravca vetra (posebno u umerenim širinama) može za vrlo kratko vreme da dovede do promene i ostalih klimatskih elemenata, pre svega temperature, vlažnosti, oblačnosti, padavina itd. Vetar donosi sa sobom odlike one klime odakle duva. Pored toga što vetar utiče na druge klimatske elemente, on ima neposredan uticaj i na čoveka i njegove delatnosti, kao i na vegetaciju.

Instrumenti za registrovanje vetra su vetrokaz (vetrulja), anemometar i anemograf. Pomoću ovih instrumenata se meri pravac (vetrokaz i anemograf) i brzina vetra (sva tri instrumenta), a jačina se određuje bez instrumenata, korišćenjem Boforove skale. Pošto vetar neprekidno menja svoj pravac i brzinu, osmatra se srednji pravac iz koga vetar duva (a ne trenutni), kao i srednja brzina vetra (a ne trenutna) na 10 metara iznad tla.

2. VAZDUŠNE MASE, FRONTOVI I OBLACI

2.1. Vazdušne mase

Vazdušna masa je količina vazduha koja pokriva najveći deo jednog kontinenta ili okeana i poprima odlike površine ispod nje. Vazduh iznad kontinenta biće suviji od onog iznad okeana, pa će na kontinentu biti toplije leti a hladnije zimi, zbog različitih brzina zagrevanja i hlađenja kopna i mora u određenom godišnjem dobu. Kad poprimi te odlike, gotovo homogeni vazduh čini vazdušnu masu.

Vazdušne mase šire se od površine pa sve do tropopauze. Vazdušne mase imaju nazive koji opisuju njihovo poreklo: one koje se stvaraju iznad kopna su kontinentalne, dok su one koje se stvaraju iznad mora maritimne. U zavisnosti od geografske širine na kojoj se stvaraju, vazdušne mase mogu biti arktičke, polarne, tropске ili ekvatorijalne. Kombinovanjem ovih naziva dobija se sedam tipova vazdušnih masa: kontinentalna arktička, kontinentalna polarna, kontinentalna tropска, maritimna arktička, maritimna polarna, maritimna tropска i maritimna ekvatorijalna. Ne postoji kontinentalni ekvatorijalni tip, zato što nema kontinentalne kopnene mase koja je dovoljno velika da bi stvorila kontinentalnu ekvatorijalnu vazdušnu masu.

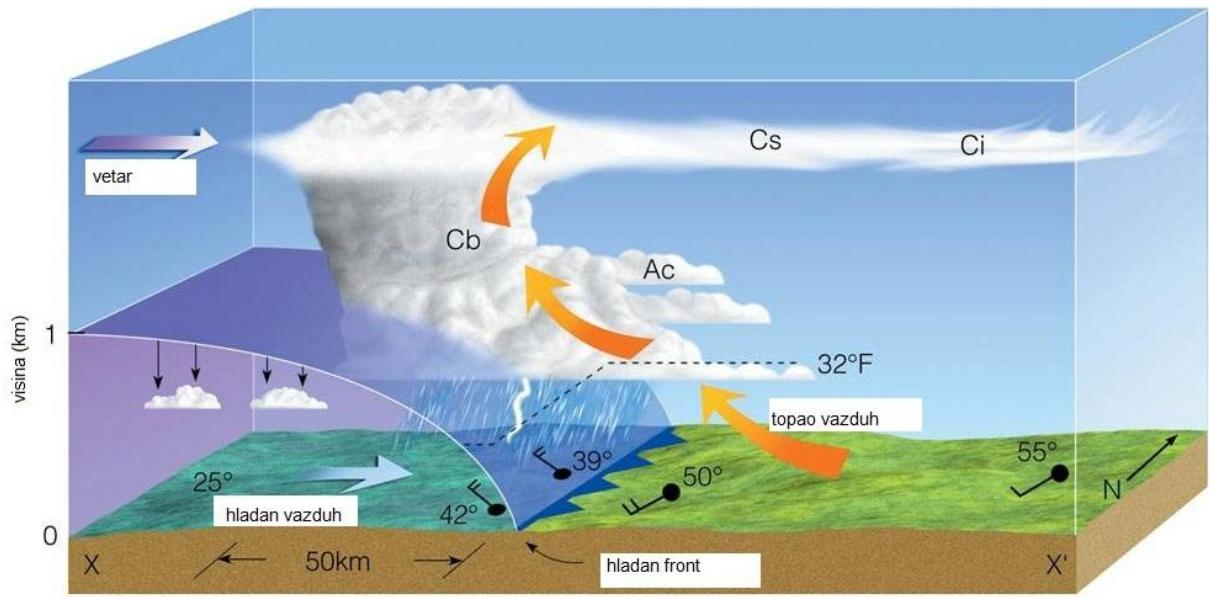
Kada se dve vazdušne mase sudare, one se ne mešaju zato što imaju različite temperature. To znači da se gustina vazduha razlikuje između dve vazdušne mase. Umesto da se mešaju, gušći vazduh se povlači ispod ređeg vazduha i podiže ga sa površine. Granični pojas između dve vazdušne mase naziva se vazdušni front, a dobio je ime po vazduhu iza njega: pri kretanju toplog fronta, topli vazduh smenjuje hladan; hladni front donosi hladniji vazduh.

2.2. Frontovi

Na meteorološkoj mapi front se vidi tamo gde se susreće sa tlom, ali se frontovi takođe prostiru i nagore, često sve do tropopauze, granice između troposfere i stratosfere. Frontovi su široki 100-200 km i obrazuju se duž ivica vazdušnih masa. Oni takođe imaju i nagib, tako da frontalni sistem koji obuhvata topli i hladni front sa toplim vazduhom između njih, ima oblik posude sa nejednakim stranicama.

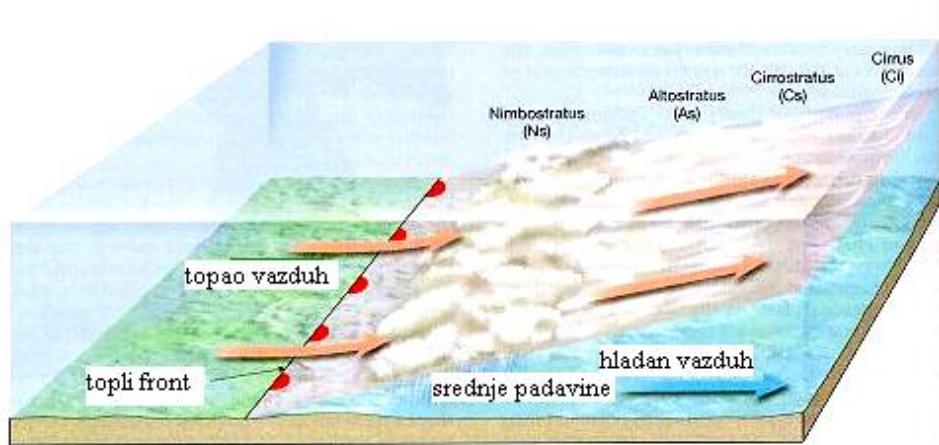
Topli front ima nagib oko $0,5^{\circ}$ - 1° , a hladni front od oko 2° . Hladni frontovi kreću se prosečnom brzinom od 35 km na sat, a topli brzinom od 24 km na sat.

U hladnom frontu hladan vazduh se podvlači pod topao vazduh i naglo ga izdiže duž linije fronta. Stvaraju se snažne konvektivne struje koje obrazuju olujne oblake i obilne kiše. Hladni frontovi se često povezuju sa poljima niskog pritiska i nestabilnim uslovima koji napuštaju oblast visokog pritiska. U toplom frontu topao vazduh se postepeno izdiže iznad hladnog. Vlaga se kondenzuje u vazduhu koji se podiže i stvara oblake i padavine čija vrsta zavisi od brzine kojom vazduh ide uvis. Kako se hladni front brže kreće, on će na kraju preći topli front i potpuno ga odići sa tla. Ova pojava zove se okluzija. Topla okluzija nastaje kada se hladni front izdigne iznad toplog, a hladna okluzija kada se hladni front podvuče pod topli.



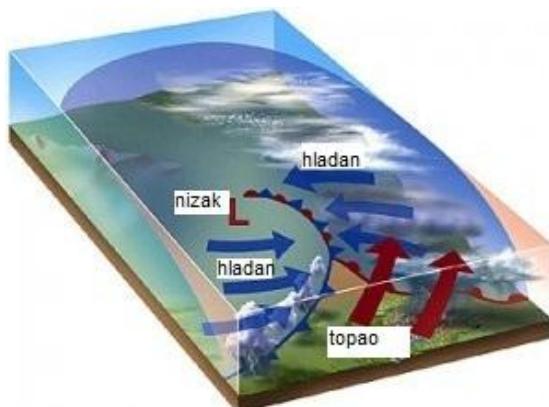
Slika 2.2.1. Nastajanje hladnog fronta

Izvor: <http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/>



Slika 2.2.2. Nastajanje toplog fronta

Izvor: <http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/>



Slika 2.2.3. Nastajanje fronta okluzije

Izvor: <http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/>

2.3. Oblaci

Oblaci se stvaraju kada se vodena para u vazduhu koji se uzdiže kondenzuje u kapljice ili se zamrzne i direktno pretvori u ledene kristale. Visina na kojoj se ovo dešava zavisi od stabilnosti vazduha i količine prisutne vlage. Tipična čestica oblaka ili ledeni kristal ima prečnik od oko 0,01 mm. Hladni oblaci nastali na velikoj visini sadrže samo ledenе kristale, topli oblaci nastali na manjoj visini sadrže samo kapljice vode, dok mešoviti oblaci sadrže i jedno i drugo.

Oblaci se formiraju kada se vlažan vazduh rashladi do sopstvene temperature rosne tačke. Vazduh koji je potisnut uvis hlađi se, te se oblaci često stvaraju u vazduhu koji se izdiže. Visina na kojoj se vodena para kondenzuje u vazduhu koji se izdiže označava osnovu oblaka. Vazduh može da bude potisnut uvis na tri načina. Ako je zagrejan odozdo, usled kontakta sa toploim površinom, vazduh se izdiže putem konvektivnog strujanja i stvara male oblake tipa kumulus i kumulonimbus, koje prati lepo vreme. Ako se vazduh kreće iznad planine, mora da ide uvis. Ovo se zove orografsko podizanje i dovodi do stvaranja orografskih oblaka. Topao vazduh takođe se izdiže kada se hladniji vazduh podvuče ispod njega u nekom vazdušnom frontu. Ovo je frontalno podizanje koje stvara frontalne oblake.

