

CUPRINS

Prefață	7
Problematizări, terminologie și clasificări	9
Capitolul I. Fenomene climatice de risc de scurtă durată	16
1.1. Tornadele	16
1.2. Descărcările electrice (orajele)	30
1.3. Căderile de grindină	42
1.4. Depuneri solide	51
1.4.1 <i>Bruma</i>	51
1.4.2 <i>Chiciura</i>	53
1.4.3 <i>Poleiul</i>	54
1.5. Avalanșele de zăpadă	55
Capitolul II. Fenomene climatice de risc de durată medie	59
2.1. Ceața	59
2.2. Ciclonii tropicali și extratropicali	63
2.3. Viscolul	83
2.4. Furtunile de praf și de nisip	90
2.5. Valurile de căldură și de frig	92
2.6. Inversiunile de temperatură	99
Capitolul III. Fenomene climatice de risc de lungă durată	103
3.1. Secetele	103
3.2. Perioadele excedentare pluviometric	106
Capitolul IV. Fenomene climatice de risc de foarte lungă durată ...	110
4.1. Funcționarea sistemului climatic	111
4.2. Variabilitatea climatică	115
4.2.1 <i>Paleoclimatul</i>	115
4.2.2 <i>Cauze externe și interne ale variabilității climatice</i>	119
4.3. Tendințe climatice observate în România	124
4.4. Impactul schimbărilor climatice	126
4.4.1 <i>Impactul schimbărilor climatice asupra sănătății publice</i>	127
4.4.2 <i>Impactul schimbărilor climatice asupra resurselor de apă</i>	129

4.4.3. <i>Impactul schimbărilor climatice asupra productivității agricole</i>	130
4.4.4. <i>Impactul schimbărilor climatice asupra turismului</i>	134
4.5. Implementarea măsurilor împotriva efectelor schimbărilor climatice	137
Terminologie folosită în problematica fenomenelor climatice de risc	139
Bibliografie	159

PREFAȚĂ

Am încercat să scriu o carte din notele unor cursuri, pe care le țin de ceva timp, la Facultatea de Geografie, în ideea unei cărți utile nu numai studenților, care se specializează în meteorologie și climatologie, ci tuturor celor care lucrează în domeniul științelor Pământului. În prefața la cartea *Fizica climatului*, cunoscuții profesori Jose Peixoto și Abraham Oort comparau scrierea unei cărți cu crearea unei opere de artă, ca de exemplu, o sculptură. Lucrând câțiva ani la această carte, am înțeles cât adevăr există în ceea ce spuneau cei doi. Existența unei astfel de discipline (fenomene climatice de risc) în planurile de învățământ ale facultăților cu profil geografic a apărut odată cu necesitatea înțelegerii funcționalității sistemului climatic, a felului în care durata și intensitatea riscurilor climatice pot duce la pagube umane și materiale considerabile. Scopul principal al acestei discipline este de a oferi studenților cunoștințe, care să le permită să înțeleagă fenomenele de risc, cauzele acestora, repartiția lor spațio-temporală, efectele asupra mediului, inclusiv asupra societății omenești, precum și posibilitățile de prognozare și combatere a efectelor negative ale dezastrelor naturale. Cartea de față se dorește a fi o modestă contribuție la realizarea acestor deziderate.

Schimbarea condițiilor climatice la scară globală, reprezintă o problemă majoră, preocupantă pentru multe organisme guvernamentale sau neguvernamentale, pentru că o eventuală schimbare a climei va avea repercursiuni majore asupra unor domenii foarte variate ale vieții și activității socio-economice, practic asupra întregului mediu geografic terestru. Presupunem că beneficiile activităților noastre industriale și agricole vor cântări mai mult decât posibilele consecințe negative ale unui produs secundar nefericit al acestor activități, anume creșterea concentrației gazelor cu efect de seră în atmosferă, care ar putea duce la modificări climatice globale, asociate cu încălzirea globală. Unii specialiști ne avertizează că, presupunerile noastre sunt mult prea optimiste, alții ne asigură că riscul încălzirii globale este atât de îndepărtat, încât rezultatul va fi sigur în favoarea noastră. Am ajuns într-un impas îngrijorător, deoarece chestiunea este de importanță vitală pentru fiecare dintre noi. Variabilitatea și schimbarea climatică influențează deja ecosistemele și sistemele umane. Se așteaptă ca în viitor, influența climatică asupra frecvenței și intensității hazardurilor naturale (inundații, valuri de căldură, secete, incendii de pădure

etc.) să crească, afectând astfel dinamica și serviciile ecosistemelor, viețile oamenilor și bunurile lor materiale. În acest context, consecințele socio-economice și de mediu ale dezastrelor legate de hazardurile naturale devin din ce în ce mai grave. Schimbarea tiparelor spațiale și temporale ale hazardurilor naturale impune strategii de adaptare și acțiuni adecvate și particularizate. Adaptarea la schimbarea climatică presupune atât anticiparea efectelor negative și luarea de măsuri adecvate pentru a preveni și minimiza daunele pe care acestea le pot provoca, cât și a profita de oportunitățile ce pot apărea. Evoluția pe termen lung a mersului vremii de la o zi la alta și de la o regiune la alta descrie clima. La rândul lui, semnalul global al schimbării climei se proiectează la scări regionale și locale foarte diferit. Dezbaterile actuale care au loc în comunitatea științifică internațională se concentrează nu atât asupra existenței acestui semnal, cât mai ales asupra incertitudinilor referitoare la magnitudinea și la proiecțiile lui regionale.

