

GLAVA 4 TROPSKI CIKLONI

Mnogi cikloni koji se razvijaju u atmosferi nisu kao van-tropski cikloni. U većini slučajeva im je jedina sličnost sa van-tropskim ciklonima u ciklonskom smeru duvanja vetra oko centra niskog pritiska. Na drugoj strani, njihova struktura, ponašanje i izvori energija se jako razlikuju od van-tropskih ciklona. Najbolji primer za ove tvrdnje jesu tropski cikloni.

U našoj klasifikaciji atmosferskih cirkulacija, **tropski cikloni** imaju dimenzije mezorazmera, ciklonsku cirkulaciju i razvijaju se na istočnim stranama tropskog regiona. Zajednička karakteristika svih tropskih ciklona iskazuje se u vrlo jakoj konvekciji, ekstremno snažnom vetru i pljuskovitim padavinama. U ovom odeljku ćemo kratko istražiti klimatologiju, strukturu i ponašanje tropskih ciklona.

KLIMATOLOGIJA

Šire posmatrano izraz "tropski ciklon" obuhvata brojne tropske poremećaje. Njihova klasifikacija se pravi saglasno maksimalno dostignutom vetru na

- **tropske poremećaje**, kada je maksimalna brzina vetra manja od 20 kt,
- **tropske depresije**, gde se maksimalne brzine vetra kreću između 20 kt i 34 kt,
- **tropske oluje**, pri kojima maksimalna brzina vetra ide od 35 kt do 64 kt i
- **harikene** i/ili **uragane**, gde se beleže maksimalne brzine vetra od preko 64 kt.

Za ovu priliku ćemo najsnažnije tropske poremećaje ciklonske cirkulacije uglavnom zvati harikeni, kao što se inače tropski cikloni nazivaju u područjima Severne i Srednje Amerike i Zapadne Indije. Pored toga oni imaju i druge nazive. Na primer, u području Istočne Azije zovu se **tajfuni**, dok ih stanovnici Filipina zovu **bajagos**, a u Indijskom okeanu oko Mauricijusa zovu se **mauricijus-orkani**. Pored svih navedenih imena u srpskom jeziku se upotrebljava i naziv **uragani**.

Postoje veliki rasponi u intenzitetu tropskih ciklona. Oni su daleko iznad postavljenog praga za snagu vetra u harikenima. Tako, nisu neobični slučajevi da se u harikenima dostižu brzine vetra iznad 100 kt. U Tabeli 8.1 dato je rangiranje snage harikena prema brzini vetra i potencijalnoj šteti koju izazivaju.