Oblaci se razlikuju po izgledu i visini na kojoj nastaju. Te razlike pružaju osnovu za međunarodni sistem njihove podele. Klasifikacija je nastala na osnovu one koju je 1803. godine predložio Ljuk Hauard i koristi nazive koje je on smislio: kombinacije naziva *cirus* (uvojak), *stratus* (sloj), *nimbus* (kiša) i *kumulus* (gomila). Ova podela grupiše oblake kao visoke, srednje i niske, prema visini na kojoj se osnova oblaka najčešće kreće. Kod srednjih i visokih oblaka, ta visina zavisi od geografske širine, visine i dometa koji su niži na polovima nego na umerenim geografskim širinama, a najviši na ekuatoru.

Oblaci se dele na deset osnovnih tipova i to: *cirus*, *cirostratus* i *cirokumulus* (visoki oblaci); *altokumulus* i *altostratus* (srednji oblaci) i *nimbostratus*, *kumulonimbus*, *kumulus*, *stratus* i *stratokumulus* (niski oblaci).

Od pomenutih tipova oblaka detaljnije će biti objašnjen samo kumulonimbus, iz razloga što on predstavlja olujni oblak.

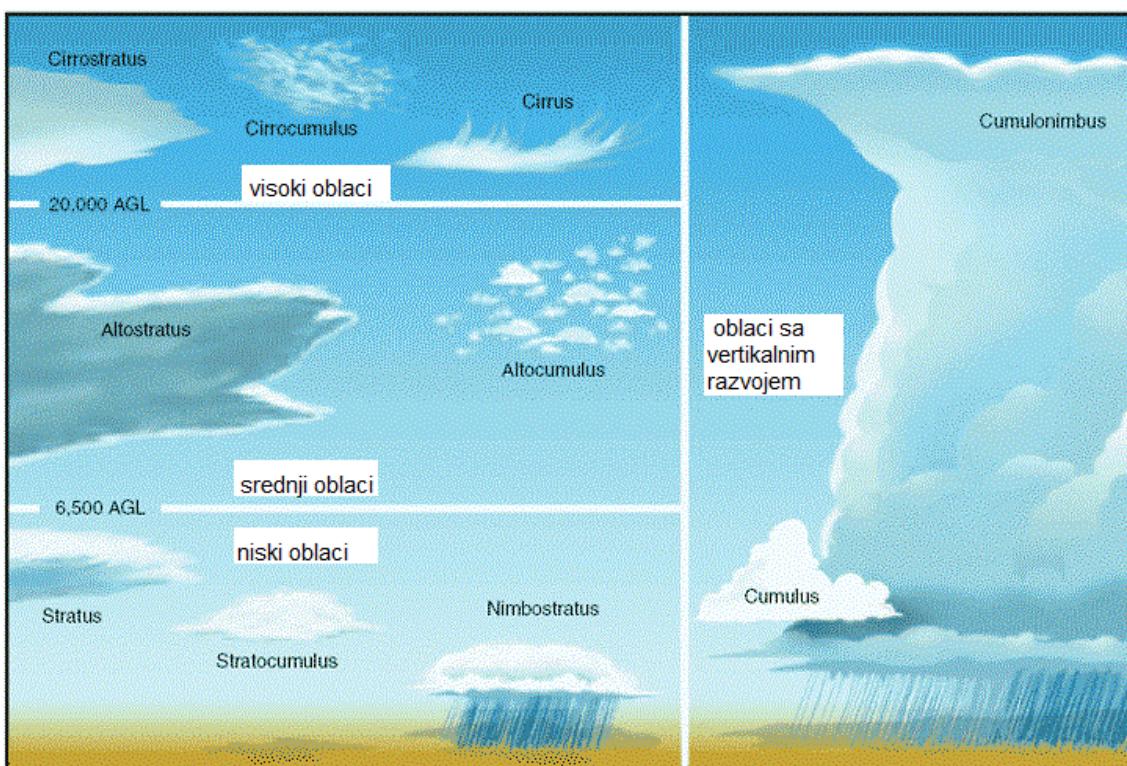
2.3.1. Kumulonimbus

Niski oblak koji se vertikalno prostire do velike visine, ponekad čak do tropopauze ili iznad nje, naziva se kumulonimbus. Sastoji se od tečnih kaplica oblaka u nižim delovima i od ledenih kristala blizu vrha. Ovi oblaci stvaraju oluje sa grmljavinom, grad i tornado, kao i obilne pljuskove ili sneg. Zbog svoje velike dubine, kumulonimbus je veoma taman kada se gleda odozdo. Prolazeći kroz oblak, svetlost nailazi na mnogobrojne ledenе kristale i kapljice oblaka. Oni se odbijaju i rasipaju svetlo, smanjujući količinu svetlosti koja dopire do tla.

Kumulonimbus se obrazuje pri konvektivnom strujanju u veoma nestabilnom vazduhu. Topao i vlažan vazduh brzo se podiže. Pri hlađenju njegova vlaga se kondenzuje i oslobađa latentnu toplotu koja greje vazduh te se on i dalje podiže. Vazduh biva usisan u oblak da bi „nahraniо“ uzlazne struje, koje mogu da dostignu vertikalnu brzinu od 160 km na sat. Ledeni kristali i zrna grada padaju kroz oblak i stvaraju silazne struje koje izlaze iz

osnove oblaka u vidu jakih vetrova. Oni rashlađuju vazduh u okružujućim uzlaznim strujama. Na kraju se potiskuju uzlazne struje, konvektivno strujanje prestaje i oblak se rasipa.

Kumulonimbus retko traje duže od sat vremena. Pri raspadanju može odjednom da oslobodi svu svoju vlagu – do 275 000 tona u zaista velikom olujnom oblaku. U nekim oblacima tipa kumulonimbus, uzlazne i silazne struje se razdvajaju. Ovo obrazuje „superćeliju“ u kojoj se silazne struje više ne mešaju sa uzlaznim, dozvoljavajući oblaku trajanje od nekoliko sati. Ako se brzina ili pravac vetra promene sa visinom, središte oblaka može da počne da rotira i da se proširi nadole prouzrokujući tornado.



Slika 2.3.1.1. Tipovi oblaka
Izvor: <http://www.geografija.hr/clanci/1492/o-klasifikaciji-oblaka>



Slika 2.3.1.2. Kumulonimbus
Izvor: <http://www.mycity.rs/Geografija/Kumulonimbus-meteoroloska-bomba.html>

3. FIZIČKO - MEHANIČKE KARAKTERISTIKE VETRA

Iako vетar predstavlja vektorsku veličinu, koja je definisana sa tri elementa: pravcem, smerom i intenzitetom. U praksi se za određivanje fizičko – mehaničkih karakteristika vетra koriste dve veličine:

1. **Pravac vетра** (koji podrazumeva i smer) - Pravac i smer vетra određuju se jednim podatkom pomoću ruže vetrova od 16 pravaca ili u stepenima od 0° do 360° . U meteorologiji za pravac vетra uzima se onaj pravac odakle vетar duva. Po ruži, od 16 pravaca postoje četiri glavna pravca: severni, istočni, južni i zapadni. Ovi pravci se najčešće označavaju početnim velikim slovom reči za odgovarajući pravac, na engleskom jeziku. Tako "N" znači sever, "E" istok, "S" jug i "W" zapad. Pored glavnih, postoje i četiri međupravca i to: severoistok (NE), jugozapad (SW), severozapad (NW) i jugoistok (SE). U meteorologiji I pomorstvu pravac vетra određuje se onom stranom sveta odakle vетar duva, a u vazduhoplovstvu stranom sveta u koju duva. Pravac vетra određuje se vetrokazom vетra, a na brodovima i jedrilicama zastavom ili platnenim konusom a u vazduhoplovstvu rukavacem.
2. **Brzina vетra** – Brzina vетra proporcionalna je gradijentu pritiska, koji je brzina promene pritiska iznad horizontalne udaljenosti. Međutim, paralelna je sa gradijentom usled skretanja izazvanog Koriolisovim efktom. Vazduh se spiralno približava središtu niskog pritiska. Što je bliže, to je manji obim spirale. Očuvanje njegovog ugaonog impulsa ubrzava vетar na isti način na koji balerina koja izvodi piruetu pleše sve brže prislanjanjem ruku uz telo. To znači da duboke depresije, koje vuku vazduh iz velike oblasti prema malom središtu, stvaraju jače vetrove od blagih depresija. Zbog toga i cikloni i tornado sa malim jezgrima stvaraju tako jake vetrove. Brzina vетra je pređeni put vazduha u jedinici vremena; meri se vetrometrom, a izražava u metrima u sekundi, kilometrima na čas ili čvorovima. Za merenje jačine u m/s upotrebljavaju se anemometri i anemografi, oni automatski registriraju trenutne brzine vетra. U međunarodnim radio-telegrafskim izveštajima o vremenu, a i u nedostatku pomenutih elemenata upotrebljavaju se oznake prema Boforovoj skali. Brzina vетra utiče na prognozu vremena, vazduhoplovne i pomorske operacije, rast i razvoj mnogih biljnih vrsta i mnogo drugih različitih implikacija.



Slika 3.1. Uredjaj za merenje brzine i pravca vетra
Izvor: <http://logatec.slometeo.net/opostaji.html>

Na brzinu i pravac kretanja vazduha utiču gradijent vazdušnog pritiska , Koriolisov efekat, sila trenja i centrifugalna sila.

Koriolisov efekat – Vazduh koji se kreće prema ili od ekvatora uvek prati putanju koja ga pomera ka desnoj strani na severnoj polulopti i ka levoj strani na južnoj polulopti. Razlog za ovo utvrdio je 1835. godine Gustav-Gaspar de Koriolis. Raniji naziv bio je Koriolisova sila a danas je poznat kao Koriolisov efekat. On se javlja zato što se zemlja vrti oko svoje ose u smeru suprotnom od kazaljke na satu, te dok se vazduh kreće na površini, ona se sama takođe pomera ispod vazduha, ali drugom brzinom. Magnituda Koriolisovog efekta zavisi od geografske širine i od brzine vazduha koji se kreće. Koriolisov efekat je najveći na polovima.



Slika 3.2. Koriolisov efekat
Izvor: http://en.wikipedia.org/wiki/Coriolis_effect

Sila trenja - Tačnije sila ukupnog trenja, sastavljena je od sile spoljašnjeg trenja i sile unutrašnjeg trenja. Sila spoljasnjeg trenja deluje u suprotnom pravcu od pravca kretanja vazduha; iznad kopna ona je 3 – 4 puta veća nego iznad mora, a porastom visine opada. Sila unutrašnjeg trenja javlja se u slobodnoj atmosferi, a nastaje, uglavnom, usled nejednakog rasporeda brzine vetra u atmosferi.