Evenimentele extreme meteorologice, considerate fiecare în parte, nu pot fi puse în relație directă cu schimbarea climei (vremea și clima fiind concepte distincte). Privite însă pe fundalul observațiilor din ultimul secol, evenimentele din deceniile recente se înscriu într-o tendință de accentuare a caracterului extrem al unora din fenomenele climatice de risc, tendință evidențiată atât de rezultatele experimentelor numerice, în condițiile creșterii concentrației atmosferice a gazelor cu efect de seră, cât și de observațiile înregistrate în multe regiuni ale globului. Creșterea temperaturii medii globale a aerului este însoțită de creșterea frecvenței valurilor de căldură în multe regiuni continentale, secetele devenind mai frecvente și mai intense. În același timp, ciclul apei modificat de schimbarea climei determină creșterea frecvenței episoadelor cu precipitații din ce în ce mai abundente, pe areale limitate și pe durate scurte, ceea ce provoacă inundații rapide din ce în ce mai numeroase. În zonele tropicale, intensitatea uraganelor pare a crește odată cu creșterea temperaturii apei oceanului la suprafață, iar în zona arctică suprafața acoperită de gheața marină scade într-un ritm accelerat, cu consecințe asupra transportului global de energie în geosistem.

Fără a avea pretenția că am acoperit subiectele deosebit de complexe, legate de fenomenele climatice de risc, sper ca această carte să fie un instrument util studenților, în demersul de a înțelege complexitatea sistemului climatic, adică a sistemului alcătuit din atmosferă, hidrosferă, litosferă și biosferă, care, sub influența radiației solare incidente, determină formarea diverselor climate ale Pământului.

FENOMENE CLIMATICE DE RISC

- Problematizări, terminologie și clasificare -

Omenirea la începutul mileniului trei se află într-un ritm alert de exploatare a Terrei și a resurselor acesteia, presiunea umană asupra geosistemului generând o serie de reacții ireversibile. Termeni ca, risc, hazard, dezastru, vulnerabilitate s-au impus în literatura de specialitate pentru a defini numărul mare de victime și pagube materiale, rezultate în urma acțiunii unor fenomene naturale periculoase. Riscurile climatice sunt în prezent intens studiate, având în vedere modificările climatice globale și tendința de aridizare a climei. Abordarea științifică a problematicii riscurilor în domeniul geostiintelor este relativ recentă, primele cercetări privind hazardurile naturale și impactul acestora asupra societății fiind realizate de Gilbert White (1936, 1945), care a abordat inițial problema inundațiilor și managementul acestora în S.U.A. Treptat, lucrările lui White și ale colaboratorilor săi s-au extins și asupra altor hazarduri naturale, atât din teritoriul nord-american, cât și din afara acestuia.

În ultimele decenii se înregistrează o tendință clară de intensificare a impactului fenomenelor climatice extreme asupra societății. Această intensificare este legată de tendința de încălzire a climei și de o creștere a instabilității sistemului climatic, precum și de creșterea explozivă a populației. Atmosfera reprezintă o componentă a mediului, fiind constituită dintr-un amestec de gaze, în care se găsesc, în suspensie, diferite particule solide și lichide. Ea este neuniformă atât pe verticală, cât și în sens orizontal, deoarece masele de aer nefiind statice, transportă odată cu ele caracteristicile fizice ale locului de formare, influențând mersul vremii și al climei.

Clima văzută ca, regimul multianual al vremii, care ia naștere în urma interacțiunii dintre factorii radiativi, circulația generală a atmosferei și complexul condițiilor fizico-geografice, sub influența tot mai accentuată a activității societății omenești, este o resursă pentru că, furnizează căldura și umiditatea necesare vieții. Clima poate fi definită prin distribuții ale probabilităților asociate fenomenelor de vreme, ce caracterizează acel spațiu geografic. Schimbarea climei înseamnă mai mult decât fluctuațiile climatice ce readuc mereu geosistemul aproape de starea medie. Ea presupune devierea sistematică de la starea medie ce definește o climă, spre o nouă

stare medie – o nouă climă. Se poate aprecia că, mersul spre o nouă ordine climatică se va face în cea mai mare dezordine. Scenariile climatice sunt extrem de diverse pentru viitorul apropiat. Unele consideră că, nu va fi o creștere ritmică și coordonată a temperaturilor, ci o adevărată ruptură a echilibrelor existente; va fi o instabilitate atmosferică considerabilă, iar contrastele se vor accentua de la o regiune la alta (*Boia, 2005*).

Frecvența incidenței dezastrelor climatice și creșterea amplitudinii lor a atras atenția comunității internaționale în ultimii ani. O serie de instituții, organizații interguvernamentale și organizații neguvernamentale la nivel mondial și-au revizuit abordarea asupra dezastrelor și lucrează acum împreună, pentru a identifica cele mai bune metode pentru a preveni și reduce impactul calamităților naturale asupra societății. Aceasta înseamnă, atât reducerea vulnerabilității comunităților, cât și îmbunătățirea instrumentelor pentru evaluarea riscurilor.

