

7461677

STERIE CIULACHE

NICOLETA IONAC

FENOMENE GEOGRAFICE DE RISC

PARTEA I

EDITURA UNIVERSITĂȚII BUCUREȘTI
1995



BIBLIOTECA CENTRALA
UNIVERSITARA
Bucuresti

Cota III 461677

Inventar 796881

STERIE CIULACHE

NICOLETA IONAC

FENOMENE GEOGRAFICE DE RISC

PARTEA I

EDITURA UNIVERSITĂȚII BUCUREȘTI

- 1995 -

Biblioteca Centrală Universitară

BUCUREȘTI

Cota III 461 677 - dublet

Inventar 796 881

Referenți științifici: Prof. dr. ION PIȘOTA
Conf. dr. EMIL VESPREMEANU

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universității București.
Orice reproducere sau traducere, fie și parțială, precum și
contrafacerea de orice tip intră sub incidența Codului Penal.

ISBN - 973-9160-61-1

INTRODUCERE

Atmosfera este una dintre componentele de bază ale mediului înconjurător. În stare pură, ea se prezintă ca un amestec de gaze (douăzeci la număr) în care predomină azonul (78,088% din volum), oxigenul (20,949%), argonul (0,930%) și bioxidul de carbon (0,031%). Amestecul respectiv poate fi asimilat unui gaz perfect, cu greutatea moleculară de 28,97 unități atomice de masă.

Atmosfera reală conține, pe lângă cele douăzeci de gaze care alcătuiesc aerul uscat pur, și cantități variabile de vapori de apă, concentrate cu precădere în troposferă unde pot atinge proporții de 5% din unitatea de volum. La toate acestea se adaugă și suspensiile solide ori lichide ale căror concentrații variază amplu în funcție de felul și apropierea surselor, de mărimea particulelor suspendate, de condițiile meteorologice etc.

Însușirile fizice ale atmosferei (temperatura, presiunea, densitatea etc.), pe de o parte, și procesele care au loc în cuprinsul ei, pe de alta, prezintă variații temporale și teritoriale la originea cărora se află schimbările periodice și neperiodice pe care le înregistrează factorii radiativi, fizico-geografici și dinamici ce generează clima oricărei regiuni de pe Pământ și a planetei în ansamblul ei.

Caracteristicile climei, adică temperatura, umezeala, durata strălucirii Soarelui, norii, precipitațiile, stratul de zăpadă, presiunea, vânturile etc. joacă un rol extrem de important în viața și activitatea societății omenești. Acest rol are o față și un revers. Căci clima reprezintă în același timp, o resursă și un risc.

Clima este o resursă deoarece furnizează căldura și umiditatea indispensabile vieții, constituie alături de sol, baza agriculturii, dă impulsul ei curenților calzi, asigură înătorilor lacuri cu apă caldă și schiorilor zăpadă alunecoasă etc. Dar firește, ea este o resursă nu numai pentru motivele enumerate mai sus. Multe altele, mai puțin evidente, dar deloc neglijabile, vin să completeze și să îmbogățească însușirea de resursă a condițiilor climatice.

Este știut că, în general „centrul progresului în civilizație s-a deplasat din regiunile relativ puțin stimulante unde iarna, aproape lipsită de furtuni,

este sezonul cel mai agreabil, către regiunile stimulante, sedii a numeroase furtuni și unde vara este perioada cea mai agreabilă“.

Deplasarea respectivă a fost posibilă prin construirea de imobile confortabile în orice anotimp și prin realizarea unor rețele de transport adaptate rigorilor specifice iernilor din regiunile temperate.

Efectul stimulant al climei temperate asupra economiei poate fi pus în evidență și prin compararea produsului național brut al statelor din zona respectivă, cu cel al statelor din zonele tropicale, unde consumul de energie este redus. Și cu toate că ar fi simplist să se pună exclusiv pe seama climei superioritatea produsului național brut al statelor din zonele temperate, influența ei nu poate fi, în nici un caz, trecută cu vederea.

Dezvoltarea științei și tehnologiei a făcut ca, treptat, clima să devină mai mult decât un factor de stimulare. Astfel, căldura, frigul, ploaia, zăpada și vântul s-au transformat pur și simplu în resurse exploatabile.

De mai bine de un secol, resursele climatice sunt luate în considerare în activitatea de planificare a utilizării terenurilor (mai ales a celor agricole), de aprovizionare cu apă, de elaborare a proiectelor de sisteme de irigații și drenaj etc.

Tendința de epuizare a resurselor naturale regenerabile a determinat, în compensație, o orientare din ce în ce mai fermă către productivitatea optimală în exploatarea energiei climatice (radiantă și eoliană) și a resurselor de lumină și umiditate. Exploatarea și utilizarea resurselor climatice regenerabile se bazează pe cunoștințe climatologice aprofundate și recurge în permanență la prognoza meteorologică.

Clima influențează în bună măsură și exploatarea și utilizarea altor resurse. Astfel, petrolul și gazele naturale servesc, între altele, pentru protecția împotriva frigului și căldurii; o mare parte a energiei electrice consumate în industrie provine din resursele hidraulice care depind de climă; apa utilizată în tratarea materiilor prime (22 m³ de apă pentru rafinarea unui metru cub de petrol, 1,3000 m³ de apă pentru producerea unui metru cub de cauciuc sintetic) depinde la rândul ei de climă etc.

Desigur, prezentarea climei ca resursă comportă o problemă amplă și extrem de diversificată. Scopul lucrării de față este însă, prezentarea ei ca factor de risc.

Riscurile climatice se exprimă printr-un mare număr de fenomene atmosferice care pot avea pentru omenire consecințe uneori dezastruoase, deoarece produc victime omenești și provoacă pagube materiale deosebit de grave. Aceste fenomene atmosferice de risc pot fi împărțite în trei categorii distincte, după rapiditatea declanșării lor: cu declanșare rapidă; cu viteză

de apariție intermediară; cu apariție lentă. Lor li se adaugă o categorie de fenomene de risc datorate combinării unor factori meteorologici și nemeteorologici și o alta incluzând fenomene dăunătoare mai greu sesizabile ca atare. Prima categorie se subdivide, la rândul ei, în două subdiviziuni, după extinderea în teritoriu: cu extindere regională și cu extindere locală.

Cunoașterea aprofundată a condițiilor care favorizează declanșarea diferitelor fenomene atmosferice de risc, a mecanismelor evoluției lor, precum și a consecințelor ce decurg din desfășurările respective, poate facilita într-o măsură mai mare sau mai mică, adoptarea unor măsuri de prevenire, de atenuare sau de combatere a pagubelor pe care acestea le provoacă.

Lucrarea de față își propune să prezinte cititorilor, datele esențiale pentru înțelegerea legăturilor care guvernează apariția și dezvoltarea fenomenelor atmosferice de risc și importanța eforturilor pe care omenirea trebuie să le întreprindă pentru diminuarea consecințelor negative ale acestora. Că problema fenomenelor naturale de risc este una de însemnătate majoră la scara întregii lumi, rezultă și din hotărârea Organizației Națiunilor Unite, care a stabilit ca perioada 1991–2000 să se constituie, între altele, și într-un „Deceniu de acțiuni pentru micșorarea consecințelor catastrofelor naturale“.

1. FENOMENE ATMOSFERICE DE RISC CU DECLANȘARE RAPIDĂ

Fenomenele atmosferice dăunătoare cu declanșare rapidă se caracterizează prin energii extrem de mari, care amenință cu desfășurări catastrofice, brusce, ele putând cuprinde o parte dintr-o țară, o țară întreagă sau un grup de țări. Adesea, rapiditatea declanșării lor este atât de mare încât alerta poate fi dată prea târziu.

1.1. FENOMENELE ATMOSFERICE DE RISC CU DECLANȘARE RAPIDĂ ȘI EXTINDERE REGIONALĂ

În această grupă se includ doar ciclonii tropicali. Aceștia constituie însă fenomene atmosferice de o mare complexitate, cu o arie de desfășurare foarte întinsă și cu o putere distructivă excepțională.

1.1.1. Ciclonii tropicali

Sunt ciclonii mobili ai regiunilor intertropicale, adică depresiuni barice tropicale în care viteza vântului depășește 17 m/s sau 61 km/h. Dacă viteza vântului depășește 32 m/s sau 115 km/h, se spune că este vorba de un uragan.

Furtunile tropicale violente aparțin întotdeauna aceluiași tip generic numit ciclon tropical. Cu toate acestea, în diversele regiuni ale lumii unde ele iau naștere în mod frecvent, se utilizează pentru denumirea lor termeni diferiți (tabel 1).

Tabel 1

| Regiunea | Viteza maximă a vântului | |
|---|--------------------------|-----------------|
| | 17-32 m/s | 32-85 m/s |
| Pacificul de Nord-Est | Ciclon tropical | Taifun |
| Golful Bengal și Marea Oman | Ciclon | Ciclon violent |
| Oceanul Indian de Sud | Depresiune tropicală | Ciclon tropical |
| Pacificul de Sud | - " - | Ciclon |
| Atlanticul de Nord și Pacificul de Nord-Est | Furtună tropicală | Uragan |

Cea mai mare parte a autorilor și publicațiilor care se ocupă de problema catastrofelor naturale ce afectează omenirea, este de acord că ciclonii tropicali pot provoca mai mulți morți și mai multe distrugerii decât aproape oricare alta dintre numeroasele forțe ale naturii. Tocmai de aceea cercetărilor privitoare la geneza și evoluția ciclonilor tropicali li se acordă o atenție deosebită în numeroase țări, cu precădere în cele afectate de aceste fenomene extrem de violente și dăunătoare.

