



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
**FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA**  
DEPARTMAN ZA INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE



Ivan Butković, 566z

# **ISTORIJSKA UČESTALOST I PROSTORNA RASPODELA OLUJNIH VETROVA NA TERITORIJI JUGOISTOČNE EVROPE**

**DIPLOMSKI RAD**

- Osnovne akademske studije -

Novi Sad, 2011.

# **UPRAVLJANJE AKCIDENTALNIM RIZICIMA**

## **ISTORIJSKA UČESTALOST I PROSTORNA RASPODELA OLUJNIH VETROVA NA TERITORIJI JUGOISTOČNE EVROPE**



**Mentor: Dr Dušan Sakulski**

**Student: Ivan Butković 566z**



## **KRATAK SADRŽAJ**

Cilj rada je da se identifikuju i prikupe podaci o istorijskoj učestalosti i prostornoj raspodeli, obimu uticaja i posledicama prouzrokovanim olujnim vetrovima na teritoriji jugoistočne Evrope u cilju kreiranja jedinstvene baze podataka. U uvodnom delu rada nalazi se prikaz odnosno objašnjenje o samoj atmosferi i meteorološkom nepogodama, atmosferskim frontovima gde se navodi njihova podela i način na koji se formiraju interakcije između vazdušnih masa, kao i orografski uticaj na frontove. Uz to, definisano je sve o ciklonima i anticiklonima, oblacima, kao i gradu i izvanredno velikim količinama kiše koji predstavljaju neke od elementarnih nepogoda praćene olujnim vetrovima. U poglavlju o vetrovima dati su svi elementi istog koji ga opisuju, a pored toga i veoma bitna za ovaj rad Boforova skala na osnovu koje se vrši klasifikacija vetrova. Pored Boforove skale predstavljene su i Fudžitina skala, i TORRO skala. Završni deo obuhvata kreiranje jedinstvene baze podataka o nastalim katastrofama na teritoriji jugoistočne Evrope prouzrokovane poplavama, sušama, zemljotresima i olujnim vetrovima. U kreiranu bazu podataka unosi se: osnovni podaci o olujnim vetrovima, brzina, pravac, tip olujnog vetra kao i podaci o nastalim posledicama.

## **ABSTRACT**

Goal of this paper was to collect and identify data about historical frequency and spacial distribution, as well as impact and consequences caused by wind storms in the Southeast Europe, in order to create a unique data base. In the beginning of the paper, description of the atmosphere and severe weather conditions is given, as well as types and forming of atmosphere fronts, interactions between air masses and orographic impact on fronts. Beside this, definition of cyclones and anticyclones, clouds, ice storms and extreme rainfall amounts, which represent basic forms of severe weather conditions followed by storm winds are given. In the chapter which refers to winds, every element that describes its characteristics, as well as very important Beaufort scale that is used for wind classification are given. Other two scales that are presented, beside the Beaufort scale, are Fujita scale and TORRO scale. Last part of the paper describes creation of the unique data base containing data about disasters in the Southeast Europe caused by floods, droughts, earthquakes and wind storms. Data base consists of basic data about storm winds- speed, direction, type and consequences of wind storms.



## SADRŽAJ

KRATAK SADRŽAJ .....	3
ABSTRACT.....	3
SPISAK SLIKA I TABELA .....	5
SPISAK SKRAĆENICA .....	6
TEHNIČKI DODATAK: DEFINICIJE I POJMOVI .....	7
1. ATMOSFERSKE-METEOROLOŠKE NEPOGODE .....	9
1.1. Atmosferski front .....	9
1.1.1. Topli front .....	9
1.1.2. Hladni front.....	10
1.1.3. Front okluzije .....	11
1.1.4. Stacionarni front.....	12
1.1.5. Orografski uticaj na frontove .....	12
2. CIKLON I ANTICIKLON.....	13
2.1. Ciklon.....	13
2.2. Anticiklon .....	17
2.3. Oblaci.....	18
2.4. Grad.....	21
2.5. Izvanredno velike količine kiše .....	22
3. VETAR.....	24
3.1. Struktura vetra.....	26
3.2. Vrste vetra .....	26
3.2.1. Štete prouzrokovane vetrovima .....	28
3.3. Određivanje brzine i vrste vetra.....	31
3.3.1. Boforova skala .....	31
3.3.2. Fudžitina skala .....	35
3.3.3. Poboljšana Fudžitina skala.....	37
3.3.4. TORRO skala.....	41
3.4. Olujni vetrovi na tlu Evrope .....	42
3.4.1. Istorijski i rušilački olujni vetrovi na tlu Evrope .....	43
3.4.2. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope između 1900 i 1999 godine .....	44
3.4.3. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope od 2000 godine .....	47
4. PRAVLJENJE BAZE PODATAKA O KATASTROFAMA .....	50
4.1. Osnovni podaci .....	51
4.2. Pogođene oblasti .....	52
4.3. Posledice .....	53
ZAKLJUČAK.....	60
PREPORUKE ZA DALJI RAD .....	61
LITERATURA .....	63



## **SPISAK SLIKA I TABELA**

### ***Spisak slika***

- Slika 1.1. Nastajanje toplog fronta
- Slika 1.2. Nastajanje hladnog fronta
- Slika 1.3. Nastajanje fronta okluzije
- Slika 2.1. Raspodela pritiska i vetra u ciklonu (levo), sistem strujanja u ciklonu (desno)
- Slika 2.2. Infracrvena slika ciklona nad Evropom
- Slika 2.3. Razvitak frontalnog ciklusa
- Slika 2.4. Vreme u mladom ciklonu
- Slika 2.5. Putanje evropskih ciklona
- Slika 2.6. Putanje ciklona koji utiču na vremenske prilike u jugoistočnoj Evropi
- Slika 2.7. Altokumulus
- Slika 2.8. Stratokumulus
- Slika 2.9. Kumulus
- Slika 2.10. Cirus-cirrostratus
- Slika 3.1. Srednja raspodela pritiska i vetra pri površini zemlje-za januar
- Slika 3.2. Prikaz brzine vetra i energetskog potencijala istog za teritoriju Vojvodine na visini od 50 m
- Slika 3.3. Srednja raspodela pritiska i vetra pri površini zemlje-za jul
- Slika 3.4. Prikaz raspodele vetrova ( godišnji ) na visini od 10 metara
- Slika 3.5. Karta lokacija u Srbiji sa godišnjim srednjim brzinama vetra
- Slika 3.6. Mesta gde su se sprovodila merenja brzine vetra u 2008 godini
- Slika 3.7. Zavisnost stepena oštećenja od brzine vetra za niske zgrade od 1 do 4 sprata
- Slika 3.8. Primer niske zgrade od 1 do 4 sprata
- Slika 3.9. Zavisnost stepena oštećenja od brzine vetra kod mreža za prenos električne energije
- Slika 4.1. Glavna strana kreirane baze podataka sa delom za unos podataka o olujnim vetrovima, sušama, poplavama i zemljotresima
- Slika 4.2. Baza podataka za olujne vetrove, deo se osnovnim podacima o olujnom vetru
- Slika 4.3. Prikaz Boforove skale u bazi podataka
- Slika 4.4. Izgled drugog dela baze podataka koji se odnosi na pogođene oblasti
- Slika 4.5. Izgled trećeg dela baze podataka koji se odnosi na posledice koje je izazvao olujni vetar
- Slika 4.6. Izgled menija za upravljanje bazom podataka
- Slika 4.7. Primer unašanja podataka o olujnom vetru u bazu podataka, osnovni podaci i deo sa pogođenim oblastima

### ***Spisak tabela***

- Tabela 2.1. Pregled učestalosti grada u Srbiji u periodu od 1970. do 1979. godine
- Tabela 3.1. Boforova skala
- Tabela 3.2. Grafički prikaz odnosa stepena snage i štete na Boforovoj skali
- Tabela 3.3. Fudžitina skala
- Tabela 3.4. Poboljšana Fudžitina skala
- Tabela 3.5. Lista indikatora oštećenja
- Tabela 3.6. i 3.7. Stepene oštećenja sa parametrima
- Tabela 3.8. Poređenje sa Boforovom skalom
- Tabela 3.9. TORRO skala
- Tabela 3.10. Istorijski i rušilački olujni vetrovi na tlu Evrope
- Tabela 3.11. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope između 1900 i 1999 godine
- Tabela 3.12. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope od 2000 godine
- Tabela 4.1. i 4.2. Prikupljeni podaci za olujne vetrove na teritoriji jugoistočne Evrope



## **SPISAK SKRAĆENICA**

EF – Enhanced Fujita scale – Poboljšana Fudžitna skala

UTC – Universal time code – Univerzalno vreme

DOD – Degree of Damage – Stepen oštećenja

AP – Autonomna pokrajina



## TEHNIČKI DODATAK: DEFINICIJE I POJMOVI

### *Elementarna nepogoda*

Se može definisati kao stanje na određenom prostoru, na kome je za veoma kratko vreme usled delovanja prirodnih ili antropogenih faktora došlo do takvog oštećenja materijalnih i kulturnih dobara, odnosno ugroženosti zdravlja ili života ljudi i životne sredine u takvom obimu da im je posledice nemoguće otkloniti u poželjno vreme sa ustaljenim metodama rada i sa postojećom organizacijom.

### *Katastrofa*

Kombinacija dva elementa, samog događaja i ljudske osetljivosti. Katastrofa se dogodi tako što u tolikoj meri izazove osetljivost ljudi koji žive u određenoj zajednici tako da su njihovi životi direktno ugroženi ili je velika šteta naneta ekonomskim i društvenim strukturama, zbog čega je smanjena sansa za opstankom.

### *Ranjivost*

Uslovi determinisani fizičkim, socijalnim, ekonomskim i faktorima okruženja ili procesa, koji povećavaju osetljivost zajednice na uticaje opasnosti.

### *Rizik*

Verovatnoća štetnih posledica ili očekivanih gubitaka koje zavise od date opasnosti kao i od datih elemenata opasnosti u određenom vremenskom periodu.

### *Front*



## UVOD

Ljudsku egzistenciju neprekidno ugrožavaju brojne i raznovrsne opasnosti. Čovek im se suprotstavljao a i danas se suprotstavlja u granicama svojih umnih i tehničkih mogućnosti. Pored toga što je čovek u svom evolutivno-biološkom i sociokulturološkom usponu neke od opasnosti uspeo da redukuje, a za neke da pronađe efikasan način zaštite on je sam doprineo pojavi novih opasnosti. Danas se sve te opasnosti koje ugrožavaju ljude, materijalna dobra i životnu sredinu sa sveukupnim njenim sadržajem mogu uslovno svrstati u prirodne ( elementarne ) i tehničko tehnološke. Međutim, u ovom radu govori se o elementarnoj nepogodi, tačnije olujnim vetrovima kao i svim elementima koji nam govore o njihovom nastanku, karakteristikama, nastaloj šteti odnosno posledicama. Svrha rada je bila da se identifikuju i prikupe podaci o istorijskoj učestalosti i prostornoj raspodeli, obimu uticaja i posledicama olujnih vetrova na teritoriji jugoistočne Evrope u cilju kreiranja jedinstvene baze podataka. Rad u uvodnom delu govori o samoj atmosferi i meteorološkom nepogodama, atmosferskim frontovima gde se navodi njihova podela i način na koji se formiraju interakcije između vazdušnih masa, kao i orografski uticaj na frontove. Uz prethodno navedeno, objašnjeno je sve o ciklonima i anticiklonima koji se u novije vreme prate meteorološkom satelitima a što je veoma bitno za praćenje oblačnog sistema, a time i bolje proučavanje njihove strukture. Oblast o pojavama praćenim olujnim vetrovima objašnjava oblake i njihove vrste kao i grad koji je ut to usko vezan. Nakon navedenih poglavlja moguće je objasniti nešto više i o samim vetrovima što je i suština samog rada. Objašnjenje se odnosi na nastajanje vetra kao i elemente vetra. Za određivanje brzine vetra data je Boforova skala koja nam je bitna i za određivanje same vrste istog, bez čega nebi mogli izvršiti klasifikaciju koja nam je potrebna za popunjavanje jedinstvena baze podataka. Prikazana je prostorna raspodela vetrova na osnovu brzine za AP Vojvodinu. Prikazan je grafički prikaz nanete štete na objektima za karakteristične brzine vetrova a isto tako i karta lokacija u Srbiji sa godišnjim srednjim brzinama vetra od 5 do 6 m/s i većim od 6 m/s, određenih na bazi 10-min srednjih brzina na visini od 50 m iznad tla. Izuzetno velike količine kiše i grad predstavljaju jedan od sekundarnih hazarda koji se pojavljuju zajedno sa olujnim vetrovima. Ono što je veoma bitno za označavanje olujnih vetrova jeste i njihovo ime odnosno način na koji su pojedini vetrovi dobili naziv što je karakteristično za olujne vetrove na severu Evrope. U nastavku dat je tabelarni prikaz i istorijski pregled rušilačkih olujnih vetrova na tlu Evrope. Sledeće poglavlje je kreiranje jedinstvene baze podatka o katastrofama na teritoriji jugoistočne Evrope u koju se unose prikupljeni podatci o poplavama, sušama, zemljotresima i olujnim vetrovima. Ovaj deo je zajedno sa prikupljenim podacima i najvažniji. Baza podataka o katastrofama sadrži bitne podatke za identifikovanje ranjivosti, formiranje efektivnih sistema ranog upozoravanja, analizu rizika i pravljenje boljih mera prevencije i pripremljenosti na katastrofu i stoga je važan deo ciklusa upravljanja akcidentalnim rizicima. U kreiranu bazu podataka se zatim unose: osnovni podatci o olujnim vetrovima, brzina, pravac, tip olujnog vetra kao i podatci o nastalim posledicama.



## 1. ATMOSFERSKE - METEOROLOŠKE NEPOGODE

U savremenom svetu su mnoge individualne, kolektivne, privredne ili društvene aktivnosti kao što su proizvodnja energije, hrane, saobraćaj ili turizam u mnogome zavisne od vremenskih- meteoroloških uslova dok su neke od njih u njihovoj neposrednoj funkciji. Mnoge ljudske aktivnosti se planiraju, usmeravaju i organizuju prema normalnim ili za dato područje prosečnim meteorološkim uslovima. Međutim pored ovih uobičajenih, javljaju se i vanredne i opasne meteorološke pojave koje u stvari predstavljaju prirodne ekstreme koje usled osetljivosti urbanih sredina i privrednih potencijala ozbiljno ugrožavaju ljudske živote i često nanose ogromnu štetu.

Definicija vanrednih i opasnih meteoroloških pojava izvodi se iz statističkih kriterijuma učestalosti i intenziteta njihovog javljanja. Pri tome se polazi od pretpostavke da meteorološke pojave i vrednosti meteoroloških parametara slede Gausovu krivu raspodele što je svakako veoma blizu realnosti. Prihvatajući ovaj kriterijum vanrednim meteorološkim pojavama smatraju se vrednosti meteoroloških parametara koje spadaju u interval znatno ispod ili znatno iznad normale. Ovi parametri su: dnevni maksimum temperature, atmosferski pritisak, deficit i suficit padavina, dužina sušnog i kišnog perioda.

Opasnim meteorološkim pojavama smatraju se one koje se javljaju povremeno i predstavljaju faktor ugrožavanja ljudskih života i njihovih materijalnih dobara. Te pojave su: orkanski udari vetra, grad, intenzivna električna praznjenja, izvanredno velike količine kiše, izvanredno visok snežni prekrivač, jake magle, jake inverzije, poledice. Od navedenih se sa značajem izdvajaju: vetar, grad i izvanredno velike količine kiše.

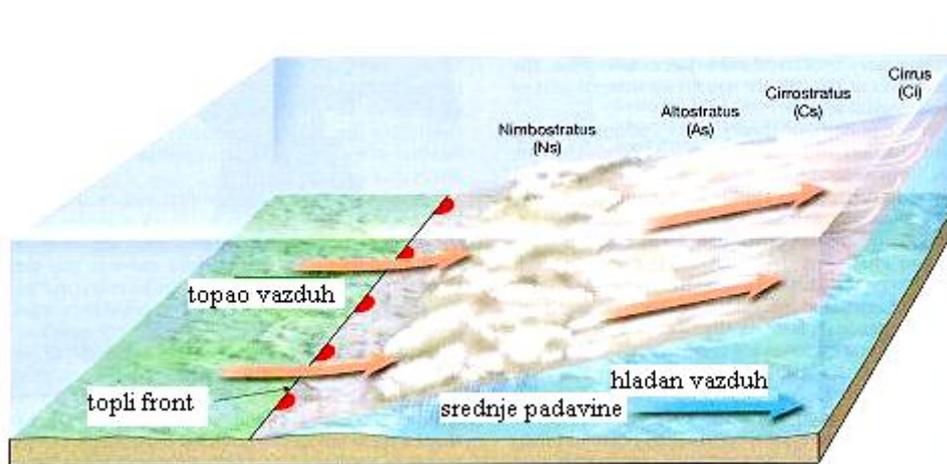
### 1.1. Atmosferski front

Atmosferski front predstavlja prelazna zona ili razdvojna površina između dve vazdušne mase različitih osobina. Karakteriše se naglim promenama osnovnih meteoroloških elemenata ( pritiska, temperature i vetra ). Razmere frontova odgovaraju razmerama dotičnih vazdušnih masa. Širina im iznosi nekoliko desetina kilometara, a visina nekoliko hiljada metara, ponekad, do same stratosfere.

Atmosferski frontovi se dele prema geografskim širinama i pravcu kretanja vazdušnih masa. Postoje četiri područja u određenim geografskim širinama na kojima se stvaraju glavni atmosferski frontovi. Između arktičkog i polarnog stvara se *arktički*, između polarnog i tropskog *polarni*, a između tropskog i ekvatorijalnog *tropski atmosferski front*. U odnosu na kretanje vazdušnih masa frontovi se dele na: *tople*, *hladne*, *frontove okluzije* i *stacionarne*. Svaki od ta četiri fronta može da se pojavi na svim glavnim frontovima.

**1.1.1. Topli front** nastaje kretanjem tople vazdušne mase pri zemlji ka hladnoj. Pri tome nastaje ulazno kretanje toplog vazduha iznad hladnog. Pri uzdizanju topli se vazduh hladi, te se u njemu kondenzuje vodena para i stvara široki sloj oblaka iz kojih pada dugotrajna kiša ili sneg. Na 1000 i više kilometara pred dolazećim frontom pojavljuju se, najpre, visoki oblaci, iza njih srednji i na kraju niski oblaci. To je, u stvari, neprekidni oblačni pokrivač, čija je gornja granica skoro horizontalna.

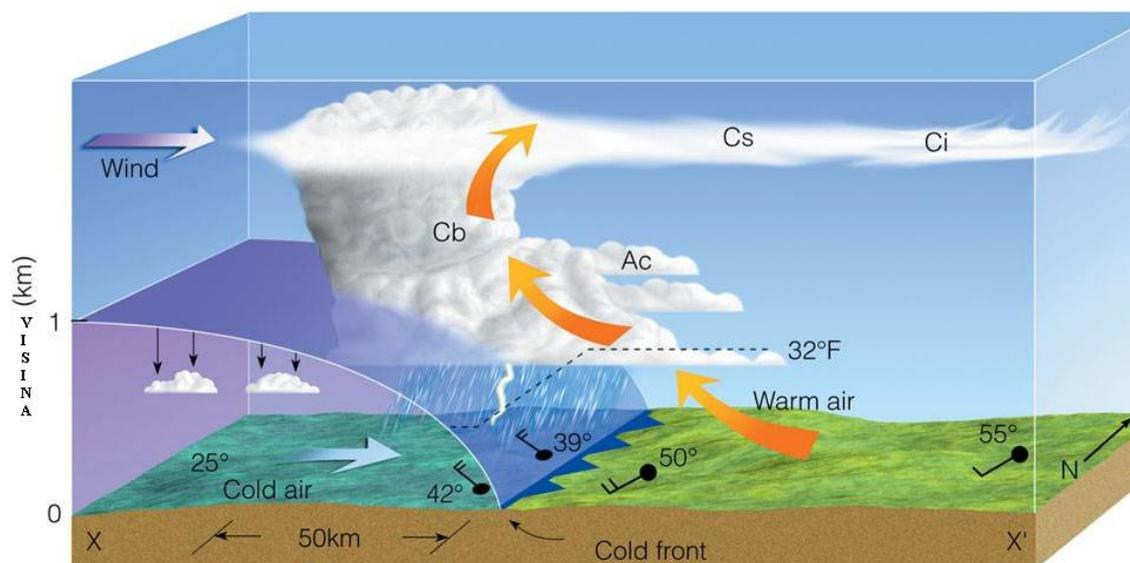
Oblačni sistem je najdeblji iznad linije fronta, dok se dalje, ispred linije fronta, debljina postepeno smanjuje. Približavanjem srednjih i niskih oblaka javljaju se prefrontalne padavine čija širina iznosi od 200 do 400 km. Padavine su u početku slabe, a potom se pojačavaju i prestaju duž same linije fronta ili na nekom odstojanju ispred nje. U slučaju kad je topli vazduh nestabilan, u oblačnom sistemu stvaraju se oblaci vertikalnog razvitka, koji se razvijaju do velike visine. Za pojavu tih oblaka vezane su grmljavine i pljuskovi. U zoni prefrontalnih padavina javlja se magla, koja može da zahvati prostor širine od 150 do 200 km. Ona nastaje zbog zasićenosti hladnog vazduha vlagom, prouzrokovanom frontalnim padavinama, i zbog hlađenja vazduha koje izaziva u prefrontalnoj zoni pad pritiska. Pri približavanju fronta vetar se pojačava, a posle njegovog prolaska skreće udesno. Temperatura i specifična vlažnost se povećava, a vidljivost smanjuje.



