

UNIVERZA V MARIBORU
PEDAGOŠKA FAKULTETA
Oddelek za razredni pouk

SEMINARSKA NALOGA

TORNADO



Podbočje, 10.11.2008
KAZALO

Mentor: asist. V. G.
Avtor: A. S.

1. UVOD.....2

2. KAJ JE TORNADO?.....	4
3 MEHANIZMI NASTANKA VRTINČASTIH VETROV.....	7
3. 1. KROŽENJE ZRAČNIH MAS.....	7
3.2. NASTANEK TORNADOV.....	8
3. 2. 1. MEHANIZEM 1.....	8
3. 2. 2. MEHANIZEM 2.....	9
4 MOČ TORNADA (SKALA F).....	11
5. NAPOVEDOVANJE TORNADOV.....	13
6. OPAZOVANJE TORNADOV.....	14
6. 1. Navaden radar.....	14
6. 2. Dopplerjev radar.....	14
7. VODNE TROMBE IN PRAŠNI VRTINCI.....	16
7.1. VODNE TROMBE.....	16
7.2. PRAŠNI VRTINCI.....	16
8. VARNOSTNI UKREPI.....	17
9. POSKUS.....	18
9. 1. Izvedba poskusa:.....	18
9. 2. Razlaga poskusa:.....	18
9. ZAKLJUČEK.....	20
10. LITERATURA.....	21

1. UVOD

Narava nam vedno znova uprizarja svojo neizmerno moč. Tornado je znan kot eden najintenzivnejših in uničujočih vremenskih pojavov, katerega se ljudje zelo bojimo in hkrati občudujemo njegovo lepoto.

V svoji seminarski nalogi bom opisala kje je tornado najpogostejši in kako krožijo zračne mase, da tej vrtnčasti vetrovi sploh nastanejo. Podrobneje bom napisala o nastanku tornada, torej o mehanizmu 1 in 2. Na eni izmed stranih boste našli tudi skalo Fujitija ki prikazuje ustrezno moč tornada, pripadajočo hitrost in povzročeno škodo. Spoznala bom tudi ali se da tornado napovedati in če, kako. Opisala bom tudi kako tornado opazujemo in pa še dva tornadu na videz podobna pojava. Na koncu bom napisala tudi varnostne ukrepe, katerih ni veliko. Predstavila bom tudi 1 poskus s katerim si lahko uprizzorimo tornado.

Ker se večina tornadov pojavlja v Združenih državah Amerike, se tudi podatki in slike nanašajo prav na to državo.

2. KAJ JE TORNADO?

Vetrovi po svetu povzročajo številne človeške žrtve in materialno škodo. Pri tem gre v veliki meri za vrtnčaste vetrove. Ločimo več vrst vrtnčastih vetrov, ki se med seboj razlikujejo po velikosti, hitrosti vetra, dolgoživosti, prepotovani poti in mehanizmu nastanka. Najbolj znane vrste so tropski cikloni, kamor prištevamo orkane, tornade in manjše prašne vrtince.

Tornado je uničevalna nevihta, mnogo manjša od orkana, toda vrtnčasti vetrovi v njem so lahko še močnejši. Značilen žvižgajoč tornadov vrtinec se spusti z baze nevihtnega oblaka do tal kot vrteči se lijak. Zaradi kondenzacije vodne pare ter dviganja oblakov prahu, zemlje in kamenja, ki ga potegne v vrtinec, postane tornado viden. Območje vrtenja tornada je širše kot je vidni del tornada, to je njegov lijakast oblak. Tipični premer lijakastega oblaka predstavlja le približno devetino celotnega območja, ki ga zajame tornadovo vrtenje.



Tipični tornado

Tornadi se ohranijo samo nekaj minut, najmočnejši pa se lahko ohranijo tudi nekaj ur. V tem času prepotujejo nekaj km, v izjemnih primerih pa tudi 100 in več. Premikajo se kar hitro, tj. pribl. 55km/h. Največja zabeležena hitrost je kar 240 km/h, medtem ko lahko vetrovi v notranjosti vrtinca dosežejo tudi hitrosti prek 500 km/h. Vendar pa so si tornadi med seboj lahko tudi zelo različni. Njihovi premeri so od nekaj metrov do več kilometrov (največji do sedaj zabeležen tornado je imel premer 4 km)Tornadi najpogosteje nastajajo nad kopnim. V primeru da nastanejo tornadi nad morjem ali pa nad jezerom jih imenujemo *vodne trombe*.