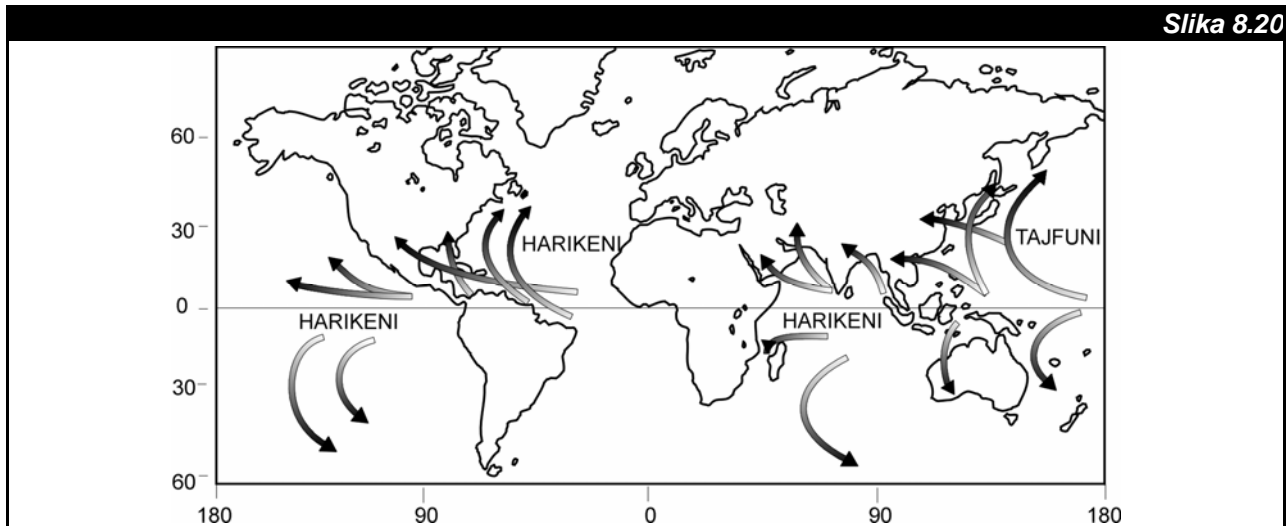
Tabela 8.1

KATEGORIJA	PRITISAK U CENTRU (hPa)	VETAR (kt)	OLUJNI TALAS (ft)	OPIS ŠTETA
1	veći od 980	64 - 82	4 - 5	Štete uglavnom na stablima, grmlju i nelengerisanim pokretnim (montažnim) kućama.
2	965 - 979	83 - 95	6 - 8	Obori neko stablo; glavna šteta je na izdvojenim pokretnim kućama; nešto štete na krovovima zgrada.
3	945 - 964	96 - 113	9 - 12	Kida lišće; obara velika stabla; uništava pokretne kuće; pravi građevinske štete na manjim zgradama.
4	920 - 944	114 - 135	13 - 18	Pokazuje sve znake obaranja; široke štete na krovovima, vratima i prozorima; kompletno uništava pokretne kuće; poplave do 10 km od obale; glavne građevinske štete na nižim spratovima zgrada blizu obale.
5	manji od 920	veći od 135	veći od 18	Jake štete na krovovima, prozorima i vratima; široke štete na krovovima kuća i industrijskih zgrada; glavne građevinske štete na nižim spratovima svih zgrada na visini manjoj od 15 ft iznad mora na rastojanju 500 m od obale.

Safir-Simsonova (Saffir-Simpson) skala potencijalne štete harikena. Olujni talas je nenormalni porast vode zbog harikena.

Kada neka tropska oluja dostigne harikensku snagu, određuje joj se nazim prema međunarodnom dogovoru. Na primer, hariken Hugo je 1989. godine udario na obele Južne Karoline (SAD), a hariken Andrej je opustošio južne delove Floride (SAD) tokom 1992. godine.

temperatura vode (27°C i većom). Svaki ciklon počinje svoj životni vek kao slabo organizovan tropski poremećaj. Ako su uslovi povoljni, ovaj poremećaj se pojačava i dolazi u stanje tropske depresije i tropske oluje. Od ovih stanja, relativno mali broj poremećaja nastavlja razvoj ka



Izvorišta i putanje tropskih ciklona. Počeci strelica pokazuju mesta nastanka, smer strelica daje putanje kretanja, a vrhovi strelica označavaju mesta nestanka tropskih ciklona.

Zbog razornih efekata koji se u tropskim ciklonima proizvode usled jakog vetra i ogromnih vodenih talasa, mnogi od tropskih ciklona su ušli u istoriju. Navešćemo samo najinteresantnije slučajeve. Prvi pismeni izveštaj o tropskim ciklonima potiče od Kristofora Kolumba. U njemu je poznati moreplovac opisao nevreme na koje je naišao 12. februara 1493. godine blizu Azorskih ostrva na povratku iz Amerike. Možda je najveća katastrofa koju je izazvao neki tropski ciklon bila ona od 7. oktobra 1737. godine na ušću reke Huli u Bengalski zaliv. Strašan ciklon je razorio oko 20 000 zanatskih radnji svih vrsta, a vodeni talas je narastao do 43 ft. Zabeleženo je da je tom prilikom nestalo 300 000 ljudi. Na istom mestu se dogodila još jedna katastrofa 1864. godine kada je stradalo 50 000 ljudi. Prema raspoloživim podacima najveći poplavni talas napravljen tropskim ciklonom dogodio se 30. juna 1905. godine na ostrvu Mail (*Mail*) u Maršalskom arhipelagu, gde je talas dostigao visinu od 49 ft. Na Slici 8.20 prikazani su regioni u kojima se pojavljuju tropski cikloni i njihove najčešće putanje.

RAZVOJ I PONAŠANJE

Kao što prikazuje Slika 8.20 tropski cikloni se razvijaju unutar oblasti od oko 2 000 km oko Ekvatora, preko delova okeana vrlo visokih