Slika 1.1. Nastajanje toplog fronta. Izvor: [www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/](http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/)

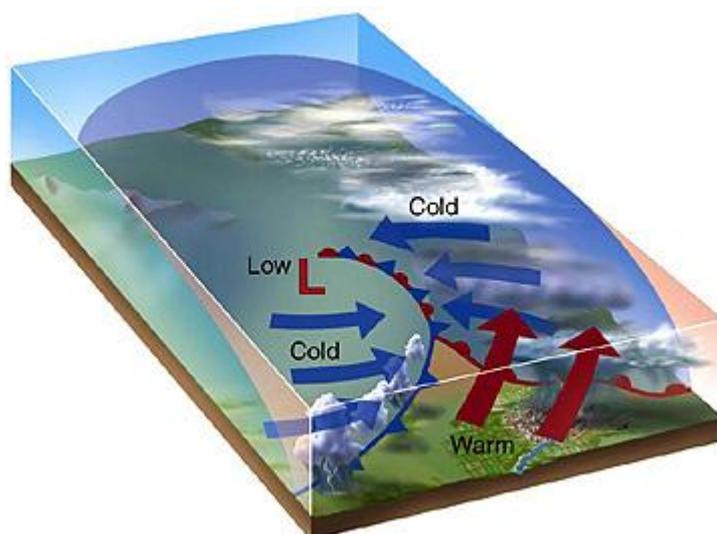
**1.1.2. Hladni front** stvara se kretanjem hladne vazdušne mase pri zemlji ka toplj. Hladan, teži vazduh, podilazi pod topli, specifični lakši vazduh, u vidu klina i potiskuje ga naviše. Uzdizanje toplog vazduha dovodi do nagle kondenzacije vodene pare, koja se izliva u obliku jakih ali kratkotrajnih padavina. Posle prolaska hladnog fronta pritisak se naglo povećava, vetar skreće udesno, temperatura i apsolutna vlažnost opadaju, a vidljivost poboljšava. Oblačnost i padavine zavise od vrste fronta. Postoji hladni front prve i druge vrste. *Hladni front prve vrste* kreće se sporo ili je skoro stacionaran. Pri kretanju fronta hladan vazduh postepeno potiskuje topao, koji se uzdiže iznad hladnog vazduha, a kao rezultat toga stvara se isti oblačni sistem kao kod toplog fronta, samo obrnutim redom. Ispred same linije fronta ulazno kretanje toplog vazduha je burnije, zbog čega se stvaraju oblaci vertikalnog razvitka. Ako je hladan vazduh pozadi fronta nestabilan, stvaraju se oblaci vertikalnog razvitka iza linije fronta. U neposrednoj blizini linije fronta padavine su intenzivnije, a na njih se iza fronta nastavljaju umerene, ravnomerne padavine sa manjom širinom zone nego kod toplog fronta. *Hladni front druge vrste* kreće se vrlo brzo. Pri tome hladan vazduh naglo potiskuje topao vazduh i prisiljava ga da se diže uvis. To dizanje je burno i prouzrokuje stvaranje jako razvijenih oblaka vertikalnog razvitka. Gornji delovi tih oblaka razvlače se napred i odvajaju u vidu sočivastih oblaka koje visinsko strujanje odvlači na 200 km ispred linije fronta. Ti oblaci, obično, nagoveštavaju približavanje hladnog fronta.

Na ulaznoj strani oblačnog sistema javljaju se gusti srednji i niski oblaci. Intenzivnije padavine javljaju se na liniji fronta ili nešto ispred nje. Širina zone padavina vrlo je mala. U nekim slučajevima hladni front ne daje padavine; to se obično dešava zimi kada iza fronta prodire arktički vazduh, a ispred njega se nalazi suv vazduh. Kada je topao vazduh nestabilan, ispred fronta se javljaju vihor i grmljavina.



Slika 1.2. Nastajanje hladnog fronta. Izvor: [www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/](http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/)

**1.1.3. Front okluzije** je složeni front, koji nastaje spajanjem toplog i hladnog fronta. Linija presecanja površine okluzije sa površinom Zemlje zove se *prizemni front okluzije*, a linija u slobodnoj atmosferi duž koje se površina fronta okluzije graniči s toplim vazduhom zove se *visinski front okluzije*. U zavisnosti od toga koji je vazduh hladniji, prednji ili zadnji, razlikuju se dve vrste fronta okluzije: topli i hladni. Kod *toplog fronta okluzije* hladni vazduh koji se nalazi pozadi hladnog fronta, sustiže hladniji vazduh ispred toplog fronta. Pri tome se topli vazduh potiskuje naviše. Hladni front s površine zemlje prelazi u slobodnu atmosferu i pomera se duž toplog fronta. U tom slučaju postoji hladni visinski front i prizemni topli front. Prolazak toplog fronta okluzije izaziva otopljenje na Zemljinoj površini. Oblačni sistem kod ovog fronta je isti kao kod toplog fronta. Hladan vazduh koji prodire iza visinskog fronta narušava taj sistem i oblačnost se sve više raspada. Dugotrajne umerene padavine nastaju ispred visinskog hladnog fronta i postepeno slabe. U slučaju kad se visinski front ne podigne mnogo uvis, duž njega se mogu zadržati oblaci vertikalnog razvitka hladnog fronta, a umerene dugotrajne padavine pretvaraju se u pljuskove. Između visokog hladnog i prizemnog toplog fronta nema padavina, izuzev što se može pojaviti izmaglica iz niskih oblaka. Prolazak prizemnog fronta okluzije prouzrokuje porast temperature i sretanje vetra udesno. Ispred toplog fronta okluzije postoji jak pad, a pozadi fronta veliki porast pritiska. *Hladni front okluzije* nastaje između hladnijeg vazduha pozadi hladnog fronta i hladnog vazduha ispred toplog fronta. Kod hladnog fronta okluzije, počevši od manjih visina, počinje da se raspada oblačni sistem toplog fronta. Hladni vazduh prodire ispod površine toplog fronta, ispred kojeg počinju da se razvijaju oblaci vertikalnog razvitka, a umerene padavine prelaze u pljusak na prizemnom hladnom frontu. Visinski topli front jedva se primećuje.



Slika 1.3. Nastajanje fronta okluzije. *Izvor:*  
[www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/](http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/)

**1.1.4. Stacionarni front** ne menja svoj položaj. On je paralelan sa izohorama. Strujanje je sa obe strane fronta istog pravca. Najmanja razlika u pravcu vetra prouzrokuje ulazno kretanje, zbog čega često dolazi do dugotrajnih padavina. Na stacionarnim frontovima može da dođe do talasanja i ponovnog stvaranja ciklona.

**1.1.5. Orografski uticaj na frontove** ogleda se u promenama njihove brzine, nagiba i aktivnosti. Pri približavanju planinskom grebenu brzina fronta se smanjuje, jer pretfrontalni vazduh nailazi na planinu. Taj vazduh je diže uvis ili zadržava ispred planine. To prouzrokuje povećanje intenziteta fronta i svih pojava vezanih za njega. Osim toga javlja se i orografski uticaj na pretfrontalni vazduh. Brzina i pravac kretanja vazduha uslovljavaju karakter i intenzitet tih pojava. U zavetrini planine pojave naglo slabe. Visina planine igra odlučujuću ulogu u kretanju frontova.

Pri prelasku preko planinskog grebena topli front se deformiše. Dok površina toplog fronta ne dodirne planinski greben, oblačnost i padavine zadržavaju svoj prvobitni karakter i samo se nešto pojačavaju zbog zadržavanja pretfrontalnog vazduha ispred planine. Pri tome se padavine mogu pojaviti i u zavetrini planine. Kad frontalna površina dodirne planinski greben, njen se donji deo zadržava ispred planine, a gornji deo odlazi napred. Na prednjoj strani planine ostaje neka vrsta stacionarnog fronta s oblačnim sistemom niskih oblaka, koji daje neprekidne padavine. U toplom vazduhu koji se penje iznad nepokretnog vazduha, stvara se neprekidna oblačnost. U zavetrini planine vazdušno strujanje povlači naniže frontalnu površinu i dolazi do rasturanja oblačnosti i slabljenja padavina. Dalje iza planine nastavlja se normalni profil frontalne površine uz jednovremeno obnavljanje padavina.

Hladni front može da pređe planinu samo ako je viši od nje. Pri tom se njegova oblačnost više deformiše nego kod toplog fronta. Kad se front približi planini, hladan vazduh počinje da se nagomilava ispred nje. Zbog toga visina hladnog vazduha stalno raste i kad dostigne visinu planine, počinje da se prelijeva preko grebena. Ispred planine pojavljuju se umerene padavine, prouzrokovane ulaznim kretanjem vazduha. U zavetrini planine vazduh počinje da se spušta u vidu fena, a oblačnost rastura. Pri prelasku preko niskih planina vazduh se spušta u zavetrinu planine u vidu bure.

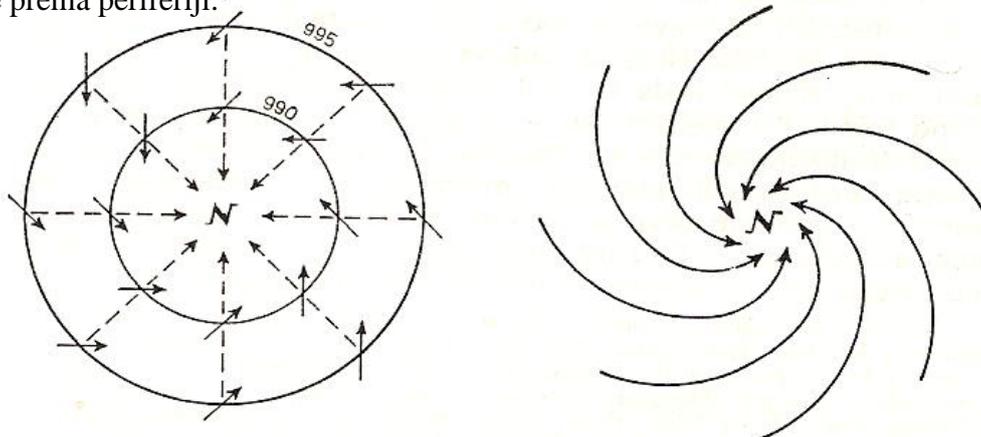
Kad hladni front, zbog svoje male visine, ne može da pređe preko planine, on je obilazi sa obe strane. U zavetrini planine krajevi fronta spajaju se i stvara se tzv. *orografski front okluzije*. Tada se topao vazduh iznad planinskih padina, koji je odsečen od osnovne tople vazdušne mase, postepeno penje uvis. Dok traje njegovo uzlazno kretanje, iznad planine, zadržava se frontalna oblačnost i nastaju padavine. Takve vrste okluzije javljaju se u rejonima Alpa i Kavkaza.



## 2. CIKLON I ANTICIKLON

### 2.1. Ciklon

Ciklon je veliki pokretni atmosferski vrtlog, prečnika 200 do 400 km, a iznad Evrope najčešće oko 1000 km. Jedan je od osnovnih oblika baričkih tvorevina. Suprotno anticiklonu, predstavlja oblast niskog pritiska čija je najmanja vrednost u centru, a raste prema periferiji.

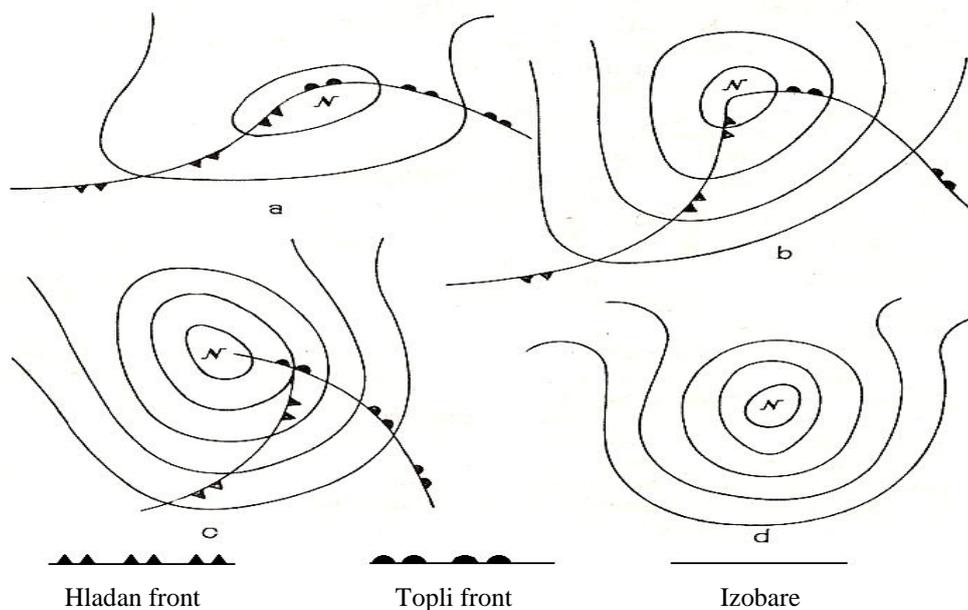


Slika 2.1. Raspodela pritiska i vetra u ciklonu (levo), sistem strujanja u ciklonu (desno). Izvor: *Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*



Slika 2.2. Infracrvena slika ciklona nad Evropom. Izvor: [www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/](http://www.meteoplaneta.rs/2011/04/03/baricke-tvorevine/)

Kod evropskih ciklona veličina pritiska u centru kreće se od 950 do 1025 mb, a ponekad može da padne i do 935 mb. Obično je pravilnog – ovalnog oblika, a ponekad i nepravilnog. Strujanje u ciklonu u južnoj hemisferi je u pravcu kretanja kazaljke na satu, a na severnoj hemisferi u suprotnom smeru.



Slika 2.3. Razvitak frontalnog ciklusa

a) stadijum talasa b) stadijum mladog ciklona c) stadijum maksimalnog razvitka ciklona d) stadijum popunjavanja ciklona. *Izvor: Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*

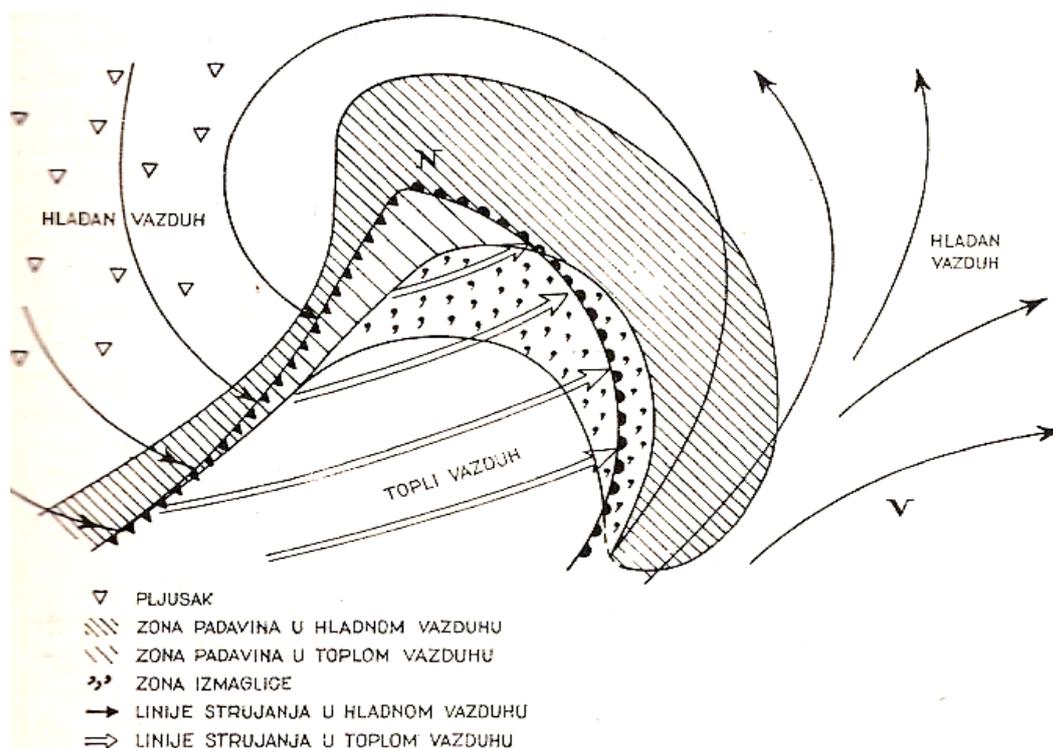
Prosečna brzina kretanja ciklona je 30 do 40 km/h. Kod tipičnih ciklona pri zemlji vladaju umereni vetrovi, koji duvaju pod uglom od 20 do 40° u odnosu na izobare. Na sinoptičkim kartama centar ciklona se obelažava sa slovom *N*, na sovjetskim – *H*, na engleskim – *L*, a na nemačkim – *T*. U zavisnosti od geografskog područja gde se javljaju i specifičnosti njihovog postanka i razvoja, postoje, uglavnom dve vrste ciklona: vantropski – frontalni i nefrontalni i tropski – uraganski, i slabe ciklonske tvorevine ekvatorijalnih oblasti.

*Vantropski cikloni* stvaraju se na širokim područjima i utiču na vreme iznad najvećeg dela Zemlje, dok su tropski ograničeni na određene geografske širine.

Kod *frontalnih ciklona* koji su najvažniji za naše područje, postoje četiri stadijuma razvitka: početni stadijum ili stadijum talasa, kada se na glavnom atmosferskom frontu stvara topli i hladni front i pojavljuje prva zatvorena izobara; stadijum mladog ciklona, u čijem centru opada pritisak, topli sektor se vidno izražava, a broj zatvorenih izobara povećava; stadijum maksimalnog razvitka, u kojem je ciklon najdublji, frontovi se približavaju i spajaju, nastupa okludiranje ciklona, a zatvorenih izobara ima sve više; stadijum popunjavanja ciklona kada se ceo centralni deo ciklona ispunjava hladnom vazdušnom masom, a ciklon postaje visok i hladan barički sistem. Prelaz iz jednog stadijuma u drugi praćen je promenom strukture ciklona i promenama vremenskih uslova u područjima koje ciklon zahvata. Dužina trajanja svakog stadijuma kreće se od nekoliko časova do nekoliko dana. Najkraći je početni stadijum. Inače, ciklon ne mora da prođe sve stadijume razvitka.

Ponekad se dešava da u trenutku kada ciklon treba da se ugasi, ponovo opadne pritisak i ubrza cirkulacija, tj. ciklon se dalje razvija. To je *regeneracija ciklona*, redovno posledica termičke asimetrije.

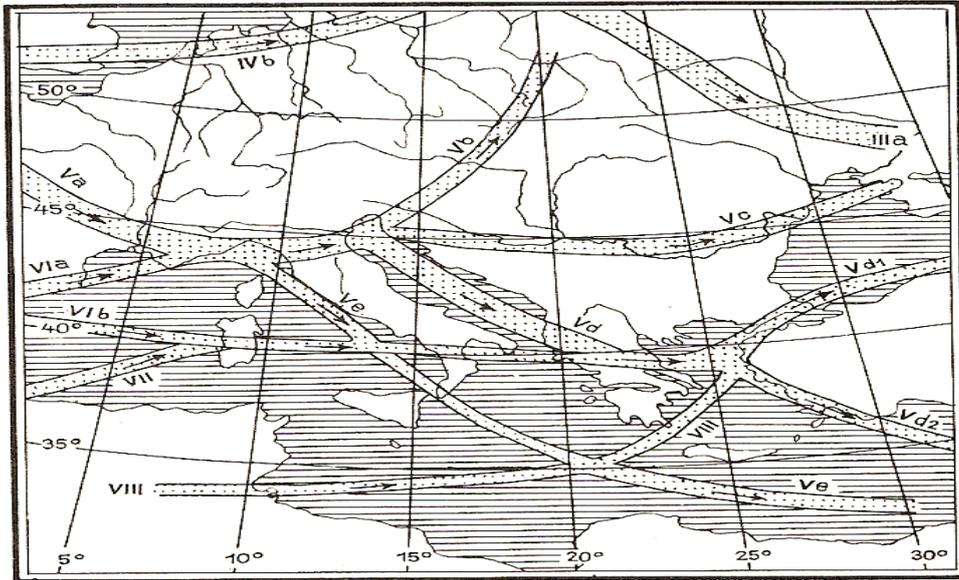
U nastalom ciklonu vremenski uslovi zavise od osobina vazdušnih masa s obe strane fronta, brzine razvijanja ciklona i godišnjeg doba.



Slika 2.4. Vreme u mladom ciklonu. Izvor: *Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*

Kod talasa na frontu čiji razvoj stagnira, vremenski uslovi se bitno ne pogoršavaju. Pri razvijanju ciklona u uslovima znatne vlažnosti vazduha brzo se obrazuju zone intenzivnih padavina, koji često zahvataju i topli sektor. Kod mladog ciklona postoje tri zone sa različitim vremenskim uslovima. U prvoj oblačnost i padavine uslovljava topli front. U drugoj zoni vremenski uslovi su drukčiji zimi nego leti. Kad u pozadinskom delu pritisak znatno poraste, mogu da nastupe vedrine sa malo kumulusa. To biva zimi kada u ciklon prodre hladan i suv arktički vazduh. Ako je u pozadini ciklona hladna i nestabilna masa vrlo vlažna, javljaju se znatne količine kumulusa, mestimično stratokumulusa i altokumulusa, sa padavinama. U trećoj zoni – topli sektor – vremenski uslovi su direktno zavisni od stabilnosti vazdušne mase. Tu se često formiraju stratusi i stratokumulusi, a pri spuštanju stratusa do zemlje i magla. U toplom sektoru javljaju se ponekad grmljavine. Vremenski uslovi okludiranog ciklona nose karakter vremena frontova okluzije.

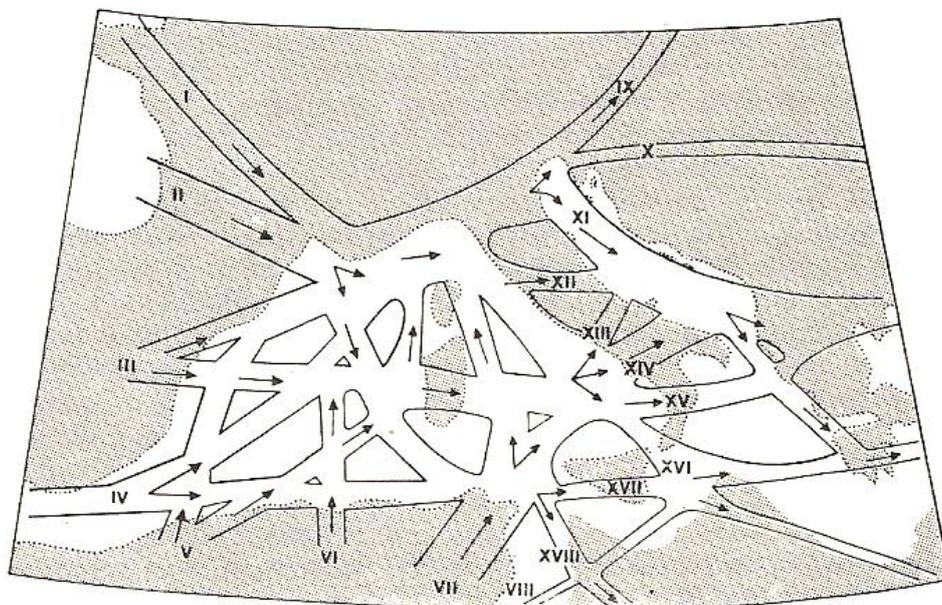
Na glavnim frontovima cikloni se retko stvaraju pojedinačno; obično se formira po nekoliko, a svaki se, po pravilu, kreće putanjom koja leži južnije od putanje prethodnog.