Največje možnosti za nastanek imajo tornadi nad obširnim ravninskim območjem združenih držav Amerike. Zaradi ugodne vremenske situacije in reliefa je pogostost pojavljanja tornadov največja v ZDA. V osrednjem delu ZDA se razprostira Veliko nižavje, ki ga na vzhodu obdajajo Apalači, na zahodu pa Skalno gorovje. Ker sta obe gorovji usmerjeni v smeri sever-jug, ima hladen in suh zrak, ki se zadržuje nad Kanado, ob ugodni vremenski situaciji neovirano pot, da prodre globoko proti jugu. Tudi topel in vlažen zrak iz območja Mehiškega zaliva lahko neovirano potuje daleč proti severu. Na stiku obeh zračnih mas, pride do pojava padavin, močnih neviht in tornadov. Največ tornadov na svetu zato nastane na območju tako imenovane aleje tornadov (ang. Tornado Alley) in obsega območje od vzhodnega Teksasa, pokrajino Teksas Panhandle, čez Oklahomo, Kansas in dele Nebraske. Največja lokalna pogostnost pa je v osrednjem Illinoisu, Indiani in južnem Missisipiju. To se razteza od Mehiškega zaliva do meje s Kanado. Dosti jih srečujemo tudi v Avstraliji, nekaj pa jih lahko zasledimo tudi v Evropi (Velika Britanija) in drugih delih sveta. V Nemčiji opazijo približno 10 tornadov na leto. Zadnji zabeležen tornado v Sloveniji so lahko nekateri videli leta 1986 na Notranjskem. Hitrost vetra v tem tornadu je bila 216 km/h za seboj pa je pustil 34 km dolgo in od 100 do 300 metrov široko sled, pri tem pa je najbolj prizadel vas Hotedrščica.



Zgornja slika prikazuje pogostost pojavljanja tornadov v ZDA. Na zemljevidu levo spodaj je z rožnato označena lega »Aleje tornadov«, kjer je pogostost pojavljanja tornadov večja kot 6 tornadov/ 10 000 milj² (za primerjavo: Slovenija je velika 7 820 milj²).

Tornadi povzročijo tudi kar precejšno materialno škodo. V ZDA so od leta 1985 do leta 2004 povzročili 65 milijard dolarjev škode, to je povprečno 3,25 milijarde dolarjev letno. Tam letno zabeležijo okoli 800 tornadov. Leta 2003 so v času med 2. in 11. majem v 19 zveznih državah zabeležili kar 430 tornadov, leta 1974 pa je po ZDA v 12 urah divjalo kar 148 tornadov.

Poleg materialne škode tornadi za seboj pogosto pustijo tudi smrtne žrtve, saj v povprečju letno ubijejo 80 ter poškodujejo 1500 ljudi (velja za ZDA). Najhujše katastrofe se zgodijo, ko se pojavi izbruh tornadov (ang. tornado outbreak). Takrat se nad neko regijo pojavi več tornadov hkrati. Tako je leta 1925 sedem tornadov, ki so skupaj prepotovali kar tri zvezne države, povzročilo smrt 695 ljudi. Najbolj smrtonosen tornado izven ZDA je bil leta 1996 v Bangladešu, kjer je umrlo 500 ljudi, 32 000 pa se je poškodovalo. Zaradi zanesljivejšega napovedovanja vremena, se je v zadnjem desetletju število žrtev opazno zmanjšalo. Meritve z Dopplerjevim radarjem poleg tega omogočajo, da ugotovijo znake o nevarnosti tornadov tudi do 20 minut pred njihovim prihodom.



Več tornadov skupaj.

3 MEHANIZMI NASTANKA VRTINČASTIH VETROV

3. 1. KROŽENJE ZRAČNIH MAS

Za nastanek vrtničastih vetrov je potrebno kroženje zračnih mas. Do tega pride, ko nad tlemi nastanejo jedra z nižjim zračnim tlakom z izobarami v obliki koncentričnih krožnic. Kot posledica delovanja sil krožijo zračne mase vzdolž izobar. Sila zaradi razlik v zračnem tlaku – gradientna sila tlaka – kaže z mesta višjega tlaka proti središču krožnih izobar z nižjim tlakom, to je v radialni smeri. Poleg gradientne sile tlaka je za opis gibanja zračnih mas na Zemlji zaradi njenega vrtenja treba upoštevati še Coriolisovo silo. To je sistemska sila, ki deluje na vsa telesa, ki se gibljejo prečno glede na smer osi Zemljine rotacije. Velikost Coriolisove sile je odvisna od hitrosti premikanja zračnih mas glede na Zemljino površje in od zemljepisne širine. Ob ekvatorju je velikost vodoravne komponente te sile enaka nič, z večanjem zemljepisne širine v južni ali severni smeri pa narašča in doseže največjo vrednost ob polih. S stališča opazovalca na zemlji odklanja Coriolisova sila na severni polobli vodoravno gibanje v desno glede na prvotno smer gibanja, na južni polobli pa levo. V poenostavljenem opisu predstavimo dva primera krožnih vetrov, ki nastaneta okrog središč znižanega tlaka s stacionarnimi krožnimi izobarami. Oba primera sta predstavljena za severno poloblo.