Centrifugalna sila - Javlja se kada je putanja strujanja vazduha zakrivljena. Ubrzanje te sile proporcionalno je radijusu zakrivljenosti putanje. Pri ciklonalnom kretanju ona otklanja čestice vazduha u istom pravcu kao i Koriolisova sila, a pri anticiklonalnom kretanju u suprotnom pravcu od Koriolisove sile, a u istom pravcu kao i gradijentna sila. Pod zajedničkim uticajem navedenih sile, pravac vetra pri površini Zemlje otklanja se od pravca horizontalne komponente gradijentne sile za ugao koji je redovno manji od 90° , a na visini za ugao od 90° , i to na severnoj hemisferi udesno a na južnoj ulevo.

Kao što je već napomenuto, za merenje jačine vetra koristi se međunarodno prihvaćena Boforova skala. Ovu skalu jačine vetrova izradio je 1805. godine Frensis Bofor, engleski pomorski oficir. Skala je prvo bila namenjena mornarima, koji su koristili vizuelni izgled mora da bi procenili jačinu vetra, a kasnije modifikovana i prilagođena upotrebi na kopnu dodavanjem kategorija poput drveća i automobila.

Boforova skala

Jačina vetra	Karakteristika	Dejstvo koje vetar proizvodi na izvesnim predmetima na kopnu, i na jezerima u unutrašnjosti kopna:
0	tišina	potpuno tih, dim se diže uspravno
1	vetrić	pravac vetra se primećuje samo po kretanju dima ali ne i po vetrokazu
2	vrlo slab vetar	oseća se na licu, lišće šušti, okreće laku zastavu, pomeri običan vetrokaz, zatalasa površinu stajaće vode
3	slab vetar	lišće i grančice u neprekidnom kretanju, razvija zastavu, stvara manje talase na stajaćoj vodi
4	umeren vetar	podiže prašinu i parčice hartije sa zemlje, pokreće grane i grančice, stvara izrazite talase na stajaćoj vodi
5	umereno jak vetar	manje lisnato drveće počinje da se klati, pokreće zastave, baca talase na stajaćim vodama
6	jak vetar	pokreće velike grane, telegrafske žice zuje, čuju se šumovi iznad i pored kuća i drugih čvrstih predmeta, otvoreni kišobrani se teško drže
7	vrlo jak vetar	ljuljaju se cela stabla, kretanje u suprotnom pravcu vetra je otežano, na stajaćim vodama baca valike zapenušane talase
8	olujni vetar	lome se grane na drveću, znatno otežanva hod na slobodnom prostoru
9	oluja	prouzrokuje manje kvarove na kućama, ruše se dimnjaci i padaju crepovi sa krovova
10	jaka oluja	lomi dvreće ili ga čupa sa korenom, pričinjava znatne štete na zgradama
11	oluja slična orkanu	prouzrokuje velika oštećenja, ruši krovove zgrade
12	orkan	ima uništavajuće dejstvo

Tabela 3.1. Boforova skala.
Izvor: www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/vetar-i-ruza-vetrova

4. STRUKTURA I VRSTE VETRA

4.1. Struktura vetra

Kretanje vazduha u odnosu na njegovu unutrašnju strukturu može biti laminarno ili turbulentno. Pri laminarnom kretanju čestice vazduha imaju paralelne putanje. Što se javlja vrlo retko i to pri slabim vetrovima i traje veoma kratko. Turbulentno kretanje vazduha predstavlja u suštini haotično-uskomešano kretanje, pri čemu su putanje čestica vazduha veoma različite i međusobno se presecaju. Ono nastaje zbog dodira vazduha sa površinom Zemlje, zbog trenja između samih čestica vazduha i zbog promene u temperaturi vazduha. Ovo kretanje izaziva neravnomernost u brzini i pravcu kretanja vetra i ono određuje karakter vetra. Skokovi u brzini koji se javljaju u kraćim vremenskim intervalima, a ispoljavaju u veličini razlike i njene učestanosti između maksimalne i minimalne brzine, nazivaju se stepenom pulzacije. Prema veličini razlike između momentalne brzine (udara) vetra i njegove srednje brzine razlikujemo miran i pulzivan vetar. Miran vetar je definisan razlikom brzine do 5 m/s od njegove srednje brzine, pulzivan vetar od 7 do 10 m/s i više.

Jači vetar, čija se brzina za veoma kratko vreme znatno poveća, a zatim opadne, naziva se olujni. A slabiji vetar sa vrlo velikim i naglim uzastopnim povećanjem i padom brzine – refulni ili refalni vetar. Ako se pravac vetra znatno i neravnomerno koleba, naziva se promenljivim (nestabilnim).

4.2. Vrste vetra

U odnosu na veličinu područja iznad kojeg duvaju a i u zavisnosti od polja pritiska i temperature, vetrovi mogu imati planetarni, regionalni ili lokalni karakter.

Planetarni vetrovi - Duvaju oko cele zemljine kugle, izazivajući opštu cirkulaciju vazduha

Regionalni vetrovi – Predstavljaju vetrove koji duvaju na većem području

Lokalni vetrovi – Predstavljaju vetrove koji duvaju na manjem području. Pod lokalnim vetrovima podrazumevaju se vazdušna strujanja koja ne dosežu daleko u horizontalnom (desetak kilometara) i vertikalnom pravcu a koji nestaju isključivo zbog postojanja temperaturnog kontrasta između različito zagrejanih delova površine zemljišta ili su uslovljeni reljefom zemljišta. Lokalni vetrovi osetno utiču na klimu priobalnih i planinskih oblasti, doprinoseći intenzivnijoj razmeni količine kretanja, vlage i topote u prizemnom sloju u horizontalnom i vertikalnom pravcu. Osim toga ovi vetrovi mogu značajno da posluže i prilikom prognoze vremena na prostoru na kome se oseća njihovo dejstvo.

Raspodela polja pritisaka na površini Zemlje, koji izazivaju opšta strujanja u atmosferi, uslovjavaju postojanje stalnih, periodičnih i preovlađujućih vetrova.

Stalni vetrovi – lako vetrovi mogu da duvaju iz bilo kog pravca, kada se pravci na određenom mestu uporede tokom dugog perioda, obično se može videti da vetrovi duvaju iz jednog pravca više nego iz drugog. To je stalni vetar. Opšta cirkulacija zemlje stvara pojaseve stalnih vetrova širom sveta. U tropskim oblastima vetar koji duva ka ekvatoru,

skreće na desnu stranu i stvara severoistočne i jugoistočne pasate. Vazduh koji se udaljava od visokog pritiska iznad polova skreće desno i stvara polarne istočne vetrove. Između njih, na srednjim geografskim širinama stvaraju se zapadni vetrovi. U celom svetu jačina istočnih vetrova u potpunoj je ravnoteži sa jačinom zapadnih vetrova. Kad ovo ne bi bilo tako, rotacija Zemlje bi se ili ubrzala ili usporila. U peščanim pustinjama i u polarnim oblastima stalni vetrovi stvaraju dine i snežne nanose koji imaju karakteristične oblike. Poznavanje stalnih vetrova važno je zbog određivanja mesta za izgradnju npr. aerodromske piste. Mornari su nekada zavisili od stalnih vetrova dok su plovili preko okeana i znali su da izbegnu mesta poput zona zatišja, u kojima ima malo veta. U stalne vetrove spadaju pasati i njima suprotni, na visini, antipasati.

Periodični vetrovi – Periodični vetrovi predstavljaju sezonske promene atmosferskog pritiska u jednom mestu koje prouzrokuju strujanje vazduha u toku izvesnog vremenskog perioda u jednom pravcu, a u toku sledećeg perioda u drugom pravcu. Neki vetrovi povezuju se sa određenim godišnjim dobima. Nekoliko tih vetrova toliko se ustalilo da su dobili pojedinačna imena. Većina ih nastaje zbog toga što polja visokog i niskog pritiska stvaraju poziciju promene vetra tokom godine. U ovu vrstu vetrova spadaju monsuni.

Preovlađujući vetrovi - Preovlađujući vetrovi prouzrokovani su preovlađujućim poljima niskog i visokog pritiska. U njih spadaju: zapadni vetrovi u području od 30° do 60° geografske širine obe hemisfere i to pretežno iznad okeana, i severoistočni i jugoistočni vetrovi iznad 60° geografske širine severne i južne hemisfere.

4.2.1. Lokalni vetrovi

Lokalni vetrovi su karakteristični za određene oblasti na zemlji. Najpoznatiji vetrovi ove vrste, od kojih su neki zastupljeni i u našoj zemlji, su: košava, bura, jugo, fen, tornado, maestral i vardarac.

Košava – Duva u severoistočnim delovima Srbije. To je jugoistočni i istočni veter koji nastaje kada je visok vazdušni pritisak nad Ukrajinom i Besarabijom, a nizak iznad Jadranskog mora i zapadnog Sredozemlja. Duva dolinom Dunava od Golupca do Vukovara ali i u oblasti Niša, Kruševca i u Šumadiji. Najjača je u dolini Dunava između Novog Sada i Velikog Gradišta i u južnom Banatu. Duva srednjom brzinom od 9-10 m/s sa pojedinim udarima od 25 m/s. Najčešće se javlja u jesen i zimu. Košava predstavlja suv veter i donosi vedro vreme.

Bura - Bura je jak veter na isočnoj obali Jadranskog mora koji duva u pravcu sever-istok sa kopna prema moru. Prosečna brzina ovod hladnog, zimskog vetra je 30 m/s sa pojedinim udarima od 50 m/s. Za vreme duvanja ovog vetra vreme je lepo.



© A.Gospic

Slika 4.2.1.1. Bura

Izvor: http://crometeo.net/site/index.php?module=pagemaster&PAGE_user_op=view

Jugo – Jugo je topao veter koji duva iz Afrike preko Sredozemnog mora, Italije i duž obale Jadrana. Češće se javlja zimi nego leti, na moru stvara velike talase i uvek donosi kišu. Duva sa kopna prema moru.

Fen – Fen je jak i slapovit planinski veter koji dolazi topliju nego što je bio vazduh pre duvanja fena. Fen donosi vedro i toplo vreme. U zimskom periodu izaziva lavine i naglotopljenje snega. Leti ako dugo duva može da osuši vazduh, što može da dovede do toga da se šumski požari brzo i lako šire.

Tornado – Tornado je vrlo snažan vazdušni vrtlog u obliku levka, koji se spušta ispod olujnih oblaka i sastoji se od kapljica vode, peska, prašine i raznih predmeta koje jak veter podiže sa tla. Javlja se u SAD i Meksiku, međutim mogu da se javе i u drugim krajevima sveta.

Kada veter promeni brzinu ili pravac blizu vrha kumulonimbusa (oljni oblak), uzlazne struje se pojačavaju. Hladne silazne struje zatim padaju na stranu vazduha koji se podiže, ali ga pri tom ne rashlade. To oblaku omogućava da se povećava i traje duže od običnog olujnog oblaka. Vazduh koji se podiže počinje polako da rotira, počev od vrha oblaka nadole, prilikom čega se sužava. Kako se radius smanjuje, brzina rotacije se povećava. Vazduh koji rotira i dalje ide nadole, obrazujući levak ispod oblaka. Vazduh koji je usisan u levak ulazi u polje mnogo nižeg pritiska, te se širi, hlađi i ispušta vlagu. Levak prerasta u tornado kada dotakne tlo.

