

ВЕЛИКИ АТМОСФЕРСКИ ПОРЕМЕЋАЈИ

Атмосферски поремећаји догађају се при земљиној површини у пределима где је ваздушни притисак нижи од 760 мм. За такве пределе каже се да се налазе под ваздушном, односно барометарском депресијом или циклоном. Распоред ваздушног притиска у депресији или циклону је такав, да је најнижи притисак у центру а према периферији се повећава. Но како ваздух струји од места високог ка месту ниског ваздушног притиска, то ће у депресији или циклону ветар дувати од периферије ка центру. Али услед распореда сила, које дејствују на покретне ваздушне честице, ваздушне хоризонталне струје (ветар) се не крећу у правим линијама од места високог ка месту ниског ваздушног притиска, већ имају вртложни ток тј. конвергирају од периферије ка средишту у увојитом смислу. Такво струјање претстављено је на слици 1.

Уколико је депресија дубља, тј. уколико је већа разлика између ваздушног притиска на периферији и у центру, утолико ће вртложно струјање ваздуха од периферије ка центру бити јаче.

Разлика између депресије и циклона. — Многи сматрају да су депресије и циклони исте ваздушне творевине и да се у њима одигравају исти временски поремећаји. И заиста, депресије и циклони су у суштини исте творевине, али поједини аутори праве извесну разлику између њих; са овом разликом се и ми слажемо. Разлика између депре-



Сл. 1 — Струјање ваздуха у депресији и циклону

сије и циклона, према извесним ауторима, може се видети из следећих описа ових творевина:

Ваздушни поремећаји који се образују на већим географским ширинама називају се депресијама. Оне захватају различито пространство на земљи; најмања депресија може имати пречник око 80 км а највећа око 5000 км. Депресије се углавном пружају на северној полулопти од запада-југозапада према истоку-североистоку, а простор које оне обухватају има облик елипсе. Дубоком депресијом сматра се она код које је ваздушни притисак у средишту мањи од 742,5 мм, а плитком депресијом код које је притисак у средишту већи од 757,5 мм. Уколико су изобаре¹⁾ у депресији ближе једна другој утолико су барометарски градијенти²⁾ већи, па су утолико и брзине ветра веће. Изобаре су у депресији све више збијеније једна уз другу уколико се иде од периферије према средишту. Услед тога су и ветрови све јачи што се иде ближе ка средишту. Ипак у самом средишту јачина ветра је мала, јер ту ваздушне струје мање-више круже око самог средишта.

Депресије ретко када остају на истом месту, већ се најчешће крећу. Оне се крећу изнад Европе од западног према источном квадранту, тј. оне долазе са Атлантског Океана и упућују се према североистоку, истоку или југоистоку. Ове последње доспевају и у наше крајеве.

Када депресија прелази преко неког места онда у том месту наступају извесне временске промене. При приближавању депресије на небо се појаве на западној страни прво перјасто-праменасти облаци т.зв. ц и р у с и. Они постају све гушћи и покривају цело небо. Ветар стално дува са југоистока а брзина му се постепено повећава. Што се више дотичном месту приближава средиште депресије, то се изнад њега облаци све више згушњавају и постају тамнији и нижи. Ветар постаје све јачи и све више скреће ка југу, тј. дува са јужне стране. Тада почиње падати јака киша или снег који могу дуже падати са извесним мањим прекидима. Када се средиште депресије сасвим приближи ветар нагло ослаби, а после кратког времена почне да дува јак хладан ветар са северозапада. Тада температура ваздуха нагло опадне. Брзина ветра се затим постепено смањује и интензитет падавина се такође смањује. После тога

1) Изобаре су криве линије које везују на географској карти сва места са истим ваздушним притиском.

2) Барометарски градијент је разлика ваздушног притиска на растојању 111 км у хоризонталном смислу; он се још назива и градијент ваздушног притиска.

облаци почну да ишчезавају, падавине престају и време се сасвим разведри.