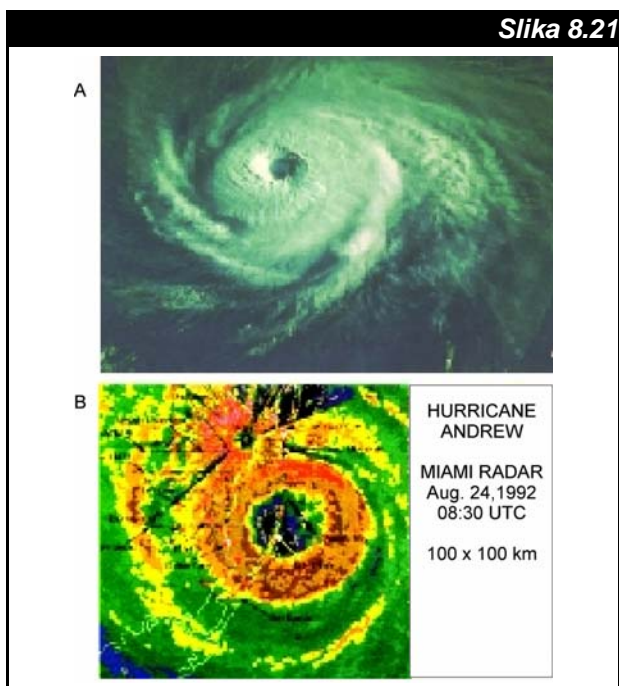
harikenskoj snazi. Ako do razvoja ipak dođe, hariken se kreće na Severnoj polulopti ka severozapadu, a na Južnoj polulopti ka jugozapadu, prosečnom brzinom od 10 kt.

Pošto harikeni crpe energiju iz tople vode, disipaciju doživljavaju prilikom kretanja preko hladnije vode i/ili kopna. U nekim oblastima globusa, kao što je to na primer na Atlantiku, harikeni napuštaju kretanje od istoka na zapad, okreću se postepeno ka severu (zapadnim stranama subtropskih anticiklona, kao što je na primer Azorski anticiklon), nastavljaju da menjaju smer ka severozapadu i konačno ulaze u zapadne struje umerenih širina. Dešava se da umirući hariken dostigne polarni front ili dospe u oblasti jakih gradijenata temperature u umerenim širinama. Time njegova energija može da se obnovi a ciklonska cirkulacije da oživi. To često dovodi do razvoja vantropskog ciklona. Na primer, zabeleženi su slučajevi pustošenja obala Evrope od obnovljenih harikena, dospelih iz oblasti Azorskih ostrva, kao što je to bilo 25. avgusta 1956. godine.

STRUKTURA I VREME

Kada tropski cikloni dostignu harikensku snagu, olujna oblast je nekoliko stotina kilometara

u prečniku. Slika 8.21 daje satelitski (A) i radarski (B) pogled na hariken Andrej.



Hariken je jasnog izgleda na satelitskom (A) i radarskom (B) snimku sa otkrivenim okom i spiralnom oblačnom strukturom, (prema: Lester F. P., 1995.).

Horizontalne razmere (prečnik) harikena je tipično oko 500 km ili više. Osmotrena oblačnost iz satelita često prekriva veću oblast nego što je glavni deo olujne oblasti. To se dešava zato što su oblaci tipa Cirrus široko rasprostranjeni po periferiji olujne oblasti na većim visinama. Horizontalne razmere radarskih oznaka harikena su mnogo manje, nego oznake na satelitskom snimku, zato što radar ne može da osmatra sve oblačne strukture. Naime, radar je osetljiv samo na oblasti padavina u harikenu. U olujnoj oblasti harikena jak vetar vlada u regionu prečnika manjeg od 90 km.

Okolinu harikena čine oko harikena, zid oka i spiralne oblačne i/ili kišne mase oko centra oluje. Navedeni činiooci harikena mogu se videti na Slici 8.22.

Oko harikena je kružni region u centru poremećaja skoro bez oblaka. Pečnik oka varira od 20 km do 40 km. Region oka je toplo jezgro harikena u kome duvaju relativno slabi vetrovi i gde je prizemni pritisak najniži. U vezi s tim, najniži pritisak na nivou mora ikada osmotren dogodio se 1979. godine u oku harikena Tip (*Tip*). Osmotrena vrednost isnosi 870 hPa.

Zid oka je oblačni region ugnježdenih oblaka tipa Cumulonimbus neposredno uz oko harikena.

To je oblast jakih vetrova i vrlo snažne konvekcije. Pošto se harikeni događaju u tropima, gde je tropopauza vrlo visoka, nije ništa neobično da se u harikenima sreću vrhovi oblaka tipa Cumulonimbus i iznad 50 000 ft od MSL.

Oblačne mase i/ili **kišne mase** postavljene spiralno oko poremećaja čine snažne linije konvergencije. Na njima se pojavljuju karakteristični oblaci tipa Cumulonimbus i jaki pljuskovi. Svaka od spirala može da ima širinu od nekoliko kilometara do oko 50 km, a dužinu od 100 km do 350 km.