1.1.1.1. Geneza ciclonilor tropicali

Pentru formarea ciclonilor tropicali este necesară satisfacerea a cinci condiții și anume: suprafețe oceanice vaste, cu temperaturi ridicate ($26,5^{\circ}\text{C}$) deasupra cărora aerul este cald și umed; valori suficient de mari ale forței Coriolis, pentru a determina mișcarea turbionară a aerului (cerință care exclude ciclonii tropicali în zona dintre ecuator și latitudinea de $5-8^{\circ}$ nord și sud); lipsa unei componente verticale slabe în curentul de bază; preexistența unei perturbații tropicale activând ca sursă a viitorului ciclon; scurgerea aerului pe suprafața perturbației.

Energia necesară formării și dezvoltării ciclonilor în general, se datorează neomogenității temperaturii maselor de aer care generează gradientii barici orizontali. În cazul ciclonilor tropicali, sursa principală de energie cinetică o constituie însă instabilitatea verticală deosebit de mare la latitudinile respective. Totodată, sursa de energie necesară menținerii acestor cicloni este căldura latentă de evaporare, eliberată prin condensarea unor cantități imense de vapori de apă.

Ciclonii tropicali numiți, după cum s-a arătat, și taifunuri, hurricane (de la cuvântul caraibean, huracan) sau uragane, se formează numai deasupra mărilor și oceanelor. Structura lor este simetrică (izobarele care îi conturează pe harta sinoptică fiind cercuri aproape perfecte), fronturile atmosferice lipsind cu desăvârșire. Comparativ cu ciclonii sau depresiunile barice din zonele temperate, care acoperă porțiuni vaste ale suprafeței terestre, ciclonii tropicali sunt mici. Zona circulară în interiorul căreia viteza vântului depășește 17 m/s , are un diametru mediu de $500-700\text{ km}$. Frecvent, vânturile suflă cu viteze de 250 km/h (uneori instrumentele au înregistrat 500 km/h înainte de a fi distruse), ceea ce le conferă o putere distructivă excepțională. Aceasta se datorează gradientilor barici foarte mari care iau naștere între centrul ciclonului tropical unde valorile presiunii atmosferice coboară substanțial sub 1000 mb (uneori sub 900 mb) și periferiile acestuia.

Ciclonii tropicali, contrar celei mai mari părți a ciclonilor extratropicali, transformă căldura în lucru mecanic, asemenea unor mașini termice uriașe. Un singur ciclon tropical produce într-o singură zi, o cantitate de energie cinetică cifrată la 1012kW/h, adică sensibil mai mult decât produce în același timp întreaga omenire.

Spre deosebire de ciclonii de la latitudini medii, în partea centrală a ciclonilor tropicali complet dezvoltati, se formează un nucleu cald cu mișcări descendente, care determină disiparea norilor și înseninarea. Acesta este numit „ochiul ciclonului” (fig. 1). El are diametrul de 20–50 km (dar și de 150 km uneori) și temperaturi care, în straturile mijlocii, sunt cu 10–18°C, mai ridicate decât ale aerului din jur. „Ochiul ciclonului” este înconjurat de „zidul” circular al sistemului noros care se înalță, asemenea unui amfiteatru gigantic, până la nivelul tropopauzei tropicale (17 km). Caracterizat prin timp calm (sau cu vânturi slabe) și senin, el pare a se datora forței centrifuge, „zidul” noros situându-se exact acolo unde aceasta echilibrează forța gradientului baric orizontal, care determină deplasarea aerului spre punctul central de presiune minimă. Diametrul lui este mai mic la suprafața terestră unde viteza vântului are valori mai reduse și se evazează spre înălțime odată cu creșterea vitezei vântului și implicit a forței centrifuge. Benzile de nori cumuliformi, formați din picături de apă, se rotesc în spirală (fig. 2) atingând diametre de 300 km, iar umbrela norilor de gheață, de deasupra, se întinde până la 600–800 km de centrul ciclonului. Regiunea ocupată de nori a ciclonului tropical, este caracterizată prin vânturi violente, ploi torențiale, mișcări verticale intense și o turbulență considerabilă.

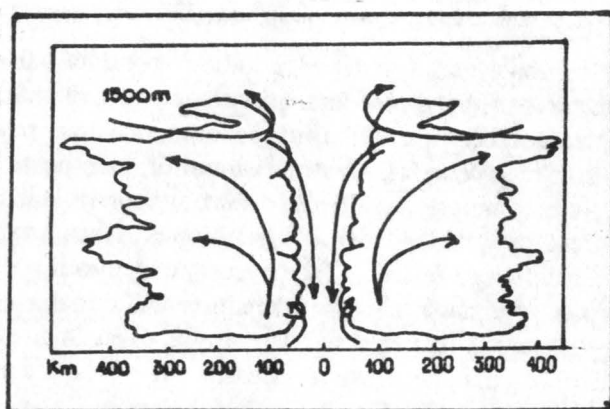


Fig. 1. Secțiune verticală printr-un ciclon tropical.

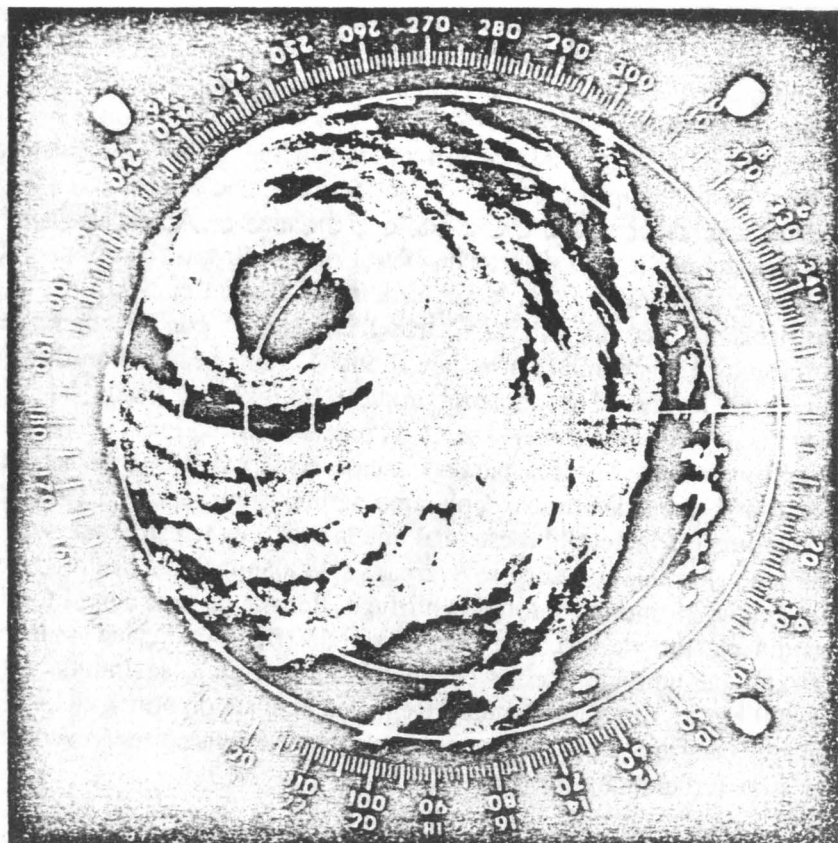


Fig. 2. Imaginea radar a unui ciclon tropical (uraganul Betsy, septembrie 1965).

Așa cum se poate vedea în fig. 3 a, b, care prezintă variațiile vitezei vântului într-un ciclon și banda de vânturi foarte puternice din jurul „ochiului” de senin, la trecerea acestuia din urmă pe deasupra unui punct oarecare se constată o slăbire accentuată a vitezei vânturilor, care poate atinge chiar calmul total. Aceasta nu este însă decât o fază temporară, după care vântul va sufla din nou cu violență, dar din sens opus. Necunoașterea acestei caracteristici a ciclonilor tropicali îi face uneori pe locuitorii zonelor afectate de aceste fenomene periculoase, să considere intervalul de calm, drept sfârșitul furtunii. Drept urmare ei își părăsesc adăposturile, expunându-se unor grave primejdii. Chiar dacă pare neverosimil, aceasta este o eroare care a provocat pierderea multor vieți omenești.