Efectele schimbărilor climatice sunt din ce în ce mai vizibile la nivelul României și la nivel internațional, fie că este vorba de valuri de căldură intensă, de secetă care distruge producția agricolă, de inundații sau de amenințări la adresa biodiversității provocate de incendiile de vegetație. În anul 2021, țara noastră s-a confruntat cu un număr record de avertizări de vreme severă imediată (așa-zisul „cod roșu”) emise de Administrația Națională de Meteorologie (ANM), iar specialiștii avertizează că acestea vor deveni tot mai frecvente în contextul schimbărilor climatice. Grupul Interguvernamental privind Schimbările Climatice al Organizației Națiunilor Unite (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) a publicat în ultimul an noi rapoarte cu date care indică accelerarea schimbărilor climatice. Aceste sinteze ale cunoașterii științifice realizate de IPCC arată că, schimbările climatice se manifestă deja și se accentuează rapid din cauza acumulării în atmosfera a gazelor cu efect de seră (GES), într-un ritm care depășește cu mult capacitatea naturală a ecosistemelor terestre și acvatice ale planetei noastre, de a le absorbi. Pe baza datelor la zi, aceste rapoarte ale IPCC subliniază și nevoia de acțiune fermă, atât din partea guvernelor, cât și a cetățenilor și a sectorului privat în direcția reducerii drastice a emisiilor GES, prin soluții și tehnologii noi, și, simultan, pentru adaptare practică la noile realități. Uniunea Europeană (UE) și statele membre ale UE, inclusiv România, și-au luat un angajament ferm, ratificând *Acordul de la Paris* privind schimbările climatice. Acest angajament s-a tradus prin ambiția UE de a deveni prima economie și societate neutră din punct de vedere climatic până în 2050, cu un obiectiv intermediar de a reduce emisiile la nivel european cu cel puțin 55%, față de nivelul din anul 1990, până în 2030. Astfel, pentru realizarea tranziției climatice, UE a avansat seturi de politici inclusiv *Pactul verde european (European Green*

Deal), precum și pachetul „*Pregătiți pentru 55*” („*Fit for 55*”), care se referă la legislația și măsurile necesare pentru atingerea țintelor climatice până în 2030, printre alte politici existente sau în curs de elaborare.

De asemenea, se pune mai mult accent pe prevenirea dezastrelor, prin implicarea tuturor factorilor interesați în activitățile de management al riscului de dezastru (autorități publice, organizații neguvernamentale, comunități, sectorul de afaceri). Alte programe globale, care întrunesc eforturile a mii de specialiști ce încearcă să găsească soluții problemelor grave și incertitudinilor legate de modificările mediului și climei, așa cum sunt: Programul Internațional Geosferă - Biosferă, Programul Internațional Dimensiunea Umană a Modificărilor Globale ale Mediului, Inițiativa Strategică pentru Reducerea Dezastrelor, Programul Climatic Mondial etc.

Schimbarea climei poate fi cauzată atât de factori naturali interni (modificările care apar în interiorul sistemului climatic sau datorită interacțiunilor dintre componentele sale) cât și naturali externi (variația energiei emisă de Soare, erupții vulcanice, variația parametrilor orbitali ai Pământului) sau externi antropogeni. Aceștia din urmă schimbă compoziția atmosferei prin creșterea concentrației gazelor cu efect de seră din cauza activităților umane (de exemplu, prin arderea combustibililor fosili). Creșterea continuă a concentrației gazelor cu efect de seră (de tipul dioxidului de carbon, metanului etc.) duce la acumulări energetice în geosistem, care se exprimă nu doar prin creșterea temperaturii medii globale a aerului, dar și prin modificări ale dinamicii atmosferei și oceanului planetar, traduse prin modificări la nivel regional și local ale caracteristicilor statistice asociate atât stării medii cât și extremelor. Factorii enumerați mai sus acționează simultan, iar separarea lor este foarte dificilă și constituie un subiect actual în comunitatea științifică.

Se poate spune că, evenimentul care apare rar este echivalent cu incertitudinea însă, a spune că trebuie să studiem, în principal, evenimentele care apar rar și sunt foarte neobișnuite, pentru a le putea explica pe cele obișnuite, poate părea hazardat.

Noțiunile uzitate în studierea fenomenelor climatice sunt numeroase, însă în problematica globală a cercetării științifice s-au impus, mai ales, termeni ca : risc, hazard, dezastru și vulnerabilitate. Asta nu înseamnă că, în definirea fenomenelor climatice extreme, termeni ca potențialitate, pericolozitate, catastrofă, senzitivitatea, reziliență etc., nu pot fi folosiți, pentru a zugrăvi un mediu afectat de fenomene naturale. Așa se explică faptul că, în literatura de specialitate, asemenea fenomene sunt studiate sub diverse denumiri (simple, asociate sau compuse) ca: fenomene naturale de risc, fenomene climatice de risc, fenomene atmosferice de risc, hazarde meteorologice, riscuri și catastrofe climatice, fenomene naturale extreme,

catastrofe climatice etc. Prezentarea climei ca resursă, comportă o problemă amplă dar, scopul nostru în această lucrare, este acela de a evidenția aspectele sale de factor de risc.