Tornado može da se detektuje pre ili nakon što se pojavi korišćenjem impulsnog Doplerovog radara. Kreće se brzinom od 50 km/h. U samom vrtlogu vazduh rotira brzinom od 160 km/h do 800 km/h i može da se kreće nekoliko kilometara dok ne dođe do rasipanja. Ukoliko nastane na moru, onda se naziva morska pijavica ili tromba. Morske pijavice se javljaju na jadranskom moru i traju od nekoliko minuta do jednog časa. Postoji nekoliko skala za rangiranje snage tornada kao što su Fudžitina skala, poboljšana Fudžitina skala i TORRO skala. Tornado nanosi velike štete i ostavlja pustoš iza sebe.



Slika 4.2.1.2. Tornado
Izvor: <http://www.mesoscale.ws/pictures/tornadic/>

Maestral - Maestral je osvežavajući severozapadni vetar koji u toplim danima duva sa mora na kopno. Javlja se uglavnom leti i duva samo uz obalu. Strogo je prizemni vetar (do 300 m visine). Počinje da duva oko 10 sati s brzinom vetra 1.6-3.5 m/s, a posle podne 3.4-5.4 m/s. Prestaje po zalasku Sunca. Jaki maestral se naziva maestralun, on je brzine 10-13 m/s. Slabiji maestral stvara talase visine 20-60 cm, a jak i preko 1 m.

Vardarac - Vardarac je vrsta vetra koji se javlja u dolini reke Vardar i u oblasti grada Soluna u Grčkoj. Nastaje prodom hladnog vazduha kroz nizije između Balkanskih i Rodopskih planina i duva dolinom Vardara u pravcu toplog Egejskog mora. Ima karakter maestrala. Vardarac je pretežno zimski vetar i njegova prosečna brzina iznosi oko 6 metara u sekundi.

4.2.2. Stalni vetrovi

U stalne vetrove spadaju pasati i antipasati.

Pasati – Pasati su prizemni vetrovi koji duvaju u sloju troposfere do visine 2000 m. Dolaze iz suptropskih oblasti visokog vazdušnog pritiska i usmereni su prema ekvatoru. Zbog zemljine rotacije skreću ka zapadu tako da dobijaju severoistočni pravac (na severnoj polulopti), odnosno jugoistočni pravac (na južnoj polulopti). Iznad ekvatora gde se sudebruju pasati sa severa i juga nalazi se pojas ekvatorijalnih tišina. Glavno obeležje pasatskih vetrova je njihova postojanost i u pravcu i u jačini. Srednja brzina pasata u njegovim središnjim delovima iznosi od 6 - 9 m/s, ali je nekim mesecima manja. Pasati imaju najveću jačinu u proleće odgovarajuće zemljine polulopte, a najmanju u suprotnom godišnjem dobu - u jesen. Pasati su, pored toga, srazmerno suvi i prohladni pri vremenu. Nemaju nikakvu težnju za uzlaznim kretanjem, pa po tome ni za obrazovanje oblaka i padavina. Ali sve to nastupi čim se ispreči neko bregovito ostrvo ili kopno. Ovo prisiljeno uzlazno kretanje, i do srazmerno nezнатне visine, uslovjava dovoljno sniženje

temperature da bi došlo do kondenzovanja vodene pare i do trajne i obilne padavine, pri bregovitim obalama, koja se po tome zove orografska kiša. Pasati su obično jači u proleće nego u jesen, pa stoga donose u tom vremenu obilnije kiše. Najčešće tipične, pasatske orografske kiše se javljaju na Havajskim ostrvima, ali i na Velikim i Malim Antilima, Zelenortskim ostrvima, Madagaskaru i ostrvu Svetе Jelene.



Slika 4.2.2.1. Raspored pasata na Zemljinoj kugli
Izvor: <http://hr.wikipedia.org/wiki/Pasati>

Antipasati – Antipasati su visinski vetrovi koji duvaju iznad pasata i od ekvatora ka sumpotropskim oblastima, imaju suprotan smer kretanja od pasata. Pod uticajem rotacije zemlje skreću ka istoku i na taj način postaju jugozapadni odnosno severozapadni vetrovi. Nagomilane vazdušne mase u sumpotropskim oblastima najvećim delom se spuštaju ka površini i zbog preovlađujućih silaznih vazdušnih struja nema vetra. Tako se na obe hemisfere obrazuju pojasevi sumpotropskih tišina u kojima vlada vedro i suvo vreme. Antipasati duvaju na visini od 2,5 – 3 km, a iznad ekvatora na visinama većim od 5 km. Prema sumpotropskim širinama visina im se postepeno smanjuje, a brzina slabi.

4.2.3. Periodični vetrovi

U grupu periodičnih vetrova spadaju monsuni.

Monsuni – Monsuni vladaju u nekim delovima tropskih oblasti zbog sezonske promene atmosferskog pritiska u zavisnosti od pravca stalnog vetra. Tokom zime veoma suv vazduh ide ka spoljašnjosti iz polja visokog pritiska u unutrašnjost kontinenta. Leti, dok se tlo zagreva, visoki pritisak ustupa mesto niskom pritisku. Iznad okeana, međutim, pritisak ostaje relativno visok, zato što se voda mnogo sporije zagreva. Vetrovi menjaju pravac i donose vlažan vazduh iznad kopna. Dok dolazi na kopno, vazduh se podiže i stvara ogromne oblake i bujice kiša tj. monsun. Monsuni se obrazuju na obalama pojedinih

okeana kako južne, tako i severne polulopte. Najizrazitiji monsuni se obrazuju iznad indijskog okeana i južnog dela Azije.

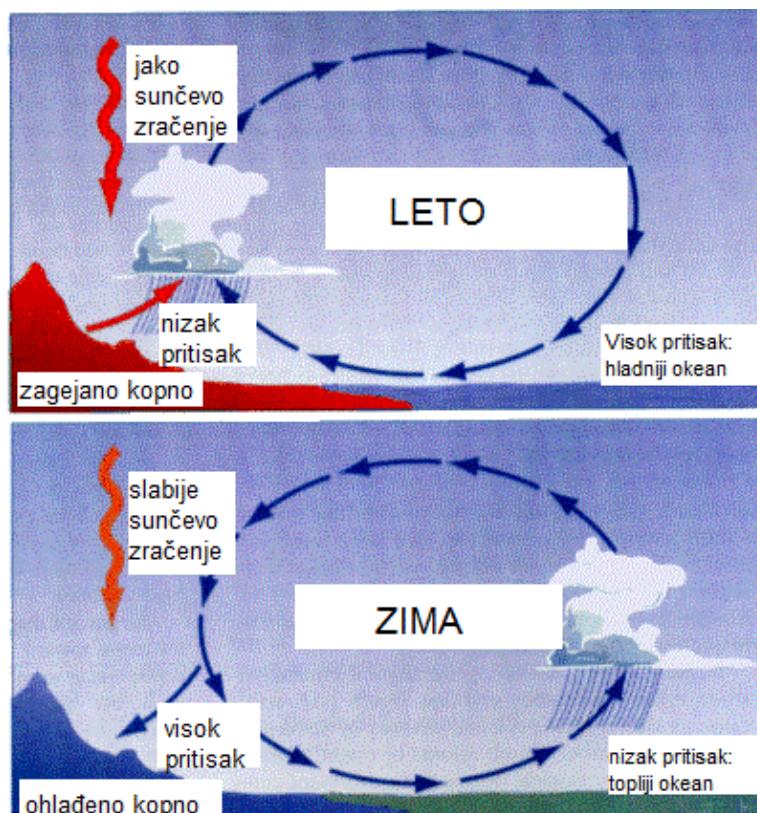
Ljudi u Indiji i u na drugim mestima u Aziji zavise od monsuna zbog gajenja useva. Ako monsun porani, može se desiti da polja nisu pripremljena za setvu, ali ako zakasni, setva se odlaže i prinos je slab. To može da bude pogubno za zemljoradnike koji uzgajaju osnovne useve. Tokom sušnih godina ljudi gladuju, a stoka umire od gladi. Danas sve veća preciznost u predviđanju monsuna omogućava nekim zemljoradnicima da planiraju koje biljke da uzgajaju. Ako znaju kada će doći kiše, takođe znaju i dužinu sezone uzgoja biljaka. Monsuni počinju spektakularnom olujom sa grmaljavinom i bujicom kiša koje traju sedam ili više dana. Jaka kiša može da izazove poplave, ali ljudi danas slave početak monsunske kiše.

Monsunski vetrovi su slabo razvijeni u oblasti ekvatora, gde je veliko dnevno kolebanje temperature, ali je malo godišnje kolebanje, kako temperature tako i vazdušnog pritiska.

Monsuni se dele na letnje monsune i zimske monsune.

Letnji monsuni – Letnji monsuni su vlažni vetrovi koji donose obilne padavine jer duvaju sa mora (iz oblasti višeg vazdušnog pritiska) ka kopnu (oblast nižeg vazdušnog pritiska). Duvaju u periodu od juna do septembra.

Zimski monsuni – Zimski monsuni su veoma suvi vetrovi i duvaju sa kopna (oblast višeg vazdušnog pritiska) ka moru (oblast nižeg vazdušnog pritiska). Ovi vetrovi duvaju u periodu od septembra do marta.