Am arătat anterior că, în afara energiei indispensabile, ciclonii tropicali pot lua nașterea numai dacă sunt îndeplinite și alte câteva condiții de ordin

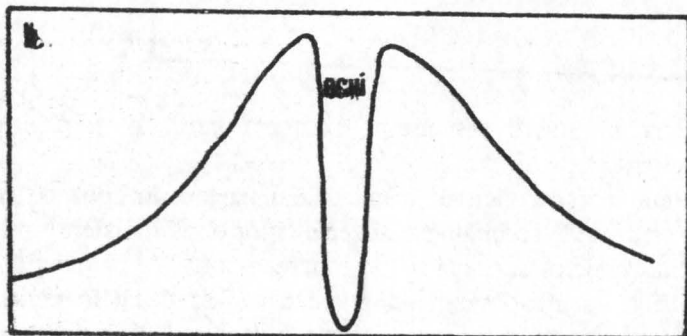
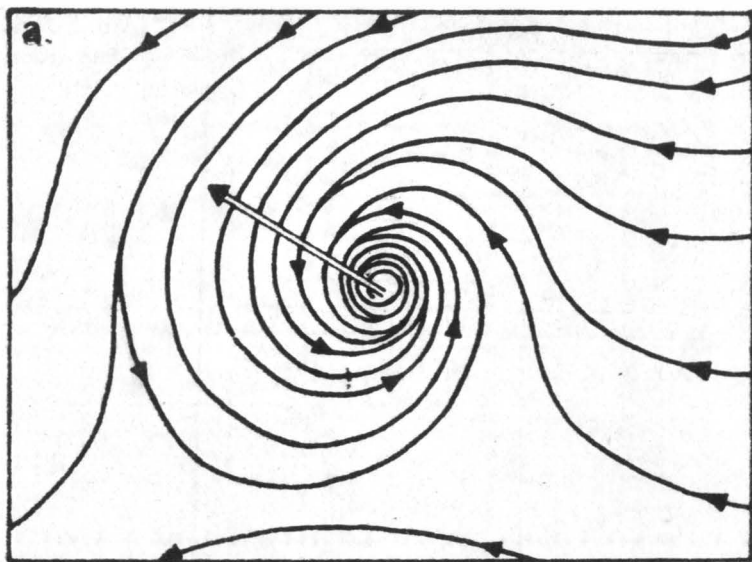
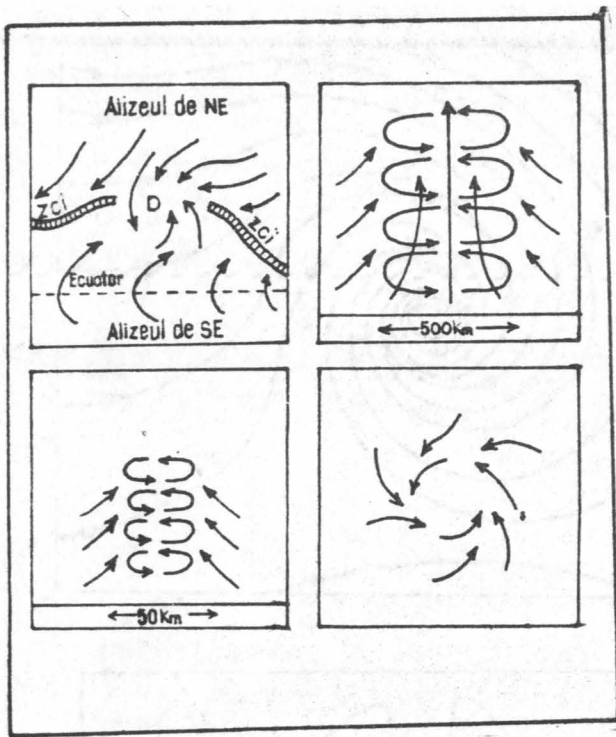


Fig. 3. a. Ochiul și vânturile într-un ciclon tropical tipic din emisfera nordică; b. Profil transversal al vitezei vântului într-un ciclon tropical.

dinamic și termodinamic. Nu se cunoaște însă cu precizie modul cum acționează unii asupra altora factorii care concură la formarea ciclonilor.

Cu condiția existenței unui volum suficient de date meteorologice de la nivelul suprafeței terestre și din atmosfera înaltă, pot fi ușor delimitate zonele oceanice în care un ciclon poate să apară, dar nu se poate spune, încă, nici unde anume, nici când și nici măcar dacă el se va forma. Cu toate acestea, cunoscând zonele favorabile și fiind alertat asupra posibilităților, previzionistul examinează cu atenție datele meteorologice ulterioare, astfel

Fig. 4. Principalele stadii ale dezvoltării unui ciclon tropical



încât să poată stabili din timp, existența certă și amplasarea precisă a ciclonului.

Cel mai adesea, ciclonii tropicali iau naștere în zona de convergență intertropicală (unde se întâlnesc alizeele celor două emisfere), prin creșterea amplitudinii undelor acestora și turbionarea vânturilor care suflă din direcții contrare (fig. 4). Fenomenul nu poate avea loc decât în perioadele când zona de convergență intertropicală este îndepărtată de ecuator (dincolo de latitudinile de 5–8° Nord și Sud, unde forța Coriolis este suficient de puternică pentru a imprima aerului mișcarea turbionară). Și întrucât iarna emisferei nordice corespunde cu perioada când zona de convergență traversează ecuatorul spre sud, în acest anotimp ciclonii tropicali lipsesc cu desăvârșire.

În anumite circumstanțe, deasupra oceanelor tropicale, ciclonii se pot menține două sau trei săptămâni, ei deplasându-se către vest (cu curenții estici de altitudine) și deviind treptat în direcția polului. Încorporați în curenții de vest extratropicali, ciclonii tropicali se transformă treptat în ciclони caracteristici latitudinilor medii, cu fronturi calde și reci.

Când ciclonii tropicali pătrund deasupra uscatului, mișcările ascendente din cuprinsul lor se intensifică sub influența frecării cu relieful terestru,

declanșând ploi catastrofale simultane. Pe măsura înaintării în interiorul regiunilor continentale, sursa de energie constituită din căldura latentă de evaporare diminuează, vânturile și turbulența se reduc în intensitate, dar ploile pot continua multă vreme.

1.1.1.2. Repartiția ciclonilor tropicali

Repartiția teritorială a ciclonilor tropicali este strâns legată de posibilitățile diferitelor regiuni ale lumii, de a întruni condițiile necesare formării și dezvoltării lor.

În medie anuală, pe suprafața terestră se produc 50–60 de cicloni tropicali cu dezvoltare completă din care 75% în emisfera nordică (fig. 5). Ei se concentrează în cel puțin șase regiuni distincte cu frecvențe medii anuale variabile și cu perioade de producere diferite.

I. Regiunea care cuprinde sudul și mai ales sud-vestul părții de nord a Oceanului Atlantic (7,3 cicloni pe an). În cuprinsul ei se disting cinci subregiuni cu caracteristici proprii:

a. Subregiunea Insulelor Capului Verde în care ciclonii se dezvoltă pe parcursul lunilor august și septembrie. Este posibil ca furtunile să nu atingă intensitatea unor uragane, când ajung în partea de vest a oceanului.

b. Subregiunea cuprinzând estul și nordul Indiilor de Vest, Peninsula Florida și coasta de sud-est a S.U.A. cu cicloni din iunie până în octombrie.

c. Subregiunea nordului Mării Caraibilor cu cicloni din a doua parte a lunii mai până în noiembrie.

d. Subregiunea sud-vestului Mării Caraibilor, cu cicloni mai ales în iunie și octombrie.

e. Subregiunea Golfului Mexic, cu cicloni din iunie până în octombrie,

II. Regiunea Pacificului de Nord din largul coastelor vestice ale Mexicului (5,7 cicloni pe an), cu hurricane în perioada iunie–noiembrie.

III. Regiunea sud-vestică a Pacificului de Nord, în special Marea Chinei, Insulele Filipine și sudul Japoniei (21,1 cicloni pe an), cu taifunuri mai ales din mai până în decembrie.

IV. Regiunea nordică a Oceanului Indian, cu două subregiuni distincte:

a. Subregiunea Golfului Bengal, cu 6,0 cicloni pe an, dezvoltați în perioada aprilie–decembrie.

b. Subregiunea Mării Arabiei, cu 1,5 cicloni pe an, produși în perioada septembrie–decembrie.

V. Regiunea sudică a Oceanului Indian, cu o singură subregiune mai bine conturată.

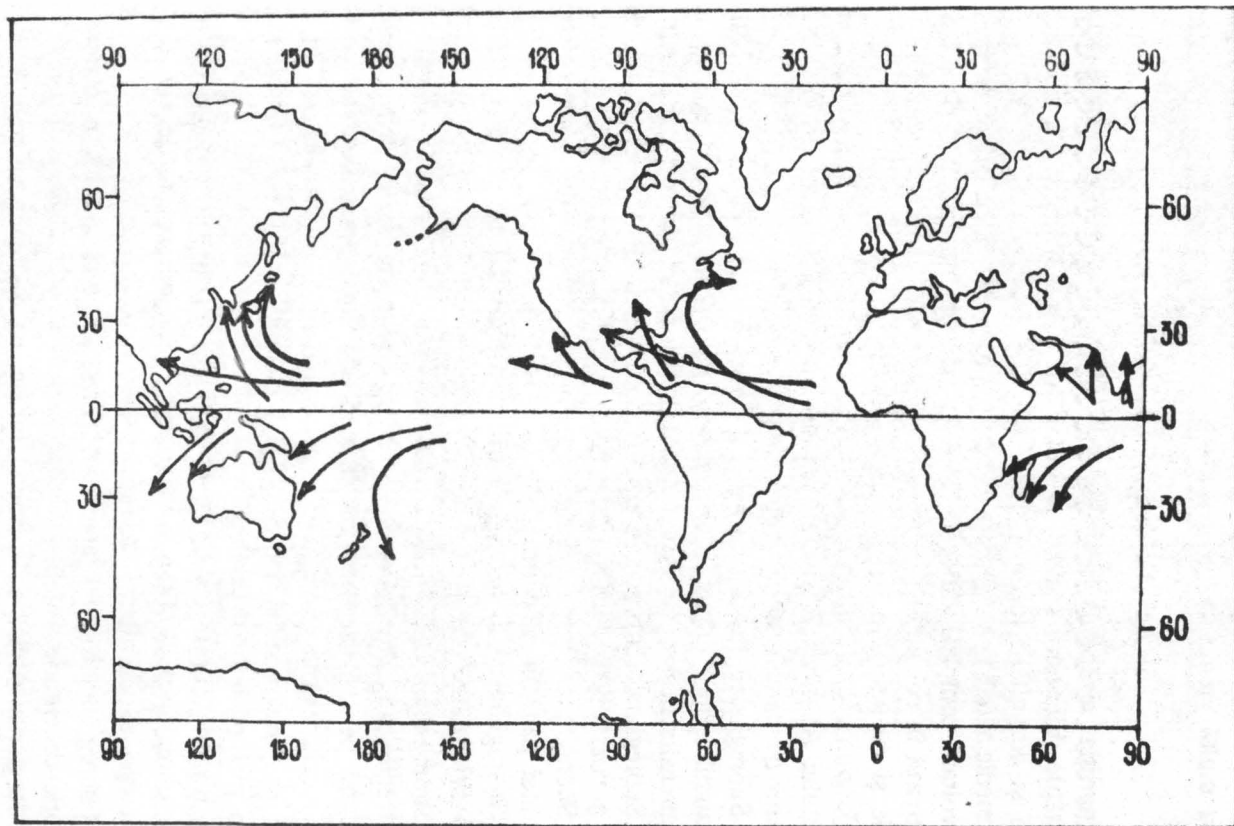


Fig. 5. Principalele regiuni de pe glob cu cicloni tropicali violenți.