Potrivit DEX, **riscul natural** este un fenomen natural, care poate produce pierderi de vieți omenești, răni, distrugerii de locuințe și alte bunuri materiale. Amplitudinea distrugerilor este determinată atât de intensitatea fenomenului respectiv cât și de vulnerabilitatea comunităților umane (în funcție de amplasarea în teritoriu, mijloace de protecție, gradul de echipare, capacitatea de reacție etc.). După dicționarul IDNDR, riscul este definit ca numărul posibil de pierderi umane, persoane rănite, pagube asupra proprietăților și întreruperea activității economice în timpul unei perioade de referință, într-o regiune dată, pentru un fenomen natural particular. Putem conchide că, riscul climatic este gradul de probabilitate a deteriorării vremii într-o perioadă dată de timp. Astfel, riscul are un caracter nedefinit de prognoză, încercând să redea probabilitatea, sau posibilitatea reală de producere a unui fenomen, oarecum așteptat, cu consecințe grave, față de care omul are o poziție pasivă. Riscul este considerat ca, fiind potențialul de realizare a unor consecințe nedorite, iar estimarea sa, se realizează pornind de la probabilitatea de apariție a unui eveniment și consecințele pe care acesta le poate avea.

Se disting riscuri geologice (cutremure, erupții vulcanice, tsunami), climatice (taifunuri, uragane, tornade, valuri de frig, de căldură, secete etc.), hidrologice (inundații), geomorfologice (alunecări de teren, curgeri de noroi). În unele țări ale Uniunii Europene a fost implementată mai recent noțiunea de micro-risc, prin care, de obicei, se înțelege numărul de persoane decedate dintr-un total de 1.000.000 oameni, care sunt supuși acțiunii unor fenomene extreme sau fenomene de risc (*Pandi, 2002*).

Conform aceleași surse, **hazardul** (fr. *hasard*) reprezintă o împrejurare sau concurs de împrejurări (favorabile sau nefavorabile), a căror cauză, rămâne în general necunoscută. Hazardul presupune dezordine, nedeterminare, imprevizibilitate, declanșarea unor energii, pentru a se ajunge la o nouă stare de echilibru în evoluția sistemelor naturale (*Zăvoianu, Dragomirescu, 1994*). Hazardul natural are o conotație strict negativă, presupunând posibilitatea apariției/producerii unui eveniment potențial devastator într-o anumită perioadă și pe un anumit areal (*White, 1974; Varnes et al., 1984; Einstein 1988, 1997; Starosolszky și Melder, 1989; Zăvoianu, Dragomirescu, 1994; Horlick-Jones et al., 1995; Murck et al., 1997; Dikau și Jäger, 1996; Grecu, 1997, Plate, 2002 etc.*, citați de *Armaș, 2006*). După DEX, hazardul constituie împrejurarea sau concursul de împrejurări (favorabile sau nefavorabile) a căror cauză rămâne în general necunoscută (întâmplare neprevăzută, neașteptată, soartă, destin). Percepția

unui hazard ca potențial risc sau dezastru depinde de frecvența și intensitatea fenomenului, de gradul de informare, experiența și pregătirea populației, de tradițiile de intervenție a autorităților (*Cheval, 2003*).

Hazardul trebuie asociat unor procese și fenomene aleatorii (cel puțin în aparență), care se produc într-un mediu bine determinat și ale căror mecanisme sunt cunoscute de către cercetător, dar pentru care momentul și locul următoarei apariții nu pot fi determinate prin simpla cunoaștere a stărilor anterioare ale mediului respectiv. Există astfel, cercetători care, considerând hazardul ca pe o amenințare la adresa societății, includ în sfera sa și impactul real al acestuia; în această accepțiune, hazardul rezultă din interacțiunea sistemelor naturale cu cele sociale sau tehnologice. Noțiunea de hazard vizează potențialul producerii unor fenomene, tendințe, sau impacturi fizice, fie ele produse în mod natural sau provocate de oameni, care pot genera pierderi de vieți omenești sau efecte nedorite asupra sănătății, daune și pierderi de bunuri, efecte negative asupra mijloacelor de trai, infrastructurii, furnizării de servicii și influențe negative asupra ecosistemelor și resurselor naturale. În contextul schimbării climatice, termenul de «hazard» se referă la fenomene sau tendințe legate de climă sau impactul lor fizic. Fenomenele meteorologice extreme și impactul lor fizic (adică asupra sistemelor fizice, precum bazinele hidrografice, de exemplu) se pot transforma în hazarduri atunci când afectează sistemele umane și activitățile socio-economice (*Apostol, Ilie, 2015*).

Dezastrul natural (potrivit IDNDR, 1992) constituie o gravă întrerupere a funcționării unei societăți, care cauzează pierderi umane, materiale și de mediu, pe care societatea respectivă nu le poate depăși cu resurse proprii. Un hazard este considerat dezastru dacă sunt înregistrate cel puțin zece pierderi de vieți omenești sau 50 de persoane rănite și pierderi materiale de peste un milion de dolari. Dezastrul este expresia gradului de vulnerabilitate al comunității afectate de un hazard natural și capacitatea insuficientă a măsurilor de adaptare la risc (*Westgate, O'Keefe, 1976; IDNDR, 1992; Alexander, 1993; Tobin, Montz, 1997*, citati de *Armas, 2006*). Zăvoianu și Dragomirescu (1994), citând pe Degg (1992) arată că, dezastrul rezultă din interacțiunea spațială dintre un fenomen extrem al mediului și o populație care este sensibilă la aceste procese și, probabil la pierderile tangibile și intangibile (*Bogdan, 1999*). Dezastrele naturale reprezintă impactul rapid și profund al mediului asupra sistemului socio-economic (*Alexander 1993*, citat de *Alcantara-Ayala, 2002*), un dezechilibru rapid al balanței dintre forțele dezlănțuite ale naturii și forțele de contracarare ale sistemului social, dezechilibru dependent atât de intensitatea fenomenului natural, cât și de vulnerabilitatea structurilor

social-economice față de un asemenea eveniment (*Albala-Bertrand, 1993*, citat de *Alcantara-Ayala, 2002*).