Prvi primer je tako imenovan gradientni veter, pri katerem je radialna sila kroženja enaka rezultanti gradientne sile tlaka, ki kaže v radialni smeri proti središču nizkega tlaka, in Coriolisove sile, ki kaže v nasprotni smeri. Zračne mase se gibljejo v smeri krožnih izobar, pri čemer je hitrost usmerjena tangencialno nanje. V primeru gradientnega vetra je ukrivljenost izobar majhna, kar pomeni, da je njihov radij zelo velik. Ta veter je značilen za krožeče zračne mase, iz katerih se razvijejo tropski cikloni. Na ekvatorju, kjer je prispevek Coriolisove sile enak nič, ni gradientnega vetra, temveč veter piha od visokega tlaka proti nizkemu, s čemer se tlaki kaj hitro izenačijo. Zato tropski cikloni ne nastajajo prav ob ekvatorju. Na severni polobli se ti vedno vrtijo v pozitivni – ciklonalni smeri, to je v nasprotni smeri urinih kazalcev.

Drugi primer kroženja zračnih mas pa je tako imenovani ciklostrofski veter. Ta se vzpostavi na področjih s krajevno močno znižanim tlakom, pri čemer so izobare močno ukrivljene oziroma imajo majhen radij.

Ker zaradi tega zračne mase krožijo po majhnem radiu, je prispevek Coriolisove sile zanemarljiv v primerjavi z gradientno silo tlaka. Ta je torej edina radialna sila. Primeri za tak način gibanja so tornadi in prašni vrtinci, ki se v načelu lahko vrtijo le v pozitivni ali negativni smeri. Poudariti pa kljub vsemu velja, da se tornadi na severni polobli v večini primerov vrtijo v pozitivni smeri.

3.2. NASTANEK TORNADOV

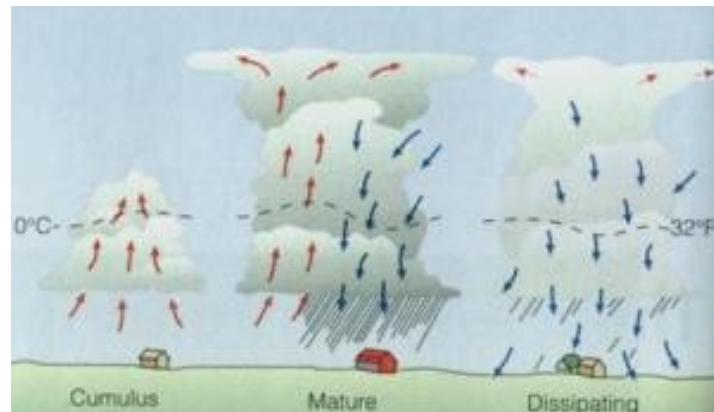
Nastanek tornada je tesno povezan z močnimi nevihtami, ki nastanejo v nestabilnem ozračju. Take razmere nastanejo ob stiku toplega in hladnega zraka, npr. če je zaradi sončnega sevanja zrak lokalno pregret (toplejši od okolice). Tedaj se zaradi vzgona začne toplejši zrak dvigovati. Vzgon sili toplejši zrak navzgor, ker je njegova gostota manjša kot gostota hladnega okoliškega zraka. Večja kot je temperaturna razlika med okolico in dvigajočim zrakom, intenzivnejše in hitrejše je dviganje zraka. Proces na tem mestu lahko primerjamo z balonom na vroč zrak, ki se dviguje visoko v višine. Ob dvigovanju se zrak razpenja in opravlja delo, zato se dvigajoči zrak ohlaja. Z znižanjem temperature vodna para v oblaku kondenzira. Kondenzira se ker zrak ob zmanjšani temperaturi lahko sprejme manj vode oz. ima manjšo kapaciteto in zato se mora ta voda izločiti iz zraka. To kondenzacijo vidimo kot nastanek oblakov. Dokler je temperatura dvigajočega se zraka višja od okoliškega zraka, se bo dviganje nadaljevalo in se ustavilo šele 12 km nad površjem, v tropopavzi, kjer se temperaturi izenačita. Tam se zrak radialno razteče, kar vidimo kot nakovalo nad nevihtnim oblakom. Vendar pa tornado ne nastane iz vsake nevihte. Za nastanek tornada so potrebni še dodatni pogoji, ki poskrbijo za bistvene razlike med nevihtami.