a. Subregiunea cuprinsă între țărmurile estice ale Insulei Madagascar și 90° longitududine estică, cu 0,9 cicloni pe an, în perioada noiembrie–aprilie.

VI. Regiunea Pacificului de Sud, situată între coastele estice ale Australiei și meridianul de 140° longitudine vestică, cu cicloni în perioada decembrie–aprilie.

1.1.1.3. Cauzele pagubelor provocate de ciclonii tropicali

Factorii care provoacă pierderile sau pagubele grave la trecerea unui ciclon tropical peste o regiune oarecare sunt: vânturile violente, ploile abundente, inundațiile și undele de maree.

Vânturile violente

În situațiile când viteza medie a vântului depășește 33 m/s (120 km/s), adică atunci când atinge forța unui uragan, el se numește vânt distrugător. S-a constatat că puterea de distrugere a vântului sporește cu pătratul vitezei sale, ceea ce înseamnă că dacă viteza crește de zece ori, forța distructivă se mărește de o sută de ori.

Vânturile violente provoacă pierderi de vieți omenești și pagube grave nu numai în mod direct, ci și prin diferitele obiecte pe care le antrenează de pe suprafața terestră, proiectându-le cu putere până la distanțe uneori incredibil de mari (fig. 6). În plus, diferitele clădiri și structuri pot fi deteriorate

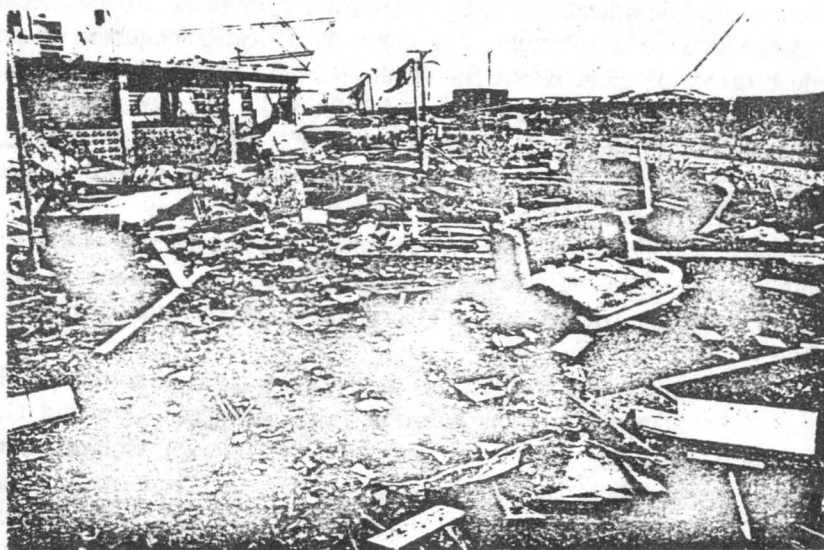


Fig. 6. Distrugerii provocate de un ciclon tropical la Darwin, Australia.

din cauza diferențelor apreciabile de presiune ce apar între laturile „din vânt” și de „sub vânt”. Aceste diferențe de presiune provoacă așa numitul „efect de sugere”, mai ales în cazul construcțiilor înalte, a căror mișcare oscilatorie se poate amplifica până la producerea prăbușirii. Resturile proiectate de vânt provoacă uneori o reacție în lanț a pagubelor suferite de clădiri.

Forțele dezlănțuite ale ciclonilor tropicali pot provoca distrugerii spectaculoase, aparent bizare și prin scăderea bruscă a presiunii atmosferice în afara unor structuri închise. În astfel de situații, presiunea normală din interiorul structurii închise devine atât de puternică, în raport cu cea din exterior, încât determină explozia și distrugerea construcției respective.

În general, pe uscatul terestru, efectele distructive ale vântului sunt mai reduse decât cele ale inundațiilor și undelor de maree, dar, pe întinderile nesfârșite ale mărilor și oceanelor, pierderile de vieți omenești se datorează aproape în întregime efectelor vântului și valurilor, mai ales pentru ambarcațiunile mici.

Ploile abundente

Întrucât pot fi foarte abundente pe parcursul unor perioade lungi de timp, ploile datorate ciclonilor tropicali determină creșteri ample și rapide ale cursurilor de apă. Pierderile de vieți omenești și de bunuri materiale datorate inundațiilor care însoțesc ori succed un ciclon tropical constituie adesea o proporție ridicată din totalul pierderilor înregistrate. Aceasta deoarece există tendința de a subestima sau chiar de a neglija pagubele ce pot fi produse direct de către ploile abundente. Trebuie așadar să se țină seama de faptul că o mare parte a apei provenită din ploile abundente se infiltrază în sol, atacând fundațiile clădirilor și provocând astfel pagube enorme. Ba mai mult, ploile intense, chiar de scurtă durată pot agrava riscurile existente, cu precădere pe cel al alunecărilor de teren.

Efectele ploilor abundente asupra clădirilor sunt adesea, mai grave în regiunile unde astfel de fenomene meteorologice sunt extrem de rare, și materialele de construcție nu prezintă rezistența necesară la solicitările respective.

Un exemplu grăitor în acest sens îl constituie ciclonul produs pe Marea Oman la jumătatea lunii iunie a anului 1977. Atingând sultanatul Oman, mai ales insulele Masirah, el a generat vânturi și ploi violente, care în provincia sudică Dhofar au durat trei zile. Apele vijelioase au dezgolit pantele munților și au provocat moartea a 103 oameni. Efectele ploilor abundente au fost devastatoare atât asupra locuințelor rudimentare construite din lut, cât și asupra celor construite din piatră dar având ca liant lutul specific

regiunilor respective. În orașul Mirbat, de pildă, peste 500 de locuințe au fost aproape complet distruse (fig. 7).

Inundațiile

Creșterile cursurilor de apă care provoacă inundațiile, undele de marec și avalanșele de zăpadă, sunt fenomene în care, pe lângă condițiile meteorologice, mai mulți alți factori joacă un rol important.

Inundațiile se pot datoră și se datorează uneori ruperii unui dig sau unui baraj, dar cel mai adesea ploile excesive constituie cauza lor principală. Așa se întâmplă și în cazul ciclonilor tropicali.

La creșterea cursurilor de apă se pot distinge trei faze, care sunt într-o anumită măsură succesive.

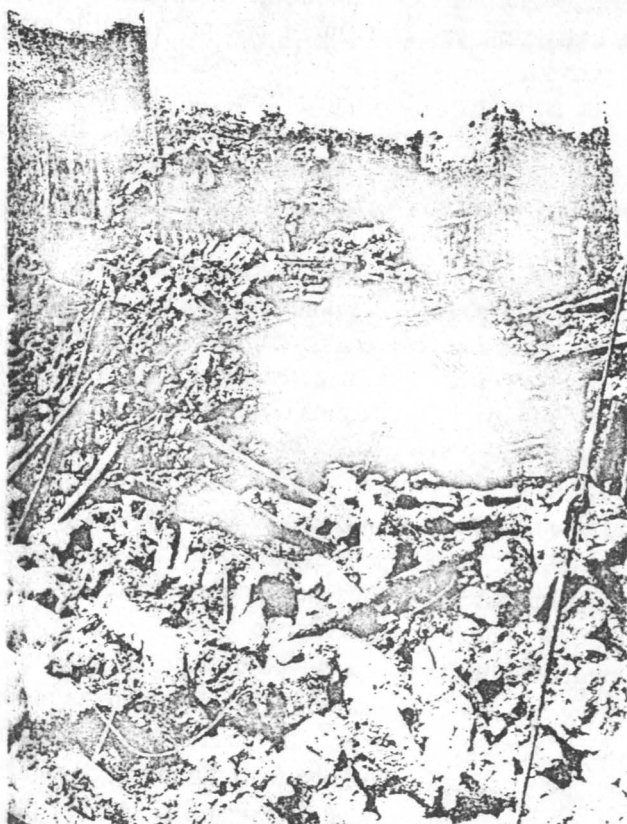


Fig. 7. Case distruse de ploile datorate unui ciclon tropical la Mirbat, Oman.



– O fază meteorologică în care meteorologii prevăd intensitatea, întinderea și durata ploii, informând despre acestea hidrologii.