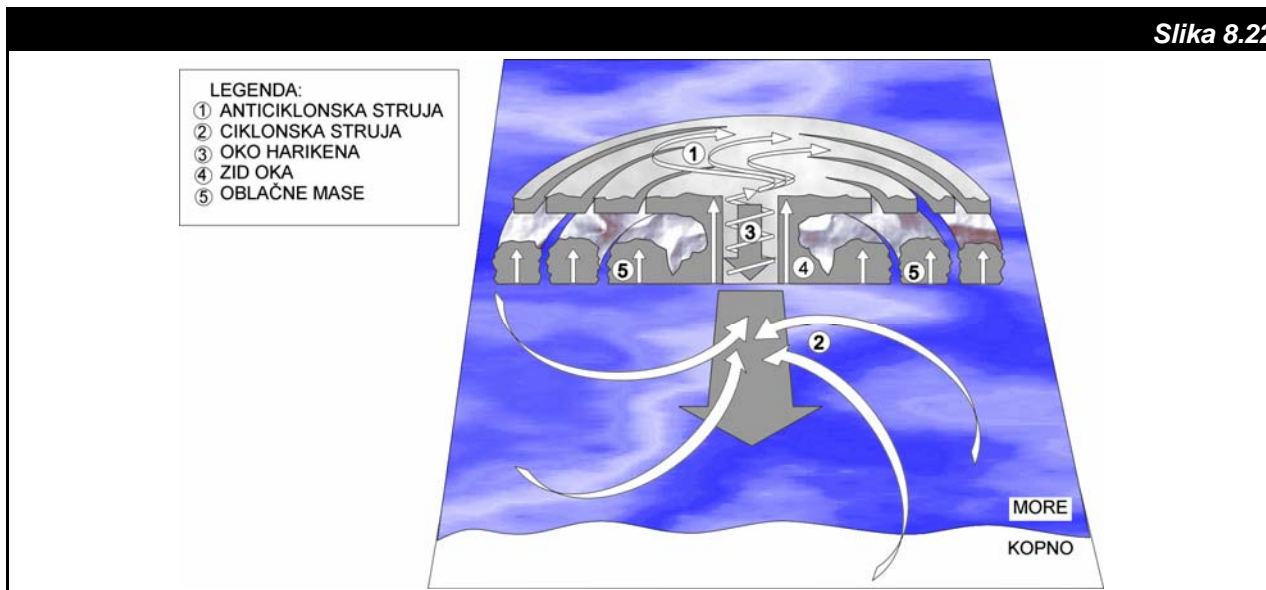
Jaki vetrovi u prizemlju oko oblasti niskog pritiska struje ulazno, stvarajući ciklonsku cirkulaciju. Istovremeno, visoko (npr. 40 000 ft od MSL) u harikenu postoji promena u duvanju i snazi vetra. Vrh harikena je obeležen slabim vetrovima i izlaznim strujanjem, odnosno, anticiklonskom cirkulacijom. Ovakva struktura obezbeđuje specifične karakteristike tropskih ciklona, koje se ogledaju u

- jakim vetrovima blizu prizemlja i
- slabim vetrovima na visini, specijalno iznad 18 000 ft od MSL.

Isto se ne može reći i za konvekciju udruženu sa grmljavinskim nepogodama. Više detalja o grmljavinskim nepogodama (Cb) biće dato u narednoj glavi.

Kada se hariken posmatra iz satelita može imati približno simetričan oblik, dok vazduhoplovno vreme u njemu nema te osobine. Gledano u pravcu kretanja harikena na Severnoj hemisferi, najjači vetar se pojavljuje na desnoj strani, a najgore vreme se obično javlja u desnom prednjem kvadrantu harikena. Na kretanje kišne mase mogu uticati lokalni vetrovi, a intenzitet padavina zavisi od brzine i širine mase. Snažni i često štetni harikenski vetrovi donose velike opasnosti. Oni najveću štetu proizvedu udruženi sa ogromnim morskim talasima u priobalju, koje, takođe, oni proizvode.

Letenje u okolini vantropskog ciklona je često moguće uz izvesnu predostrožnost. Međutim, letenje u okolini harikena se nikada ne preporučuje, zbog vrlo jakog vetra, grmljavinskih nepogoda i vrlo jakih pljuskova kiše. U nekim zemljama koje su sistematski izložene dejstvu harikena (npr. SAD), za njihovo praćenje i predviđanje zadužene su posebne službe u okviru državnih meteoroloških institucija. Ovakva aktivnost se naziva **bdenje nad harikenima**, o čemu se redovno formiraju specijalni izveštaji ili tzv. **upozorenja o harikenima**.



Poprečni presek kroz hariken prikazuje: oko harikena, zid oka, spiralne oblačne mase i spiralno strujanje. Vazduh se kreće uspono u zidu oka i spiralnoj oblačnoj masi. Jako nispono strujanje u oku harikena stvara toplo jezgro i oskudicu oblačnosti.