Slika 2.5. Putanje evropskih ciklona. Izvor: *Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*

Ti cikloni predstavljaju *ciklonsku seriju*, u kojoj se pojedini cikloni nalaze u raznim stadijumima razvitka. Dok je najstariji član serije već u stadijumu okluzije (IV), dotle je mlađi tek u obliku talasa na frontu (I); ostali članovi su u punom razvitku, sa širokim toplim sektorom. Evropski cikloni se kreću različitim putanjama. Na Balkanskom poluostrvu odnosno na teritoriji bivše SFRJ na vremenske uslove utiču cikloni koji se kreću putanjama Vb, Vc, Vd i IIIa, odnosno IX, X, XI, XII, XIII, XIV i XV.

*Lokalni cikloni* formiraju se leti iznad kopna, obično u rasplinutom baričkom polju ograničenom jednom zatvorenim izobarom, i ne razvijaju se dalje. Imaju svoj dnevni hod: danju obično nastaju ili se razvijaju, a noću isčezavaju ili slabe. U hladno godišnje doba ovi se cikloni formiraju iznad Sredozemnog, Crnog i Barentovog mora.



Slika 2.6. Putanje ciklona koji utiču na vremenske prilike u jugoistočnoj Evropi. Izvor: *Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*

*Tropski cikloni* većinom nastaju u širinama između 5° i 20°, ali ponekad pređu i u više širine. Na severnoj hemisferi javljaju se od juna do septembra, a na južnoj od decembra do aprila. Razlicito se nazivaju: kod Antilskih ostrva i zapadno od Kalifornije i Meksika – *harikejni*, u Indijskom okeanu severno od ekvatora, u Arapskom moru i Bengalskom zalivu – *kardonasosi*, istočno od Filipina – *bagujosi*, u Južnom kineskom moru – *tajfuni*, istočno od Madagaskara, zapadno od Australije, kod Hebridskih i Samoa ostrva – *vili-vili*. Tropski cikloni većinom su vezani za velike vodene površine. Prečnika su od 100 do 200 km, ponekad i do 1000 km. U centru tropskih ciklona pritisak je 960 do 970 mb, a ponekad i znatno niži – do 812 mb. U početku kreću se sporo od 10 do 20 km/h, a kad prađu u više širine dostižu i 50 km/h. Putanja im je usmerena ka zapadu do 15° geografske širine, a cikloni su olujnog karaktera i daju pljuskovite padavine; na moru stvaraju visoke i žestoke talase, podižu nivo vode i izazivaju privremene morske struje, što znatno otežava plovidbu, nanosi štete objektima na obali i uništava oznake za bezbednost plovidbe.

## **2.2. Anticiklon**

Predstavlja veliki pokretni atmosferski vrtlog, prečnika nekoliko stotina do nekoliko hiljada kilometara. Jedan je od osnovnih oblika baričkih sistema i predstavlja, suprotno ciklonu, oblast visokog pritiska sa najvećim pritiskom u centru i opadanjem prema periferiji. Kod razvijenih anticiklona veličina pritiska u centru iznosi 1020 – 1030 mb, ponekad i do 1070 – 1080 mb. Pravilno razvijeni anticiklon je ovalnog ili eliptičnog oblika. Strujanje u anticikloni je u pravcu kretanja satne kazaljke na severnoj, a u obratnom smislu na južnoj hemisferi, sa prilivom vazduha na visini a railaženjem pri zemlji. U anticikloni vladaju slabi vetrovi. U suštini anticiklon je trom sistem, usporenog razvoja i rasplinutog oblika, brzine kretanja do 30 do 40 km/h. Na sinoptičkim kartama predstavlja se koncentričnim izobarama; na našim i sovjetskim centar anticiklone se obeležava slovom **V**, a na engleskim i nemačkom sa **H**.

U razvitku anticiklone postoje tri stadijuma; početni ili stadijum nastanka, tzv. mladi anticiklon – od prvih znakova razvitka do pojave prve zatvorene izobare; stadijum jačina – od oformljavanja do punog razvoja, i stadijum slabljenja ili narušavanja – od početka opadanja pritiska u centru do potpunog iščezavanja kao atmosferske pojave.

U grubom, anticikloni se mogu podeliti u četiri grupe: suprotropski, stacionarni, završni i anticikloni unutar ciklonske serije. – *Suprotropski anticikloni* su izduženog oblika i zauzimaju veoma prostrane oblasti u suprotropskom pojasu. Leti leže nešto severnije i izraženiji su iznad okeana, a zimi se spuštaju malo južnije i jače su izraženi iznad kontinenata. Ovi anticikloni su razvijeni po visini i dopiru do vrha troposfere, a katkad dospevaju i u donje slojeve stratosfere. – *Stacionarni anticikloni* su dugotrajni i malopokretni, a na severnoj hemisferi formiraju se zimi iznad kontinenata. Pri zemlji su veoma izraženi i prostrani, ali ne prelaze visinu od 2 do 3 km. Tu spadaju poznati *sibirski anticiklon* i odgovarajući anticiklon na severnoameričkom kontinentu, koji je manje izražen i manje pravilan. Ovi anticikloni se ne pojavljuju u toplo godišnje doba, sem što se iznad hladne površine Arktika održava plitak anticiklon. – *Završni anticikloni* javljaju se pozadi serije ciklona i kreću se ka jugoistoku dok se na kraju ne spoje sa suprotropskim anticiklonima. Za njihov razvoj su na severnoj hemisferi pogodne granične oblasti kontinenata i okeana, naročito u hladno godišnje doba. Mogu se pojaviti i kad postoji sami jedan, ali vrlo jak ciklon u umerenim geografskim širinama.

*Anticikloni unutar ciklonske serije* javljaju se između dva ciklona iste serije; nalaze se iza hladnog fronta, većinom u obliku grebena visokog pritiska, koji predstavlja krak subtropskog ili nekog drugog većeg anticiklona u neposrednoj blizini. Ponekad, kod ovih postoji nijedna zatvorena izobara i retko kad dostižu visinu veću od 2 do 3 km. Postoje i druge podele anticiklona npr. Na polarne, toplotne i mešovite; na hladne ili plitke i tople ili duboke i dr.

U geografskoj rasopgeli učestalosti anticiklona dolazi do izražaja termička razlika kopno – more, naročito kod vodenih površina opkoljenih kopnom. Tako se iznad Sredozemnog, Crnog i Kaspijskog mora i velikih jezera najčešće javljaju leti kad je vodena površina hladnija od okolnog kopna. Zajednička im je karakteristika i leti i zimi što se zonalno rasplinjavaju, subtropski zimi teži da se spoji sa stacionarnim iznad kontinenta u umerenim geografskim širinama. Uopšte uzevši, u oblasti anticiklona vlada često lepo i vedro vreme, naročito u njegovom centralom delu. Leti se u njima mogu razvijati oblaci koje prati lepo vreme, a zbog noćnog zračenja u području anticiklona može se pojaviti rosa. Za anticiklone su vezane prizemne verzije i inverzije sabijanja. Prizemne inverzije su posledice hlađenja prizemnih slojeva vazduha za vreme vedrih, tihih noći, naročito zimi. Inverzije sabijanja su dinamičke prirode i rezultat su spuštanja vazduha u anticiklonu. Iznad okeana, ispod inverzije, leti se stvaraju gusti oblaci, koji mogu dugo da se održe. Zimi se u anticikloni često javljaju niske temperature u prizemnim slojevima vazduha i jake inverzije ispod kojih se stvaraju guste magle. Magle su karakteristične za doline i kotline, gde mogu da se zadrže dugo. U prolećnim i jesenjim mesecima u oblastima anticiklona vrlo često se javljaju jutarnji mrazovi. Vreme u anticiklonu može katkada biti znatno složenije, naročito kod slabijih i manje izraženih anticiklona. U našoj zemlji anticikloni su najizraženiji i najduže se održavaju leti i u toku zime.

### **2.3. Oblaci**

Oblak vidljiv skup sićušnih čestica vode ili leda, ili oboje istovremeno, koji lebdi u atmosferi. Oblak može, takođe, da sadrži čestice vode ili leda i većih dimenzija, i čestice industrijskih isparenja, dima ili prašine; nastaje, uglavnom, ulaznim kretanjem vazdušnih masa prouzrokovanih konvekcijom, nailaskom atmosferskih frontova ili premeštanjem vazdušnih masa različitih temperatura i bliskih stanju zasićenosti. Pri tome se vodena para hlađenjem vazduha pretvara u kapljice vode ili, ređe, u kristale leda. U tropskim predelima oblaci se javljaju do 18 km nadmorske visine, u umerenim do 13, a u polarnim do 8 km.

*Klasifikacija oblaka* - Naučno proučavanje oblaka kao važnog elementa za prognozu vremena počelo je početkom XIX veka. Po međunarodnoj klasifikaciji oblaci su prema svojim karakterističnim oblicima razvrstani na deset glavnih grupa - rodova:

- cirusi
- cirokumulusi
- cirostratusi
- altokumulusi
- altostratusi
- strtokumulusi
- stratusi
- nimbostratusi
- kumulusi
- kumulonimbusi

Pojedini rodovi dele se na *vrste* i *podvrste*.

*Cirus* je usamljen oblak, nežne, vlaknaste građe, bez senke, uglavnom bele boje, često svilastog sjaja. Od ledenih je kristala, a padavine mu skoro nikad ne dostižu do zemlje. – *Ciromukulusi*, cirusni sloj ili banak, sastavljen je od malih belih pahuljica ili vrlo malih neosenčenih loptica u grupama ili redovima ili, najčešće, u vidu nabora ili brazdica. Takođe je od ledenih kristala, ali bez padavina. – *Cirostratus* je tanak, beličast veo kroz koji se raspoznaju konture Sunčevog ili Mesečevog kotura i sjajnije zvezde, i na kojem se javlja Sunčev ili Mesečev halo. Sačinjavaju ga ledeni kristali, a padavine skoro nikada ne dostižu do zemlje. – *Altokumulusi*, sloj ili banci, sastavljen je od belih pljosnatih denjkova ili oblica, s osenčenim delovima ili bez njih u kojem su najmanji delovi pravilno raspoređeni. Sastavljen je od vodenih kapljica, a pri vrlo niskim temperaturama mogu se razviti i ledeni kristali; nema padavina.



Slika 2.7. Altokumulusi. Izvor: [planetmaya-gthu.blogspot.com](http://planetmaya-gthu.blogspot.com)

– *Altostratus*, vlaknast ili izbrazdan veo, više ili manje sive ili plavičaste boje; ako je tanak sličan je cirostratusu, ali se na njemu ne javlja halo, već se Sunce ili Mesec samo naziru kao nejasna svetlost. Sastavljen je od vodenih kapljica i ledenih kristala, a ponekad od kišnih kapljica i snežnih pahuljica; padavine ne dostižu uvek do zemlje, a ako dopru, onda su trajne. – *Stratokumulusi*, sloj ili banak, sastavljen je od grudava ili oblica kod kojih najmanji delovi sloja pravilno raspoređeni, rasplinuti i sivi, sa tamnim delovima; ti se delovi uređuju u grupe, redove ili valjke i jednom ili dva pravca. Sastavljen je od vodenih kapljica, katkad praćenih kišnim kapljicama ili krupom, ređe snežnim kristalima i pahuljicama; padavine su ponekad slabog intenziteta.



Slika 2.8. Stratokumulus. Izvor: [planetmaya-gthu.blogspot.com](http://planetmaya-gthu.blogspot.com)

– *Stratus* , ujednačen sloj niskih oblaka, sličan magli koja ne dodiruje zemlju. Sastavljen je od sitnih vodenih kapljica, a kad je gust ili debeo sadrži kapljice sipećih, katkad ledenih prizmica ili zrna snega. – *Nimbostratus* , tamnosiv nizak i bezobličan kišni oblak. Sastavljen od vodenih kapljica, kišnih kapi, snežnih kristala i snežnih pahuljica; uslovljava trajnu kišu ili sneg, ali padavine nemoraju uvek stići do zemlje. - *Kumulus* , oblačne gomile vertikalnog razvitka sa zaobljenim gornjim delovima, i gotovo vodoravnom osnovicom. Sastavljeni su od vodenih kapljica, a u delovima s temperaturom ispod 0°C od kristala leda; jako razvijeni stvaraju padavine.



Slika 2.9. Kumulus. Izvor: [planetmaya-gthu.blogspot.com](http://planetmaya-gthu.blogspot.com)

– *Kumulonimbus* , velike vertikalne jako razvijene mase oblaka čiji se kumuladni delovi dižu kao brdo ili toranj; gornji deo im je od vlaknaste građe, katkad se širi u obliku nakovnja ili lepeze; osnovica mu je, više-manje ravna ili olovno sive boje, ispod koje se često zapažaju niski iskidani oblaci, nazvani *krpe*, ili vertikalne ili kose padavinske pruge, nazvane *virge*. Od vodenih su kapljica, a u gornjim delovima od ledenih kristala; padavine su redovne.

Deo atmosfere u kojem se, obično, javljaju oblaci podeljen je na tri nivoa – gornji, srednji i donji. Svaki od njih određen je nivoima na kojima se, najčešće, javljaju oblaci pojedinih rodova. Cirrus, cirokumululus i cirostratus javljaju se u gornjem nivou, altokumululus u srednjem, a stratokumululus i stratus u donjem.



Slika 2.10. Cirrus-cirrostratus. *Izvor: planetmaya-gthu.blogspot.com*

Altostratus se javlja, obično, u srednjem, ali često prodire i u gornji nivo. Nimbostratus je gotovo uvek na srednjem nivou, ali prelazi i u druge. Kumulus i kumulonimbus imaju baze u donjem nivou, ali im zbog vertikalnih prostiranja vrhovi mogu da prodru u srednji, pa čak i u gornji nivo.

## **2.4. Grad**

Nosioci nepogoda u letnjem periodu su moćni horizontalno razvijeni oblaci kumulonimbusi. Oni posebno noću, fantastičnim svetlosnim efektima, svojim kipećim kulama koje probijaju visoko u atmosferu, predstavljaju jednu od najveličanstvenijih pojava koje priroda pruža. Međutim, ti lepotani posebno leti daju kratkotrajne pljuskovite kiše i grad, uz grmljavinu i sevanje.

Obrazovanje oblaka nosioca nepogodskih pojava vezano je za složene makro i mikro fizičke procese i njihovu interakciju u atmosferi. Nepogodski oblaci se javljaju pri određenim aerosinoptičkim situacijama koje se karakterišu veoma intenzivnim prolascima hladnih frontova i postojanjem nestabilnosti unutar vazdušne mase ispred fronta. Ova nestabilnost uslovljava stvaranje jasno definisane linije kumulonimbusne konvekcije koja se premešta zajedno sa frontom. Međutim, neka područja u koje spada i naše karakterišu se čestim pojavama lokalnih nepogoda u nestabilnim vazдушnim masama iza hladnog fronta. Ovakve nepogode razvijaju se naglo, često menjaju pravac i brzinu kretanja i pri tome zahvataju relativno uske rejone uzrokujući velike štete, a zatim se naglo gase, da bi se ponovo pojavile često i posle pola sata opet neočekivano ali na nekom drugom mestu. Mogu se pojaviti u bilo koje doba dana u toplijem periodu godine, ali se najčešće javljaju u drugoj polovini dana.

Grad nastaje smrzavanjem kapljica koje na putu ka Zemlji prolaze kroz pojas hladnog vazduha.

Prečnik zrna grada u maksimalnoj vrednosti kreće se od 6 do 8 cm mada su poznati slučajevi padanja zrna grada prečnika i preko 10 cm. U najvećem broju slučajeva zrna grada su prečnika od 1 do 2 cm a brzina padanja iznosi od 15 do 20 m/s pri uslovima bez vetra. Često padanje grada prate olujni vetrovi pa je brzina padanja grada od 30 do 40 m/s.

Površine zahvaćene gradom najčešće imaju oblik traga čija dužina može da iznosi i do 400 km, mada su najčešće duzine od 10 do 30 km dok širina dostiže 2 do 4 km.

Dužina padanja grada je veoma neujednačena i kreće se od nekoliko sekundi do 1,5 sata ali najčešće traje 5 do 10 minuta.

Grad zasigurno najveće štete nanosi poljoprivredi i voćarstvu. Posebno su na udaru vinogorja i krhki prolećni usevi u poljima ali i povrtnjaci i voćnjaci. U slučaju većih prečnika grad može pričiniti i znatne štete na materijalnim dobrima ljudi.

U Srbiji grad se javlja od ranog proleća do kasne jeseni a broj dana sa pojavom grada za period od 1970 do 1979 godine dat je u Tabeli 2.1.:

Tabela 2.1. Pregled učestalosti grada u Srbiji u periodu od 1970. do 1979. godine.

godine	april	maj	jun	jul	avgust	septembar	oktobar	ukupno
1970	1	16	17	11	6	1	2	45
1971	-	11	12	6	7	2	-	38
1972	2	4	8	12	4	3	-	33
1973	-	-	9	11	5	4	-	29
1974	2	10	11	4	4	6	-	37
1975	-	14	16	11	16	4	-	61
1976	5	4	9	13	10	7	-	48
1977	-	11	16	11	11	1	-	50
1978	4	14	16	4	4	2	-	44
1979	3	10	16	16	6	2	-	47

## 2.5. Izvanredno velike količine kiše

Intenzivne i obilne kiše, jaki pljuskovi koji traju kratko i imaju lokalni karakter, uzrok su nastajanju bujičnih poplava. Ove poplave karakteristične su za planinske oblasti, nastaju zbog neplanske eksploatacije šuma i neumerene ispaše stoke, koja svojim kopitima narušava biljni i zemljišni pokrivač na padinama. Istorijska hronika sadrži podatke o mnogobrojnim katastrofalnim bujicama u Tirolskim Alpima u Austriji. Prva značajnija zabeležena je 600. godine naše ere, a zatim 1111; 1347; 1659; 1669 i 1697. godine. U 18. veku bilo ih je 7, u devetnaestom 9 i u dvadesetom 10. Upravo zbog toga je još 1640. godine podignuta kamena brana visine 3 do 6 m, dužine 230 m i širine 2 do 4 m, koja i današnjih dana ima važnu zaštitnu ulogu. I područje Los Angelesa je neprekidno na udaru bujica. Najveća se sručila sa okolnih planina 1938. godine noseći blatno kamenu masu zapremine 11 miliona kubnih metara, nanoseći ogromne materijalne gubitke i uzrokujući ljudske žrtve.

O značaju i posledicama koje one ostavljaju postali smo, nažalost, i sami svedoci krajem juna 1988. godine.

Izrazito nevreme, praćeno jakim pljuskovima, grmljavinama i olujnim vetrovima, a povremeno i orkanskim vetrom, zahvatilo je 26 juna 1988. godine teritoriju nekoliko opština na jugu Srbije. U gornjem i srednjem slivu reke Vlasine na teritorijama Vlasotince, Crna Trava i Babušnica, za veoma kratko vreme, između 14 i 17 časova palo je od 100 do 200 litara kiše po kvadratnom metru.

Usled ovih padavina stvorena je ogromna vodena masa koja je, noseći nezapamćenu količinu kamenih nanosa i mulja, ostavila za sobom pravu pustoš u Vlasotincu okolini. Osim plavljenja terena i izmene njegove konfiguracije, Vlasina je rušila i valjala sve pred sobom. Sve ono što su ljudi i priroda godinama i decenijama stvarali, pomahnitala reka uništila je za svega nekoliko časova.

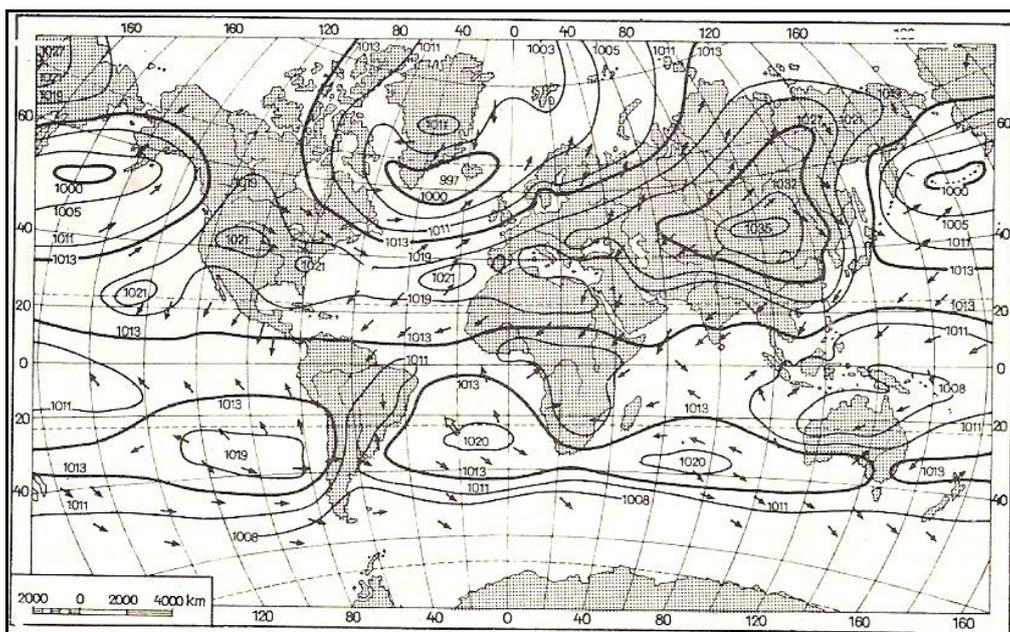
Na teritoriji opštine Vlasotince, vodena stihija je plavila stanbene, pomoćne i druge objekte, rušila mostove, odnosila delove magistralnih, regionalnih i lokalnih puteva, uništavala privredne i elektroenergetske objekte, PTT mrežu, vodod i kanalizaciju. Pored toga, uništavala je plodno zemljište, useve, stočni fond i stočnu hranu. Područje zahvaćeno poplavom protezalo se u dužini od preko 35 km, a širina glavnog talasa u naseljenim mestima bila je više od kilometra. Snažna vodena bujica sa talasima koji su nailazili na visina od 2 m, formirajući vodeni stub visok i preko 8 m, potpuno je uništila više od 542 objekta, poplavila 1977 individualnih zgrada, onesposobila 17 mostova, od čega je 14 odnela. Magistralni put Vlasotince – Crna Trava odnet je u dužini od 6,5 km, a ulice u gradu su ostećene ili potpuno uništene u dužini od 7,6 km. Velike štete pričinjene su i stočnom fondu. Naime, u talasima Vlasine nestalo je 1000 svinja, 150 ovaca i koza, 50 krava, više od 20000 kokošaka i 270 košnica pčela.