Mehanizmi nastanka tornada so zelo zapleteni in še niso natančno pojasnjeni. Obstajajo le hipoteze za dva različna mehanizma nastanka tornada.

3. 2. 1. MEHANIZEM 1

Pri prvem mehanizmu je najpomembnejša vzpostavitev kroženja zračnih mas pri tleh. To nastopi zaradi vetrov v različnih smereh ali kot posledica krajevnih padavin pod nevihtno celico, ki nad tlemi ustvarijo majhno krajevno znižanje tlaka. To sprva povzroči kroženje zračnih mas pri tleh na velikem območju, ki je hkrati zelo šibko in ima vse značilnosti ciklostrofskega vetra. Zaradi trenja zračnih mas s tlemi veter ne piha več vzdolž izobar, temveč malo prečno nanje v smeri proti nižjemu tlaku. To povzroči, da se pričnejo zračne mase stekati v obliki šibkega vrtinca na vedno manjše območje in zato hitreje krožiti. V primeru, da se tak vrtinec združi z močnim vzgornjikom nevihtne celice, nastane tornado.

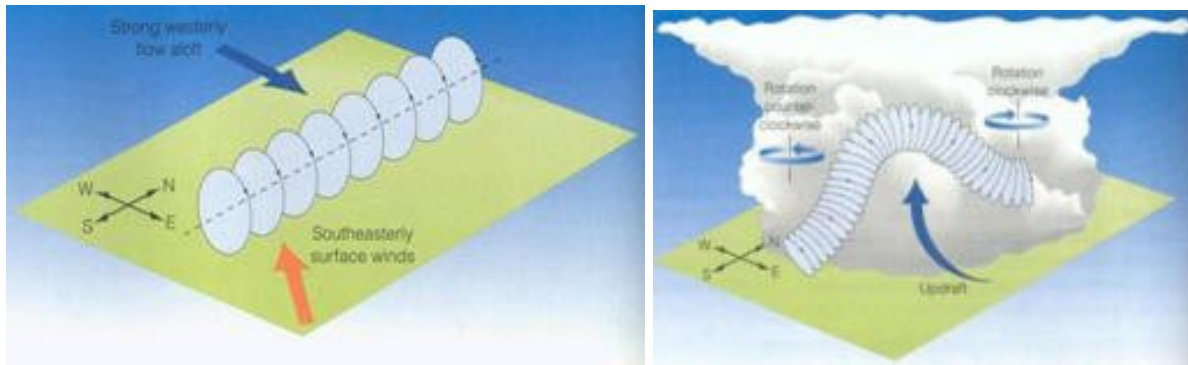
Hitrosti vetra v tornadu so največje takrat, ko se vrtili tudi središče nevihtne celice oziroma mezociklon. Tornade, ki so nastali po tem mehanizmu prepoznamo po tem, da imajo običajno veliko večjo višino v primerjavi s prečno dimenzijo vrtilinca. Značilni so predvsem za nevihtne celice, ki se ne vrtili izrazito in pri katerih je baza oblaka precej oddaljena od tal, tako da ne prihaja do neposredne interakcije med oblakom in tlemi. Nastanek tornada po tem mehanizmu je možen tudi v primerih, ko se nevihtna celica sploh ne vrtili. Na tak način nastajajo predvsem vodne trombe.