Vulnerabilitatea reprezintă măsura în care un sistem poate fi afectat în urma impactului cu un hazard și cuprinde totalitatea condițiilor fizice, sociale, economice și de mediu, care măresc susceptibilitatea sistemului respectiv. Vulnerabilitatea pune în evidență cât de mult sunt expuși omul și bunurile sale, în fața diferitelor hazarde și se exprimă pe o scară cuprinsă între 0 și 1, cifra 1 exprimând distrugerea totală a bunurilor și pierderile totale de vieți omenești din arealul aferent. Vulnerabilitatea este diferită în funcție de modul de echipare și de pregătire a populației, ea fiind dependentă de dezvoltarea socială și economică. Vulnerabilitatea după dicționarul IDNDR (1992), reprezintă gradul de pierderi (de la 0 la 100 %) rezultate din potențialitatea unui fenomen de a produce victime și pagube materiale. Vulnerabilitatea este condiționată atât de factori naturali (caracteristicile mediului natural, intensitatea, durata și frecvența fenomenelor extreme), cât și de factori antropici (gestionarea riscurilor, nivelul de dezvoltare tehnologică, relațiile sociale, politice și economice) (*Moldovan, 2003*).

Ianoș (2000) definește vulnerabilitatea ca fiind „gradul de receptare internă a intervențiilor externe sau accidentelor interne”, iar Mac (2002) definește vulnerabilitatea ca fiind, „susceptibilitatea sistemelor sociale și biofizice de a suferi pagube la nivel individual și/sau colectiv”. Analiza vulnerabilității presupune astfel, explicarea pierderilor diferențiate produse la aceeași magnitudine a unui anumit hazard, evaluarea capacității unui sistem de a absorbi (neutraliza) impactul dezastrelor concomitent cu menținerea funcționalității, precum și determinarea măsurilor optime necesare minimizării efectelor dezastrelor.

Riscurile climatice se exprimă printr-un mare număr de fenomene care au loc în atmosfera terestră, ce pot avea pentru omenire consecințe uneori dezastruoase, deoarece produc victime omenești și pagube materiale deosebit de grave. Fenomenele de uscăciune și secetă și, în general, riscurile asociate variabilității regimului pluviometric, apar cel mai frecvent în literatura de specialitate : Bogdan Octavia (2000, 2002), Dragotă Carmen, Cheval (2000), Holobacă, Croitoru (2000), Bogdan Octavia, Niculescu Elena (2001, 2003), Dumitrașcu (2001), Păun (2001), Dragotă Carmen, Bălțeanu (2002), Sorocovschi (2004), Văduva Iulica (2004), Stanciu, Soroceac (2004). Alte studii, vizează riscuri asociate fenomenelor meteorologice deosebite sau extremelor termice (*Bogdan Octavia, Dragotă Carmen, 2000; Niculescu Elena, 2000; Ciulache, Ștefan, 2001; Mihăilescu et al., 2001; Dragotă Carmen, 2001; Dagne, 2003; Dragotă Carmen, Gaceu, 2004*). Majoritatea acestora sunt studii de caz sau sinteze asupra

unor unități fizico-geografice ale țării, bazate pe șiruri lungi de date. Alte contribuții vizează riscurile climatice în ansamblul lor (Moldovan, 2003), implicațiile acestora asupra producției agricole (Povară Rodica, 2000; Bojariu Roxana, 2001) ori asupra sistemului socio-economic (Mihăilescu et al., 2001; Bogdan Octavia, 2004).

În ultimele decenii, pe plan internațional, problematica terminologiei și ierarhizării riscurilor climatice a devenit din ce în ce mai activă, apărând astfel diferite studii și reviste de specialitate, dintre care amintim: *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *Journal of Risk and Uncertainty*, *Natural Hazards*, *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* etc.

Dacă ne limităm doar la fenomenele de natură meteorologică și climatică, se constată uzitarea unei terminologii destul de diversificate, și anume: fenomene climatice de risc, fenomene atmosferice de risc, hazarde climatice, fenomene atmosferice periculoase, catastrofă climatică etc.

Ideea găsirii unui criteriu de clasificare unanim acceptat, care să permită delimitări cât mai clare ale fenomenelor climatice de risc, reprezintă un deziderat, abordări în acest sens fiind realizate, de exemplu, de Ciulache S. și Ionac Nicoleta (1995), Cheval S. (1999), Bogdan Octavia, Niculescu Elena (1999), Moldovan F. (2003), Sorocovschi V. (2002), Armaș Iuliana (2006) etc.

În privința criteriilor uzitate pentru clasificarea fenomenelor climatice de risc, se pot diferenția :

- criteriul vitezei de declanșare;
- criteriul duratei medii de manifestare;
- criteriul elementului meteorologic sau climatic principal;
- criteriul numărului de elemente meteorologice sau climatice;
- criteriul zonei climatice.