Olujne kiše koje su početkom novembra 1994. godine zahvatile južni Egipat, izazvale su klizanje železničkih šina, zbog čega je doslo do prevrtanja vagona-cisterni iz kojih je iscurilo gorivo. Munja je verovatno pogodila to gorivo, posle čega je reka zapaljenog goriva zahvatila selo Dronku, 320 km od Kaira uzrokujući smrt oko 400 ljudi. Plamteće gorivo se na selo sručilo nošeno bujicom muljevite vode, uništavajući sve na svom putu. Vetar je nosio plamene jezike, a goruće gorivo je prošlo kroz 200 kuća.



### 3. VETAR

Vetar je horizontalno ili približno horizontalno kretanje vazdušnih masa u odnosu na površinu zemlje, nastalo usled nejednakog vazdušnog pritiska na raznim tačkama zemljine površine izazvanog nejednakim zagrevanjem vazduha. Kao meteorološka pojava često ugrožava ljude i njihova materijalna dobra direktnim ili indirektnim putem. Njegov značaj se pre svega, ogleda u razornom mehaničkom dejstvu, međutim, u određenim situacijama kao što su požari ili akcidenti na nuklearnim i hemijskim postrojenjima i vetar slabijeg intenziteta može biti nepoželjan budući da doprinosi širenju opasnosti na većim površinama.



Slika 3.1. Srednja raspodela pritiska i vetra pri površini zemlje-za januar. *Izvor: Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*

On predstavlja vektorsku veličinu, za čije određivanje su potrebna tri elementa: pravac, smer i brzina ili jačina, mada se obično određuje sa dva elementa: pravcem i brzinom odnosno jačinom.

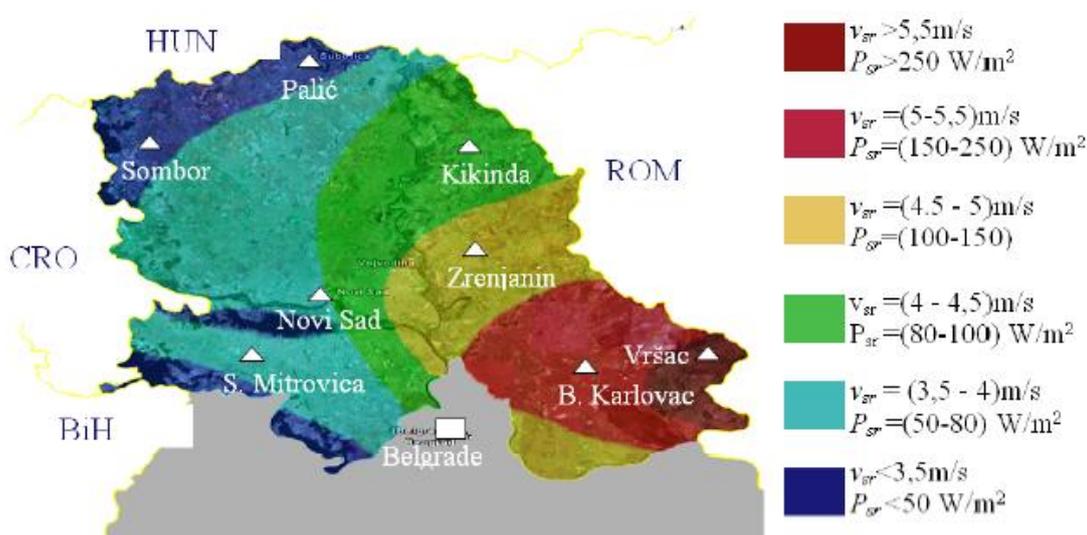
1. **Pravac vetra** se izražava po stranama sveta ili stepenima (  $0 - 360^\circ$  ) u meteorologiji, vazduhoplovstvu i pomorstvu. U meteorologiji i pomorstvu određuje se azimutom onog dela horizonta ili onom stranom sveta odakle vetar duva, a u vazduhoplovstvu obrnuto – delom horizontal odnosno stranom sveta u koju duva. Određuje se vetrokazom vetra, a na brodovima i jedrilicama zastava ili platneni konus a u vazduhoplovstvu rukavac.
2. **Brzina vetra** je pređeni put vazduha u jedinici vremena; meri se vetrometrom, a izražava metrima u sekundi (  $m/s$  ), kilometrima na čas (  $km/h$  ) ili čvorovima u nautičkim moljama na čas (  $M/h$  ). Za praktične potrebe u meteorologiji uzima se jačina vetra koja se određuje Boforovom skalom.

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

3. **Gradijentalna sila** javlja se zbog razlike u pritiscima između dve tačke na istoj horizontalnoj ravni. Njen pravac je usmeren u stranu najvećeg pada pritiska.
4. **Devijaciona sila**, javlja se zbog obrtanja Zemlje oko svoje ose, a ispoljava se inercijom perifere brzine koju dobijaju čestice vazduha na određenim geografskim širinama. Zbog toga vazduh pri svom kretanju skreće na severnoj hemisferi od početnog pravca kretanja udesno, a na južnoj hemisferi ulevo. Devijaciona sila ne obavlja nikakav rad, jer deluje na pravac kretanja vazduha, ali ima izvanredan značaj za atmosfersku cirkulaciju zbog toga što utiče na pravac vazdušnih kretanja.

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

- **Centrifugalna sila** javlja se kada je putanja strujanja vazduha zakrivljenija. Ubrzanje te sile proporcionalno je radijusu zakrivljenosti putanje. Pri ciklonalnom kretanju ona otklanja čestice vazduha u istom pravcu kao i devijaciona sila, a pri anticiklonalnom kretanju u suprotnom pravcu od devijacione sile, a u istom pravcu kao i gradijentalna sila. Pod zajedničkim uticajem navedenih sila, pravac vetra pri površini Zemlje otklanja se od pravca horizontalne komponente gradijentalne 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.



Slika 3.2. Prikaz brzine vetra i energetskog potencijala istog za teritoriju Vojvodine na visini od 50 m. Izvor: Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.

### 3.1. Struktura vetra

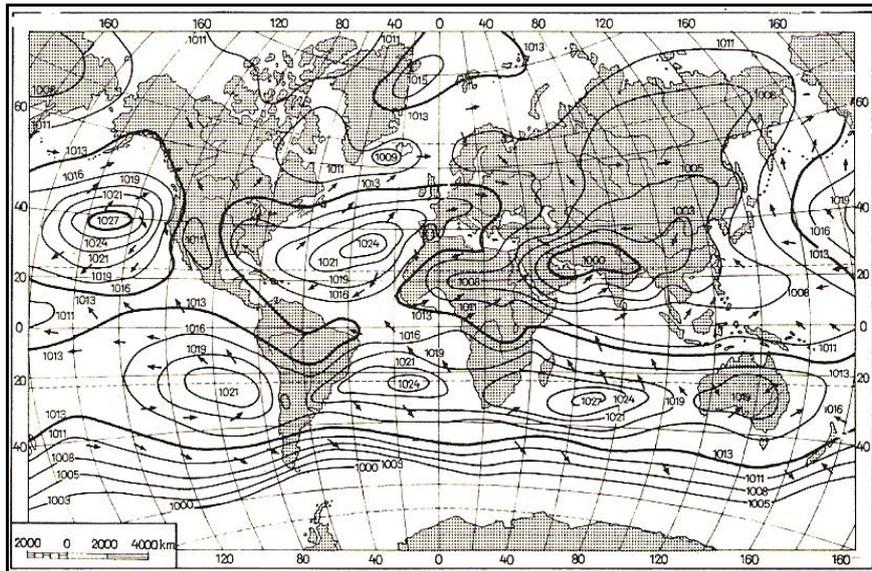
Kretanje vazduha u odnosu na njegovu unutrašnju strukturu može biti laminarno ili turbolentno. Pri *laminarnom kretanju* čestice vazduha imaju paralelne trajektorije. Javlja se retko i traje vrlo kratko. *Turbolentno kretanje* vazduha predstavlja u suštini haotično-uskomešano kretanje, pri čemu su putanje vazduha čestica po obliku vrlo različite i presecaju se međusobno. Ono nastaje zbog dodira vazduha s površinom Zemlje, zbog trenja između samih čestica vazduha i zbog termičke nestabilnosti vazduha. Turbolentno kretanje vazduha izaziva neravnomernosti u brzini i pravcu kretanja vazduha i ono osređuje 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 vetra i njegove srednje brzine, razlikujemo miran i pulzivan vetar. *Miran vetar* definisan je razlikom brzine  $\pm 5$  m/s od njegove srednje brzine, a *pulzivan vetar* razlikom od  $\pm 7$  do  $\pm 10$  m/s i više.

Jači vetar, pri kojem se njegova srednja brzina u srazmerno kratkom intervalu vremena 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*.

### 3.2. Vrste vetra

U odnosu na veličinu područja Zemlje iznad kojeg duvaju a u zavisnosti od polja pritiska i temperature, vetrovi mogu imati planetarni, regionalni i lokalni karakter. *Planetarni vetrovi* duvaju oko cele zemljine kugle, izazivajući opštu cirkulaciju vazduha; *regionalni vetrovi* duvaju na većem području, a *lokalni vetrovi* na manjem području. Raspodela polja pritiska na površini Zemlje, koji izazivaju opšta strujanja u atmosferi, uslovljavaju postojanje stalnih, periodičnih i preovlađujućih vetrova. *Stalni vetrovi* odlikuju se malim promenama pravca, a duvaju iznad određene oblasti cele godine. Prouzrokuju ih stacionarna polja niskog ili visokog pritiska. U te vetrove spadaju pasati i njima suprotni, na visini, antipasati. *Periodični vetrovi* menjaju pravac zavisno od godišnjeg doba, a prouzrokuju ih sezonska raspodela pritiska, izazvana nejednakim zagrevanjem mora i kopna. U tu vrstu vetra spada monsun. *Preovlađujući vetrovi* prouzrokovani su preovlađujućim poljima niskog i visokog pritiska. U njih spadaju: *zapadni vetrovi* u području od  $30^\circ$  do  $60^\circ$  geografske širine obe hemisfere i to pretežno iznad okeana, i *severoistočni* i *jugoistočni* vetrovi iznad  $60^\circ$  geografske širine severne i južne hemisfere. Zapadni vetrovi su zbog veće stabilnosti subpolarnog minimuma postojaniji i jači na južnoj, gde dobijaju severozapadni pravac, nego na severnoj hemisferi, gde dobijaju jugozapadni pravac. Stalni i preovlađujući vetrovi prouzrokuju opštu cirkulaciju vazduha oko Zemlje, pa se zbog toga ubrajaju u planetarne vetrove.

*Lokalne vetrove* prouzrokuju određeni raspored polja pritiska iznad većih, odnosno gredijenti pritiska iznad manjih područja, reljef kopna i raspodela vodenih masa, kao i nejednako zagrevanje vazduha iznad pojedinih manjih područja kopna, odnosno vodenih površina. Oni mogu biti povremeni i dnevni. Kod povremenih lokalnih vetrova uticaj postojećeg rasporeda polja pritiska je izraženiji, pa se ne ispoljava uticaj nejednakog zagrevanja kopna i vodenih površina.



Slika 3.3. Srednja raspodela pritiska i vetra pri površini zemlje-za jul. Izvor: *Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.*

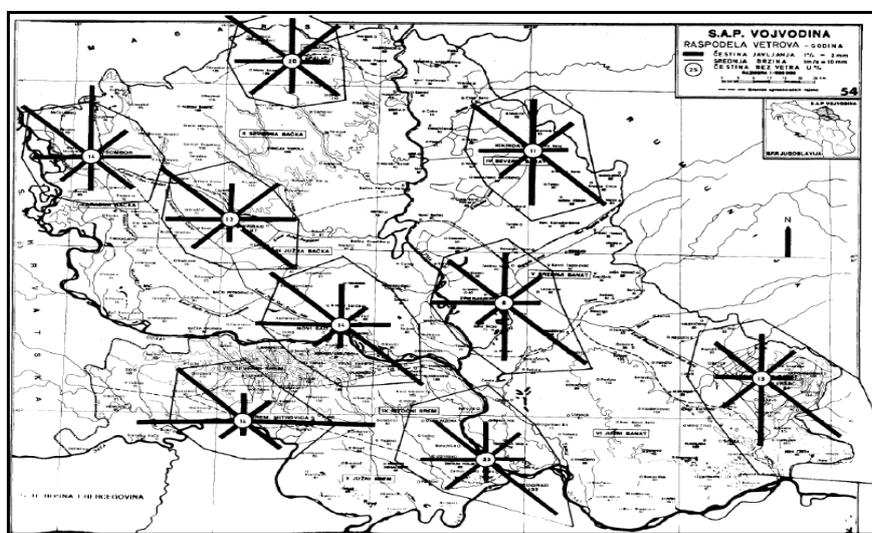
U našoj zemlji su kao lokalni vetrovi poznati: košava, bura, široko (jugo) i vardarac.

-Košava je istočni i jugoistočni vetar u severoistočnom delu naše zemlje. Duva srednjom brzinom od 9-10 m/s sa pojedinim udarima od 25 m/s.

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

-Široko ( jugo ) je topao vetar 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.

-Vardarac struji od Šar planine dolinom Vardara prema Egejskom moru. To je zimski, suv i hladan vetar čija brzina ne prelazi 15 m/s.



Slika 3.4. Prikaz raspodele vetrova ( godišnji ) na visini od 10 metara. Izvor: *Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.*

Kod dnevnih lokalnih vetrova veći uticaj imaju reljef kopna i raspodela vodenih masa, kao i njihov fizički uticaj na zagrevanje vazduha. Zbog toga su uglavnom male brzine i kratkog trajanja. Tu spadaju *vetar s mora* ( *zamorac* ) i *vetar s kopna* ( *kopnenjak* ) koji duvaju, pretežno, u proleće i leto zbog dnevnog kolebanja temperature mora i kopna. Danju, kada se kopno jače zagreje od mora, zagrejani vazduh iznad kopna struji naviše, a na njegovo mesto dolazi hladniji vazduh s mora; to uslovljava zatvorenu cirkulaciju vazduha s prizemnim vetrom s mora na kopno, a visinski s kopna na more. Noću, cirkulacija vazduha je obrnuta. Barski gradijent, koji uslovljava takvu cirkulaciju vazduha, redovno je slab, pa je pojava vetra ograničena samo na vreme kad u dotičnom području vlada slabo gradijentno polje. Duvanje tog vetra ograničeno je na nekoliko desetina kilometara s obe strane obalske linije. *Vetar s mora* redovno počinje oko 10 časova i traje do zalaska Sunca, a *vetar s kopna* oko 21 čas i traje do izlaska Sunca. U području istočne obale Jadranskog mora *vetar s mora* naziva se *maestral*, a *vetar s kopna* *bribirac* ili *burin*. Iz istih razloga u predelima iznad kopna javljaju se *dolinski* ( *anabatski*, *dolnik*, *danik* ), i *gorski*, *planinski vetrovi* ( *katabatski*, *brdski*, *gornik*, *nićnik* ). *Dolinski* vetrovi se javljaju između 9 i 10 časova, i duva uz dolinu celog dana, a *gorski* posle 21 čas i duva niz dolinu do izlaska Sunca.

### 3.2.1. Štete prouzrokovane vetrovima

Isto tako, energija vetra preneti na vodu, može podići rušilačke talase koje pak oštećuju obale i objekte na njima. Stvaranje smetova i odronjavanje zemljišta takođe spadaju u neželjene posledice vetra. Pod rušilačkim naletima vetra mnoge stambene zgrade ostaju bez crepova pa čak i čitave krovne konstrukcije, a priličan broj strada i od rušenja obližnjih stabala. Posebno su oštećenjima izloženi objekti sa velikim staklenim površinama kao što su: škole, obdaništa, bolnice, poslovne zgrade, hoteli, kongresni centri, proizvodne i sportske hale podignute u duhu savremenog graditeljstva sa velikim staklenim površinama.

Velike štete usled rušenja lomljenja drveća nastaju na električnim instalacijama, žičanim PTT vezama, elektrifikovanim prugama i putevima.

Vetar velike štete nanosi i šumskom bogatstvu i one se ogledaju u:

- a) povećavanju troškova seče i sklanjanja drveća
- b) gubitku u prirastu
- c) povećanju troškova gajenja

Osim navedenog, *vetar* kao jedan od faktora erozije nanosi i štete globalnog karaktera. Erozija nastala delovanjem vetra podrazumeva premeštanje malih čestica zemljišta. Ona se može odvijati u različitim godišnjim dobima i pri svakoj brzini vetra. Njen intenzitet raste pri snažnim vetrovima brzine 15 do 20 m/s, naročito u proleće na golim oranicama. Odnoseći zemljište *vetar* ogoljava koren biljke uzrokujući tako njihovo sušenje. Deflacija se može podeliti na svakodnevne i prašnjave ili crene bure. Svakodnevna erozija ima lokalni karakteri naročito se javlja u područjima poznatim po duvanju snažnih vetrova. Prašnjave ili crne bure nastaju pri snažnim vetrovima. *Vetar* podiže takvu količinu prašine da vazduh gubi prozračnost.

U peščanim pustenjama ove bure su poznate od davnina. One zahvataju ogromne površine.

Katasrofalne peščane bure koje su 1934. godine zahvatile američke prerije podizale su čestice prašine sa površine od stotinak miliona hektara. Od gušenja su umirali ljudi u gradovima, a beležena su i oboljenja respiratornih organa ljudi i životinja. Kao rezultat ovih bura, zemljište je potpuno uništeno na 20 miliona hektara, na 60 miliona hektara bitno je pogoršana plodnost, a na 43 miliona hektara konstatovane su početne erozije zemljišta.

Iako se na području Evrope ne pojavljuju razorni vetrovi kao sto su orkanski vetrovi u oblasti Meksičkog zaliva, tornado u dolini reke Misisipi, tajfuni koji duvaju brzinom i preko 200 km/sat u Indiji i Kineskom moru postoje zapisi o posledicama koje su uzrokovali snažni vetrovi.

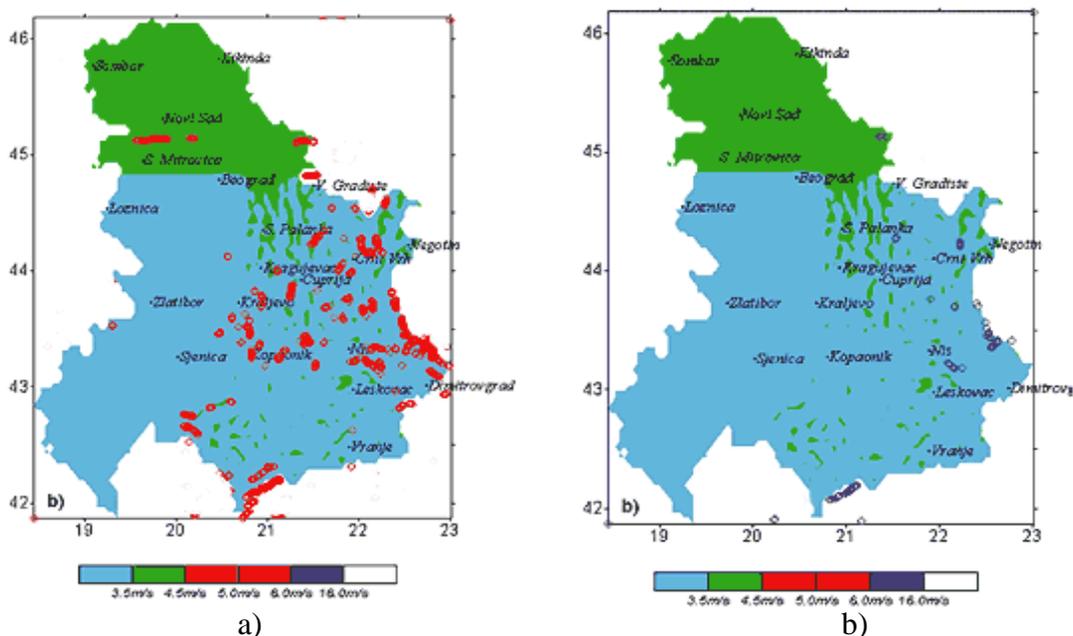
Olujni vetrovi su poslednja dva dana februara 1990. godine besneći zapadnim delovima Evrope i Mediterana odnela 51 ljudski život i pričinili veliku materijalnu štetu. Orkanski vetrovi praćeni provalama oblaka čupali su drveće i nosili krovove kuća. U Velsu su vetrovi i pobesnelo more probili 600m dug i preko 100 godina star odbrambeni sistem kod mesta Touin. Spasilačke ekipe su evakuisale oko 2000 stanovnika čije su se kuće našle odjednom 1,5m u vodi. Posle udara ciklona brzinom od 235 km/sat aprila 1991. godine došlo je do opustošenja velikih područja Bangladeša. U ovoj katastrofi Živote je izgubilo oko 200000 ljudi što je manje od broja poginulih 1970. godine kada je vetar duvao brzinom od 222 km/h i odneo blizu 300000 ljudskih života.

Jak olujni vetar prevrnuo je 9. septembra 1952. godine putnički brod „NIŠ“, na ušću Save u Dunav i tom prilikom udavilo se 104 lica. Sličan slučaj desio se 1930. godine sa putničkim brodom „STARI BEČEJ“, na Tisi između Starog i Novog Bečeja kada se utopilo 60 lica.

Iznad područja sela Negbina SO Nova Varoš 10. jula 1977. godine došlo je do stvaranja nepogodskog vrtloga poznatog kao tromba sa orkanskom jačinom vetra sa pojedinim udarima koji su unutar vrtloga dostizali brzinu od 300 do 400 km/h. Širina zahvaćenog područja bila je 100 m a dužina od 10 do 15 km.