– O fază hidrometeorologică, în care meteorologii și hidrologii analizează precipitațiile deja înregistrate, prognozând precipitațiile și creșterile de nivel ale apelor în următoarele 6–12 ore.

– O fază hidrologică în care hidrologii caută să atenueze pericolele inundațiilor luând măsurile necesare pentru reducerea la minimum a pagubelor posibile.

În cazul ciclonilor, condițiile meteorologice extreme (intensitatea și durata ploilor pe de o parte, și acțiunea distructivă a vânturilor, pe de alta) se combină adesea provocând inundațiile catastrofale.

Undele de maree

În catastrofele datorate ciclonilor tropicali, unda de maree este adesea factorul cheie. La apropierea ciclonului de țărmuri, vânturile marine, extrem de puternice, provoacă frecvent creșteri de mai mulți metri ale nivelului apei, adică unda de maree. Elementele care concură la producerea unei unde de maree sunt în parte de ordin meteorologic și în parte de ordin hidrografic (depinzând de caracteristicile fundului mării din vecinătatea țărmului). Unda de maree este rezultanta acțiunii conjugate a următorilor factori mai importanți.

– Scăderea presiunii atmosferice deasupra suprafeței mării.

Întrucât în centrul ciclonului tropical, presiunea atmosferică este mult mai mică decât la exterior și deoarece pentru fiecare milibar în minus, nivelul apei crește în medie cu circa 1 cm, înălțarea maximă datorată acestui fenomen se cifrează la aproximativ 1 m (diferența de presiune dintre centrul și periferia ciclonului tropical depășind rareori 100 cm).

– Influența vântului. Pe măsură ce vânturile se răcoresc, ele provoacă valuri, hule și unde de maree mai înalte. Cu toate acestea, când perturbația ajunge la o anumită distanță față de țărm, contracurenții ce iau naștere sub suprafața mării pot contracara efectele vânturilor care tind să provoace o undă de maree cu înălțimi considerabile.

– Influența fundului mării. Când perturbația se apropie de o coastă, mai ales dacă fundul mării are pantă lină, frecarea care se produce frânează curenții submarini de retur, favorizând astfel acumularea apei în lungul țărmului. Această conjugare a acțiunii vântului și fundului marin cu pantă dulce, poate provoca unde de maree foarte înalte, atingând și chiar depășind în cazul ciclonilor foarte violenți, înălțimi de 8 m.

– Efectul de gâtuire (îngustare). În situațiile când apele înalte se năpustesc într-un golf bine închis, iar vânturile împing, acumulează și mențin acolo noi cantități de apă, nivelul apei din interiorul golfului rămâne mult timp mai ridicat decât cel al apei din largul coastelor deschise.

– Rolul vitezei cu care ciclonul se apropie de coastă și al unghiului traiectoriei sale față de aceasta. Înălțimea undei de maree crește direct proporțional cu sporirea vitezei ciclonului și cu apropierea de 90° a unghiului format între direcția acestuia și linia țărmului. Totuși, unda de maree poate fi primejdioasă și în cazurile când ciclonii violenți se deplasează paralel cu coasta sau se deplasează foarte lent.

– Mareele. În unele regiuni litorale, mareele semi-diurne au amplitudini de câțiva metri și variază într-o anumită măsură, pe parcursul anului. Drept consecință, înălțimile maxime ale apei diferă substanțial de la flux la reflux. Dacă un ciclon atinge coasta în momentul înălțimii maxime a mareelor echinoxiale, unda de maree rezultată va putea fi devastatoare, mai ales dacă, mareele înalte obișnuite ating aproape nivelul necesar pentru inundarea unei mari părți a coastei.

Țările cele vulnerabile față de undele de maree sunt, desigur, cele expuse ciclonilor cei mai violenți, unde există terenuri joase în lungul coastelor și golfuri aproape închise dinspre mare. Printre acestea se numără Bangladesh, China, Statele Unite ale Americii, India, Japonia, Mexic și, în emisfera sudică, Australia.

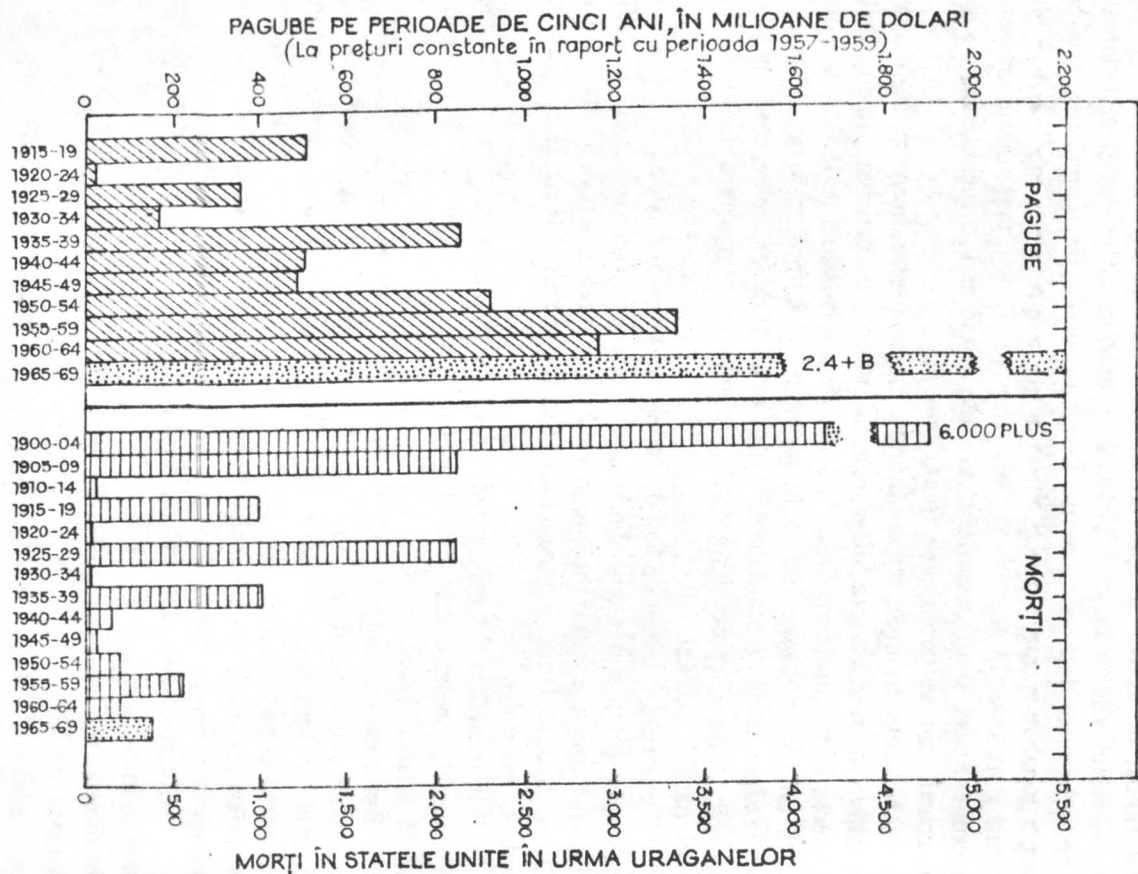
Prin frecvența și forța lor distructivă, ciclonii tropicali sunt, fără îndoială fenomenele naturale cele mai dăunătoare, în ciuda faptului că prezintă și unele însușiri pozitive.

Botezate cu nume de sfinți, de corăbii scufundate, dar mai ales cu frumoase nume de femei, furtunile ciclonice tropicale devastează frecvent coastele regiunilor peste care se abat, provocând ireparabile pierderi de vieți omenești și pagube materiale aflate în raport direct proporțional cu violența manifestării lor și invers proporțional cu amploarea și eficiența măsurilor întreprinse pentru prevenirea și atenuarea efectelor specifice.

Mijloacele de informare în masă scrise, vorbite și vizuale oferă destul de des informații la zi în legătură cu devastările produse de ciclonii tropicali în diferite regiuni ale lumii. Câteva exemple pot fi totuși utile în contextul lucrării de față.

Statistici întreprinse în S.U.A. (fig. 8) arată că pierderile înregistrate în primii 60–70 de ani ai secolului al XX-lea, în această țară, au prezentat tendințe generale de creștere la capitolul pagube materiale (din cauza sporirii bunurilor ce puteau fi distruse) și tendințe generale de scădere la capitolul

Fig. 8. Tendințele pierderilor provocate de uragane în S.U.A.



victime omenești (atribuite ameliorării serviciilor de alertă și programelor de pregătire a comunităților).

Cel mai devastator ciclon tropical înregistrat până în prezent s-a abătut asupra coastelor Republicii Bangladesh în zilele de 12 și 13 noiembrie 1970. El a produs un front de unde de maree cu înălțimi de 3–9 m, determinând inundarea unor regiuni vaste și dens populate. Numărul morților a depășit 300 000 (după unele surse, exagerate desigur, 1.000.000); iar al sinistraților, câteva milioane.

Cel mai devastator taifun din anul 1990 a afectat Arhipelagul Filipinelor la 14 noiembrie cauzând moartea a peste 200 de oameni și dispariția altor 160. Vânturile puternice, depășind 165 km/h, au provocat scufundarea a peste 70 de ambarcațiuni, făcând să eșueze și celebra navă de cercetări marine „Calipso” a comandantului Jaques Yves Cousteau. Pagubele pricinuite de acest taifun s-au ridicat, după estimări făcute în zilele imediat următoare, la aproape 20 milioane de dolari.