Dintre criteriile sus-menționate, l-am ales pe cel al duratei medii de manifestare a fenomenelor climatice, în ideea de a găsi o concordanță între acestea și prognozele sau estimările meteorologice, cu rol în combaterea efectelor negative induse de acestea. Astfel, fenomenele climatice de risc au fost împărțite în următoarele categorii : de scurtă durată, medie durată, de lungă durată și de foarte lungă durată.

CAPITOLUL I

FENOMENE CLIMATICE DE RISC DE SCURTĂ DURATĂ

În această categorie intra fenomene climatice cu un anumit grad de pericolozitate, ce au loc de-a lungul unor areale restrânse, modul de manifestare fiind variat, datorită multiplilor factori generatori. Expresia „scurtă durată”, are în vedere intervalul de timp, în care se produce și se desfășoară fenomenul climatic, ordinul de mărime fiind câteva minute – trei zile (*Moldovan, 2003*). Ele se asociază norilor cu foarte mare dezvoltare verticală (Cumulonimbus), cu energii foarte mari, și pot să apară în diferite zone climatice, fiind vorba de: tornade, descărcări electrice, căderi de grindina. La acestea se adaugă și depunerile solide, de tipul: brumei, chiciurii, poleiului, avalanșelor de zăpadă.

1.1 Tornadele (twister-engl.) reprezintă perturbații atmosferice turbionare, fiind cele mai violente forme ale mișcării turbionare a aerului. Ele sunt asociate norilor Cumulonimbus, cu mare dezvoltare verticală, nori denși, ce prezintă la partea superioară o tendință de extindere plată, sub formă de nicovală. Norii Cumulonimbus se dezvoltă din stadiul de nori Cumulus congestus, în condițiile unei puternice instabilități printr-o convecție ascendentă intensă (15-20 m/s). În același timp, se formează și curenți descendenți, mai slabi, aceștia întâlnindu-se, mai ales sub norul orajos (fig.1). În proximitatea norului, care reprezintă un sistem coloidal instabil, aerul este nesaturat în vapori de apă și, prin urmare, la periferia lui și în partea sa inferioară are loc evaporarea produselor de condensare. Concomitent, curenții ascendenți aduc în nor, noi cantități de vapori, care, prin condensare, asigură persistența norului. Dacă fenomenul se dezvoltă deasupra uscatului el poartă numele de tornadă, iar dacă apare deasupra unei suprafețe acvatice se numește trombă marină (waterspots-engl.), aceasta fiind mai puțin violentă decât tornada.

Există diverse mecanisme care contribuie la dezvoltarea convecției. Se poate face distincție între mecanismele care destabilizează mediul și mecanismele care contribuie la eliberarea instabilității. În general, se poate considera că, procesele la scară sinoptică contribuie la destabilizarea mediului, în timp ce procesele la mezoscară asigură eliberarea instabilității pentru inițierea convecției. Una din ipotezele asupra declanșării unei tornade

pleacă de la o primă observație și anume: începerea rotirii unui nor Cumulonimbus, rotire cauzată de acțiunea puternică tangențială la periferia norului a unor curenți frontali orizontali, de viteze foarte mari. Rotirea norului mai poate fi cauzată și de forțele Coriolis datorate rotației Pământului. La începerea rotirii mai pot contribui și curenții rapizi de convecție, care urcă în spirală spre baza norului. Astfel, norul începe să se rotească spre o depresiune, iar dacă viteza curenților orizontali devine din ce în ce mai mare, va duce implicit la creșterea vitezei unghiulare a norului.

Astfel, datorită interacțiunii dintre câmpurile electromagnetice create în masa norilor, apar fenomene de inducție magnetică și electrică, care întrețin mișcarea de rotație. În sprijinul acestei teorii, vine observația că, printre condițiile de formare ale unei tornade este și apariția unor fenomene orajoase de mare intensitate. Într-un nor de convecție termică, imediat după condensare, începe fenomenul de separare a sarcinilor electrice astfel încât după aproximativ 2-3 ore, se dezvoltă un câmp de forțe de atracție sau respingere electrostatică, astfel că norii se transformă în dipoli și anume: la partea inferioară, particule încărcate negativ, iar la vârf, particule cu sarcini electrice pozitive, oarecum atașate de particulele condensate.

Tornadele cele mai puternice depind în mod direct, de supercelule, a căror rotire inițială creează un moment cinetic suficient de mare (fig.2). Supercelulele de furtună se formează prin forfecarea puternică a vântului, în condiții de mare instabilitate atmosferică. Pe „Aleea Tornadelor” din Statele Unite ale Americii s-a observat că, o astfel de supercelulă (nor Cumulonimbus) poate să aibă 15-30 km în diametru, și 18 km înălțime.