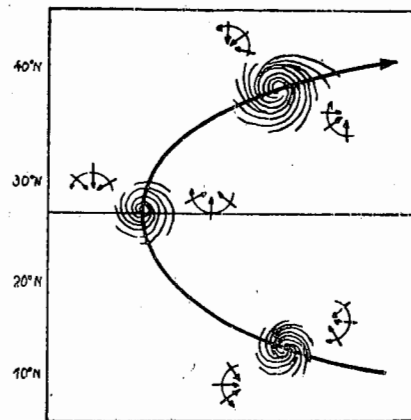
Цикло ни се јављају ретко и обично на мањим географским ширинама, тј. у тропским пределима; то су т. зв. тропски цикло ни. Они обухватају много мању површину на земљи него извантропске депресије. Пречник циклона је у почетку око 80 км а касније може се повећати до 1300 км. Изобаре су у циклону више кружног облика него у извантропским депресијама, али је елиптични облик изобара такође и у циклону. У центру циклона ваздушни притисак је често око 720 мм а на периферији око 765 мм. Градијенти ваздушног притиска су у таквим случајевима од 20 до 25 мм, а понекад су и преко 100 мм. Међутим, у депресијама на умереним географским ширинама може такође у средишту бити ваздушни притисак 720 мм а на периферији 765 мм, али с обзиром на велику површину коју депресија захвата, градијенти ваздушног притиска ретко када имају већу вредност од 5 мм. Као пример наводимо случај од 31 јануара ове године, када је једна дубока депресија захватила Северозападну Европу и нанела велике материјалне штете, а такође и уништила многе људске животе у Холандији и Енглеској. Тада је у центру депресије ваздушни притисак био 727,5 мм а на периферији 760 мм, али барометарски градијенти нигде нису били већи од 6 мм.

Тропски цикло ни су уствари јаки ваздушни вртлози, у којима је брзина ветра често већа од 35 м/с, што је доста редак случај у извантропским депресијама. Стварна највећа регистрована брзина била је 75 м/с. Брзина ветра се повећава од периферије до близине средишта, где је брзина највећа. Међутим у самом средишту циклона постоји округласти предео пречника од 8 до 60 км у коме влада лепо и тихо време, док су иначе у осталим деловима циклона, поред јаких ветрова, и веома јаки пљускови кише. Предео у средишту циклона, где влада тихо и лепо време, назива се око циклона.

Овакви атмосферски поремећаји се образују када у ваздуху влада велики лабилитет, тј. када температура ваздуха опада нагло са висином. У таквом случају влажан ваздух изнад морске површине буде спирално уздигнут увис. При уздизању влажан ваздух се шири и динамички нагло хлади, што доводи до јаке кондензације водене паре и стварања облака из којих се излучују пљускови, кише великог интензитета. Али када наступи кондензација тада се ослобађа латентне топлоте (600 гр-калорија на сваки грам кондензоване водене паре), која појачава улазна струјања

влажног ваздуха. На овај се начин и сам циклон појачава, а с тим се повећавају како интензитет пљускова кише, тако и брзина ветра односно вртложних струја.

Тропски цикло ни се стварају најчешће при крају топлог годишњег доба и то на западној страни океана. Они се обично стварају и крећу преко океанских површина и ретко када продиру дубље у унутрашњост копна. Тропски цикло ни се никада не појављују у близини самога екватора, већ на простору око 5° до 15° северне и јужне географске ширине. При своме кретању цикло ни имају малу брзину, у почетку од 9 до 28 км/час, тј. скоро стационарирају, а касније могу достићи брзину и око 50 км/час. Они се прво крећу према западу, затим на северној полулопти скрећу према северозападу, а када пређу преко повратника они све више скрећу на десно према североистоку и истоку. Путање тропских циклона имају облик параболе чије је теме окренуто према западу, а њализи се обично у близини повратника



Сл. 2 — Путања тропских циклона на северној полулопти

(сл. 2). При своме кретању тропски цикло ни се често упуте према северу и у појединим случајевима достигну до Исланда, Гренланда и Камчатке. Али уколико се удаљују од предела постанка и долазе на веће географске ширине они повећавају своју површину на земљи, као што се то види на сл. 2. Ветрови у циклону тада ослабе, мада могу још увек бити доста јаки. Нарочито ослаби интензитет циклона када он пређе са мора на копно. Ово се догађа зато, што при прелазу на копно у циклону наступи прекид довлачења

влажног морског ваздуха у његов вртлог, те се тако смањи кондензација паре и особањање латентне топлоте. Сем тога, површина копна је хрпавија од морске, те се кинетичка енергија ветра троши на савлађивање спољашњег трења између ваздуха и подлоге. Ово све доводи до слабљења тропског циклона, тј. до слабљења јаким вртложних ветрова и јаким пљускова кише; он може да продужи и даље свој живот и пут али само као извантропска депресија.