Slika 4.2.3.1. Pravac kretanja letnjeg i zimskog monsuna
Izvor: http://hatteras.meas.ncsu.edu/secc_edu/Monsoons

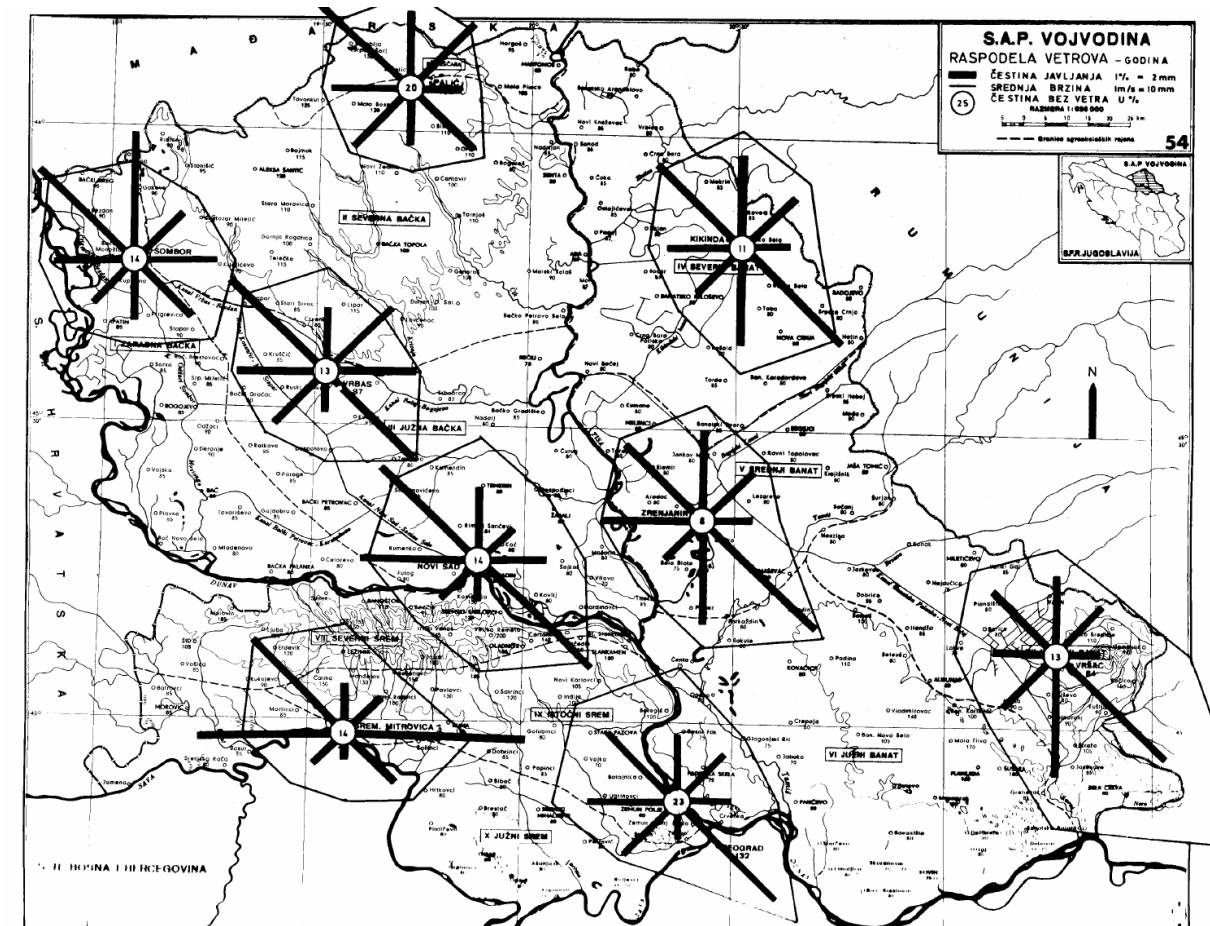
5. VETROVI NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE

Na teritoriji Srbije od važnijih vetrova javljaju se: košava, severac, južni vetar, zapadni vetar, moravac i jugozapadni vetar. Od ovih vetrova prva četiri su karakteristična za AP Vojvodinu.

Severac – Severac je hladan i suv vetar koji dolazi sa severa, iz Mađarske, verovatno, kao skup vetrova koji duvaju sa Tatre i istočnih obronaka Alpa.

Južni vetar – Južni vetar je u narodu poznat i kao Jugovina ili Jug, topao i suv (ređe vlažan) vetar. Duva dolinom Južne i Velike Morave sve do Vojvodine. Gotovo isključivo se javlja za vreme trajanja talasa sa Bliskog istoka.

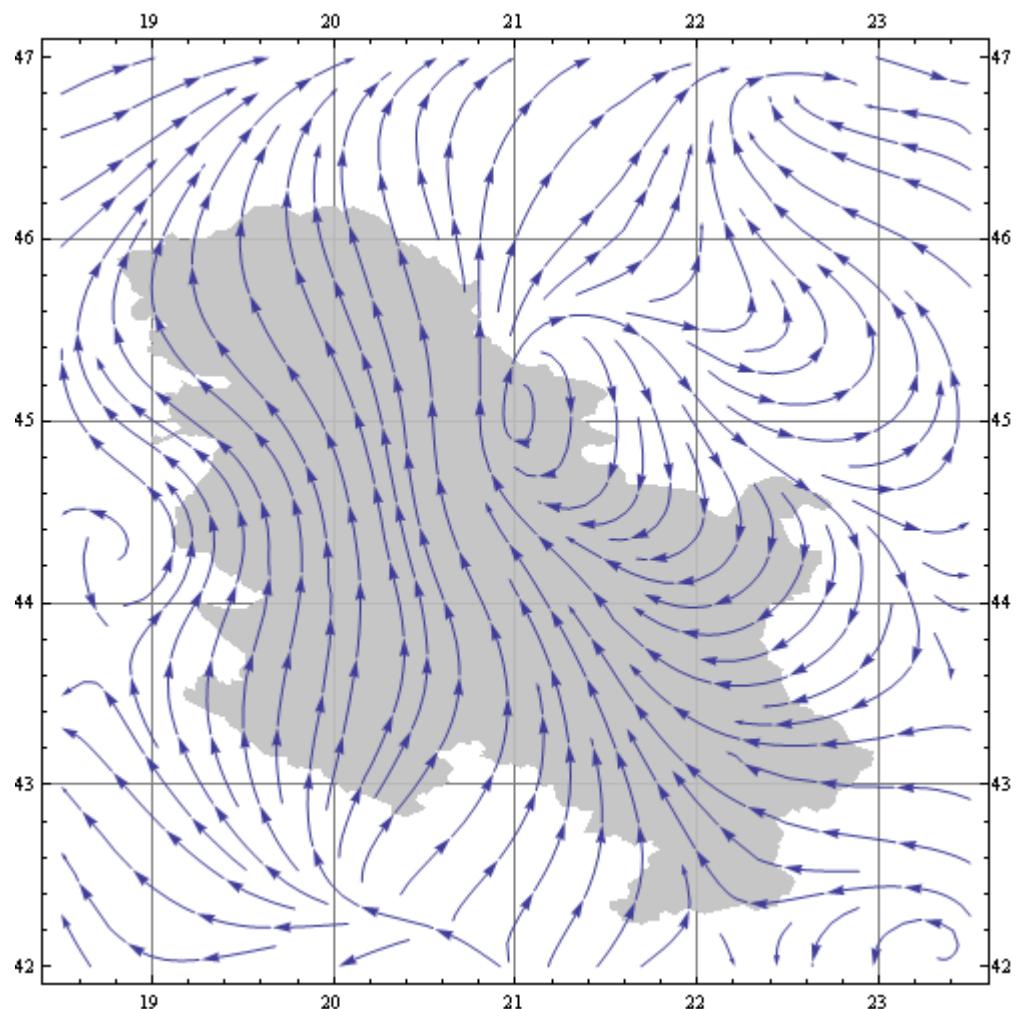
Zapadni vetar – Zapadni vetar je hladan i relativno vlažan vetar. Dolazi sa bosanskih planina. Duva zapadnom Srbijom i ponekad dolazi do Pomoravlja ili Savom do južnog Srema i Beograda. To je vetar koji se najčešće javlja i sa sobom donosi padavine, kišu ili sneg.



Slika 5.1. Prikaz raspodele vetrova na teritoriji Vojvodine (godišnji) na 10 m
Izvor: Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.

Moravac – Moravac je hladan i suv vetar koji duva sa severa dolinom Velike i Južne Morave. Predstavlja, zapravo, skup košave, severca i zapadnog veta. Ulazi rečnim dolinama i po više desetina kilometara istočno i zapadno.

Jugozapadni vетар – Jugozapadni vетар je topao (vrlo retko hladan) i vlažan vетар. Dolazi sa Jadranskog mora i duva u jugozapadnoj Srbiji, nekad do Pomoravlja.



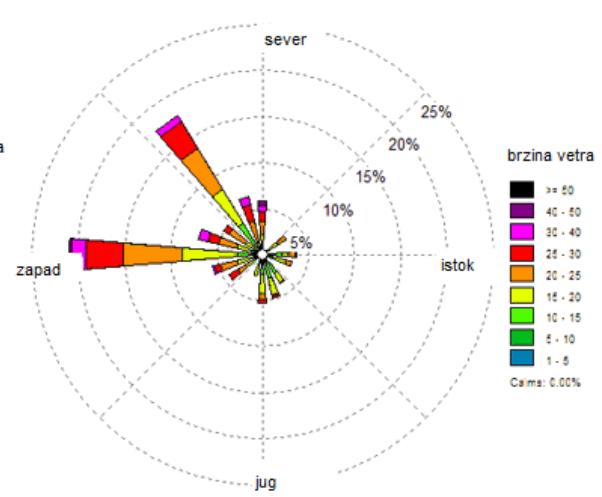
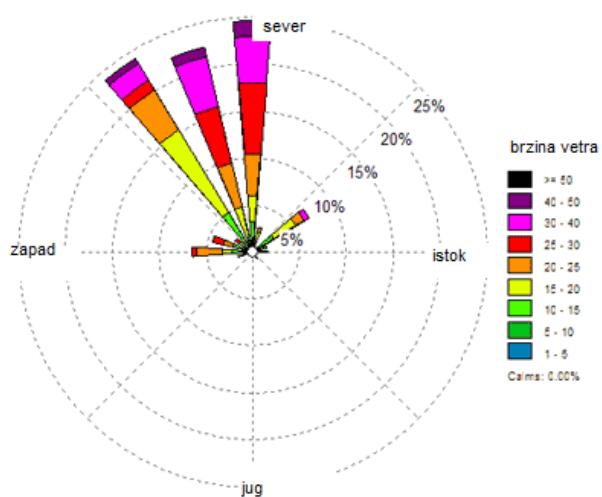
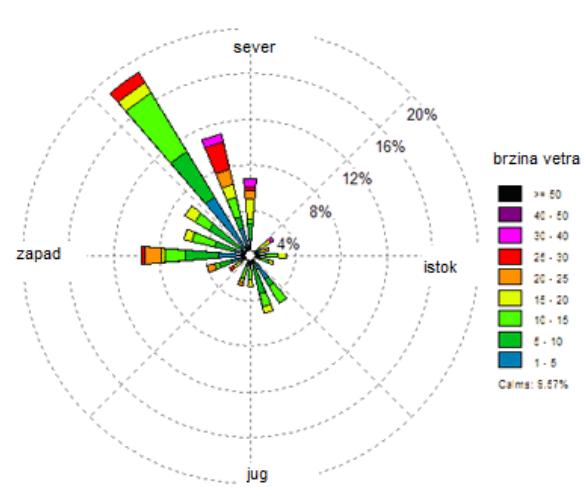
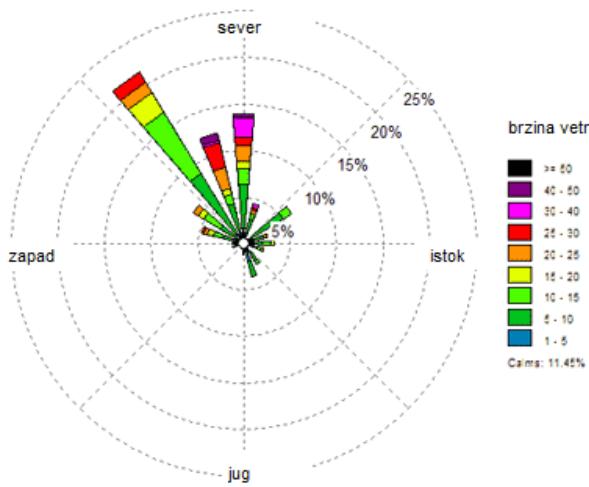
Slika 5.2. Prikaz vazdušnih strujanja (vetrova) iznad teritorije Republike Srbije.
Izvor: <http://www.iickr.rs/siteDRRRC/podatci.html>