1.1.1.4. Frecvența ciclonilor ropicali

Ciclonii tropicali înregistrează o frecvență maximă în Pacificul de Nord–Vest. Ei se produc de asemenea în nordul Oceanului Indian (Gulful Bengal și Marea Oman), în sudul acestuia (de-a lungul coastelor de nord-vest ale Australiei), în Pacificul de Sud și în Atlanticul de Nord.

Distribuția în timp a ciclonilor variază de la o regiune la alta, în funcție de deplasarea zonei de convergență intertropicală și de caracteristicile termobarice specifice. În anumite regiuni, cum sunt Pacificul de Nord și Gulful Bengal, ciclonii sunt posibili tot anul dar, în fiecare dintre aceste zone, posibilitatea producerii lor este mai mare pentru anumite luni decât pentru altele.

Datele statistice privitoare la formarea ciclonilor tropicali, provenite din șiruri de observații variind între 10 și 70 de ani (tabel 2), indică diferențe apreciabile de frecvență de la o regiune la alta. Circa 75% din ciclonii tropicali se formează în emisfera nordică, iar cel mai mare număr mediu anual revine regiunii Pacificului de Nord–Vest (31,6) urmată de Pacificul de Nord–Est (13,5). Faptul că în regiunea Pacificului de Nord–Vest, luna septembrie, cea mai bântuită de furtuni, cunoaște 6,2 cicloni tropicali, față de numai 0,8 câți înregistrează luna noiembrie în Gulful Gengal, nu trebuie să conducă la concluzia că pericolul prezentat de aceste fenomene atmosferice ar fi mai redus în regiunile unde frecvența lor este mai slabă. Împrejurarea că cel mai distrugător ciclon tropical produs vreodată pe planeta noastră

a pornit din Golful Bengal și a devastat coastele statului Bangladesh contrazicând în mod limpede o astfel de concluzie.

Statisticile arată că ciclonii tropicali, ca și undele de mare și inundațiile pe care aceștia le determină sunt concentrate net în Asia și ating un mare număr de țări în curs de dezvoltare. În perioada 1947–1973, 96% din victimele omenești provocate de ciclonii tropicali s-au înregistrat tocmai în această regiune a lumii.

Din punctul de vedere al distribuției temporale, tabelul 2 arată că ciclonii tropicali se produc mai ales vara și toamna. Fiecare regiune are o lună cu frecvență maximă, excepție făcând doar Golful Bengal și Marea Oman unde se înregistrează două maxime: unul la începutul verii și altul la sfârșitul toamnei.

1.1.1.5. Detectarea ciclonilor tropicali

Intrucât atmosfera este un mediu în permanentă schimbare (din cauza neîncetatei transformări de energie și a altor variate procese meteorologice) principalele ei însușiri – temperatura, presiunea, direcția și viteza vântului – trebuie măsurate într-un mare număr de puncte și la intervale suficient de dese, pentru a se putea descrie starea ei în momentul observațiilor și evoluția probabilă în intervalul de timp care urmează.

Pentru a-și putea elabora previziunile lor, meteorologii trebuie să primească de mai multe ori pe zi date meteorologice provenind de pe teritorii întinse din jurul țării sau regiunii pe care o servesc. Acestea sunt colectate și transmise în timp util serviciilor de prevedere a timpului, după nevoile lor.

Elementele esențiale – colectarea, tratarea și difuzarea datelor – ale științei și practicii prognozei au dat naștere programului numit Veghea Meteorologică Mondială, coordonat și mereu îmbogățit de Organizația Meteorologică Mondială (O.M.M.) în colaborare cu serviciile meteorologice naționale din întreaga lume.

O.M.M. a definit norme generale pentru rețelele de stații meteorologice (de suprafață și ale atmosferei înalte), iar fiecare țară membră a O.M.M. s-a angajat să-și organizeze o rețea națională conform cu aceste norme și să practice schimbul internațional de date.

1.1.1.6. Sisteme de observație

Veghea Meteorologică Mondială se bazează pe un Sistem Mondial de Observații (S.M.O.) constituit în esență, prin integrarea rețelelor sinoptice de bază ale tuturor țărilor cu scopul formării unui sistem unic, aplicând aceleași procedee tehnice de măsurare a elementelor meteorologice și de urmărire a

proceselor și fenomenelor atmosferice. Această rețea internațională este alcătuită dintr-un mare număr de stații meteorologice de suprafață, cărora li se adaugă, în număr mult mai mic, observatoarele aerologice sau stațiile atmosferei înalte, care măsoară presiunea, temperatura, umezeala, direcția și viteza vântului (uneori și intensitatea radiației solare) până la înălțimi de circa 30 km. Întrucât cea mai mare parte a suprafeței terestre este acvatică, țările maritime efectuează observații meteorologice pe multe din navele lor comerciale, iar grupe de țări finanțează funcționarea de nave meteorologice în anumite puncte fixe ale oceanului planetar.

Fiecare rețea națională trebuie să fie în măsură să recepționeze, în principalele ei centre meteorologice, nu numai datele măsurate sistematic la stațiile de suprafață și înălțime, ci și transmisiunile automate ale fotografiilor norilor, furnizate de sateliții cu orbite polare.

În mod normal, rețeaua meteorologică de bază a unei țări este concepută în scopul satisfacerii nevoilor curente ale aviației, agriculturii, industriei, marelui public etc. în materie de prevedere a timpului și climatologie. Totuși, dacă există nevoi speciale sau dacă există probabilitatea producerii unor fenomene meteorologice deosebite (cu efecte dăunătoare), instituțiile sau serviciul meteorologic al țării respective creează noi stații de observație, cu programe adecvate, pentru completarea datelor furnizate de rețeaua de bază.

Țările expuse ciclonilor tropicali trebuie mai mult decât celelalte, să fie dotate cu următoarele mijloace complementare.

Radare meteorologice

Radarele care funcționează pe lungimea de undă de 10 cm pot asigura eficient reperarea și supravegherea ciclonilor pe o distanță de circa 300 km. Cu radarele instalate pe versanți în puncte înalte ale reliefului, informațiile exacte privind traiectoria ciclonului pot fi disponibile continuu cu ceva mai puțin de 24 ore înainte ca ciclonul să atingă versantul, dacă traiectoria sa este perpendiculară pe acesta. În cazul unei traiectorii învecinate cu versantul și făcând cu acesta un unghi foarte ascuțit, lanțul de radare poate permite o supraveghere constantă timp de mai multe zile.

În afara rolului de reperare a ciclonului, radarul meteorologic furnizează pentru întreaga zonă acoperită de el, informații foarte precise și deosebit de utile asupra naturii sistemelor noroase și a ploilor provocate de ciclon (fig. 9).

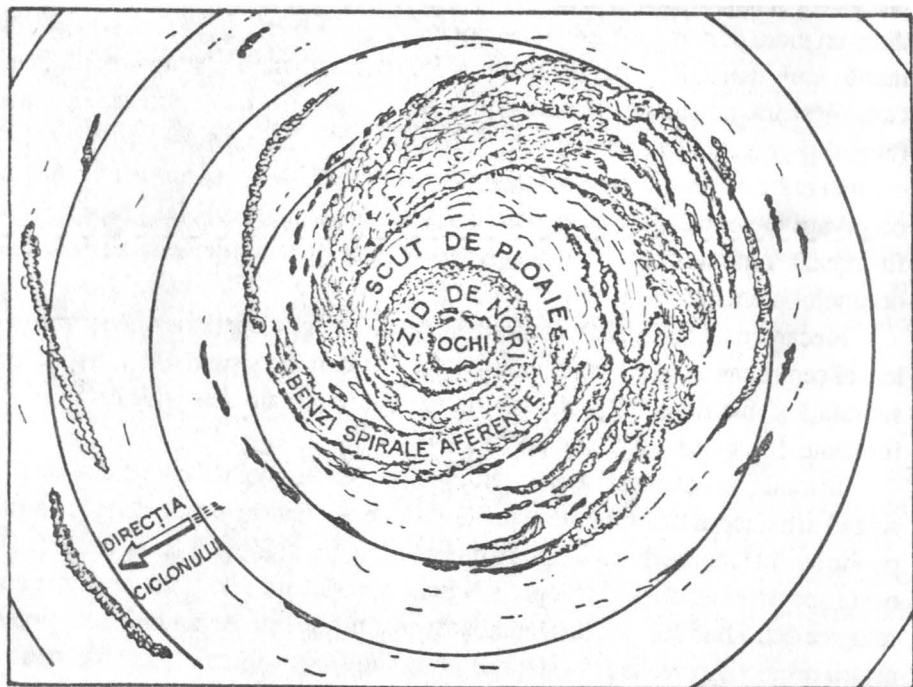


Fig. 9. Structura ciclonului tropical pe ecranul radarului.

Mijloacele de recepționare a datelor furnizate de sateliți

Fotografiile transmise de sateliții meteorologici furnizează date detaliate asupra structurii norilor prezenți în atmosferă, ceea ce oferă meteorologului un mijloc foarte precis de a descoperi ciclonii și a fixa poziția centrelor acestora. Totodată, fotografiile pot fi utilizate și în scopul estimării forței ciclonilor. Cu toate că această metodă este aproape în întregime empirică, estimarea presiunii minime la nivelul solului și a forței maxime a vântului, dă în mod obișnuit rezultate bune.