Према W. F. Macdonaldu разликују се четири стадијума код тропског циклона:

I. Почетни стадијум — у коме се формирао вртложни ток јаким ветрова изнад малог простора.

II. Стадијум незрелог циклона — када поремећај у атмосфери достиже свој максимални интензитет, али заузима још увек мали простор.

III. Стадијум зрелог циклона — у коме је интензитет постојан или се мало мења, а предео са јаким ветровима се повећава.

IV. Стадијум слабљења циклона — у коме вртложна циркулација ишчезава или продужава са извантропским карактеристикама.

Висина, до које се осећа утицај тропског циклона, доскоро није била позната. Веровало се да су они плитки и да се вртложна циркулација осећала само до око 1 км висине. У последње време је установљено да је постојана брзина ветра у циклонима остајала до висине око 3 км, а после тога се смањивала полако. У извесним случајевима је запажено, да је ветар при циклонском стању на 12 км висине имао само упола мању брзину него при земљи.

Укупна кинетичка енергија у младом, незрелом тропском циклону је мања него у старијем, зрелом, иако су у младом циклону веће брзине ветра и јачи интензитети пљускова кише. То долази услед тога што је простор са јаким ветровима у старијим циклонима много већи него у младим. Према подацима R. W. James-а укупна кинетичка енергија у младом тропском циклону може бити 10^{23} ерга, а у старијем 100 пута већа, тј. 10^{25} ерга. Дубока депресија на умереним географским ширинама може имати укупну кинетичку енергију ветра око 10^{26} ерга, односно 1000 пута већу него у младом тропском циклону. Ово долази услед тога, што извантропска депресија захвата доста већи простор него тропски циклони. Ради упоређења James наводи, да је укупна енергија произведена атомском бомбом, типа као оне које су бачене у Хирошими (Јапан, 1945 г.) 10^{21} ерга, а то значи, да је кинетичка енергија младог циклона 100

пута већа од енергије атомске бомбе. Међутим, интензивна депресија изнад Исланда може да садржи енергију као 100.000 таквих атомских бомби. Из ових се података види колика је супериорност природе над човеком иако се живи у XX веку. Исто тако ово може да нам укаже на какве се све тешкоће може наићи при детаљном проучавању атмосферских појава.

Према забележеним подацима тропски циклони су се досада најчешће појављивали: у Западној Индији од августа до октобра, на Јужном Пацифику и јужном делу Индиског Океана од децембра до марта, између Бенгалског Залива и Арапског Мора од априла до јуна и затим од септембра до децембра, у Кинеском Мору и на Антилима од јула до октобра.

Тропски циклони у појединим деловима света имају разна имена, напр.: харикени (hurricane), што значи оркани, у Мексиканском Заливу, Западној Индији, на обали Флориде, на Пацифичком Океану до источне обале Аустралије и острва Самоа; циклони у Арапском Мору, Бенгалском Заливу и Индиском Океану до источне обале Мадагаскара; тајфун у Кинеском Мору и поред обале Јапана; урагани око Средње Америке и Јужне Калифорније; багујос око Филипинских острва.

Према својој суштини ово су све поремећаји истога типа само са различитим именима. У оним пределима где се ови поремећаји образују и крећу они наносе не само велике материјалне штете већ и губитак људских живота може да буде знатан. Напр. ураган код Hoogly-а 7-X-1737 године уништио је око 300.000 људских живота. Од тада до данас ниједан ураган на свету није уништио тако велики број живих бића. Број смртних случајева од урагана је нарочито смањен у садашњем веку. Ово смањење је последица повећане сарадње између државне администрације и народа у погледу упозоравања широких народних маса о постанку и кретању урагана. Метеоролошка служба САД је организовала специјална осматрања о постанку и кретању урагана помоћу ваздухоплова. Ваздухоплови редовно патролирају изнад океанске пучине где се урагани најчешће појављују и дају радио путем обавештења о карактеристикама и кретању урагана. На тај начин се упозорава грађанство на приближавање опасности, тако да се народ може склопити из угрожених крајева на сигурнија места. Али материјалне штете од ових поремећаја су и данас врло велике.