6. RUŽA VETROVA

Ruža vetrova je grafički prikaz učestalosti i srednjih brzina vetrova iz pojedinih pravaca. Ruža vetrova daje veoma sažet pogled na to kako se pravac i brzina vetra rasprostiru na određenoj lokaciji. Radi se o polarnom dijagramu na kome su predstavljene strane sveta koje označavaju pravce iz kojih vetar duva. Na ruži vetrova se najbolje uočavaju dominantni vetrovi u nekom mestu u određenom vremenskom periodu. Najčešće se izrađuju ruže vetrova za četiri glavna i četiri međuglavna pravca (strana sveta). Ruža vetra može imati 8, 16 ili 32 pravca vetra (strana sveta). Najčešće se izrađuje ruža vetra sa 8 pravaca. Osim tzv. obične ruže vetra (polarni dijagram) može se izrađivati i "izvrnuta ruža vetra", koja predstavlja histogram učestalosti i brzina vetrova iz različitih pravaca. Srednje karakteristike vetra najviše se razlikuju u ekstremnim mesecima, pa se zato osim za godinu, ruže vetrova najčešće izrađuju za mesece januar i jul.

Da bi se kreirala ruža vetrova, vrednosti prosečne brzine i pravca vetra se uzimaju na licu mesta u kratkim vremenskim intervalima, tokom kratkog perioda, na pr. tokom jedne nedelje, meseca ili duže. Prikupljeni podaci o vetru se zatim sortiraju po pravcu vetra, tako da može da se odredi koliko je procentualno vetar duvao iz svakog smera. Uobičajeno je da se podaci o vetru sortiraju u dvanaest jednakih lučnih segmenata, od kojih svaki iznosi 30° , pri čemu se prilikom crtanja kružnog grafikona u radijusu svakog od dvanaest elemenata predstavlja procenat vremena koje je vetar duvao iz svih pravaca. Podaci o vetru mogu biti obeleženi u svakom pravcu segmenta tako da ukažu na pr. na prosečnu brzinu vetra, kada je vetar i duvao u tom segmentu i iz kog pravca, maksimalnu brzinu vetra, itd.

Informacije koje obezbeđuje ruža vetrova mogu se primeniti na mnoge različite situacije. Mornari preuzimaju podatke iz ruže vetrova koji im pomažu u stvaranju optimalnih puteva za plovidbu između luka. Takođe arhitekte koriste, ili bi bar trebalo da koriste, informacije dobijene pomoću ruže vetrova za lociranje objekata i stadiona. Farme na kojima se nalaze turbine za korišćenje energije vetra takođe vrše obiman tip studije ruže vetrova pre podizanja turbina. Tako da je ruža vetrova tehnika jednostavnog prikaza informacija koja ima višestruku primenu.



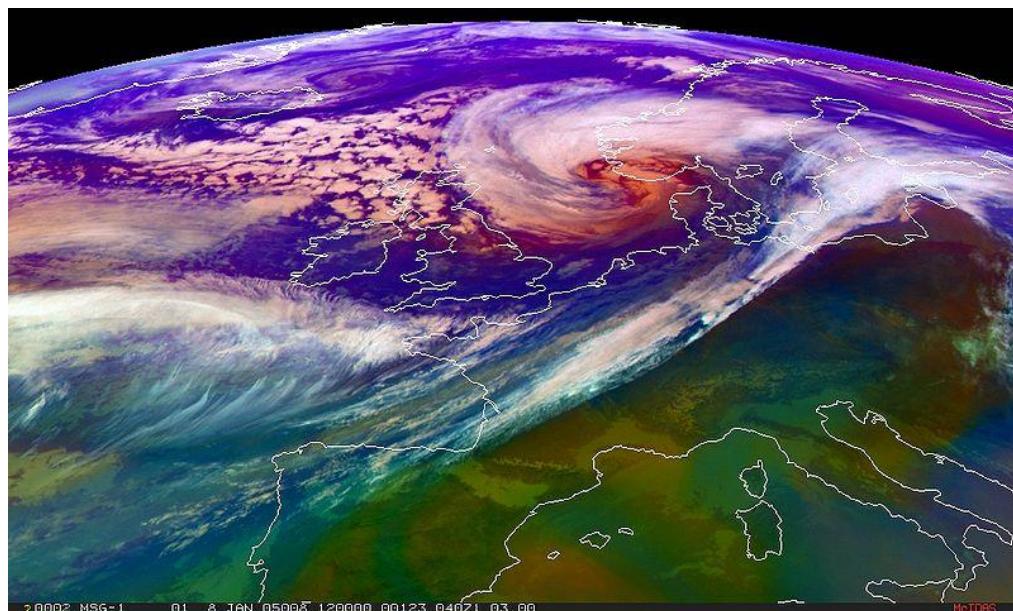
Slika 6.1. Prikaz ruža vetrova iz Nacionalnog meteorološkog zavoda, Albuquerque, NM
Izvor: <http://www.novalynx.com/reference-wind-rose.html>

7. OLUJNI VETROVI

Olujni vетар predstavlja izuzetno jak vетар sa мало или nimalo padavina. Olujni vetrovi nanose izuzetno velike štete. Postoje dva tipa olujnih vetrova, evropski olujni vетар i "derechos" (šто на шпанском znači pravo). Olujni vетар predstavlja vетар koji ima minimalnu brzinu od 20,8 m/s (74,9 km/h) ili stepen 9 po Boforovoј skali. Ovako destruktivni vetrovi donose različite stepene oštećenja, uključujući obaranje stabala i komunikacionih linija, prekidanje transportnih linija, oštećenja imovine, itd.

Evropski olujni vетар je ozbiljna ciklonska oluja koja je vezana za oblasti niskog atmosferskog pritiska koje prelaze preko Severnog Atlantika ka severozapadu Evrope. Najčešće se javlja u zimskim mesecima. Najčešće pogodene zemlje ovakvom olujom su Velika Britanija, Irska, Norveška, Farska ostrva i Island, ali u suštini u bilo kojoj zemlji u centralnoj, severnoj i naročito zapadnoj Evropi povremeno dođe do udara takve oluje. Ovakve oluje uzrokuju velike ekonomski štete od 1,9 milijardi eura godišnje, dok su osiguravajuće kuće imale gubitke, u periodu od 1990-1998 godine, od 1,4 milijardi eura godišnje.

"Derechos" predstavljaju izdužene i prave oluje koje su često praćene grmljavinom. Ovaj malo poznat atmosferski fenomen često se proteže na stotine milja i izaziva više tornada. Javljuju se u proleće i rano leto. Može da bude destruktivan kao i tornado i da i da prevrne montažne kuće, odnese krovove, ograde, itd. Postoje tri osnovna tipa "Derechos-a". Serijski, obuhvata veliku površinu i obično se razvija iz jakih prelaznih sistema niskog pritiska. Progresivni, obuhvata relativno kratku liniju i povezan je sa slabim sistemima niskog pritiska. Određene osobine serijskih i progresivnih "Derechos-a" ponekad se mogu kombinovati u hibridni "Derechos".



Slika 7.1. Satelitski snimak olujnih vetrova iznad Evrope
Izvor: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Windstorm_08_jan_2005_1200Z.JPG

8. RUŽE VETROVA ZA MERNU STANICU NOVI SAD

Na osnovu podataka preuzetih iz godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije urađene su ruže vetrova za mernu stanicu Novi Sad. Iz godišnjaka su preuzete maksimalne dnevne brzine i pravac vetra za period od 2000. do 2010. godine, na osnovu kojih je urađeno pet ruža vetrova. Podaci su obrađeni u programu web matematica u sklopu internet stranice istrazivačkog centra za smanjenje rizika od katastrofa. Web matematika je program koji omogućava interaktivno izračunavanje i vizuelizaciju na internet stranicama tako što povezuje matematiku sa najnovijom tehnologijom web servera.

Na prvoj ruži vetrova prikazana je maksimalna dnevna brzina i pravac vetrova od januara do decembra za period od 2000. do 2010. godine. Na osnovu ove ruže vetrova, prikazane na slici 8.1., možemo da zaključimo da je u ovom periodu najčešća maksimalna brzina vetra od 0,5 – 2,5 m/s, a da se kao najčešći pravac javlja ESE odnosno istok jugoistok.