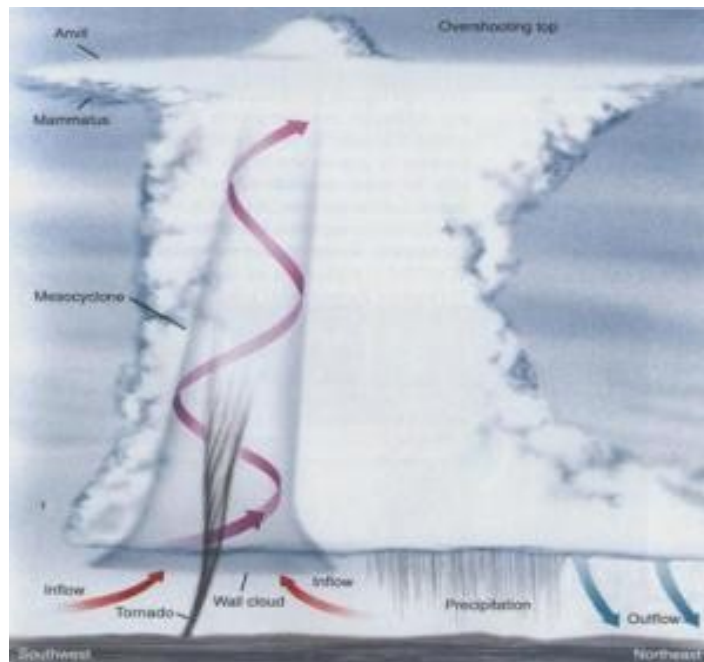
Življenje navadne nevihtne celice.

3. 2. 2. MEHANIZEM 2

Pri drugem mehanizmu nastanka tornada je najpomembnejše vrtenje nevihtne supercelice, do katerega pride pod vplivom močnih strižnih vetrov v višjih plasteh ozračja. To vse privede do krajevno znižanega tlaka v središču zgornje plasti supercelice, kar zagotovi kroženje zračnih mas. Premer takšnih vrtečih se zračnih mas v povprečju znaša od 10 do 20 kilometrov. Zaradi viskoznosti zraka se vrtenje prične prenašati iz višjih plasti navzdol. Osrednji krožeči stolpec se lahko razteza navzdol tudi pod bazo oblaka. To imenujemo oblačni zid. Če je baza oblaka zelo blizu tlemi, prihaja vse bolj do izraza vpliv trenja s tlemi. Zaradi tega se začne zrak stekati proti središču in hkrati vrtinčiti. Ko se tak vrtinec razširi do tal, nastane tornado. Zaradi močno znižanega tlaka v središču vrtilinca in znotraj celotnega vrtečega se stolpca supercelice se zrak dviga. Tlak znotraj vrtilinca je lahko od 200 do 250 milibarov nižji od zunanjega. Tako velike zračne razlike lahko povzročijo celo eksplozije hiš. Največji tornadi se pogosto razcepijo na več manjših, ki obkrožajo glavni vrtinec. Navadno so bolj dolgoživi, prepotujejo, prepotujejo lahko tudi 100 kilometrov. Običajno se ohranjajo do ene ure, v izjemnih primerih pa tudi več ur. Njihova značilnost je, da je premer lijakastega vrtilinca večji, višina pa manjša v primerjavi s tornadi, ki nastanejo po prvem mehanizmu.



Leva slika prikazuje nastanek vrtnične cevi, desna pa vertikalna postavitev vrtnične cevi zaradi vzgornika.



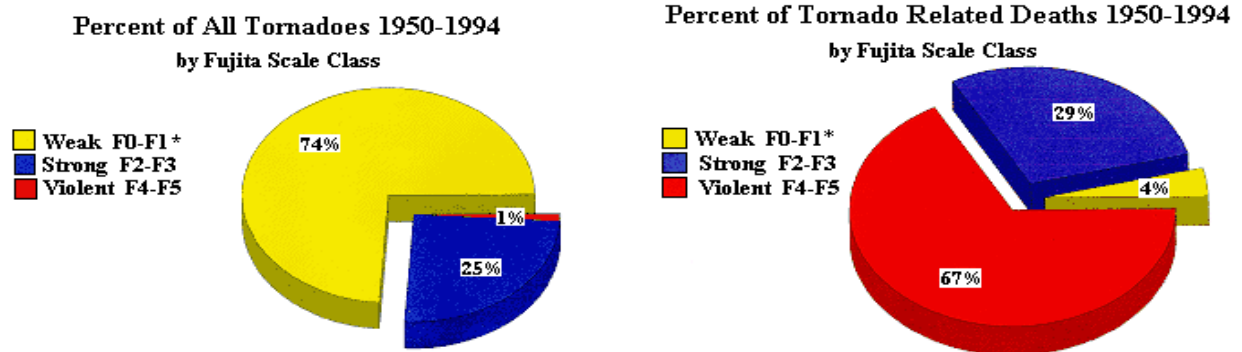
Supercelična nevihta, kjer se lepo vidi izhajanje tornada iz mezociklona.