Primul sistem de sateliți meteorologici utilizați și în scopul supravegherii ciclonilor tropicali se caracterizează prin orbite polare. Aceștia transmit la intervale de 12 ore, fotografiile ale repartiției norilor din zone foarte întinse, în al căror centru se află stația de recepție. O stație poate recepționa transmisiile automate ale acestor sateliți în cursul a trei pasaje succesive la zenit sau aproape de zenit, obținând astfel o fotografie compozită ce acoperă o parte apreciabilă a planetei.

Echipamentul de recepție este relativ simplu și aproape toate serviciile meteorologice naționale și-au creat una sau mai multe stații de recepție.

Al doilea sistem este format de sateliții geostaționari, fiecare dintre aceștia aflându-se, în permanență, deasupra unui punct fix de pe ecuator. Cei cinci sateliți ai sistemului, situați la distanțe egale în spațiu acoperă întreaga suprafață terestră cuprinsă între latitudinile de 50° nord și sud. Fotografiile sunt luate la intervale de 20–25 minute, obținându-se astfel informații aproape continui asupra regiunilor tropicale și temperate.

Acest sistem, deosebit de important pentru detectarea și reperarea ciclonilor în regiunile unde sistemele de observații clasice sunt inadecvate sau inexistente prezintă și un dezavantaj, greu surmontabil pentru țările sărace. Acesta constă în complexitatea mare și costul ridicat al stațiilor capabile să recepționeze și să transforme în informații meteorologice utilizabile, semnalele sateliților geostaționari. Cu atât mai mult cu cât pentru asemenea operațiuni sunt necesare importante echipamente de telecomunicații, calculatoare de mare putere și echipe adecvate de specialiști și tehnicieni.

Organizația Meteorologică Mondială a studiat, împreună cu serviciile meteorologice naționale, posibilitatea creării în fiecare regiune, a unei stații de recepție, care să prelucreze datele furnizate de sateliții geostaționari, transmițând rezultatele obținute centrelor meteorologice din regiune sau chiar din alte regiuni.

Aeronave meteorologice

Centrele meteorologice pot utiliza mesajele transmise de aeronavele comerciale sau de altă natură, care zboară în vecinătatea unui ciclon, furnizând informații privitoare la vânt, temperatură, structura norilor etc. Dar, date sigure și exacte se pot obține numai cu avioane speciale de recunoaștere, dotate cu instrumentele meteorologice cele mai moderne și exploatate de personal calificat. Cu ajutorul acestor mijloace se pot stabili puterea ciclonului și poziția centrului său, mai precis decât pe orice altă cale, dar costul lor este atât de mare încât țările în curs de dezvoltare, afectate de cicloni tropicali, nu și le pot permite decât prin finanțare comună și eventual cu ajutor din afară.

Sisteme de colectare a datelor

Sistemele de colectare și difuzare a informațiilor meteorologice sunt formate din numeroase elemente, care pot diminua serios valoarea și eficacitatea lor dacă nu asigură rapiditatea și fiabilitatea colectării datelor de bază, pe de o parte, și difuzării acestora după prelucrare, pe de altă parte. Întârzierile în

colectarea datelor au drept consecință obligatorie scăderea calității prognozei meteorologice.

Întrucât atmosfera este un mediu în continuă mișcare, serviciile meteorologice și sistemele lor de observații și telecomunicații funcționează 24 ore pe zi în toate zilele anului. Fiabilitatea sistemului de telecomunicații trebuie să fie foarte mare, asigurându-se și sisteme auxiliare adecvate, deoarece întreruperea fluxului de informații meteorologice poate avea urmări extrem de grave în situațiile când un ciclon tropical amenință să atingă efectiv o țară sau o regiune oarecare.

1.1.1.7. Tehnici de prognoză meteorologică

În centrele de prognoză meteorologică se realizează și se analizează hărțile sinoptice și diagramele aerologice, elaborându-se o hartă probabilă a stării atmosferei peste 12, 24 și 36 ore.

Hărțile respective trebuie să acopere teritoriul mult mai întins (în toate direcțiile) decât teritoriul național pentru care se face prognoza.

Diagramele aerologice, construite pe baza măsurătorilor întreprinse de stațiile atmosferei înalte, oferă posibilitatea cunoașterii structurii verticale a atmosferei în diferite puncte din regiunea analizată. Eficacitatea diferitelor tehnici de prognoză depinde în largă măsură de posibilitatea obținerii datelor de bază. Numeroase erori de previziune se datorează cantității insuficiente de date corecte.

În regiunile unde se produc ciclone, serviciile meteorologice sunt permanent în alertă, pentru a-i putea detecta și repera îndată după apariție. Hărțile și diagramele oferă indicații bune cu privire la zonele probabile de apariție a ciclonilor, în timp ce fotografiile luate din satelit, radarele meteorologice și mesajele aeronavelor ajută la reperarea perturbațiilor puțin timp după nașterea lor.

Îndată ce un ciclon este semnalat și poziția lui aproximativ cunoscută, previziuniștii acordă o atenție specială presiunii minime din centrul acestuia (de care depinde forța maximă a vântului), direcției și vitezei de deplasare a ciclonului în ansamblul său, posibilităților de ploaie și posibilităților de undă de mare, adică factorilor care produc cele mai mari pagube pe traiectoria parcursă între locul de formare și cel de stingere.

Tehnici subiective

Prevederea intensității și direcției de deplasare a ciclonilor se realizează prin diferite metode sau tehnici a căror exactitate este ridicată pentru intervale de prognoză de până la 24 ore, dar diminuează progresiv pe măsura creșterii

acestora. Este și rațiunea pentru care previzionistii reexaminează situația sinoptică (pe măsura primirii datelor celor mai recente), determină noile caracteristici ale ciclonului și publică, la intervale cât mai scurte cu putință, noi serii de prognoze.

Erorile grave de prognoză nu trebuiesc excluse din calcul, deoarece deplasarea unui ciclon poate fi neregulată, direcția lui putându-se schimba de la un moment la altul, astfel încât descrie bucle mai mult sau mai puțin adânci.

Direcția de deplasare a ciclonilor tropicali depinde într-o largă măsură de fluxul mediu al curentului de ghidaj, iar acesta din urmă poate fi modificat de diverse forțe dintre care unele pot fi create de el însuși. În consecință, direcția curentului de ghidaj oferă o excelență bază pentru determinarea traiectoriei ciclonului în următoarele 24 de ore.

Desigur, indicațiile astfel obținute sunt în mod obligatoriu verificate prin alte tehnici, înaintea publicării prognozei.

Arhivele climatologice furnizează, de asemenea, informații utile. Analiza datelor provenite dintr-un număr mare de ani anteriori pentru aceeași epocă și pentru aceeași parte de ocean, permite stabilirea unei direcții și viteze medii a ciclonilor tropicali, care se compară cu concluziile trase în urma analizei curentului de ghidaj.

Indicii deosebit de valoroase se obțin, de asemenea, prin metoda simplă a hărții cinematice. Aceasta constă în indicarea pe o hartă a pozițiilor succesive pe care le-a avut centrul ciclonului tropical la anumite intervale de timp. Unirea printr-o linie a punctelor respective și extrapolarea traiectoriei pentru intervale viitoare de până la 12–18 ore conduce la obținerea de rezultate bune în prognoza direcției de deplasare a ciclonilor tropicali.

Utilizarea unor tehnici de previziune variate, este necesară deoarece nu există reguli generale ale evoluției și mișcării tuturor ciclonilor tropicali. Este un fapt constatat că problemele previziunii și soluțiile lor posibile variază în funcție de ciclon, de timp și de zona unde apare perturbația. Se înțelege așadar că vigilența nu trebuie slăbită nici chiar dacă toate tehnicile disponibile dau indicații concordante. În cazurile când indicațiile diferitelor tehnici sunt discordante, experiența previzionistului permite, de regulă, alegerea tehnicii care dă cele mai bune indicații în circumstanțele concrete din locul și momentul în care se găsește.

Un exemplu ilustrat grafic (fig. 10) poate fi deosebit de sugestiv în acest sens. Liniile subțiri, pline, cu săgeată, indică circulația medie în jurul ciclonului, ea fiind valabilă de la nivelul mării până la partea superioară a ciclonului. Pozițiile centrului sunt marcate prin „C”, t_0 indicând momentul prezent, iar t_1 , t_2 etc. momentele anterioare din ultimele 24 de ore. Linia dublă, cu săgeată,

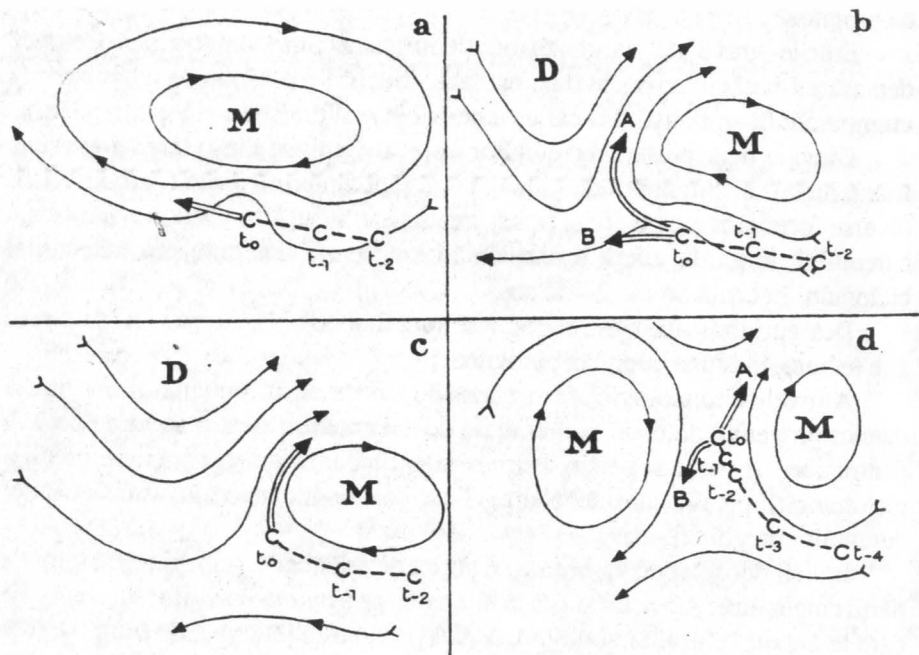


Fig. 10. Influența curenților de ghidaj pe traiectoria unui ciclon tropical (în emisfera nordică).

semnifică traiectoria prevăzută pentru ciclon pornind de la ipoteza că el va urma fluxul mediu al curentului de ghidaj și că acesta din urmă nu se va modifica cu timpul.