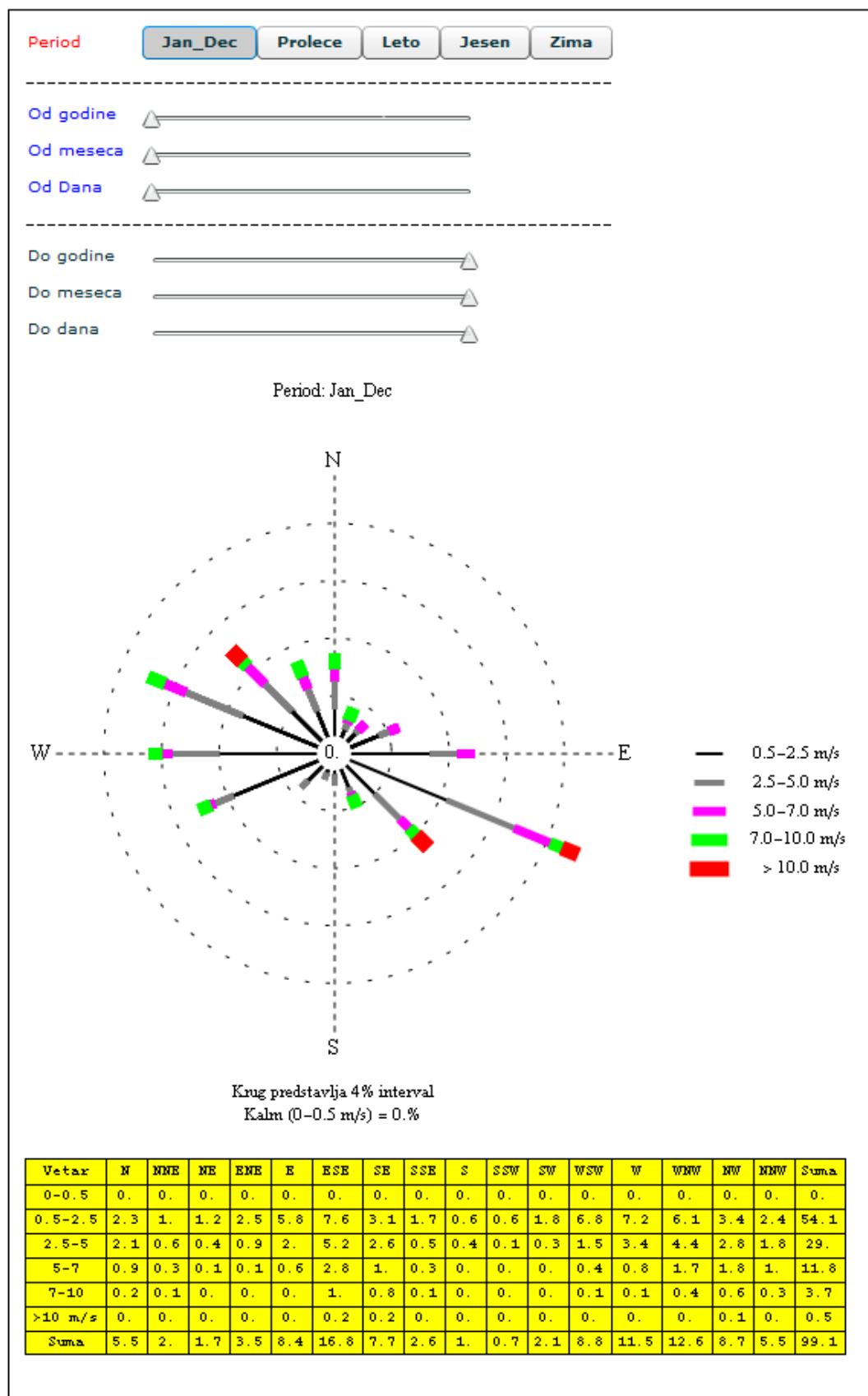
Na drgoj ruži vetrova prikazuje se maksimalna dnevna brzina i pravac vetrova u proleće u periodu od 2000. do 2010. godine. Iz ove ruže vetrova, koj je prikazana na slici 8.2., vidi se da se maksimalna brzina vetrova najčešće kreće od 0,5 – 2,5 m/s, a kao najučestaliji pravac takođe se javlja istok jugoistok.

Sledeća ruža vetrova prikazuje maksimalnu dnevnu brzinu i pravac vetra za letnje godišnje doba, takođe za period od 2000. do 2010. godine. Iz ove ruže vetrova , prikazane na slici 8.3., možemo da zaključimo da se kao i kod prethodnih najčešća maksimalna brzina kreće od 0,5 – 2,5 m/s, a kao najčešći pravac istok jugoistok.

Na ruži vetrova koja je prikazana na slici 8.4., prikazana je maksimalna dnevna brzina i pravac vetra za jesen, takođe za period od 2000. do 2010. godine. Najčešća maksimalna dnevna brzina je od 0,5 – 2,5 m/s, a pravac istok jugoistok.

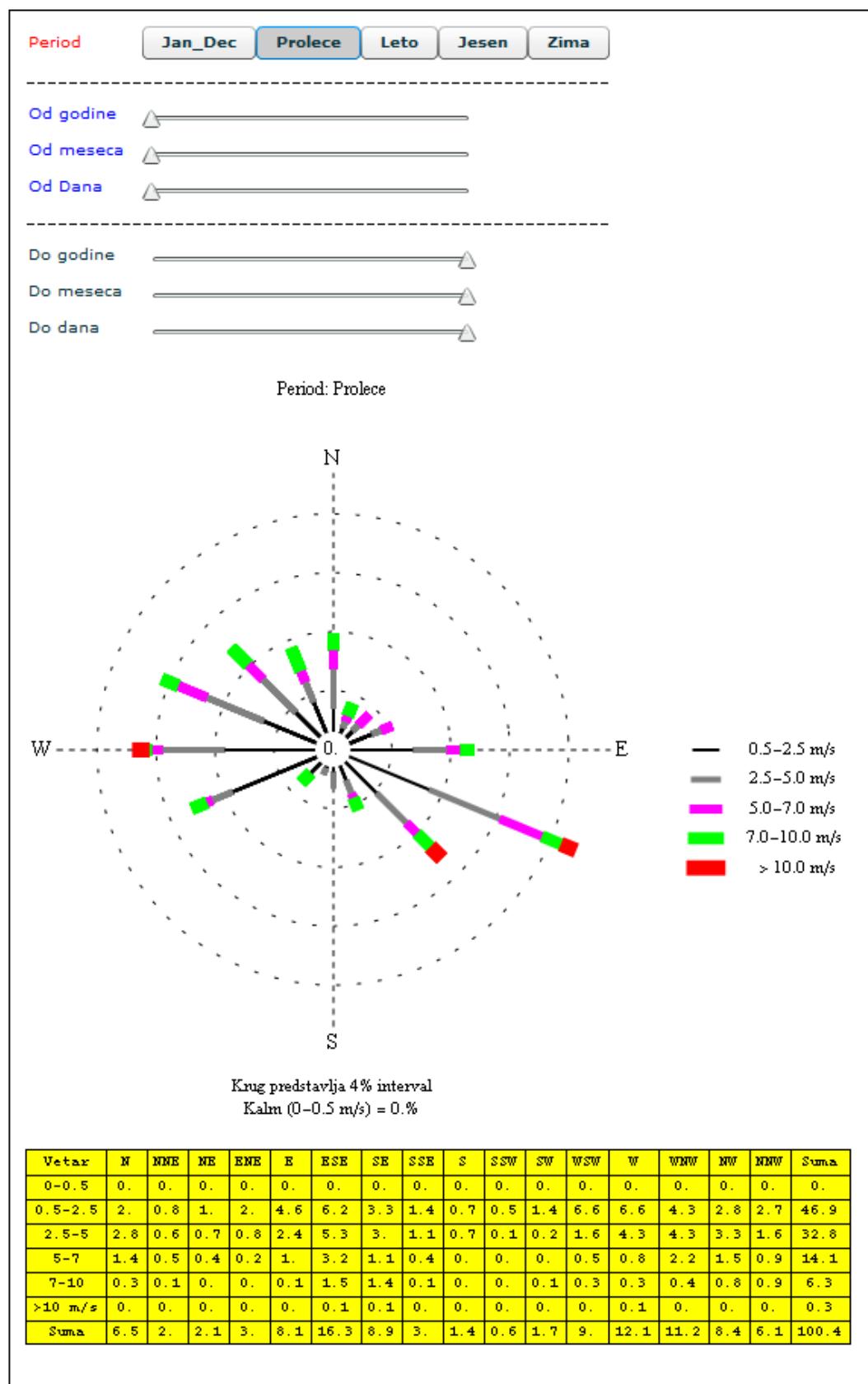
I na poslednjoj ruži vetrova, prikazanoj na slici 8.5., date su maksimalna dnevna brzina i pravac vetra za zimu, u periodu od 2000. do 2010. godine. Kao najčešća maksimalna brzina javlja se brzina od 0,5 – 2,5 m/s, a kao najučestaliji pravac istok jugoistok.

Ruza vetrova



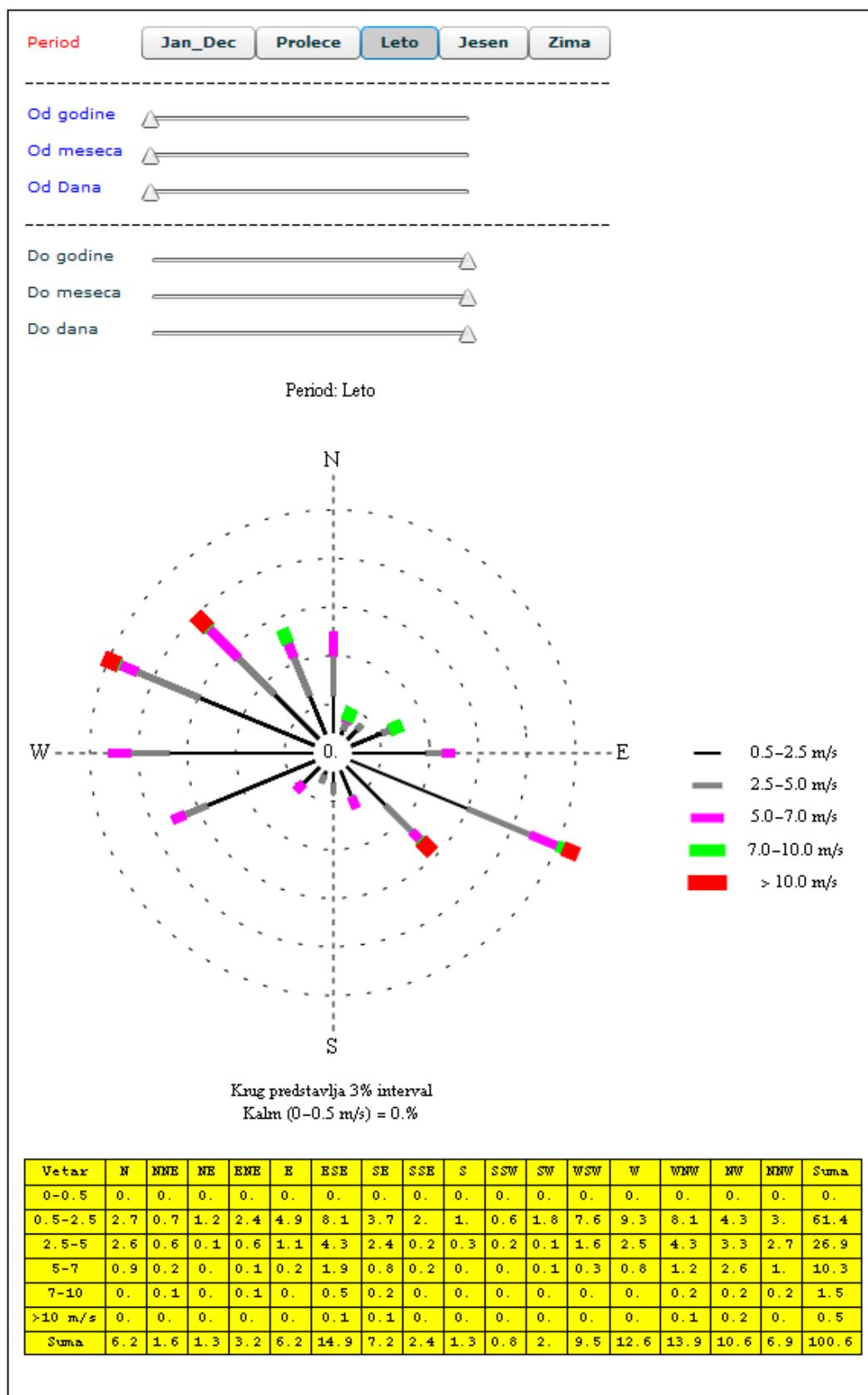
Slika 8.1. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad za period od januara do decembra, od 2000-2010 godine