У простору кога заузима метеоролошка служба за прогнозу и праћење урагана у САД људских жртава за време јаких урагана било је од 1926 до 1930 (5 година) једна особа на сваких 60.000 долара материјалне штете, а од 1941 до 1945 (5 година) једна особа на сваких 2.500.000 долара материјалне штете. Као што се из ових података види, однос између изгубљених живота према материјалној штети смањо се за 15 година за око 40 пута.

Прогнозе о постанку и кретању тропских циклона су још увек у емпиричком стању. Тачност прогнозе је у извесној мери функција прошлог искуства код људи који ову прогнозу дају, и она се утолико тачније може дати уколико се има дуже искуство, тј. уколико се имају на расположењу статистички подаци посматрања тропских циклона за дужи ни згодина. Карактеристични су подаци у овом погледу који се односе на Флориду, и зато ћемо их овде приказати.

Урагани у Флориди. — У времену од 1886 до 1948 године (закључно 63 године) преко Флориде је прешло 78 тропских циклона разних интензитета. 50 од ових тропских циклона били су јаког ураганског интензитета, а 28 су имали нешто мању јачину. Када се узме укупан број 78 за свих 63 година добије се као просечна учестаност 1,24. Али је у овом периоду карактеристично било то, што се у неким годинама тропски циклони уопште нису ниједанпут појављивали, док су се у појединим годинама појављивали по 4 пута. Нарочито им је учестаност била велика за последњих 25 година (од 1924 до 1948), када је преко Флориде прешло 43 тропских циклона, што у годишњем просеку износи 1,7. У овом раздобљу од 25 година нарочито је карактеристичан шестогодишњи период од 1932 до 1937, када је Флориду посетило 16 тропских циклона, што у годишњем просеку износи 2,66. Узрок овакве честе појаве тропских циклона у овом периоду није могао да се објасни. Претпоставља се да постоје извесни периодични циклуси у погледу појава тропских циклона, али услед кратког периода осматрања не може да се донесе неки дефинитиван закључак о тим периодичним циклусима. Морамо нагласити да пораст учестаности тропских циклона у овом периоду није био само на Флориди, већ и у свим другим деловима света, где се они иначе појављују.

Према општој теорији тропских циклона, они ослабе када са мора пређу на копно; но ако са копна, где се нису дуго задржали, поново пређу на море они се обично поново појачају. Међутим, у Флориди је било случајева 1926 и

1947 године, да су урагани задржали свој интензитет и своја рушилачко дејство и када су са мора прешли на копно.

Најјачи ураган био је у овом периоду на Флориди 2-IX-1935 године. По ширини, где је имао рушилачко дејство, овај ураган није захватио више од 75 км, а по својем интензитету и по штети коју је нанео ово је био један од ретких урагана, који се третирају као историске појаве ове врсте, и који се ретко јављају — једанпут на сваких 100 година. Најнижи ваздушни притисак у центру овог урагана био је само 669 мм, што претставља најнижи ваздушни притисак на морски ниво, који је икада забележен на западној хемисфери. Брзина ветра у овом урагану није могла бити тачно измерена, јер су сви апарати за мерење и регистровање ветра били оштећени; према формули за т.зв. градијентни ветар израчунато је, да је брзина ветра била 360 км/час, што износи 100 м/сек. Овај ураган је нанео велике материјалне штете Флориди у томе што је порушио куће, железничке пруге, пробио извесне насипе, те је поплавлено неколико градова у којима је настрадало око 400 особа, већином давленим у води.

Ураган је нарочито опасан у приморским крајевима због високих водених таласа које праве на морској површини и које пребацују на копно. Нарочито је велика опасност од урагана за време плиме када је морска површина иначе издигнута. Према извесним подацима најјачи урагани праве таласе висине од 3 до 5 метара. Овакви урагани су прелазили и преко Флориде у напред наведеном периоду.

Торнедо. — Торнедо је такође једна врста атмосферског поремећаја, који је велики по свом интензитету, али мали по површини на којој се осети његово дејство, а такође је и кратког трајања. То су најјаче локалне вртложасте олује, чији пречник варира само од 300 до 1600 метара. Почетак стварања торнеда је у слободној атмосфери испод нивоа високих облака цируса, а изнад великих облака кумулуса. Од тих висина вртлог се постепено спушта у виду левка према земљи.