Na ovom putu vrtlog je praktično sve sraunio sa zemljom, čupao je drveće bez obzira na njihovu veličinu noseći stabla i do nekoliko kilometara.

Vrtlog je zbrisao dve štale, a putničko vozilo fića odnet je preko potoka na daljinu od 500 do 800 metara. Imajući u vidu pustoš koji je tromba ostavila za sobom zvuči neverovatno da nije uzrokovala ljudske žrtve. Objašnjenje za to pruža činjenicu da je veći deo meštana iz srušenih kuća bio na svadbi kod komšije čija kuća je bila na samoj periferiji prolaska nepogode.



Slika 3.5. Karta lokacija u Srbiji sa godišnjim srednjim brzinama vetra. a) od 5 do 6 m/s i b) većim od 6 m/s, određenih na bazi 10-min srednjih brzina na visini od 50 m iznad tla. Izvor: Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.

Pored snažnih vetrova kao što je već pomenuto, od značaja su i oni slabijeg intenziteta koji doprinose širenju zagađujućih supstanci i požara čije gašenje znatno usporavaju ili čak onemogućavaju upotrebu specijalnih protivpožarnih letelica u borbi protiv vatrene stihije. Poznavanje dominantnih pravaca duvanja vetra u određenom području neizbežno je pri donošenju detaljnih urbanističkih planova a posebno pri određivanju lokacija za podizanje hemijskih postrojenja, termoelektrana, toplana i drugih važnih izvora zagađujućih supstanci atmosfere. Pravac vetra obeležava se stranom sveta odakle duva i označava se pomoću vetrokaza i ruže vetrova koja pokazuje 32 pravca od kojih su 8 pravaca glavni ( sever, severo-istok, istok, jugo-istok, jug, jugo-zapad, zapad, severo-zapad ). Između ovih postoji još 8 međupravaca kao i daljih 16 koji za praktične potrebe nisu od značaja.



Slika 3.6. Mesta gde su se sprovodila merenja brzine vetra u 2008. godini. Izvor: Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.

### 3.3. Određivanje brzine i vrste vetra

#### 3.3.1. Boforova skala

Jačina vetra određuje se po skali koju je 1805. godine ustrojio engleski kontraadmiral Bofort Fransis koja je data u tabeli:

Tabela 3.1. Boforova skala. Izvor:  
[www.metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beaufortscale.html](http://www.metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beaufortscale.html)

STEPEN	JAIČINA	OBELEŽJE	m/s	km/h	čvor
0	Tišina	Potpuno tiho, dim se diže uspravno	< 0.3	< 1	< 1
1	Lahor	Dim se diže gotovo uspravno	0.3-1.5	1-5	1-3
2	Povetarac	Povremeno kreće lišće na drveću	1.6-3.3	6-11	4-7
3	Slab vetar	Pokreće zastave i lišće šiblja i drveće u dosta neprekidno kretanje	3.4-5.4	12-19	7-10
4	Umeren vetar	Leprša zastavom, povija grančice	5.5-7.9	20-28	11-16
5	Jak vetar	Povija veće grane, postaje nezgodan za čula, baca talase na stojećim vodama	8.0-10.7	29-38	17-21
6	Žestok vetar	Čuje se kako huji iznad kuća i drugih čvrstih predmeta, kreće tanje drveće, baca talase na stojećim vodama od kojih neki zapenuše	10.8-13.8	39-49	22-27
7	Olujni vetar	Povija tanja stabla, prebacuje talase u stajaćim vodama koji zapenuše	13.9-17.1	50-61	28-33
8	Oluja	Povija cela jača stabla, lomi grane, osetno zadržava čoveka, koji korača u pravcu vetra	17.2-20.7	62-74	34-40
9	Jaka oluja	Lomi veće i jače grane, nanosi štetu krovovima	20.8-24.4	75-88	41-47
10	Žestoka oluja	Obara i lomi drveće, obara slabe dimnjake, nanosi znatne štete zgradama	24.5-28.4	89-102	48-55
11	Vihor	Teška razarajuća dejstva, ruši krovove sa zgrada	28.5-32.6	103-117	56-63
12	Orkan	Uništavajuće dejstvo	> 32.7	> 117	> 63

Tabela 3.2. Grafički prikaz odnosa stepena snage i štete na Boforovoj skali. *Izvor: scienceblogs.com*

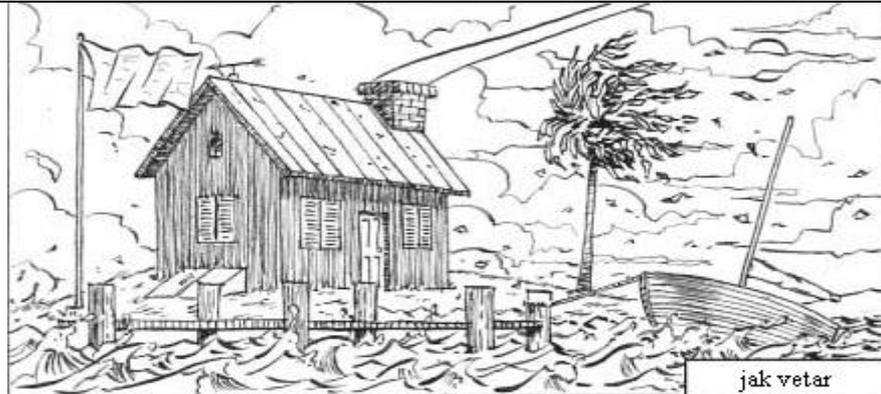
Stepen snage	Grafički prikaz štete
0	
1	
2	
3	

4



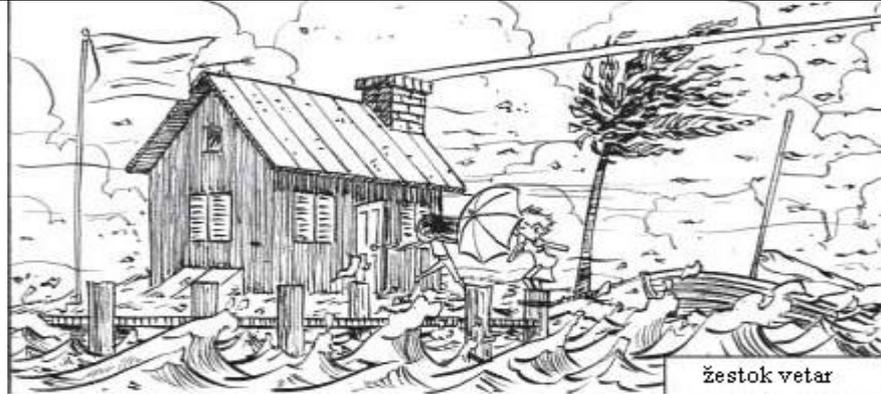
umeren vetar

5



jak vetar

6



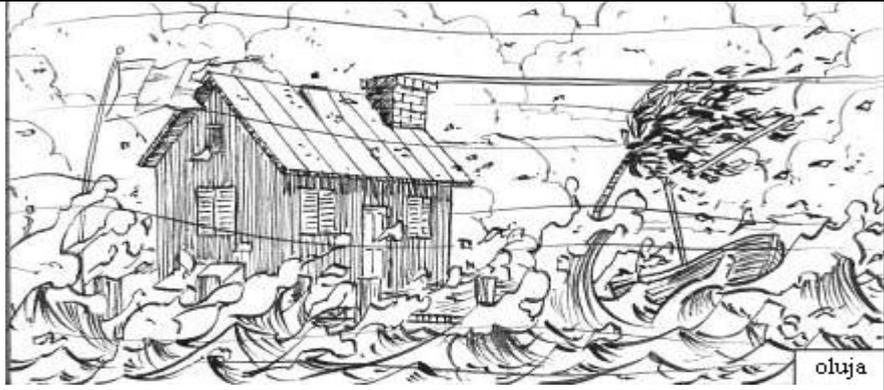
žestok vetar

7



olujni vetar

8



oluja

9



jaka oluja

10

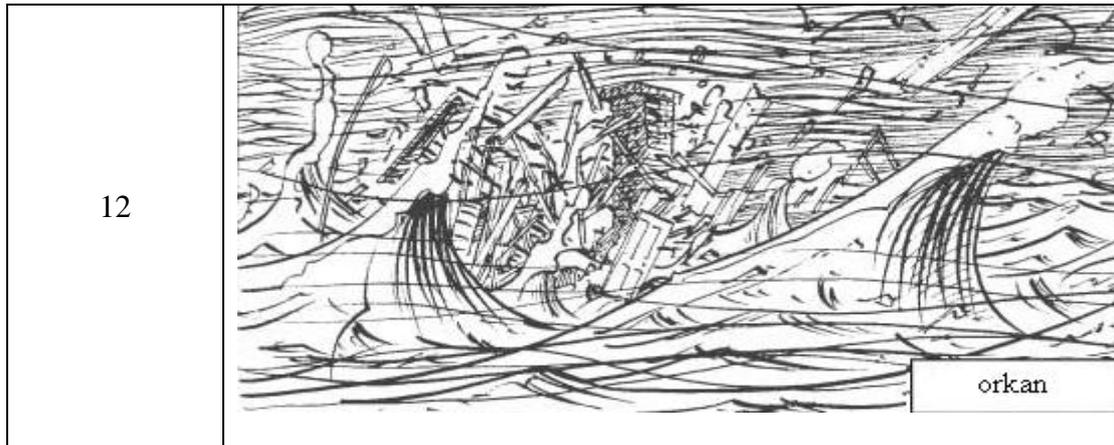


žestoka oluja

11



vihor



### 3.3.2. Fudžitina skala

Fudžitina skala je nazvana po japanskom meteorologu Tetsuji Fudžiti i služi za rangiranje tornada prema učinjenoj šteti i povezivanju dodeljene kategorije s pretpostavljenom brzinom vetra (stvarne brzine vetra u tornadima nisu naučno izmerene). Ima 6 stepeni (sedmi stepen vetra F6 još nije u upotrebi). Stepen F0 Fudžitine skale odgovara odprilike stepenu 11, a stepen F1 stepenu 12 Boforove skale. Pogodna je za američke uslove, dok je za evropske uslove pogodnija Toro skala.

Tabela 3.3. Fudžitina skala. *Izvor: /www.spc.noaa.gov/faq/tornado/f-scale.html*

Jačina	Brzina		Šteta
	m/s	km/h	
F0	18-32	>116	mala
Oštećeno nekoliko dimnjaka i TV antena; slomljene grane; srušena stabla plitkog korenja.			
			
F1	33-50	116-180	umerena
Skinuti krovovi kuća; razbijeni prozori; kamp-prikolice pomaknute ili prevrnutе; nekoliko stabala iščupano ili prevrnutо; automobili pomereni sa puta.			
			
F2	51-70	181-250	značajna
Krovovi s drvenih kuća otkinuti; slabe zgrade u ruralnim područjima kao i kamp-prikolice demolirane; teretni vagoni prevrnuti; velika stabla prevrnutа ili iščupana.			
			
F3	71-91	251-330	žestoka

Krovovi i neki zidovi drvenih kuća istrgnuti; vozovi prevrnuti; većina stabala u šumi iščupana; teška vozila podignuta sa zemlje i bačena.



F4

92-115

331-415

razarajuća

Srušene drvene kuće; građevine sa slabim temeljima odnesene vetrom; nastali veliki leteći projektili.



F5

116-143

416-510

katastrofalna

Drvene zgrade podignute iz temelja i nošene na značajne udaljenosti; leteći projektili veličine automobila podignuti u vazduh i nošeni na udaljenosti veće od 100 m; stabla iščupana iz zemlje.



F6

511-609

neopisiva

neopisivi

### 3.3.3. Poboljšana Fudžitina skala

Poboljšana Fudžitina skala rangira jačinu tornada u SAD-, prema šteti koju oni uzrokuju. Kada se istraži šteta nanescena tornadom, ona se upoređuje sa listom indikatora oštećenja (Damage Indicators DIs) i sa stepenima oštećenja (Degrees of Damage DoD) na osnovu čega se procenjuju brzine vetra koje je tornado proizveo. Zatim se tornadu pripisuje jačina od EF0 do EF5.

Tabela 3.4. Poboljšana Fudžitina skala. *Izvor: [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)*

Scale	Wind speed (Estimated)	
	mph	km/h
EF0	65–85	105–137
		
EF1	86–110	138–178
		
EF2	111–135	179–218
		
EF3	136–165	219–266
		
EF4	166–200	267–322
		
EF5	>200	>322
		

Tabela 3.5. Lista indikatora oštećenja. *Izvor: www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html*

Broj	Indikator oštećenja
1	Small barns, farm outbuildings
2	One- or two-family residences
3	Single-wide mobile home (MHSW)
4	Double-wide mobile home
5	Apt, condo, townhouse (3 stories or less)
6	Motel
7	Masonry apt. or motel
8	Small retail bldg. (fast food)
9	Small professional (doctor office, branch bank)
10	Strip mall
11	Large shopping mall
12	Large, isolated ("big box") retail bldg.
13	Automobile showroom
14	Automotive service building
15	School - 1-story elementary (interior or exterior halls)
16	School - jr. or sr. high school
17	Low-rise (1-4 story) bldg.
18	Mid-rise (5-20 story) bldg.
19	High-rise (over 20 stories)
20	Institutional bldg. (hospital, govt. or university)
21	Metal building system
22	Service station canopy
23	Warehouse (tilt-up walls or heavy timber)
24	Transmission line tower
25	Free-standing tower
26	Free standing pole (light, flag, luminary)
27	Tree - hardwood
28	Tree - softwood

Za svaki od indikatora oštećenja postoji dodatak u kome je predstavljena tipična konstrukcija, opis oštećenja i grafički predstavljena zavisnost stepena oštećenja od brzine vetra. Zatim se na osnovu svih predstavljenih podataka vrši odabir jačine tornada i daje odgovarajuća oznaka EF. U nastavku će biti predstavljena dva dodatka koja se odnose na niske zgrade od 1 do 4 sprata, i mreže za prenos električne energije.

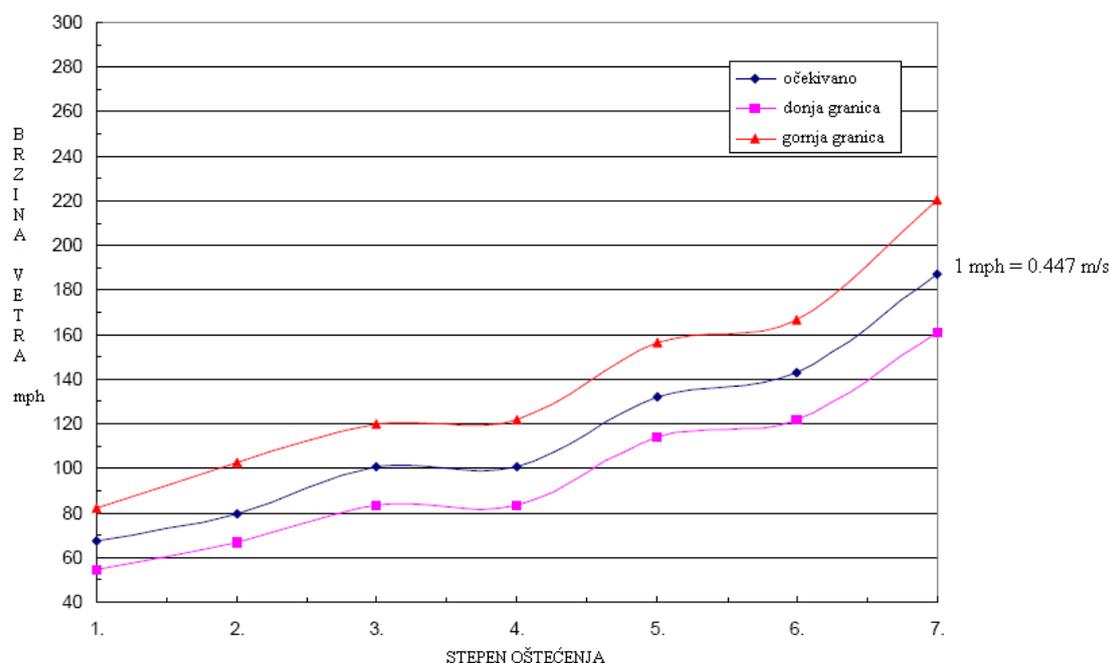
### **Niske zgrade od 1 do 4 sprata (Low-rise (1-4 story) building)**

Glavni opis:

- Obično su pravougaonih oblika, a mogu biti i nepravougonih oblika
- Mnoge imaju ravne krovove, ali mogu imati zabate i bočne krovove
- Materijali za krovove uključuju impregnirane folije za krovove premazane bitumenom, jednoslojne membrane, metalne panele ili izbrazdane krovove
- Krovna platforma je od drveta ili metala ili betonske ploce
- Čelik ili ojačana betonska struktura
- Staklo i metalni pregradni zidovi, metalni stubovi sa unutrašnjom izolacijom, nenoseći zidovi sa malterom
- Primeri su kancelarijske građevine, medicinske ustanove, i banke.

Tabela 3.6. Stepen oštećenja sa parametrima.  
Izvor: [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)

DOD <sup>1</sup>	Opis oštećenja	Očekivano oštećenje	Donja granica	Gornja granica
1	Prag vidljivog oštećenja	68	55	83
2	Gubitak pokrovnog materijala <20%	80	67	103
3	Podizanje metalnih nadstrešnica i krovova: značajni gubici u pokrивnom materijalu >20%	101	83	120
4	Polomljena stakla na prozorima i ulazima	101	83	122
5	Podizanje lake krovne strukture	133	114	157
6	Značajno oštećenje spoljašnjih zidova i nekih unutrašnjih zidova	143	122	167
7	Potpuno uništenje svih ili velikih delova građevine	188	161	221



Slika 3.7. Zavisnost stepena oštećenja od brzine vetra za niske zgrade od 1 do 4 sprata. Izvor: [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)

<sup>1</sup> DOD Degree of Damage - stepen oštećenja



Slika 3.8. Primer niske zgrade od 1 do 4 sprata. *Izvor: [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)*

### Mreža za prenos električne energije

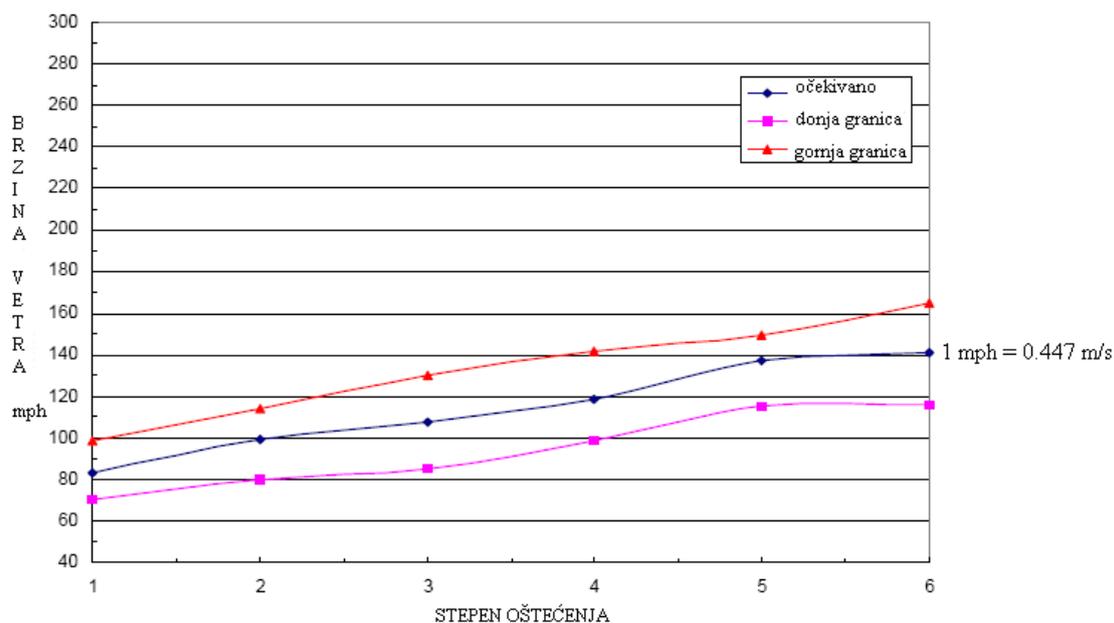
Uobičajena konstrukcija:

- Drveni stubovi sa poprečnim krakovima
- Drveni ili čelični stubovi sa metalnim poprečnim krakovima
- Metalni rešetkasti tornjevi

Tabela 3.7. Stepen oštećenja sa parametrima.

*Izvor: [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)*

DOD	Opis oštećenja	Očekivano oštećenje	Donja granica	Gornja granica
1	Prag vidljivog oštećenja	83	70	98
2	Polomljeni drveni poprečni krak	99	80	114
3	Naginjanje drvenih stubova	108	85	130
4	Polomljeni drveni stubovi	118	98	142
5	Polomljeni ili savijeni čelični ili betonski stubovi	138	115	149
6	Srušeni metalni rešetkasti tornjevi	141	116	165



Slika 3.9. Zavisnost stepena oštećenja od brzine vetra kod mreža za prenos električne energije. Izvor: [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)

### 3.3.4. TORRO skala

TORRO skala služi za ocenu jačine tornada i pijavica. Prikladnija je od Fudžitine skale za tip izgradnje i naseljenost u Europi. Izradio ju je Terense Mieaden, testirana je 1972. - 1975. godine, a u upotrebu je ušla 1975. godine.

Jačina po TORRO skali T0 odgovara jačini 8 na Boforovoj skali, a dalje pretvaranje se može izvršiti po formulama:

$$B = 2 (T + 4)$$

i obrnuto:

$$T = (B/2 - 4)$$

Tabela 3.8. Poređenje sa Boforovom skalom.

Izvor: [www.torro.org.uk/site/tscale.php](http://www.torro.org.uk/site/tscale.php)

Boforova skala	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
TORRO skala	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Tabela 3.9. TORRO skala.