Ruza vetrova



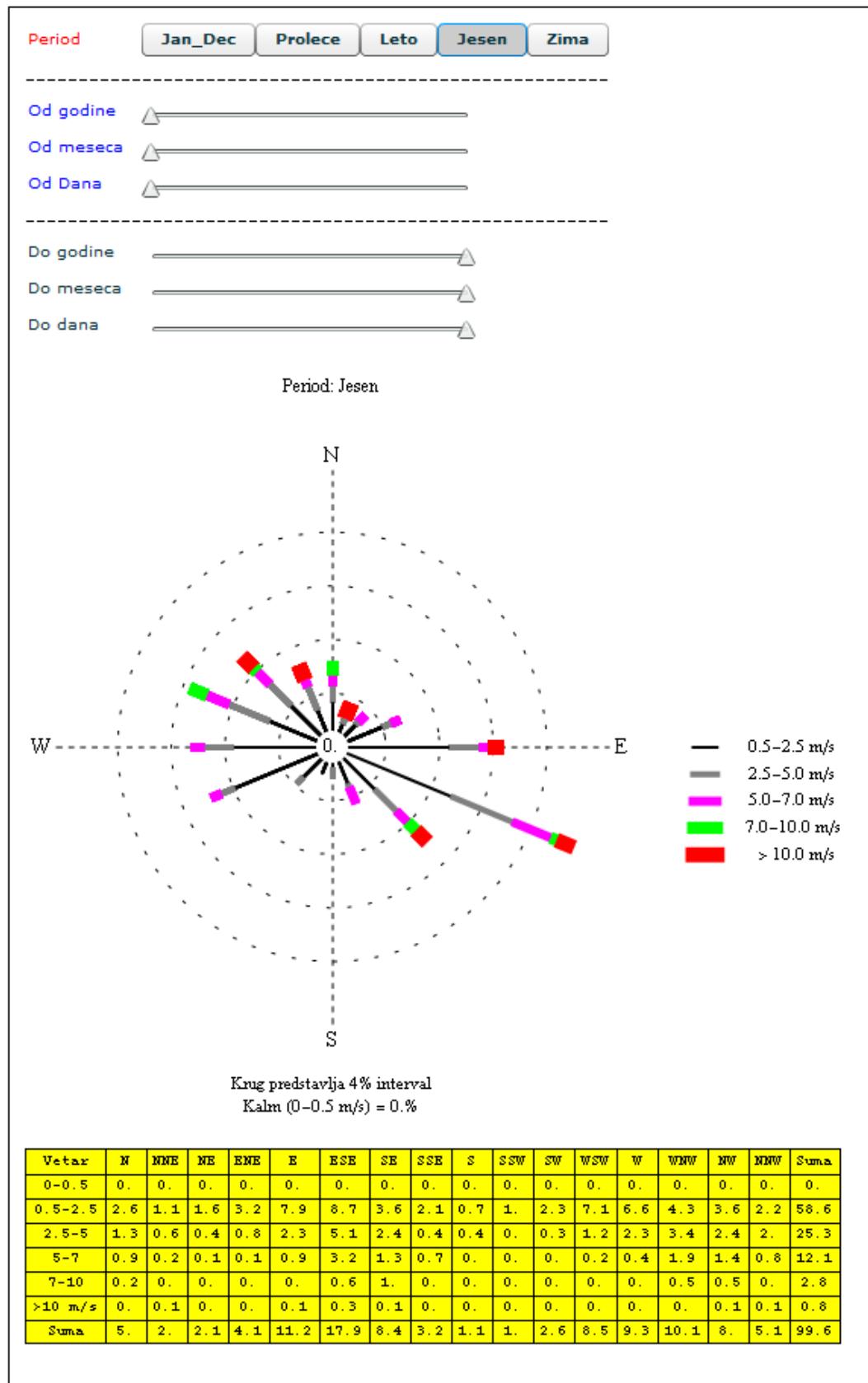
Slika 8.2. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, proleće, od 2000-2010 godine

Ruza vetrova



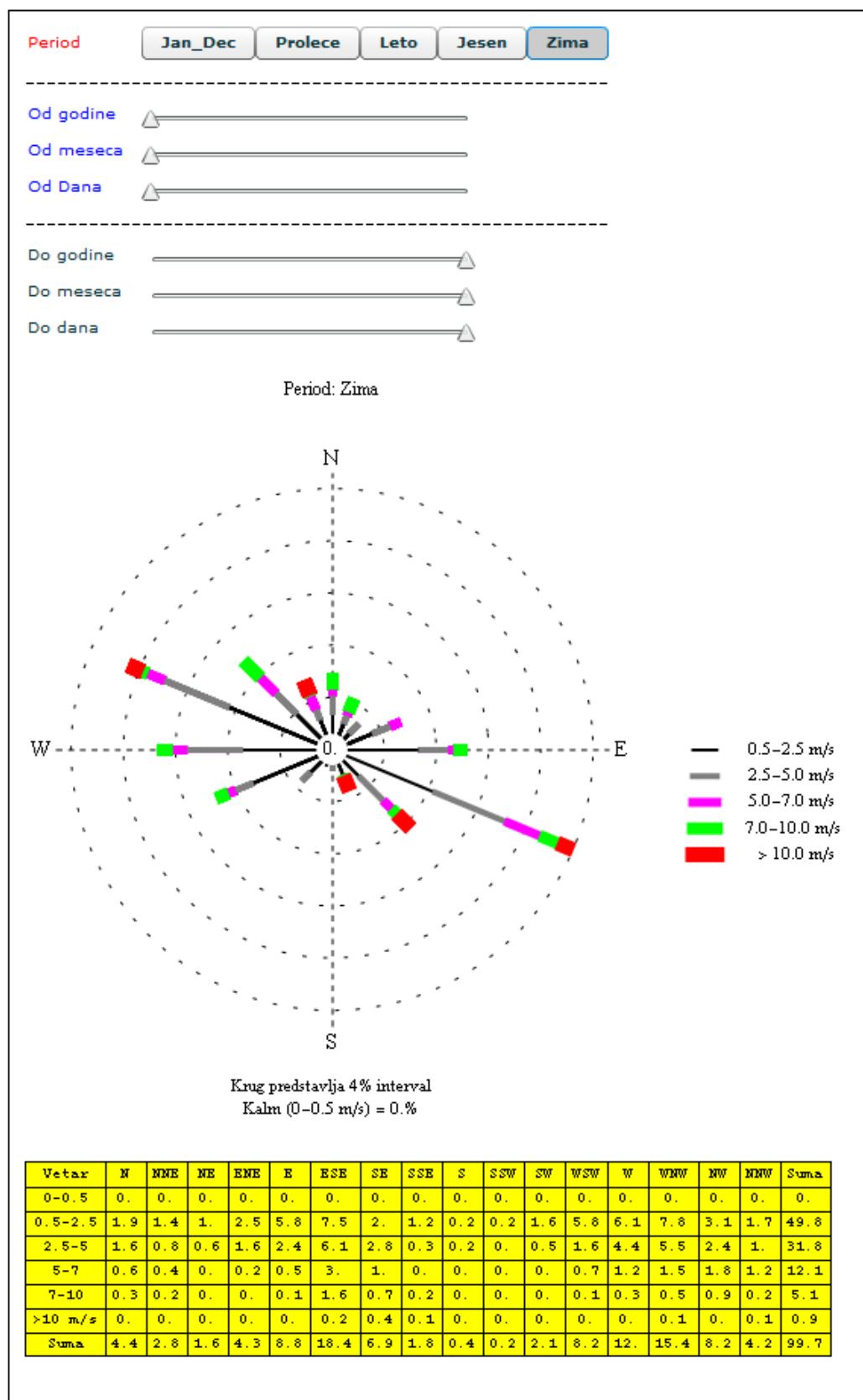
Slika 8.3. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, leto, od 2000-2010 godine

Ruza vetrova



Slika 8.4. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, jesen, od 2000-2010 godine

Ruza vetrova



Slika 8.5. Slika prikazuje ružu vetrova za mernu stanicu Novi Sad, zima, od 2000-2010 godine

9. ZAKLJUČAK

Vetar, koji predstavlja horizontalno ili približno horizontalno kretanje vazdušnih masa usled nejednakog vazdušnog pritiska, igra značajnu ulogu u određivanju i kontroli klime i vremenskih prilika.

Iako je vrlo važan klimatski element sa jedne strane, sa druge strane vetar može da predstavlja izuzetnu opasnost. Olujni vetrovi koji se javljaju u odeđenim područjima mogu da odnesu puno ljudskih života i da izazovu velike materijalne gubitke. Za razliku od ostalih vremenskih nepogoda, olujni vetrovi su specifični iz razloga što je na neki način jedina zaštita od njih blagovremena evakuacija stanovništva i naravno sistem ranog upozorenja. Iz tog razloga potrebno je da sistem zaštite i evakuacije stanovništva bude funkcionalan i da se u najkraćem vremenskom periodu spasi što više ljudskih života.

Za dalje istraživanje bilo bi potrebno da se urade ruže vetrova, na osnovu maksimalnih dnevnih brzina i pravaca vetra, za preostale merne stanice u Republici Srbiji. Osim toga potrebno je da se prati učestalost pojavljivanja olujnih vetrova na teritoriji naše zemlje iz razloga što vođenje evidencije o prirodnim katastrofama, njihovim uticajima i posledicama može da nam podatke koji su potrebni da bi se kreirali efektivni sistemi ranog upozoravanja i procene rizika koji će nam pomoći za umanjenje efekta prirodnih katastrofa na zajednice.

Geografski položaj i klimatski uslovi naše zemlje su pogodni jer ne dolazi do formiranja olujnih vetrova razornih snaga, ali to ne treba olako shvatati jer klimatske promene koje nastaju u svetu, pa i kod nas ne garantuju da do promene neće doći.

LITERATURA

Velika ilustrovana enciklopedija "Zemlja" , Mladinska knjiga, Beograd, 2006.

Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.

Internet adrese:

<http://www.hidmet.gov.rs>

<http://www.meteoplaneta.rs>

<http://www.geografija.hr>

<http://www.pomorci.com>

<http://en.wikipedia.org/>

<http://sr.wikipedia.org>

<http://www.wcc.nrcs.usda.gov>

<http://rizici.com>

<http://www.natura.rs>