Торнеди се појављују у свима деловима света, али обично на простору између 20 и 40^о географске ширине како северне тако и јужне полулопте. Они се најчешће појављују у САД источно од Стеновитих Планина, нарочито у централним равничастим пределима око Мисисипиа. У овим пределима торнеди имају веома јаку разорну силу. Сем тога, они се доста често јављају и у Аустралији, но нису непознати и у Европи где имају много мању јачину.

Овакви атмосферски поремећаји спадају у локалне појаве. Они се у Северној Америци најчешће образују у поподневним часовима при најјачем загревању копнене површине, и то између априла и јула, и крећу се од југозапада према североистоку просечном брзином од 35 до 65 км/час, што износи 10 до 18 м/с. Торнеди трају само неколико часова па им је зато путања (код већих торнеда) дугачка само око 350 км, а широка 1,5 км.

Торнеди се обично образују на југоисточној страни барометарске депресије и то на пределу где се хладни североападни ветрови, који дувају са задње стране депресије, сукобљавају са топлим југоисточним ветровима, који дувају са предње старне депресије. Међусобно дејство ових ветрова, који имају велику разлику у температури, производи јаку вертикалну конвекцију ваздушних маса. Јаке вртложно-узлазне струје имају рушилачко дејство, и подижу високо у ваздух тешке предмете, кућне кровове, крупну стоку, чупају дрвеће из земље и подижу увис, и све то носе по неколико стотина метара кроз ваздух, где ови предмети поново падају на земљу. У самом центру торнеда ваздушни притисак може бити веома низак, а опадање притиска може бити веома брзо, тако да притисак опадне 75 мм и више за кратко време. Услед тога су велики барометарски градијенти, што доводи до веома јаких ветрова који имају брзину преко 100 м/с, судећи према рушилачком дејству, пошто се тако велике брзине не могу измерити. Сем тога нагло опадање ваздушног притиска у центру вртлога производи готово експлозиван ефекат при рушењу зграда када наиђе торнедо. Они су увек праћени јаком грмљавином, севањем и jakim пљусковима кише.

У САД и у Аустралији се појави око 50 торнеда годишње, али само око три од њих имају рушилачко дејство.

Али торнеди могу бити повезани и са тропским циклонима (ураганима). Сви тропски циклони, који су последњих година прешли преко Флориде, имали су на својој западној периферији торнеде. Путеви торнеда у овим тропским циклонима били су кратки и уски, али на њима је било веома велико разарање. Они су се увек налазили на спољашњој ивици ураганске циркулације и никада се нису приближавали центру.

Атмосферски поремећаји над Северним Морем крајем јануара 1953 год. — Још њам је свима у сећању оно што се збило ноћу између 31 јануара и 1 фебруара ове године изнад Северног Мора, када су хиљаде грађана Холандије изгубиле своје животе у морским таласима. Овај атмо-

сферски поремећај појавио се у виду депресије која је дошла са Исланда. 30 јануара по Гриничком времену, ова је депресија имала своје средиште између Велике Британије и Исланда. Она није претстављала неку нарочито дубоку депресију, пошто је најнижи притисак у центру био 742,5 мм. Центар депресије кретао се према југоистоку и следећег дана (31-И у 6 часова) налазио се између Велике Британије и Норвешке. Најнижи притисак у центру био је 727,5 мм, а барометарски градијенти били су доста велики. Међутим, за овом депресијом долазио је велики талас хладног ваздуха од Гренланда, који се у виду снажног антициклона кретао позади депресије. Хладне ваздушне масе овог антициклона продрале су већ у област депресије као североападни ветрови. У исто време антициклонско стање владало је како над Јужном тако и Средњом Европом, одакле су топле ваздушне струје, као јужни и Југоисточни ветрови, струјале према средишту депресије. Тако је дошло до сукобљавања топлих југоисточних ваздушних струја и хладних северозападних, услед чега се вртложно струјање појачало (слично као код торнеда), и проузроковало не само јаке ветрове, већ и велике таласе на мору, који су пробали заштитне бедеме и поплавили Холандију. На велику несрећу у ово време је још владала плима у свом максималном развиту, што је имало за последицу још веће уздизање воде.

Према подацима из Белгије брзине ветра тамо нису биле веће од 32—34 м/с, што је много мање од брзина ветра у тропским циклонима и торнедима.

Д-р Марко Милосављевић