Izvor: [www.torro.org.uk/site/tscale.php](http://www.torro.org.uk/site/tscale.php)

Jačina (intenzitet)	Naziv tornada	Brzina	
		m/s	km/h
Opis štete			
T0	slabi	17-24	61-86
Razbacani sitni predmeti i smeće spiralno se podižu s tla, grane se lome, na poljima se može videti putanja tornada.			
T1	blagi	25-32	87-115
Nameštaj i lagani predmeti se prevrću i mogu biti nošeni vazduhom. Drvene ograde se prevrću. Na stablima lomovi, manja oštećenja na crepovima, olucima i lakim građevinama.			
T2	umereni	33-41	116-148
Automobili i prikolice mogu se pomaknuti, krovovi garaža odnešeni vetrom puno šteta na stablima, krovovima i dimnjacima, manja stabla iščupana iz tla.			
T3	jaki	42-51	149-184
Brojni automobili i prikolice prevrnuti, garaže uništene, na krovovima kuća vidljive krovne grede, automobili u vožnji gurnuti s puta, nekoliko većih stabala oboreno ili iščupano iz tla.			
T4	žestoki	52-61	185-220
Velike štete na vozilima i prikolicama, neke šupe nošene na znatne udaljenosti, čitavi krovovi kuća odneseni, brojna stabla prevrnutna ili iščupana.			
T5	snažni	62-72	221-259
Automobili podignuti uvis, ozbiljnije štete na zgradama, ali zidovi ostaju neoštećeni, najslabije stare zgrade se urušavaju.			
T6	umereno razorni	73-83	260-299
Teška vozila podignuta u vazduh, čvrste kuće ostaju bez celih krovova, a katkad i bez zida, pojedine zgrade se ruše.			
T7	jako razorni	84-95	300-342
Velike štete na masivnim građevinama, lokomotive se prevrću, skladišta od čeličnih greda delom se urušavaju.			
T8	teško razorni	96-107	343-385
Posvuda urušavanje zgrada čiji delovi su daleko razbacani, automobili nošeni na veće udaljenosti, većina zgrada od cigle i kamena nepopravljivo uništena.			
T9	snažno razorni	108-120	386-432
Mnoge zgrade od armiranog betona teško oštećene, vozovi podignuti u vazduh i odneseni na veliku udaljenost, sva stabla i stupovi iščupani.			
T10	super	121-134	433-482
Čitave montažne zgrade i manje zgrade podignute u vazduh i nošene na neku udaljenost. Zgrade od armiranog betona mogu biti uništene.			
T11	neopisivo razorni	>134	>482
Pustošuća razaranja na velikim površinama, prevladavaju totalne štete na masivnim zgradama.			

### 3.4. Olujni vetrovi na tlu Evrope

Olujni vetar u Evropi je jak ciklonski olujni vetar povezan sa područjima niskog atmosferskog pritiska koja se prostiru preko Severnog Atlantika prema severozapadnoj Evropi. Najučestaliji su u zimskim mesecima. Područja niskog pritiska su relativno uobičajena duž Severnog Atlantika, te stoga olujni vetrovi ponekad nastaju kao severoistočnjaci na obali Nove Engleske, i učestalo prolaze pored obala Britanskih ostrva ka Norveškom moru. Kada se spuste južno, olujni vetrovi mogu pogoditi skoro svaku zemlju u Evropi. Zemlje koje uobičajeno budu pogođene uključuju Englesku, Irsku, Škotsku, Norvešku, Farska Ostrva i Island, ali u suštini svaka zemlja u centralnoj, severnoj i posebno zapadnoj Evropi povremeno bude pogođena takvim olujnim sistemom. Ove oluje uzrokuju ekonomsku štetu od 1.9 milijardi evra po godini, i osiguravajuće gubitke od 1.4 milijardi evra po godini

(1990-1998). Oni se rangiraju kao drugi najveći uzrok gubitaka u osiguranju usled prirodnih katastrofa (posle uragana u SAD).

### Imena olujnih vetrova

Do druge polovine dvadesetog veka, evropski olujni vetrovi su nazivani prema lokalnim običajima. Obično, oni bi bili nazvani po godini, datumu, imenu sveca na dan kada su se odigrali ili na bilo koji drugi način koji bi ih učinio poznatim. Ovo je značilo da bi ista oluja mogla bi nazvana različito od jedne do druge zemlje. Nadahnuta praksom davanja imena uraganima i tajfunima Nacionalne Vremenske Službe SAD-a, studentkinja Free univerziteta u Berlinu Karla Wege je predložila 1954 da bi se svim sistemima visokog i niskog pritiska koji pogađaju Evropu trebala dati imena kako bi se praćenje učinilo jednostavnijim.

Sistemima sa niskim pritiscima su davana ženska imena a visokim su davana muška imena, a imena značajnih ekstratropskih ciklona su povlačena posle svakog događaja. Ova praksa je uskoro bila prihvaćena od strane Nemačkih medija. U 1998 godini sistem je počeo naizmenično da daje muška i ženska imena za visoke i niske pritiske svake godine. Novembra 2002 godine "Adopt-a-Vortex" šema je startovala, koja dopušta članovima javnosti da kupuju imena kojima će biti nazivane oluje tokom svake godine. Na ovaj način sakupljeni novac će biti upotrebljen od strane departmana za meteorologiju za održavanje vremenskog osmatranja na Free Univerzitetu. Ova imena su postepeno postala poznata širom Evrope kroz medije. Ipak, oluja se može drugačije nazvati u drugim zemljama. Na primer, Norveška vremenska služba takođe nezavisno daje imena olujama koje pogađaju Norvešku. Nekoliko Evropskih jezika upotrebljava reč uragan ili orkan kako bi naznačilo jake evropske olujne vetrove (vetrovi preko 118 km/h Boforove skale).

#### 3.4.1. Istorijski i rušilački olujni vetrovi na tlu Evrope

Tabela 3.10. Istorijski i rušilački olujni vetrovi na tlu Evrope.

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/European\\_windstorm](http://en.wikipedia.org/wiki/European_windstorm)

Događaj	Datum
Napomena	
Grote Mandrenke (Grote Mandrenke)	Januar 16, 1362
Jugozapadni jak vetar sa Atlantika je prešao preko Engleske, Holandije, severne Nemačke i južne Danske, odnoseći preko 25 000 života i menjajući Holandsko-Nemačko-Dansku priobalnu liniju.	
Burčardi poplava (Burchardi Flood)	Oktobar 11-12, 1634
Takođe poznata kao "drugi Grote Mandrenke", pogodila je Nordfriesland, utopila oko 8 000-15 000 ljudi i uništila ostrvo Strand u Nemačkoj.	
Velika Oluja 1703 (Great Storm of 1703)	Novembar 26, 1703
Jaki vetrovi su pogodili južnu obalu Engleske.	
Noć Velikog Vetra (Night of the Big Wind)	Januar 6-7, 1839
Najjači olujni vetar koji je pogodio Irsku u nedavnim vekovima, sa vetrovima snage	

uragana, odnoseći između 250 i 300 ljudskih života i praveći hiljade domova neupotrebljivim za stanovanje.	
Velika Oluja (Great Storm of 1850)	Zima 1850
Jak olujni vetar u kombinaciji sa velikim talasima odneo je treset i pesak koji je prekrrio Neolitsko naselje kod Skara Braea u Orkneju u Škotskoj.	
Katastrofa Mosta Taj (The Tay Bridge Disaster)	Decembar 28, 1879
Jaki vetrovi su pogodili istočnu obalu Škotske, pri čemu je došlo do rušenja Taj železničkog mosta i gubitka 75 ljudskih života koji su se nalazili u vozu u trenutku prelaska preko spomenutog mosta.	
Eyemouth Katastrofa (Eyemouth Disaster)	Oktobar 14, 1881
Jaka oluja je pogodila jugoistočnu obalu Škotske. Poginulo je 189 ribara.	

### 3.4.2. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope između 1900 i 1999 godine

Tabela 3.11. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope između 1900 i 1999 godine.

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/European\\_windstorm](http://en.wikipedia.org/wiki/European_windstorm)

Događaj	Datum
Napomena	
Poplava Severnog Mora 1953 (North Sea Flood of 1953)	Januar 31-Februar 1, 1953
Smatara se za najgoru prirodnu katastrofu 20-tog veka u Holandiji i Ujedinjenom Kraljevstvu, koja je odnela oko dve hiljade ljudskih života. Oluja je krenula preko Irske prema zapadnoj obali Škotske, preko Orkney-a, dole prema istočnoj obali Škotske i Engleske i preko Severnog Mora prema Holandiji. Odbrambeni nasipi u Holandiji i istočnoj Engleskoj su bili preplavljeni. Trajekt MV Princess Victoria koji je putovao između Škotske i Severne Irske, je bio potopljen odnoseći sa sobom 133 ljudska života, a preko jedne četvrtine škotske ribarske flote je takođe bilo potopljeno. U Holandiji je poplava odnela 1 835 ljudskih života i primorala na evakuaciju 70 000 ljudi jer je more poplavilo 1 365 km <sup>2</sup> zemlje. Procenjeno je da je 30 000 životinja uginulo i 47 300 objekata je oštećeno od kojih je 10 000 bilo uništeno. Ukupna šteta je u to vreme procenjena na 895 miliona holandskih gildera.	
Bivši Uragan Debi 1961 (The Ex-Hurricane Debbie 1961)	Septembar 17, 1961
Severozapadna Irska, veći deo Škotske i Severnih Ostrva je bio pogođen jakim olujnim vetrovima, koji su bili uzrokovani uraganom Debi sa Atlantika.	
Olujni vetar Sheffield (Sheffield Windstorm)	Februar 16, 1962
Južni Jorkšir (Severna Engleska). Grad su pogodili vetrovi brzine najmanje 65 čvorova sa udarima vetra od 80 čvorova (150 km/h) i više. Ovi visoke brzine vetra su bile naročito izražene na samom području grada.	
Poplava Severnog Mora 1962 (North Sea Flood of 1962)	Februar 17, 1962
Pomenuta oluja se pomerila jugoistočno prema obali Nemačke sa brzinama vetra od 200 km/h. Veliki talasi u kombinaciji sa visokom plimom su gurnuli vodu duž reka Vesper i Elbe, probijajući brane i uzrokujući rasprstranjeno plavljenje, posebno u Hamburgu. 315 ljudi je izgubilo živote, a oko 60 000 ih je ostalo bez domova.	

Uragan 1968 (1968 Hurricane)	Januar 15, 1968
Ova oluja se kretala prema severu duž zapadne obale Škotske. U Glasgow-u je odnela 20 ljudskih života i oko 2 000 ljudi ostavila bez domova. Ayrshire i Argyll su bili takođe pogodeni.	
/	Januar 11-Januar 12, 1974
Rekordni vetrovi, nekada i snage uragana, su zabeleženi u mnogim delovima Irske. Najjači ikada zabeleženi udar vetra u Irskoj, približno 200 km/h, je zabeležen u Kilkilu, Kaunti Daun. Mnoge građevine i drveća su bili oštećeni i oko 150 000 domova je ostalo bez električne energije.	
/	Januar 2, 1976
Centralni deo Ujedinjenog Kraljevstva su pogodili udari vetra od 169 km/h, a u Midlesborou je izmerena brzina vetra od 183 km/h.	
Uragan Charley (Hurricane Charley)	Avgust 25, 1986
Rekordne padavine su zabeležene u Irskoj (200 mm u Kipureu) sa plavljenjem od 2.4 metra u Dublinu. Oluja je takođe uzrokovala plavljenje u Velsu i Engleskoj. Najmanje 11 ljudi je izgubilo živote u Irskoj i Britaniji.	
Decembarska oluja 1981 (December storm 1981)	Decembar 13, 1981
U Engleskoj su veliki plimni talasi doveli do rasprostranjenog plavljenja i 6 miliona funti vredne štete duž Somerset obale Bristolskog kanala, sa najvišim zabeleženim nivoom vode od početka veka. U Francuskoj je oluja uzrokovala rasprostranjeno plavljenje na jugozapadu, uzrokujući značajnu štetu u basenima reka Garone i Adour i plavljenje Bordoa.	
Velika Oluja 1987 (Great Storm of 1987)	Oktobar 15 i 16, 1987
Ova oluja je uglavnom pogodila jugoistočnu Englesku u severnu Francusku. U Engleskoj su zabeležen maksimalne srednje brzine vetra iznosile 70 čvorova (u proseku preko 10 minuta). Najjači nalet vetra od 117 čvorova (217 km/h) je zabeležen na Point du Razu u Bretanji. 19 ljudi je izgubilo živote u Engleskoj a 4 u Francuskoj. 15 miliona drveća je bilo iščupano iz zemlje u Engleskoj. Oluja je privukla veliku pažnju medija, ne toliko zbog svoje jačine, već zbog toga što ove oluje ne idu toliko južno. Drveće sredinom oktobra još ima lišće, što ga čini osjetljivijim na olujni vetar, a nalete vetra takođe nije moglo izdržati jer je zemlja bila natopljena usled vlažnog vremena što je znatno oslabilo držanje korenja u zemlji. Jačina oluje nije bila predviđena sve do približno tri sata pre nego što će pogoditi spomenute oblasti posle ponoći, što je značilo da je malo ljudi dobilo upozorenje na vreme.	
/	Februar 13, 1989
Tokom ove oluje, zabeleženi su udari vetra od 123 čvora (228 km/h) na svetioniku Kinard (Fraserburg) na severoistočnoj obali Škotske. Ovo je oborilo rekord za brzine vetrova na Britanskim Ostrvima. Mnogo veće (nezvanične) brzine vetrova su zabeležene na vrhu Kairn Gorm i Unst na Šetlandskim Ostrvima.	
Oluja Burnov Dan (ili Darija od strane Free Univerziteta) (Burn's Day Storms or Daria by Free University)	Januar 25, 1990
Pogodila je Ujedinjeno Kraljevstvo, Francusku, zemlje Beneluksa i Nemačku.	

<p>Udari vetra su bili preko 45 m/s, uzrokujući rasprostranjenu strukturnu štetu. Oluja se kretala preko Ujedinjenog Kraljevstva prema Evropi, gde je zabeležena pod imenom Darija uzrokovala veliku štetu, posebno u šumama. Ukupni gubici u osiguranju su iznosili oko 6 milijardi US\$.</p>	
<p>Novogodišnja Oluja (New Year's Day Storm)</p>	<p>Januar 1, 1992</p>
<p>Takođe je poznata pod imenom Nyttarsorkanen. Pogodila je veliki deo Škotske i zapadne Norveške. Nezvanična merenja udara vetra od 130 čvorova (67 m/s) su zabeležena na Šetlandskim Ostrvima, dok je Statfjord-B u Severnom Moru zabeležio udare vetra od 145 čvorova (75 m/s). Norveški Meteorološki Institut je procenio da je najjači ustaljeni vetar (10 min u proseku) dostigao 90 čvorova (45 m/s), što se može uporediti sa uraganom treće kategorije po Safir-Simpsonovoj skali. Poginula je jedna osoba u Norveškoj i dve na Šetlandskim Ostrvima. Zbog male naseljenosti ostrva i činjenice da su stanovnici ostrva već pripremljeni na ovakve brzine vetra, nije došlo do većeg gubitka ljudskih života.</p>	
<p>/</p>	<p>Januar 22-23, 1994</p>
<p>Nekoliko jakih vetrova je pogodilo Škotsku i Severna Ostrva. Udari vetra od 104 čvora (193 km/h) su zabeleženi na aerodromu Sumburg na Šetlandskim Ostrvima.</p>	
<p>Juma (Yuma)</p>	<p>Decembar 24, 1997</p>
<p>Jaki vetrovi i kiša su pogodili severoistočni deo Škotske. Oluja je odnela 6 ljudskih života, uzrokovala značajnu strukturnu štetu i prekid snabdevanja električnom energijom.</p>	
<p>Dezire/Fani (Désirée / Fanny)</p>	<p>Januar 4, 1998</p>
<p>Oluja je pogodila Irsku i severnu Englesku. Jaki vetrovi su takođe pogodili Vels i južnu Englesku. Došlo je do rasprostranjenog strukturnog oštećenja, nestašica struje i plavljenja duž reka i obala.</p>	
<p>Oluja Dan Boksovanja/Uragan Stifen (Boxing Day Storm/Hurricane Stephen)</p>	<p>Decembar 26, 1998</p>
<p>Pogodila je Irsku, severnu Englesku i južnu Škotsku. Zabeležene su brzine vetrova od 103 mph na aerodromu u Prestviku, i 93 mph (150 km/h) u Glazgovu. Nestašice električne energije su bile u Irskoj i južnoj Škotskoj. Forth Road Bridge u Škotskoj je bio u potpunosti zatvoren po prvi put od svoje izgradnje 1964 godine.</p>	
<p>Silke</p>	<p>Decembar 27, 1998</p>
<p>Jaki vetrovi su pogodili Severnu Irsku i Škotsku.</p>	
<p>Anatol</p>	<p>Decembar 3, 1999</p>
<p>Oluja snage uragana je pogodila Dansku i okolne zemlje, odnoseći 7 ljudskih života u Danskoj. Pritisak je iznosio 952.4 hPa. Brzine vetra su bile iznad 85 mph (38 m/s), a udari vetra do 115 mph.</p>	
<p>Lotar, Martin (Lothar, Martin)</p>	<p>Decembar 26-28, 1999</p>
<p>Francuska, Švajcarska i Nemačka su bile pogođene jakim olujama i kišom. Preko 100 ljudi je izgubilo živote. Oluja je uzrokovala rasprostranjenu štetu nad imovinom, drvećem, francuskoj i nemačkoj elektromreži, uključujući i plavljenje nuklearne elektrane Blajais. Lotar i Martin su bili ekstrasropski cikloni i imali su oblik uragana sa okom u sredini. U prvoj oluji, bili su zabeleženi udari vetra od 184 km/h na ostrvu Ušant u Bretanji, a udari vetra druge oluje su bili 200 km/h kod ostrva Ile de Re u Francuskoj.</p>	

### 3.4.3. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope od 2000 godine

Tabela 3.12. Jaki olujni vetrovi na tlu Evrope od 2000 godine.

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/European\\_windstorm](http://en.wikipedia.org/wiki/European_windstorm)

Događaj	Datum
Napomena	
Oratia	Oktobar 30, 2000
Područje niskog pritiska prešlo je preko Ujedinjenog Kraljevstva donoseći udare vetra od 90 mph (140 km/h) i jako plavljenje južne Engleske. To je bio najsnažniji sistem te vrste koji je pogodio Ujedinjeno Kraljevstvo od oluje Burnov Dan 1990.	
Dagmar	Decembar 17, 2004
Oluja sa brzinama vetrova od 80 mph (130 km/h) pogodila je severnu Francusku, uključujući Pariz, odnoseći 6 ljudskih života i ostavljajući hiljade domova bez električne energije.	
Ervin-Gudrun (Erwin-Gudrun)	Januar 8, 2005
Severna Evropa je bila pogođena olujom Ervin (ime dobijeno od Nemačke meteorološke službe), takođe nazvanom Gudrun od strane Norveške meteorološke službe, sa ustaljenim brzinama vetra od 126 km/h i udarima vetra od 165 km/h. Oko 341 000 domova je ostalo bez električne energije u Švedskoj i nekoliko hiljada njih je bilo bez električne energije više nedelja; oko 10 000 domova je tri nedelje i dalje bilo bez električne enrgije. Ukupan broj ljudskih žrtava je iznosio 17. Oluja je uzrokovala velike finansijske gubitke u Švedskoj, gde je šumarstvo pretrpelo najveću štetu usled izgubljenog drveća. 7 500 000 kubnih metara drveća je oboreno u južnoj Švedskoj. Za šest sati, oboreno je 250 000 000 drveća. Posle meseci teškog rada, vozači iz cele Evrope su preneli debla na nekoliko mesta širom cele južne Švedske.	
Gero	Januar 11, 2005
Na veče 11-tog i rano jutro 12-tog, jak vetar je prešao preko Severne Irske i severozapadne Škotske. Brzine vetra od 134 mph (jednako uraganu treće kategorije) su zabeležene na Nort Roni, a od 110 mph (180 km/h) su zabeležene na Saut Uistu sa 105 mph (169 km/h) na Bari na Hebridima pre nego što je automatska stanica prestala da izveštava u 17.00 sati. Veliki talasi su uzrokovali plavljenje niskoležećih priobalnih područja. Oluja je odnela jedan ljudski život u Irskoj i šest u Škotskoj, uključujući petočlanu porodicu koja je odnesena u more posle napuštanja svog doma u Saut Uistu. Oluja je u svom vrhuncu ostavila 85 000 domaćinstava u Škotskoj bez električne energije. 13-tog su svi trajekti i vozovi bili suspendovani u Škotskoj, a mnogi putevi su bili zatvoreni zbog oborenog drveća. Most Fort Road je bio zatvoren po prvi put od oluje Dan Boksovanja 1998, a takođe su bili zatvoreni mostovi Taj u Dandiju i Friarton u Pertu.	
Renata (Renate)	Oktobar 3, 2006
Snažna oluja je pogodila jugozapadnu obalu Francuske sa udarima vetra od 150 km/h u priobalnim područjima. Oluja je počupala mnoga drveća i ostavila mnoge domove bez električne energije na nekoliko sati. Dvoje ljudi je bilo teže povređeno u padu helikoptera. Jedna osoba je poginula u kućnom požaru, koji je uzrokovan svećom upotrebljenom za osvetljenje.	
Brita (Britta)	Novembar 2, 2006