4 MOČ TORNADA (SKALA F)

V poznih 60-tih letih je profesor T. Theodore Fujita, priznan strokovnjak s področja raziskovanja tornadov, iz univerze v Chicagu sestavil šest-stopenjsko lestvico za razvrstitev tornadov na podlagi hitrosti vetra ter škode, ki jo povzročijo. Po njem je lestvica tudi dobila ime. Ima tri kategorije:

- ŠIBAK (F0, F1)
- MOČAN (F2, F3)
- UNIČUJOČ (F4, F5)

SKALA F	MOČ TORNADA	HITROST VETRA [km/h]	POVZROČENA ŠKODA
F0	ŠIBAK TORNADO	62-117	Nekaj podrtih dimnikov, polomljenih vej, cestnih znakov.
F1	ZMEREN TORNADO	118-178	Prevrača in premika mobilne domove, avte, podira garaže, ki so ob hišah.
F2	POMEMBEN TORNADO	179-250	Precejšnja škoda. Strehe trga z hiš, mobilni domovi uničeni, ruva drevesa.
F3	MOČAN TORNADO	251-333	Strehe in stene podira pri dobro grajenih hišah, obrača vlake, večina dreves izravnanih.
F4	UNIČUJOČ TORNADO	334-419	Dobro grajene hiše zravnanane, s slabimi temelji odpihnjene. Generirani veliki izstrelki.
F5	NEVERJETEN TORNADO	420-511	Močno grajene hiše dvignjene s temeljev in odnešene za precejšnjo razdaljo, avti letijo naokrog, železo betonske zgradbe hudo poškodovane



Levi diagram prikazuje delež posameznih kategorij tornadov. Diagram na desni pa prikazuje delež povzročenih žrtev glede na posamezno kategorijo tornada. Obe statistike sta bile narejeni v ZDA.

Vendar na podlagi velikosti tornadov ne moremo sklepati tudi o njegovi moči. Majhni tornadi lahko v sebi razvijejo veliko moč oziroma ni nujno, da veliki tornadi v sebi skrivajo uničujočo moč. Kljub temu da je uničujočih tornadov (F4 in F5) malo, saj predstavljajo le 1% vseh tornadov, pa povzročijo večino materialne škode ter večino smrtnih žrtev.



5. NAPOVEDOVANJE TORNADOV

Veliko vprašanje je ali se je tornade mogoče napovedovati. Odgovor je da, vendar v omejenem okvirju. Čeprav procesi zaradi katerih tornadi nastanejo niso popolnoma jasni, pa tornado ponavadi nastane ob določenih atmosferskih pogojih. Te pogoje (prodor hladnega in suhega zraka s severa, vlažnega in toplega iz juga, vetrovno striženje, ...) lahko s pomočjo meteoroloških modelov vnaprej napovedmo, vendar ne dovolj natančno. Prognostik na podlagi teh modelov lahko govori o verjetnosti za pojav tornada nad nekim večjim območjem, ne more pa napovedati točne lokacije nastanka tornada, kdaj se bo tornado pojavili, kako močan bo ter kakšna bo njegova pot. Prihaja tudi do " presenečenj ", ko se tornado pojavi pri pogojih, v katerih ga ne bi pričakovali.

V ZDA imajo na terenu posebno mrežo opazovalcev (ang. storm chasers), ki na podlagi trenutne vremenske situacije ocenijo verjetnost za nastanek nevihte oziroma tornada. Ko tornado zaznajo, nad širšim območjem razglasijo splošno nevarnost, tako da imajo ljudje nekaj minut časa, da najdejo zatočišče.

6. OPAZOVANJE TORNADOV

V meteorologiji uporabljamo standardne naprave za meritve nekaterih količin: termometer za temperaturo, barometer za merjenje pritiska, anemometer za merjenje hitrosti vetra. Vendar pa uporaba klasičnih merilnikov pri opazovanju tornadov odpove, kajti hitrosti, ki so včasih dosežene v tornadu, ne zdrži noben merilni instrument. Največja hitrost izmerjena s pomočjo anemometra, ki se je po naključju znašel v tornadu, je bila 416 km/h. Poleg tega je tudi velik problem, kako spraviti merilnik v jedro tornada, saj je pot tornada precej nepredvidljiva. To poskušajo doseči z mobilnimi ekipami, ki sledijo tornadu in pustijo merilnik na njegovi poti. Vendar pa so veliko bolj učinkovite meritve s pomočjo radarjev, ki so doprinesli večino znanja, kaj se v resnici znotraj tornada dogaja.