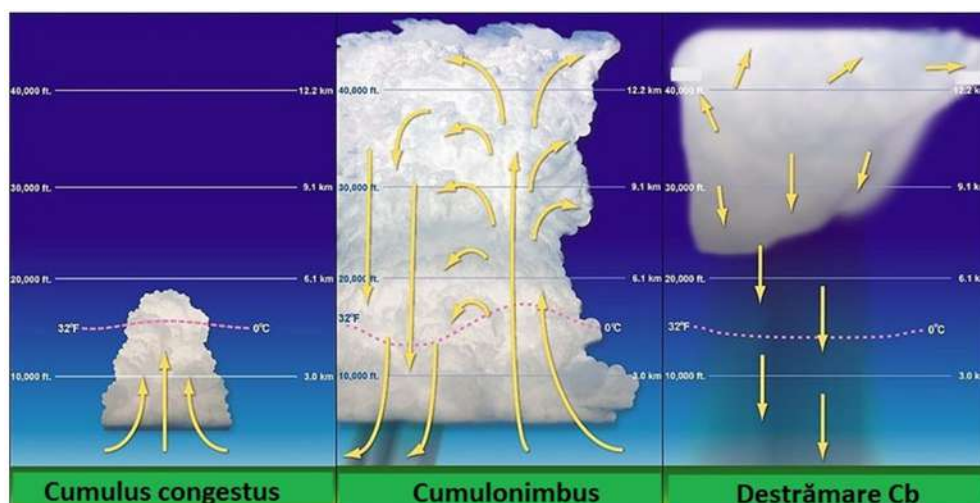


Fig.1 Formarea norilor Cumulonimbus

(sursa: wikipedia.org, 2022)

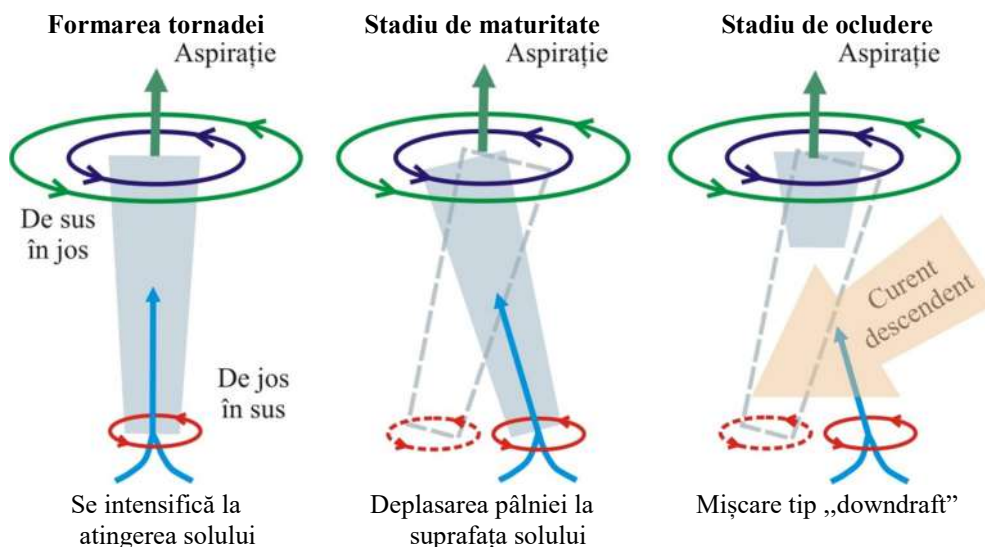


Fig.2 Mecanismul formării unei tornade

Tornada reprezintă, de fapt, o depresiune barică, având aspectul unui turbion, în care se produce o condensare masivă a vaporilor de apă, generându-se un sistem noros sub formă de pâlnie (tuba). Atunci, când pâlnia atinge suprafața terestră, se vorbește de tornadă. Dar, este posibil ca, sub aceeași supercelulă noroasă, să se poate forma mai multe pâlnii.

Ca **structură**, tornada presupune existența a două componente : pâlnia și curenții asociați pâlniei. Pâlnia se caracterizează, la interior, printr-o presiune foarte scăzută, în comparație cu cea de la partea exterioară, formându-se astfel un gradient baric de valori ridicate. Ea devine vizibilă de către observator în momentul aspirării de pe suprafața terestră, de către curenții ascendenți, a diferitelor materiale, de care depinde și culoarea pâlniei. Înălțimea pâlniei este cuprinsă, de regulă, între 100 m și câțiva kilometri. Curenții de aer asociați pâlniei au o traiectorie descendentă în interiorul acesteia, respectiv, ascendentă, cu sens de învăluire la partea exterioară a tornadei, acolo unde se înregistrează și cele mai mari valori ale vitezei vântului (foto 1, fig.3). Interiorul pâlniei se caracterizează printr-o presiune atmosferică foarte scăzută, în comparație cu presiunea de la exterior, generându-se astfel, un gradient baric foarte accentuat, orientat dinspre exteriorul pâlniei spre interior.



Foto 1 Nor Cumulonimbus – pâlnia tornadei

(sursa: Eric Nguyen, 2007)

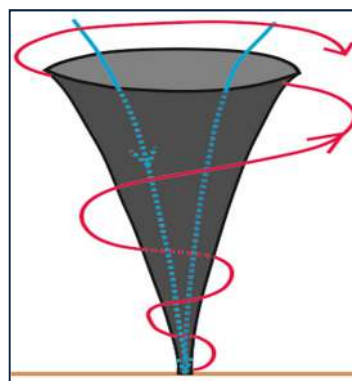


Fig.3 Traiectoriile curenților de aer asociați pâlniei

Viteza vântului în interiorul tornadei poate atinge valori de 400-500 km/h, în timp ce viteza de deplasare a tornadei, în ansamblul ei, se încadrează între 50-200 km/h.