<p>Zemlje pogođene olujom su uključivale Dansku, Švedsku, Norvešku, Nemačku i Škotsku. Oluja je došla preko Severnog Mora dostižući udare vetra od 174 km/h u Danskoj i južnoj Švedskoj. Oluja je odnela 15 ljudskih života i odvojila naftnu opremu koja je spasena i odvučena na sigurno.</p>	
<p>Franc (Franz)</p>	<p>Januar 10-11, 2007</p>
<p>Ovaj sistem je bio jedan od nekoliko snažnih oluja koje su pogodile Ujedinjeno Kraljevstvo tokom zime 2006-2007 godine, moguće je da je postojala veza sa El Ninjom koji se tada odigravao. Centralni pritisak je bio 950 mbar, ustaljene brzine vetra 60 mph (97 km/h) i udari vetra 94 mph (151 km/h) su zabeleženi na ostrvu Benbekula u Škotskoj. Udari vetra snage uragana su zabeleženi u celoj Škotskoj. Udari vetra preko 50 mph (80 km/h) su pogodili celo Ujedinjeno Kraljevstvo. Severna područja su pogodili udari vetra od 60 i 90 mph (14 km/h). Šest žrtava je potvrđeno sa nekoliko povređenih osoba. Pet ljudi je poginulo kada je ribarski brod potonuo kod obale Veksforda u Irskoj, a jedna osoba je poginula blizu Tauntona u Somersetu kada se drvo obrušilo na kola. Spasena su dva preživela sa nestalog ribarskog broda. Jedna žena je nestala kada je pala sa palube trajekta blizu Folmauta. Krov supermarketa u Velsu je bio oštećen, a građani su širom Ujedinjenog Kraljevstva prijavljivali manju štetu. U Velsu je 80 000 domova ostalo bez električne energije. Bilo je i plavljenja duž pojedinih reka. Agencija za Zaštitu Životne Sredine Ujedinjenog Kraljevstva je bila izdala 59 upozorenja na poplave.</p>	
<p>Per (Hano) Per (Hanno)</p>	<p>Januar 14, 2007</p>
<p>Snažana oluja Per je pogodila jugozapadnu Švedsku sa udarima vetra oko 90 mph (140 km/h). Potvrđena je smrt šestoro ljudi. Hiljade drveća je oboreno, i hiljade domaćinstava je ostalo bez električne energije. Ova oluja je takođe izazvala oštećenja i poplave u Litvaniji.</p>	
<p>Kiril (Kyrill)</p>	<p>Januar 18, 2007</p>
<p>Oluja Kiril je već u svom nastanku proglašena za najdestruktivniju oluju za poslednjih sto godina. Upozorenja na oluju su izdata za mnoge zemlje u zapadnoj, centralnoj i istočnoj Evropi. Škole u naročito ugroženim područjima su bile zatvorene do podneva kako bi se dopustilo deci da bezbedno stignu kućama pre nego što je oluja dostigla svoj puni intenzitet pre večeri. Najmanje 53 ljudska života su izgubljena u severnoj i centralnoj Evropi, uzrokujući kaos na putevima širom regiona. Britanija i Nemačka su bile najgore pogođene, sa jedanaestoro ljudi koji su izgubili živote kada su kiša i udari vetra do 99 mph (159 km/h) sa ustaljenim brzinama vetra od 73 mph (117 km/h) prešli preko Ujedinjenog Kraljevstva. Trinaestoro ljudi je poginulo u Nemačkoj, sa zabeleženom brzinom vetra od 121 mph (195 km/h) na Broken stanici u Saksonijskom-Anhaltian Harc planinskom lancu. Direktna šteta u Nemačkoj je procenjena na 4.7 milijardu evra. Petoro ljudi je poginulo u Holandiji i troje u Francuskoj. Udari vetra su dostigli bryinu od 151 km/h na Kap Gris Necu u Francuskoj i 130 km/h u mnogim drugim mestima na severu Francuske.</p>	
<p>Uriah</p>	<p>Jun 25-26, 2007</p>
<p>Nesezonski vremenski sistem je doneo jake vetrove u Ujedinjeno Kraljevstvo uzrokujući jake poplave, sa mnogim područjima koja su primila mesečne padavine u jednom danu. Oluja je pogoršala postojeće probleme sa poplavama (uzrokovane jakim olujama nedelju dana ranije) a područja kao što su Šefild su bila najgore pogođena. Preko 102 upozorenja na poplavu su bila izdata, a do Juna 29 petoro</p>	

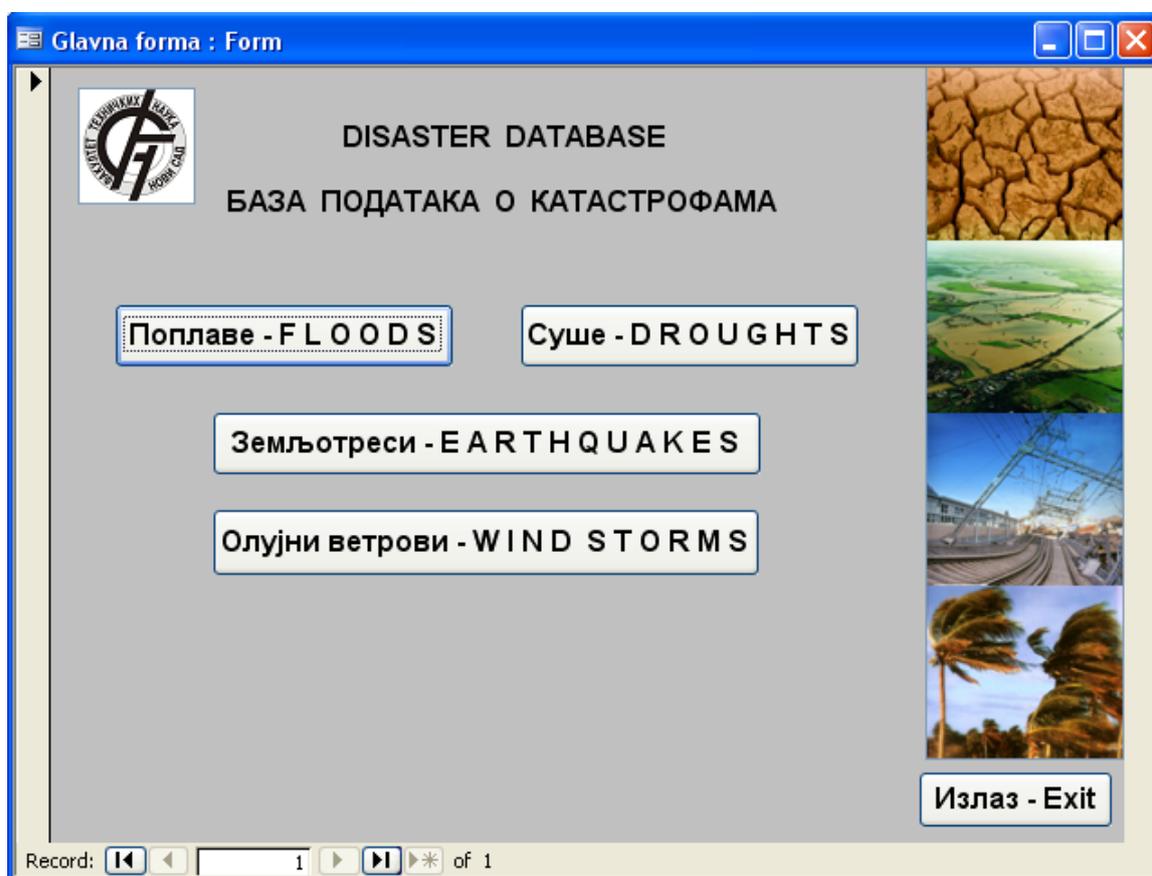
<p>ljudi je bilo poginulo, mnoga područja su bila poplavljena i oštećen je zid brane na Uli rezervoaru gde su se pojavile pukotine šireći strah od mogućeg urušavanja brane. 700 ljudi je bilo evakuisano iz područja. Preko 3 500 ljudi je evakuisano iz svojih domova širom zemlje.</p>	
Tilo	Novembar 7-8, 2007
<p>Jak olujni vetar je pogodio severnu Škotsku. Sve škole u Orkneju su bile zatvorene i stotine domova je ostalo bez električne energije. Udari vetra su bili 90 mph (140 km/h) zajedno sa ranim snegom. Trajekt kompanija Nortlink je otkazala plovidbe između Lervika i Aberdina. Bilo je takođe i izveštaja da su drveće i krovovi bili oboreni kao što je bilo Grampianu. Vlasti su očekivale jake poplave na istoku Engleske i zatvorile su branu na Temzi. U Holandiji su zatvorene brane Isterne Šeldt i gigantska brana Measlantkering koje su napravljene za odbranu od visokih talasa Severnog Mora. Po prvi put od 1976 godin, cela priobalna linija je stavljena u stanje pripravnosti.</p>	
Paula	Januar 25, 2008
<p>Jak olujni vetar nazvan Paula je pogodio Poljsku, Nemačku, Austriju, Dansku, Norvešku i Švedsku. Jedna osoba je poginula u Poljskoj. Udari vetra su dostigli brzinu od 165 km/h u Istočnim Alpima, 155 km/h u Poljskoj, 150 km/h u Norveškoj i 140 km/h u Nemačkoj.</p>	
Zizi	Februar 22-23, 2008
<p>Jak olujni vetar, Zizi je pogodio Nemačku, Švedsku, Dansku, Poljsku, Litvaniju, Letoniju i Estoniju. Nije bilo poginulih ni povređenih. Udari vetra su dostigli brzinu od 135 km/h u Nemačkoj i više od 100 km/h u drugim zemljama.</p>	
Ema (Emma)	Mart 1, 2008
<p>Jak olujni vetar nazvan Ema je pogodio Nemačku, Austriju, Češku i Poljsku. Najmanje 12 ljudi je poginulo (4 u Austriji, 2 u Poljskoj, 4 u Nemačkoj i 2 u Češkoj). Udari vetra su dostigli brzinu od 190 km/h u Istočnim Alpima, 170 km/h u Poljskoj i 140 km/h u Nemačkoj i Češkoj. Posledice oluje su bile katastrofalne.</p>	
Klaus	Januar 2009
<p>Olujni vetar koji je pogodio južnu Francusku i severnu Španiju je izazvao najviše štete još od oluje koja je pogodila to područje Decembra 1999. Oluja je uzrokovala rasprostranjenu štetu širom zemalja, posebno u severnoj Španiji. Januara 24 je potvrđena smrt dvanaestoro ljudi. Mnogi domovi su ostali bez električne energije, uključujući preko milion ljudi u jugozapadnoj Francuskoj. Udari vetra su dostigli brzinu od 206 km/h.</p>	
Kvinten (Quinten)	Februar 2009
<p>Jak olujni vetar se pojavio širom Francuske, Beneluksa i Nemačke. Udari vetra od 166 km/h su zabeleženi na planini Feldberg u Nemačkoj.</p>	
Ksintija (Xynthia)	Februar 27-28, 2010
<p>Jak olujni vetar koji je generisan blizu Madeire i odatle se premestio preko Kanarskih Ostrva, Portugala, na većinu zapadne i severne Španije, pre nego što će pogoditi zapadnu i jugozapadnu Francusku. Milion domaćinstava je ostalo bez električne energije u Francuskoj. Otkazano je 70 letova sa aerodrom Šarl de Gol u Parizu. Otkazan je železnički saobraćaj u Francuskoj i severnoj Španiji. Najjači udar vetra u Portugalu je iznosio 166 km/h, u Španiji 228 km/h, a u Francuskoj 241 km/h na Pik du Midiju na Pirinejima.</p>	



## 4. PRAVLJENJE BAZE PODATAKA O KATASTROFAMA

Baza podataka za katastrofe je značajan elemenat ciklusa upravljanja akcidentalnim rizicima. Država Srbija i region jugoistočne Evrope su u prošlosti bili pogođeni različitim prirodnim katastrofama. Vođenje evidencije o prirodnim katastrofama, njihovim uticajima i posledicama nam pruža podatke koji su potrebni da bi se kreirali efektivni sistemi ranog upozoravanja i procene rizika koji će nam pomoći za umanjeње efekta prirodnih katastrofa na zajednice. Baza podataka o katastrofama može biti podrška sistemima ranog upozoravanja. Prikupljanjem podataka i njihovom analizom sagledavamo tokove date katastrofe kao i njen uticaj na stanovništvo. Istorijska baza podataka o katastrofama nam može pomoći u identifikovanju ranjivosti, praćenju rizika i u donošenju boljih mera prevencije i pripremljenosti na katastrofu.

Glavni meni kreirane baze podataka se sastoji iz dela za unos podataka o olujnim vetrovima, sušama, poplavama i zemljotresima. Izgled glavne strane dat je na Slici 4.1.



Slika 4.1. Glavna strana kreirane baze podataka sa delom za unos podataka o olujnim vetrovima, sušama, poplavama i zemljotresima

## 4.1. Osnovni podaci

Baza podataka za olujne vetrove je kreirana na sledeći način. Ona sadrži tri dela podataka koji opisuju datu katastrofu.

Prvi deo se odnosi na *osnovne podatke o olujnom vetru*, u koje spadaju:

- Katastrofa (Disaster)
- Šifra (Code disaster)
- Vrsta olujnog vetra (Wind storm type)
- Država (Country)
- Region (Region)
- Područje (Area)
- Mesto (Place)
- Datum (Date)
- Vreme olujnog vetra (Wind storm time)
- Brzina vetra (Wind speed)
- Brzina naleta vetra (Wind speed gusts)
- Pravac kretanja vetra (Wind direction)

The screenshot shows a web application window titled "Os\_p\_olujni\_vetrovi : Form". It features two tabs: "ОСНОВНИ ПОДАЦИ ОЛУЈНИ ВЕТРОВИ" (Basic data WIND STORMS) and "Basic data WIND STORMS". The form contains the following fields and data:

Field Name	Value
Катастрофа - Disaster	олujни ветар
Шифра - Code disaster	1
Врста олујног ветра - Wind storm type	жестока олуја
Држава - Country	Србија
Регион - Region	Војводина
Подручје - Area	Ваčka
Место - Place	Сомбор
Датум - Date	22.05.2009.
Време олујног ветра - Wind storm time	19:45 UTC
Брзина ветра - Wind speed	29,03 m/s
Брзина налета ветра - Wind speed gusts	
Правац кретања ветра - Wind direction	

Below the form, there is a section titled "Погођене области - Affected areas" with the following checked items:

- Пољопривреда - Agriculture
- Електроенергетика - Power and energy
- Комуникације - Communications
- Индустрија - Industries

The bottom of the window contains a toolbar with icons for Search, Add New, Save, Delete, Print, Internet, Excel, Word, and buttons for "Излаз - Exit" and "База - Base". A status bar at the bottom indicates "Record: 1 of 1".

Slika 4.2. Baza podataka za olujne vetrove, deo se osnovnim podacima o olujnom vetru

Deo sa osnovnim podacima o olujnom vetru sadrži takođe i dodatak vezan za Boforovu skalu.

Ovaj dodatak je predviđen sa ciljem da se korisniku baze podataka omogući lakše identifikovanje vrste vetra na osnovu podataka o brzini vetra (Slika 4.3.).

3	Slab vetar	drveće u dosta neprekidno kretanje	3.4-5.4	12-19	7-10
4	Umeren vetar	Leprša zastavom, povija grančice	5.5-7.9	20-28	11-16
5	Jak vetar	Povija veće grane, postaje nezgodan za čula, baca talase na stojećim vodama	8.0-10.7	29-38	17-21
6	Žestok vetar	Čuje se kako huji iznad kuća i drugih čvrstih predmeta, kreće tanje drveće, baca talase na stojećim vodama od kojih neki zapenuše	10.8-13.8	39-49	22-27
7	Olujni vetar	Povija tanja stabla, prebacuje talase u stajaćim vodama koji zapenuše	13.9-17.1	50-61	28-33
8	Oluja	Povija cela jača stabla, lomi grane, osetno zadržava čoveka, koji korača u pravcu vetra	17.2-20.7	62-74	34-40
9	Jaka oluja	Lomi veće i jače grane, nanosi štetu krovovima	20.8-24.4	75-88	41-47
10	Žestoka oluja	Obara i lomi drveće, obara slabe dimnjake, nanosi znatne štete zgradama	24.5-28.4	89-102	48-55
11	Vihor	Teška razarajuća dejstva, ruši krovove sa zgrada	28.5-32.6	103-117	56-63
12	Orkan	Uništavajuće dejstvo	> 32.7	> 117	> 63

Slika 4.3. Prikaz Boforove skale u bazi podataka

## 4.2. Pogođene oblasti

Drugi deo se odnosi na *pogođene oblasti* koje su nam date u formi izbora (yes/no) tj. čekiranja sledećih pogođenih oblasti:

- Poljoprivreda (Agriculture)
- Elektroenergetika (Power and Energy)
- Komunikacije (Communications)
- Industrija (Industries)
- Saobraćaj (Traffic)
- Zdravstvo (Health)
- Obrazovanje (Education)
- Vodosnabdevanje (Water supply)
- i drugo (Other)

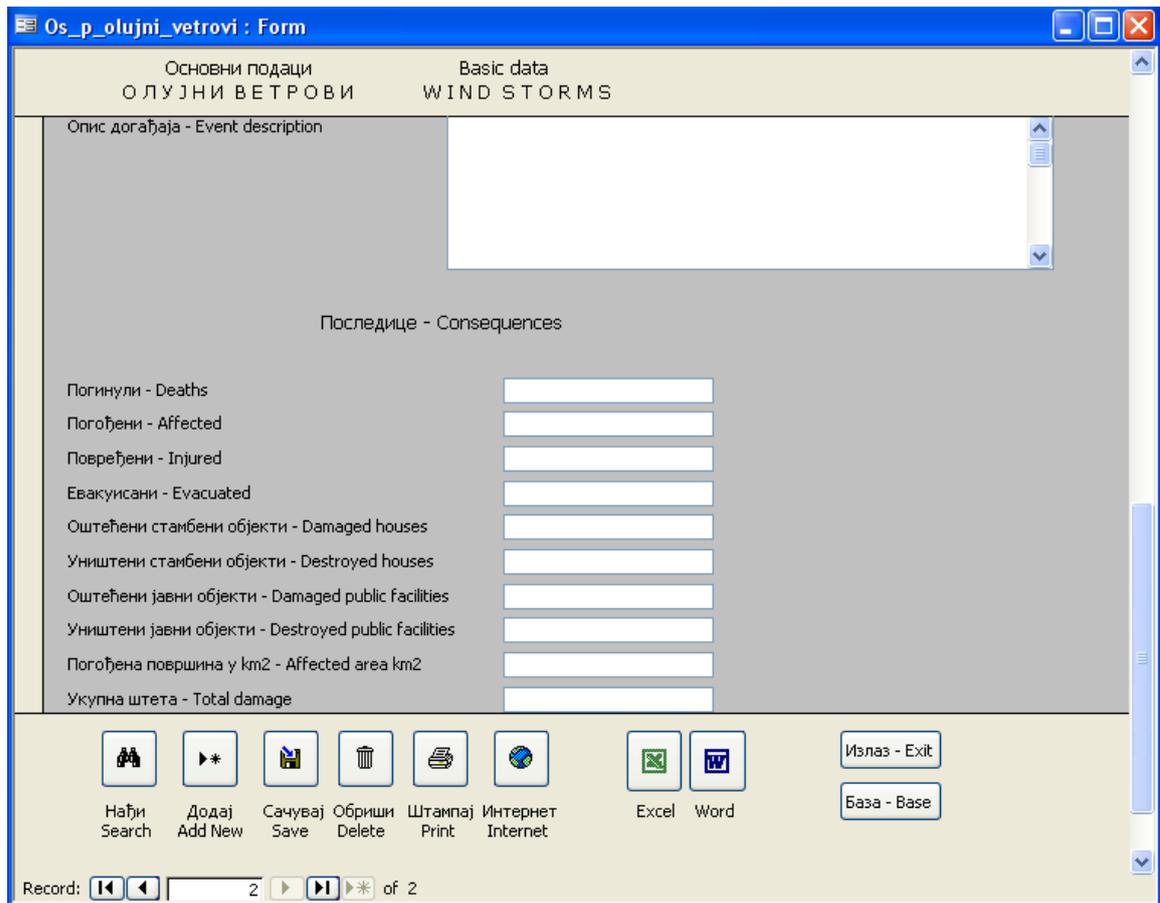
Pored ponuđenih pogođenih oblasti dato nam je i polje u kojem možemo da opišemo datu katastrofu (Event description).

Slika 4.4. Izgled drugog dela baze podataka koji se odnosi na погођене области

### 4.3. Posledice

Treći deo baze podataka nam predstavljaju *posledice* koje je izazvao olujni vetar u koje spadaju sledeća polja za popunjavanje:

- Poginuli (Deaths)
- Pogođeni (Affected)
- Povređeni (Injured)
- Evakuisani (Evacuated)
- Oštećeni stambeni objekti (Damaged houses)
- Uništeni stambeni objekti (Destroyed houses)
- Uništeni javni objekti (Damaged public facilities)
- Oštećeni javni objekti (Destroyed public facilities)
- Pogođena površina u km<sup>2</sup> (Affected area km<sup>2</sup>)
- Ukupna šteta (Total damage)



Slika 4.5. Izgled trećeg dela baze podataka koji se odnosi na posledice koje je izazvao olujni vetar

Meni za upravljanje bazom sadrži sledeće ikonice:

- Nađi (Search)
- Dodaj (Add New)
- Sačuvaj (Save)
- Obriši (Delete)
- Štampaj (Print)
- Internet (Internet)
- Ikonica za pristup Microsoft Excel-u i Word-u
- Ikonice za izlaz iz baze podataka za datu katastrofu i vraćanje na glavnu stranu



Slika 4.6. Izgled menija za upravljanje bazom podataka

Os\_p\_olujni\_vetrovi : Form

Основни подаци  
ОЛУЈНИ ВЕТРОВИ

Basic data  
WIND STORMS

Катастрофа - Disaster: olujni vetar

Шифра - Code disaster: 1

Врста олујног ветра - Wind storm type: žestoka oluja

Држава - Country: Srbija

Регион - Region: Vojvodina

Подручје - Area: Bačka

Место - Place: Sombor

Датум - Date: 22.05.2009.

Време олујног ветра - Wind storm time: 19:45 UTC

Брзина ветра - Wind speed: 29,03 m/s

Брзина налета ветра - Wind speed gusts:

Правац кретања ветра - Wind direction:

Погођене области - Affected areas

Пољопривреда - Agriculture:

Електроенергетика - Power and energy:

Комуникације - Communications:

Индустрија - Industries:

Бифорова скала  
Отвори - Open

Наћи Search, Додај Add New, Сачувај Save, Обриши Delete, Штампaj Print, Интернет Internet, Excel, Word, Излаз - Exit, База - Base

Record: 1 of 1

Slika 4.7. Primer unášanja podataka o olujnom vetru u bazu podataka, osnovni podaci i deo sa погођеним областима.

Tabela 4.1. Prikupljeni podaci za olujne vetrove na teritoriji jugoistočne Evrope.