6. 1. Navaden radar

Meteorološki radar je mikrovalovni oddajnik in sprejemnik, ki oddaja ozke usmerjene snope valovnih impulzov (s širino okoli 1°) in sprejema del sevanja, ki se odbijajo od padavinskih elementov (dežne kapljice, zmrznjene kapljice, snežinke, toča), vendar pa ne od oblačnih elementov (zelo majhne oblačne kapljice in kristalčki). Radar torej zazna le padavine. Signali so oddani in sprejeti stokrat na sekundo in tako v petih minutah preišče ves prostor s polmerom 150 km okoli radarja.

Na ta način se lahko odkrije padavinska območja, ne more pa se neposredno odkriti tornada. To je možno le, če ima mezociklon kljukasto oblikovan odmev, ki nastane, ko tornado vase vleče padavine in jih zavrti.

6. 2. Dopplerjev radar

Za opazovanje in merjenje tornada, je med radarji najprimernejši Dopplerjev radar. Radarji so mikrovalovni oddajniki in sprejemniki. V prostor pošiljajo ozke snope valovnih impulzov. Na poti se del oddanega sevanja na padavinskih elementih (dežne kapljice, snežinke, toča, oblačne kapljice) ali pa na večjih prašnih delcih odbije nazaj proti radarju. Na ta način lahko različnim elementom v prostoru določimo lego. Dopplerjev radar pa ima tudi to lastnost, da lahko meri hitrosti premikanja delov zraka s padavinskimi elementi ali večjimi prašnimi delci. To omogočajo meritve na podlagi tako imenovanega Dopplerjevega efekta (od tod radarju tudi ime). Pri odboju na gibajočem delcu se namreč frekvenca signala spremeni.

S primerjavo frekvenc oddanega in prejetega valovanja lahko določimo s kakšno hitrostjo se padavinski elementi oziroma večji prašni delci približujejo ali oddaljujejo.



Slika vetrovnega polja dobljena z Dopplerjevimi radarjem. Ponekod lahko opazimo, da se na majhnem območju spreminja smer in hitrost vetra, kar namiguje na prisotnost mezociklona.



Dopplerjev radar

7. VODNE TROMBE IN PRAŠNI VRTINCI

Obstajata še dva tornadu na videz podobna pojava, vendar sta večinoma brez posledic.

7.1. VODNE TROMBE

Nastane nad toplimi vodnimi površinami in je na videz podobna tornadu, le da so njeni vetrovi manj uničujoči. Trombe se pojavijo, ko nad plastjo toplega in vlažnega zraka, ki se nahaja nad vodno gladino, zapihajo hladni vetrovi. Pogosto se pojavljajo v gručah.

V vodnih trombah je kondenzirana vodna para iz okoliškega zraka. Trombe včasih vsrkajo morske živali, kot so ribe, školjke ali meduze, ki potem padejo iz nevihtnega oblaka kot zelo nenavadne padavine.



Družina tromb nad Jadranskim morjem.

7.2. PRAŠNI VRTINCI

So majhni in imajo premer do nekaj metrov. V puščavah sonce čez dan močno pregreje puščavska tla in zrak neposredno nad njimi. Nad pregretim zrakom leži plast nekoliko hladnejšega zraka. Tako že majhna motnja (npr. rahel sunek vetra) povzroči, da se pregret zrak zaradi vzgona dvigne in zavrti v ciklonalni ali anticiklonalni smeri.



8. VARNOSTNI UKREPI

Na območjih velike nevarnosti orkanov vedno obstaja možnost, da se bodo pojavili. V nekaterih predelih sveta imajo poseben televizijski kanal samo za vremenske napovedi, toda tudi ob opozorilu ni znano, kakšne posebne ukrepe je treba izvajati. Za zaščito pred orkanskimi vetrovi je treba domove zavarovati in ljudi evakuirati, preden udari ujma. Vzdolž obal in rečnih bregov je treba utrditi nasipe, ki morajo zadržati visoke vode. Leta 1938 je v ZDA na otoku Rhode orkan pomoril več kot 250 ljudi. Dandanes se da poseben jez na reki Providence ob orkanih in hudih viharjih zapreti, s čemer se istoimensko glavno mesto zavaruje pred poplavo. Tornade je težje napovedati in lahko udarijo brez opozoril.

Podzemni prostori nudijo najboljšo varnost pred tornadi, a tudi dobra klet je dokaj varna. Če stavba nima kleti, je najbolje leči na tla pod mizo ali posteljo, proč od oken.

9. POSKUS

Vrtinčenje zračnih mas si lahko ustvarimo tudi doma.

Za poizkus potrebujemo: dve veliki plastenki, velik vrč vode, kovinsko podložko, izolirni trak.