Tornadele au o evoluție scurtă cuprinsă între câteva minute și câteva ore, se produc în perioada caldă a anului și sunt mai frecvente după momentul amiezii, când temperatura suprafeței solului are valori maxime. Se mai numesc și perturbații atmosferice turbionare, în care pâlnia poate avea înălțimi de până la 2000 m, un diametru între câteva zeci și câteva sute de metri, iar potențialul distructiv al acestora se manifestă pe câțiva kilometri. Mecanismul formării tornadelor nu este, încă, pe deplin elucidat, la fel ca și în cazul altor fenomene atmosferice, însă marea majoritate a specialiștilor în domeniu consideră că, pentru dezvoltarea unei perturbații atmosferice, de tip tornadă, trebuie să existe o supercelulă noroasă, de tip Cumulonimbus capillatus tuba sau mamma.

Cunoștințele de climatologie asupra vânturilor puternice sunt importante pentru cunoașterea mai precisă a apariției lor și, de asemenea, pentru elaborarea de metode de protecție mai eficiente. Pentru rafalele de vânt "semnalele de avertizare" sunt transmise atunci când, viteza este cel puțin egală cu 12 m/s. În cazul, în care se mărește viteza medie și depășește 15 m/s, iar rafala maximă este mai mare de 16 m/s, este transmis așa-numitul "semnal de agravare". Rafalele de vânt sunt cu atât mai mari, cu cât crește instabilitatea aerului și viteza curenților de aer. În timpul verii, intensificarea rafalelor de vânt, se observă în timpul furtunilor și rafalelor descendente (downburst). *Rafala descendentă* sau, în engleză, „downburst”, este un curent de aer care se deplasează cu viteză foarte mare (200-300 km/h), efectul la sol fiind distrugător. Fenomenul nu durează niciodată mai mult de câteva minute, și seamănă mult cu o vijelie albă, descrisă de

marinari atunci când se produce și pe mare. Prezența unui strat cu umezeală scăzută în troposfera medie, determină o evaporare a precipitației, o răcire și mai mare și o intensificare a curentului descendent, nucleul rece având astfel viteză de cădere mai mare.

Există mai multe teorii referitoare la formarea tornadelor. Unele fac apel la existența în troposferă a unor straturi de aer, cu mari diferențe de temperatură și umezeală relativă, joncțiunea acestora generând intense mișcări termoconvective, care sunt însoțite de condensări extrem de active la toate nivelurile (Ciulache, Ionac, 1995). Literatura de specialitate menționează, în multe situații, geneza tornadelor pe teritoriul Statelor Unite ale Americii, unde acestea se produc în multe regiuni, extinse de la nord la sud și de la est la vest. Alea Tornadelor formată pe teritoriul SUA, se întinde din nordul Texasului prin Oklahoma, Kansas, Nebraska, Iowa și Dakota de Sud, uneori fiind incluse în această zonă și alte state, precum: Minnesota, Wisconsin, Illinois, Indiana, Missouri, Arkansas, Dakota de Nord, Montana și Ohio (fig. 4 a).

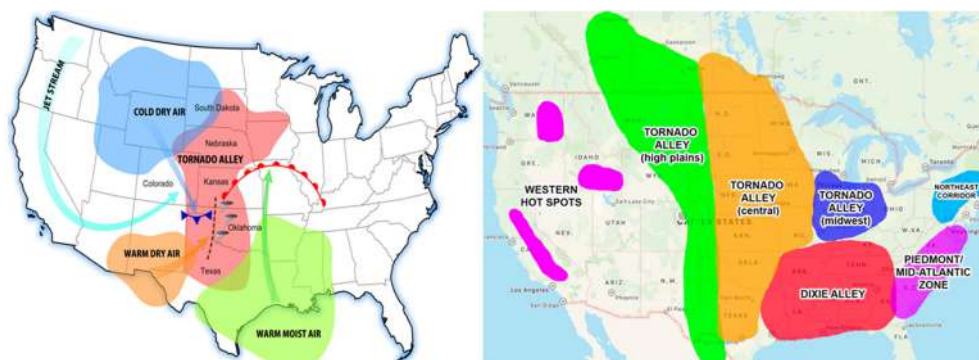


Fig. 4 Alea Tornadelor (Tornado Alley) (a) / Alea Dixie (Dixie Alley) (b)
(sursa: D.Craggs, 2015, Timmer 2020)

Potrivit National Severe Storms Laboratory (NSSL), „Alea Tornadelor” este un termen folosit de mass-media, ca referință la zonele care au un număr mare de tornade. Termenul „Alea Tornadelor” a fost folosit pentru prima dată în 1952, de meteorologii forțelor aeriene americane, maiorul Ernest J. Fawbush (1915–1982) și căpitanul Robert C. Miller (1920–1998), ca titlu al unui proiect de cercetare, pentru a studia vremea severă în anumite părți din Texas și Oklahoma. Un studiu al National Climatic Data Center (NCDC), pentru perioada 1991-2010, arată următoarea distribuție a numărului mediu de tornade: Florida 12,3; Kansas 11,7; Maryland 9,9; Illinois 9,7; Mississippi 9,2; Iowa 9,1; Oklahoma 9,0; Carolina de Sud 9,0; Alabama 8,6; Louisiana 8,5; Arkansas 7,5; Nebraska