Izvor: [www.estofex.org/](http://www.estofex.org/)

Mesto / datum / vreme	Brzina / tip / pravac olujnog vetra
Opis događaja	
Sombor, Srbija / 22-05-2009 / 19:45 UTC	29,03 m/s / vihor /
Isčupana stabla sa korenom, oštećena električna mreža	
Banatski Karlovci, Srbija / 17-03-2011 / 11:00 UTC	27 m/s / žestoka oluja / jugoistok - severozapad
/	
Vršac, Srbija / 17-03-2011 / 11:00 UTC	36 m/s / orkan / jugoistok - severozapad
/	
Vršac, Srbija / 08-08-2008 / 17:00 UTC	26 m/s / žestoka oluja /
/	
Vrsac, Srbija / 22-05-2009 / 22:15 UTC	26,03 m/s / žestoka oluja /
/	
Bar, Crna Gora / 17-03-2011 / 09:00 UTC	34 m/s / orkan / jugoistok - severozapad
/	
Planina Bjelašnica, Bosna i Hercegovina / 13-10-2010 / 11:00 UTC	60 m/s / orkan /
/	
Mostar, Bosna i Hercegovina / 23-01-2008 / 12:00 UTC	33,9 m/s / orkan /
/	
Split, -Marjan, Hrvatska / 12-10-2009 / 23:00	38,1 m/s / orkan /

UTC	
/	
Dubrovnik, Hrvatska / 08-02-2008 / 09:00 UTC	33,9 m/s / orkan /
/	
Makarska, Hrvatska / 18-05-2007 / 11:15 UTC	33 m/s / orkan /
/	
Pag, Hrvatska / 19-09-2005 / 01:00 UTC	40 m/s / orkan /
/	
Rijeka, Hrvatska / 11-04-2005 / 08:00 UTC	55 m/s / orkan /
/	
Podsmreka pri Dobrovi, Slovenija / 04-07-2010 / 12:30 UTC	28,2 m/s / žestoka oluja /
Velike količine kiše	
Ptuj, Slovenija / 28-02-2010 / 12:30 UTC	25 m/s / žestoka oluja /
Šteta na usevima i šumama	
Portorož, Slovenija / 12-10-2009 / 09:30 UTC	25 m/s / žestoka oluja /
/	
Kastanea, Grčka / 08-11-2010 / 19:00 UTC	32 m/s / vihor /
/	
Ruse, Bugarska / 12-02-2011 / 12:00 UTC	40 m/s / orkan / zapadni - istočni
/	
Rusenska, Bugarska / 13-05-2010 / 18:30 UTC	40 m/s / orkan / zapadni - istočni
/	
Plevenska, Bugarska / 13-05-2010 / 17:15 UTC	36 m/s / orkan / južni, jugozapadni – severni, severoistočni
/	
Rusenka, Bugarska / 02-06-2009 / 17:00 UTC	40 m/s / orkan / zapadni, jugozapadni – istočni, severoistočni
/	
Veliko Turnovo, Bugarska / 04-12-2008 / 22:00 UTC	32 m/s / vihor /
/	
Varna, Bugarska / 27-04-2008 / 18:00 UTC	25 m/s / žestoka oluja /
/	
Kastanea, Grčka / 08-11-2010 / 19:00 UTC	32 m/s / vihor /
/	
Paramythia, Grčka / 08-11-2010 / 04:50 UTC	36,1 m/s / orkan /
/	
Volos, N.Lonija, Grčka / 08-07-2010 / 01:00 UTC	25 m/s / žestoka oluja /
/	
Patamon, Grčka / 05-06-2010 / 03:00 UTC	25,1 m/s / žestoka oluja /
/	
Samos, Grčka / 31-03-2010 / 13:30 UTC	25 m/s / žestoka oluja /
/	
Samos, Grčka / 04-03-2010 / 13:40 UTC	29 m/s / vihor /
/	
Samos, Grčka / 08-03-2010 / 11:40 UTC	27 m/s / žestoka oluja /
/	
Raches, Grčka / 11-02-2010 / 01:20 UTC	26 m/s / jaka oluja /
/	
Samos, Grčka / 10-02-2010 / 16:00 UTC	27 m/s / žestoka oluja /
/	
Samos, Grčka / 07-02-2010 / 15:10 UTC	26 m/s / žestoka oluja /
/	
Limnos, Grčka / 07-02-2010 / 12:00 UTC	25.2 m/s / žestoka oluja /
/	
Samos, Grčka / 09-01-2010 / 15:00 UTC	26 m/s / žestoka oluja /
/	

Samos, Grčka / 01-01-2010 / 09:40 UTC	26 m/s / žestoka oluja /
/	
Parnitha Mountain, Grčka / 02-12-2009 / 12:20 UTC	25,9 m/s / žestoka oluja /
/	
Samaria, Grčka / 01-12-2009 / 07:34 UTC	29,1 m/s / vihor /
/	
Aktion, Grčka / 22-03-2006 / 21:50 UTC	23,2 m/s / jaka oluja / jugoistočni - severozapadni
/	
Andravidia, Grčka / 22-03-2006 / 21:20 UTC	19 m/s / oluja / južni - severni
/	
Kerkyra, Grčka / 22-03-2006 / 20:50 UTC	18 m/s / oluja / južni - severni
/	
Mikonos, Grčka / 22-03-2006 / 19:00 UTC	18,5 m/s / oluja / istočni, jugoistočni – zapadni, severozapadni
/	
Kos, Grčka / 22-03-2006 / 17:20 UTC	18 m/s / oluja / južni, jugoistočni – severni, severozapadni
/	
Araxsos, Grčka / 19-02-2006 / 11:50 UTC	46,1 m/s / orkan / severni - južni
/	
Athens, Grčka / 15-02-2005 /	// južni - severni
Povređena jedna osoba	

Tabela 4.2. Prikupljeni podaci za olujne vetrove na teritoriji jugoistočne Evrope

Mesto / datum / vreme	Brzina / tip / pravac olujnog vetra
Opis događaja	
Požega, Srbija / 17-05-2010 /	76 km/h / jaka oluja /
<p>Šteta od olujnog vetra u toj opštini procenjuje se na 15 miliona dinara. Najviše štete registrovano je na Domu zdravlja, privatnim kućama, voćnjacima i plastenicima i najviše su stradali krovni pokrivači, limovi na Domu zdravlja i crepovi na kućama. Olujni vetar je imao brzinu od 76 km/h. Ta jačina vetra trajala je svega minut-dva, ali je vetar tada oštetiio Dom zdravlja.</p>	
Kladovo, Srbija / 24-01-2004 /	15 m/s / olujni vetar /
<p>Olujni vetar ili poznati gornjak s Karpata, koji duva brzinom od 12 do 15 m/s, pomerio je na Dunavu kod kladovskog hotela "Đerdap" pristan na kome se vezuje putnički brod AD "Đerdap-turist".</p>	
Valjevo, Srbija / 19-06-2010 / 13:00	/
<p>Snažno nevreme praćeno olujnim vetrom i gradom zahvatilo je Valjevo. Nevreme koje je počelo nešto pre 13.00 trajalo je skoro 20 minuta. Centralne gradske ulice su bile pod vodom koja je bila i na trotoaru jer slivnici nisu mogli da prihvate veliku količinu padavina. Za poslednja dva sata bilo je palo 22 litra vode po m<sup>2</sup>. Mnogima su bile poplavljene kuće i podrumi. Na gradonosne oblake su pucali sa stanica u gotovo svim selima, i uspeli su da razbiju gradonosni oblak kod Ljubovije, a ostalo je bilo raketa još na području opštine Mionice. Radarski centar na Blizonjskom visu koordinira više od 200 stanica protivgradne odbrane na području 14 opština Kolubarskog i Mačvanskog okruga i Obrenovca. Većina stanica je bila bez raketa tri dana zbog sličnog nevremena na potezu od Valjeva do Lajkovca, niz dolinu reke Kolubare, a popunjavanje novim raketama počelo je 24 sata nakon toga. Sezona odbrane od grada traje od 15. aprila do 15. oktobra.</p>	
Subotica, Srbija / 17-05-2010 /	20 m/s / oluja /
<p>Olujni vetar čupao je danas drveća u Subotici, a velike količine padavina prouzrokovale su poplave u pojedinim ulicama, javili su lokalni mediji. Udari vetra dostizali su brzinu od 20 m/s, a tokom vikenda palo je čak 64 l/m<sup>2</sup> kiše. U Kumičićevoj ulici u Mesnoj zajednici Centar 3, vetar je rano jutros srušio stablo koje je palo na garaže i automobile. Lokalna</p>	

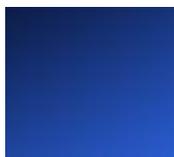
samouprava u Subotici je povodom obilnih kiša formirala Štab za odbranu od poplava, a ekipe Vodovoda i kanalizacije su radile na izvlačenju vode u ulicama Nikole Tesle i Lapucke na Paliću.	
Alibunar, Srbija / 13-04-2002 /	95 km/h / žestoka oluja /
Olujni vetar jačine od preko 95 km/h juče je pogodio južnobanatsku opštinu Alibunar i naneo znatnu štetu. Rušio je drveće, nosio crep sa kuća i kidao električne vodove. Na kolovozu puta Alibunar - Pančevo na izlazu iz Alibunara stablo je preprečilo put a saobraćaj na njemu je uspostavljen tek nakon intervencije radnika komunalnog preduzeća "Univerzal" koji su uklonili isto.	
Beograd, Srbija / 13-04-2002 / 12:30	22 m/s / jaka oluja / jugoistočni
Olujni jugoistočni vetar je na ulicama Beograda dostizao brzinu i do 22 m/s, uz kišu koja je padala ceo dan, paralisao je funkcionisanje prestonice. Saobraćaj se tokom celog dana, zbog jakog vetra i klizavog kolovoza, odvijao otežano, a trolejbusi su zbog problema sa strujom povremeno stajali. Bilo je i kraćih prekida u snabdevanju električnom energijom i vodom, kao i smetnje u funkcionisanju mobilne telefonije. Jak vetar uspeo je da iščupa stub ispred Beogradskog sajma, a oko 13 sati otkinuo je deo fasade Trgovačke škole na uglu Hilendarske i Cetinjske ulice. Tom prilikom deo fasade pao je na zeleni "jugo" i uništio mu šoferšajbnu. Tokom popodneva dogodilo se i nekoliko sudara, u kojima nije bilo povređenih, ali su izazvali dodatne zastoje. Tako su se oko 16.30 na Trgu republike sudarili autobus i automobil, a nekoliko minuta kasnije i na uglu Francuske i Đure Đakovića. Lančani sudar četiri vozila na Brankovom mostu, samo nekoliko minuta kasnije, zaustavio je saobraćaj ceo sat , a oko 17.15 kod Palate pravde sudarila su se dva autobusa.	
Kuršumlija, Srbija / 10-07-2008 /	/
Nezapamćeno nevreme praćeno jakim kišom, gradom i olujnim vetrom pogodilo je u kasnim popodnevrim satima Kuršumliju. Ogromnu količinu vode kanalizacija nije mogla da prihvati, pa je ulazila u podrumne i prizemlja kuća. Olujni vetar je obarao stabla i kidao telefonske i elektro kablove, tako da je desetak sela potpuno ostalo bez struje, a 40 bez jedne faze. U selima Točane, Dedinac i Žuč grad je uništio useve, a u nešto manjoj meri u selima Konjuva i Perunika. U Grabovnici je oštećen krov seoske škole, a u Dankoviću vodena bujica i vetar iščupali su iz korena pet ogromnih stabla topole koja su pokidala telefonski kabl. Nevreme je zahvatilo 35 sela, a najveću štetu su pretrpele mesne zajednice Grabovnica i Žuč. Šteta na poljoprivrednim usevima se procenjuje na oko pet miliona dinara, a najviše su stradali kukuruz i voće. Šteta na lokalnim i nekategorisanim putevima je najmanje 15 miliona dinara. Bujice su potpuno uništile delove pojedinih puteva, pa je veći broj sela potpuno odsečen od sveta. U utorak je između 15.50 i 17.05 sati, pa između 19.20 i 20.05, palo 44 l/m <sup>2</sup> kiše. Ulicama su tekli potoci dubine dvadesetak centimetara, tako da je saobraćaj bio otežan, a u nekim delovima grada i obustavljen.	
Subotica, Srbija / 18-05-2010 /	80 km/h / jaka oluja /
Olujni vetar, čija je brzina iznosila i 80 km/h je zahvatio Suboticu, iščupavši na nekoliko mesta u gradu stabla. Vetar ovakve jačine se smatra jakim olujom i može da poruši drveće ili da odnese krovove sa kuća. Vetar je na nekoliko mesta iščupao stabla i odvaljivao zdrave grane sa drveća. Samo tokom vikenda na području Subotice palo je čak 60 l/m <sup>2</sup> kiše, dok je celoj u prvoj polovini maja palo 120 l/m <sup>2</sup> kiše. Ova količina padavina je bila duplo veća od proseka za maj. U samoj Subotici na nekoliko lokacija u gradu, su počupana stabla i poplavljene ulice.	
Velika Plana, Srbija / 08-08-2002 /	50 m/s / orkan /
Oluja koja je zahvatila područje opštine Velika Plana u noći između utorka i srede prouzrokovala je više od stotinu kvarova na elektromreži. Orkan, jačine i do 50 m/s, čupao je stabla iz korena, rušio bandere i odnosio crep sa krovova. Većih materijalnih šteta nije bilo, ali su tokom većeg dela dana bez struje bila sela velikoplanjske opštine. Kiša koja se izlila posle olujnog naleta dobro je natopila useve.	
Vršac, Srbija / 10-04-2002 /	110 km/h / vior / jugoistočni
Jugoistočni vetar jačine od 110 km/h, zabeležen je u Vršcu.	
Beograd, Srbija / 10-12-2010 / 12:30	/

Jak vetar iščupao je stogodišnju stablo iz korena i ono je palo na dva metra od službenog parkinga.	
Kragujevac, Srbija / 10-07-2005 /	/
Nevreme je nanelo Fabrici automobila "Zastava vozila" štetu od 1,6 miliona evra. Olujni vetar je uništio 8.000 m <sup>2</sup> krova na pogonima montaže i karoserije, dok je pod, osim u te dve hale, poplavljen i u mehaničkoj obradi i delu pogona Preseraj. Zbog sporadičnih požara do kojih je došlo u fabrici, u pojedinim halama uništene su elektroinstalacije. Grad je oštetiio i oko 600 automobila koji su bili pripremljeni za isporuku kupcima. Nevreme praćeno gradom nanelo je katastrofalnu štetu usevima u 25 sela u okolini Kragujevca, na površini od oko 800 hektara. Oluja sa gradom je u pet kragujevačkih sela u subotu u potpunosti uništila pšenicu, kukuruz, suncokret, bašte sa povrćem i voćnjake u selima Drača, Divostin, Male Pčelice, Donja Sabanta i Velika Sugubina.	
Niš, Srbija / 19-08-2003 /	/
Nevreme koje je zahvatilo Niš i okolinu izazvalo je veći broj požara usled udara groma, a jake padavine dovele su do potapanja ulica i kuća u pojedinim delovima grada. Gromovi koji su udarali u bandere, kuće i električne instalacije, izazvali su paljevine u Pasi Poljani, Matejevcu, Skopljanskoj, Krfskoj i Ulici Nikole Kopernika. Olujni vetar, koji je prethodio kiši, razbuktao je pet poljskih požara na prostoru Donje Vrežine, Malošišta, Popovca, Knežice i Mramorskog brda. Vatrogasne ekipe, koje su u toku večeri intervenisale čak 39 puta, imale su pune ruke posla i oko uklanjanja vode iz prostorija niškog Kliničkog centra, jer je jaka kiša potopila Neurološku, Dečju i Ginekološku kliniku. Vode je bilo i u zgradi Pravnog fakulteta, sportskoj hali "Čair", kao i u mnogim kućama usled zapušene kišne kanalizacije.	
Ivanjica, Srbija / 24-07-2010 / 17:00	/
Veliko nevreme zahvatilo je nešto posle 17 sati golijska i podgolijska sela u ivanjičkom kraju. Olujni vetar, žestok pljusak i grad veličine od oraha do jajeta, naneli su ogromne štete poljoprivrednim kulturama i putevima. Dok su bujice nosile sve pred sobom, grad je uništio velike površine pod malinom koja je dobro rodila i čija je berba u toku. U ovom kraju, pod zasadima maline nalazi se oko 1.200 hektara. Oluja je čupala drveće, a bujice su izazvale brojne odrone zemljišta i oštetile lokalne puteve. Za sada nema informacija da li je blagovremeno dejstvovala protivgradna odbrana.	
Požega, Srbija / 16-05-2010 / 17:05	/
Nepogoda do sada nezabeležena u Požegi, jak olujni vetar sličan tornadu, nosio je u subotu popodne sve pred sobom: delove krovova, stabala, limova... Oštećen je Dom zdravlja, na dvadesetak privatnih kuća stradala je krovna konstrukcija, a samo srećom, niko nije povređen. Vetar je u 17.05 časova protutnjao pojasom širokim svega dvadesetak metara, dižući sve pred sobom, a izvan ove putanje, sve je mirovalo kao da se ništa ne dešava. U tom uskom pojasu kroz Požegu, preko Vranjana, Gorobilja i Milićevog sela, vetar je sve usisavao i bacao. Kao da je neko prosekao put za vazдушnu struju. Prema prvim procenama šteta je iznosila oko 15 miliona dinara. U centru Požege, vetar je podigao polovinu limenog krova doma zdravlja. Stradali su i voćnjaci, pojedini plastenici, ograde, nadstrešnice u požeškom kraju.	
Čantavir, Srbija / 07-06-2009 /	/
Olujni vetar je za svega nekoliko minuta naneo štetu na gotovo 500 kuća, od kojih su mnoge ostale i bez krova. S lakoćom je pokidao žice od struje i telefona, a iz korena je iščupao i stogodišnja stabla. U oluji, kakvu ne pamte ni žitelji od 80 godina, grede sa krova zgrade u glavnoj, Ulici maršala Tita, pale su 200 metara dalje u izlog prodavnice. Nema kuće u Čantaviru koja nije pogođena ovom olujom. Prerpeli su nezapamćenu štetu. Iz korena je iščupano drveće koje je bilo visoko iznad tri metra, oštećen je spomenik ispred crkve, svi krovovi kuća i zgrada uz glavnu i sporedne ulice pretrpeli su štetu, a neki su i skroz nestali. Izgubljen je jedan ljudski život, kada je jednom detetu srce stalo od straha tokom oluje. Tokom protekle dve nedelje ovo naselje pogodile su prave monsunske kiše koje su za samo sat vremena donele toliko vode koliko ovde obično padne za celu godinu.	



## ZAKLJUČAK

Obradom ove teme može se uvideti da je poznavanje dominantnih pravaca duvanja vetra u određenom području neizbežno pri donošenju detaljnih urbanističkih planova a posebno pri određivanju lokacija za podizanje hemijskih postrojenja, termoelektrana, toplana i drugih važnih izvora zagađujućih supstanci atmosfere. Pored ovoga što bi se i moglo smatrati najbitnijim faktorom upravljanja akcidentalnim rizicima i katastrofama, bitno je i samo vođenje evidencije o prirodnim katastrofama, njihovim uticajima i posledicama što nam pruža podatke koji su potrebni da bi se kreirali efektivni sistemi ranog upozorenja i procena rizika koji će nam pomoći za umanjenje efekta prirodnih katastrofa na zajednice. Prikupljanjem podataka o određenim prirodnim katastrofama i njihovom analizom poboljšavamo u značajnoj meri prevenciju i pripremljenost na katastrofu. Prikupljeni podaci u ovom radu će takođe biti od velike koristi u analizi rizika i identifikovanju ranjivosti. Na osnovu prikupljenih podataka, smatram da su podaci o olujnim vetrovima na teritoriji jugoistočne Evrope prikupljeni u većoj meri i da je moguće da postoje još neki do kojih je iz određenih razloga nemoguće doći a samim tim i zaključujem da je mala verovatnoća da se ti podaci kreću u nekim ekstremnim granicama. Dakle, za ostatak podataka smatram da su u proseku sa podacima objavljenim u okviru ovog rada. Podaci koji nedostaju za određene olujne vetrove trebali bi se identifikovati i tada sakupiti kako bi sva polja u napravljenoj bazi podataka o katastrofama bila popunjena i samim tim lako dostupna za brzu analizu. Kreirana baza podataka je jedinstvena i predstavlja osnovu za dalje istraživanje istorijske učestalosti, prostorne raspodele i analize uticaja određenih olujnih vetrova i ostalih katastrofa. Na koncu svega možemo zaključiti da je učinjen veliki korak u formiranju jedinstvene baze podataka o katastrofama za region jugoistočne Evrope a naročito za Srbiju koja je postala jedina zemlja u pomenutom regionu sa ovakvim izvorom podataka o katastrofama, a prethodno je već pomenuto u koje sve svrhe može da se upotrebi ovakva baza podataka u ciklusu upravljanja akcidentalnim rizicima.



## **PREPORUKE ZA DALJI RAD**

U ovom radu je sakupljen veliki broj podataka o olujnim vetrovima za teritoriju jugoistočne Evrope a najviše sa samu Srbiju. Prvo bi trebalo pristupiti identifikovanju toga koji nam podaci nedostaju za dat olujni vetar i tada početi sa istraživačkim radom. Drugi veliki deo sakupljenih podataka odnosi se na istorijske rušilačke olujne vetrove, jake olujne vetrove na tlu Evrope između 1900 i 1999 godine i jake olujne vetrove na tlu Evrope posle 2000 godine. Sakupljena je velika većina podataka o olujnim vetrovima, zajedno sa posledicama nakon nastale katastrofe i zato bi trebalo kao što je već prethodno pomenuto pristupiti identifikovanju podataka koji nedostaju u jedinstvenoj bazi podataka i tada pristupiti istraživačkom radu, naravno ako su ti podaci od interesa za neku dalju analizu. Dalje prikupljanje podataka trebalo bi usmeriti ka nekim od sledećih institucija: Svetskoj meteorološkoj organizaciji, raznim televizijskim i novinskim kućama i eventualno štabovima civilne zaštite u određenim opštinama.

## LITERATURA

### *Publikacije*

- [1] Vojna Enciklopedija, Vojnoizdavački zavod, Beograd 1975.
- [2] Šimon A. Đarmati, Vladimir R. Jakovljević, Radomir V. Tešić: ELEMENTARNE NEPOGODE I CIVILNA ZAŠTITA: IP Studentski trg, Beograd, 1997.

### *Internet adrese*

- [3] [www.estofex.org](http://www.estofex.org)
- [4] [en.wikipedia.org/wiki/European\\_windstorm](http://en.wikipedia.org/wiki/European_windstorm)
- [5] [www.torro.org.uk/site/tscale.php](http://www.torro.org.uk/site/tscale.php)
- [6] [www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html](http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/ef-scale.html)
- [7] [scienceblogs.com](http://scienceblogs.com)
- [8] [www.metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beaufortscale.html](http://www.metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beaufortscale.html)
- [9] Atlas vetrova AP Vojvodine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008.