9. 1. Izvedba poskusa:

1. eno plastenko do dveh tretjin napolni z vodo
2. kovinsko podložko postavi na ustje plastenke
3. drugo plastenko obrni na glavo in jo postavi na podložko
4. z izolirnim trakom vse skupaj dobro povij. Naredi več prekrivajočih se plasti tako, da voda nikjer ne bo mogla uhajati, tudi če boš plastenki obrnil
5. naredili bomo tornado tako, da plastenki na hitro zasukamo v majhnih, vodoravnih krogih in ju spet postavimo na mizo
6. s krožnimi zasuki plastenk začne voda v zgornji plastenki krožiti in izoblikuje se čudovit vrtinec, ki močno spominja na tornado v naravi.

9. 2. Razlaga poskusa:

V tem poskusu nastopata dve sili (sila spreminja gibanje ali obliko teles). Ena je gravitacija – privlačna sila, ki deluje med telesi in vleče k tlom (natančneje – gravitacija je usmerjena proti središču planeta) vse predmete na Zemlji in okoli nje (ptice, letala, rakete, Luno...). Seveda tudi voda ni izjema. Gravitacija vleče vodo iz zgornje plastenke v spodnjo plastenko. Toda gravitacija sama ni dovolj za nastanek lepega vodnega vrtinca – podobnega tornadu (tornado je zračni vrtinec in ne vodni). K izvedbi prispeva tudi zrak v spodnji plastenki. Čeprav bi lahko hitro pomislili, da redek zrak ne more kaj dosti vplivati na pretakanje veliko bolj goste vode, ni tako. Ko plastenki obrneš, sicer steče nekaj vode v spodnjo plastenko, nato pa se pretakanje ustavi. Videti je, kot bi na vodo delovala neka nevidna sila in ji preprečevala vstop v spodnjo plastenko. Vodi, ki jo gravitacija vleče navzdol, nasprotuje zračni tlak v spodnji plastenki. Ker se zrak ne more kar tako zriniti skozi ozko odprtino mimo vode v zgornjo plastenko, tudi voda ne more v plastenko z zrakom.

Ko platenki krožno zasukaš, voda zakroži in izoblikuje se pravi vodni tornado. V sredini tornada se pojavi luknja, ki poteka od vodne gladine v zgornji platenki do prehoda med obema platenkama. Ta luknja ima velik pomen, omogoča namreč, da se zrak iz spodnje platenke umika vodi, ki ob stenah teče navzdol. Luknja povezuje obe platenki in skrbi za izenačevanje zračnega tlaka. Tako na vodo deluje le ena sila – gravitacija, ki vodo vleče navzdol.

9. ZAKLJUČEK

S svojo seminarsko nalogo nisem imela pretiranih težav. Veliko virov sem dobila preko interneta, saj je tornado pogost pojav na ameriškem Srednjem Zahodu in Jugu. Torej ljudi seznanjajo z njegovimi posebnostmi.

Tornado mi je zelo zanimiv pojav. Je močan nevihtni veter, za katerega je značilen vrtnčasti oblak v obliki dimnika. Je zelo nevaren. Imamo neznansko srečo, da živimo v okolju kjer teh pojavov ni, saj so njegove posledice ogromne. Kot sem ugotovila moč tornada merimo z Fujitovo lestvico, ki ima stopnje od F0, ki povzroči manjšo škodo, do F5, ki izbriše z obličja Zemlje vse kar je na njegovi poti. Žal tehnologija še ni tako daleč, da bi tornado napovedali točno lokacijo nastanka, kdaj se bo pojavil, kako močan bo njegov veter ter kakšna bo njegova pot. Je pa sigurno zanimivo njegovo opazovanje. Najbolje ga lahko opazujemo z radarji.

Obstajata še dva tornadu na videz podobna pojava. To sta vodne trombe in prašni vrtince, vendar sta na srečo brez posledic.

Zelo sem bila vesela ko mi je doma uspel poskus. Nisem imela prave predstave kako bo izgledal. Pokazala sem ga tudi mlajši sestrici in bil ji je zelo zanimiv.

10. LITERATURA

- Revija Proteus 69/1, september 2006, Orkan, tornado in prašni vrtinec tudi doma? Zakaj pa ne?, Aleš Fajmut
- <http://wikipedia.org/wiki/tornado>
- www.kvarkadabra.net/article.php
- Mandell M. (1990). Mladi vremenoslovec (Preprosti vremenski poskusi z vsakdanjimi pripomočki). Radovljica: Didakta 2000
- Moriss N. (2006). Orkani in tornadi. Grlica
- Harris C. (2006). Divje vreme. Murska Sobota: Pomurska založba