Prima schiță (fig. 10a) prezintă o situație frecvent observată sub tropice. Ciclonul se deplasează în direcție generală vestică dinspre partea ecuatorială a zonei de mare presiune numită curent dorsala subtropicală. Circulația aerului în jurul acestei zone de presiune mare este centrată pe M. Principalele probleme ale prognozei, într-o astfel de distribuție particulară a presiunii atmosferice în care modificările fluxului mediu sunt lente, se referă la determinarea măsurii în care ciclonul va urma fluxul mediu al curentului de ghidaj și la stabilirea evoluției acestuia în cursul timpului.

Schița a doua (fig. 10b) înfățișează o situație sinoptică în care prognoza întâmpină dificultăți mai greu de surmontat. Ciclonul se găsește la o latitudine mai mare și se apropie de un talveg depresionar (D) din zona temperată, care atinge aproape depresiunea reprezentată de ciclonul tropical. Este necesar deci

a se prevedea nu numai cum s-ar putea modifica, în cursul timpului, curentul de ghidaj, ci și dacă ciclonul va continua să-l urmeze pe direcția est-vest (traectoria B) sau să se recurbeze pe direcția sud-est – nord-vest (traectoria A).

Schița a treia (fig. 10c) prezintă o situație în care prognoza este mai dificilă decât în primul caz, dar mai ușoară decât în al doilea. Problema principală este de această dată, aprecierea modului cum va evolua curentul de ghidaj în timp. Experiența arată că în astfel de situații, acesta înregistrează adesea o schimbare bruscă de direcție.

Schița a patra (fig. 10d) se referă la o situație sinoptică deosebit de complexă, adică la un sistem subtropical de mare presiune cu doi centri (Ma și Mb), fiecare având propria sa circulație. În acest caz, dificultatea principală constă în a aprecia dacă centrul ciclonului va urma curentul de ghidaj înconjurând centrul Ma ori centrul Mb, sau va rămâne în zona de vânturi slabe, variabile, dintre cele două centre, deplasându-se lent și neregulat. Tipul de repartitie a presiunii atmosferice, prezentat în fig. 10d, poate determina ciclonul tropical să descrie în deplasarea sa, o buclă, un cot brusc sau să urmeze o traiectorie tot atât de neobișnuită.

Exemplele prezentate mai sus atestă existența unor dificultăți reale în activitatea de prognoză, evidențiind totodată, necesitatea unei supravegheri constante a poziției și evoluției ciclonilor tropicali.

Tehnici utilizatoare de computere

Tehnicile subiective de prevedere a timpului, în general, și a evoluției ciclonilor tropicali, în special, se numesc astfel, deoarece previzionistii se sprijină nu doar pe o solidă bază științifică, ci și pe propria lor judecată și experiență. Computerele actuale permit o tratare rapidă și completă a datelor, oferind previzionistilor posibilitatea de a evalua în timp scurt comportamentul viitor al sistemelor barice și evoluțiile posibile în diferite zone. Tehnicile obiective puse la punct în ultimele două-trei decenii și având la bază computere de mare randament, au adus o contribuție semnificativă la creșterea preciziei și supleții metodelor de prognoză. Ele constau în introducerea în diferite modele matematice construite pentru întreaga atmosferă sau pentru părți din ea, a numeroși parametri meteorologici și în varierea, pe intervale, a timpului, care este una din variabilele oricărui model de acest fel. La terminarea calculului efectuate pe baza modelului respectiv, computerul prezice, cu mai mult sau mai puțin succes, nașterea, evoluția și dispariția diverselor sisteme barice din atmosferă, pentru o perioadă putând atinge 96 ore sau chiar mai mult.

Tehnicile utilizatoare de computere nu au înlocuit vechile metode și este puțin probabil că o vor face într-un viitor previzibil. Cele două categorii de

procedee se utilizează simultan și se completează reciproc. În cazul prognozelor pe scurtă durată, ca de exemplu cele pentru 24 ore, previzionistul dispune de o a doua opinie, care îl ajută să aprecieze mai limpede și să aibă mai multă siguranță. În cazul prognozelor pe perioade mai mari, în special al celei pentru 48 ore, posibilitățile computerelor le-au depășit deja pe cele ale previziuniștilor servindu-se de metode tradiționale.

Modele numerice ale ciclonilor tropicali

Elaborarea unor modele numerice ale perturbațiilor cu presiune slabă ce se întâlnesc sub tropice și se pot transforma în cicloni tropicali este mult mai complexă și mai dificilă decât cea a unor modele similare pentru depresiunile barice caracteristice zonelor temperate.

Spre deosebire de ciclonii latitudinilor medii care acoperă suprafețe vaste și prezintă diferențe termice orizontale importante între masele de aer separate prin fronturi atmosferice, ciclonii tropicali, chiar când ating dezvoltarea maximă, au o întindere orizontală redusă și nu prezintă diferențe de temperatură notabile nici între diversele lor părți, nici între ei și regiunile înconjurătoare. Pentru apariția și dezvoltarea unui ciclon tropical este necesar ca un număr de procese atmosferice să se producă la momentul potrivit și cu intensitatea adecvată. Sunt cazuri când, dintr-un motiv sau altul, procesele respective se frânează reciproc determinând oprirea evoluției și implicit dispariția ciclonului incipient. Alteori însă, dimpotrivă, presiunea atmosferică dintr-o regiune restrânsă a suprafeței oceanice tropicale scade semnificativ, iar aerul capătă o mișcare spiralată, în jurul punctului de cea mai joasă presiune. Acolo unde mișcarea spiralată este foarte puternică, se formează nori Cumulus de mare dezvoltare verticală, care degajă cantități imense de energie calorică (căldura latentă de vaporizare eliberată în momentul condensării vaporilor). Aceasta constituie o altă condiție indispensabilă a formării ciclonului. Pentru ca perturbația respectivă să devină mai intensă, iar vânturile să atingă viteza unei furtuni sau a unui uragan este absolut necesar un transfer continuu de energie calorică dinspre apa oceanului către aerul de deasupra.

Stabilirea unor modele numerice satisfăcătoare pentru procesele atmosferice complexe care concură la apariția și dezvoltarea unui ciclon este, desigur, extrem de dificilă; în parte din cauză că mișcărilor respective sunt la scări diferite.

Anumite modele actuale permit totuși speranța că într-un viitor nu prea îndepărtat se va putea prevedea, prin calcul, istoria unui ciclon pe parcursul întregii existențe. Până atunci însă, tehnicile primare de prognoză aplicabile ciclonilor, rămân dependente de detectarea și reperarea acestora, precum și de un

studiu al mișcării observate, în conjuncție cu analiza detaliată a situației sinoptice din regiune.

Transmiterea prognozelor

Deși computerele au pătruns masiv în activitatea meteorologică din întreaga lume, există încă numeroase servicii meteorologice naționale care nu dispun de calculatoare suficient de puternice pentru a putea fi utilizate în elaborarea prognozelor zilnice.

Drept consecință, ele trebuie să dispună de echipamentul necesar pentru recepționarea regulată în facsimil, a hărților de prognoză transmise de centrele meteorologice mondiale sau regionale, care funcționează în cadrul programului „Veghea Meteorologică Mondială” al O.M.M. Recepționate de două ori pe zi, aceste hărți a căror scadență poate atinge 72 sau 96 ore, conțin situația sinoptică la suprafața terestră și diferite niveluri din atmosfera liberă și au pentru serviciile meteorologice lipsite de calculatoare puternice, o utilitate deosebită.

Erorile de prognoză

În prognozele referitoare la ciclonii tropicali se înregistrează desigur și erori ale căror dimensiuni variază considerabil atât timp (de la un an la altul), cât și în teritoriu (de la o țară la alta), acestea din urmă probabil, în funcție de cantitatea datelor disponibile și experiența previzionistilor. Studiile întreprinse au arătat că, în medie, eroarea unei prognoze cu scadența de 24 ore asupra centrului unui ciclon tropical este de circa 175 km. Mărimea erorii pare a fi direct proporțională cu scadența prognozei. Astfel, eroarea medie a unei prognoze cu scadența de 48 ore este aproape dublă față de cea a unei prognoze cu scadența de 24 ore.

Diminuarea sau înlăturarea erorilor are, evident o importanță practică imensă și este încurajator că există o tendință certă de ameliorare în acest sens. Tendința respectivă este fără îndoială, rezultatul creșterii cantității de date disponibile, al modernizării mijloacelor și intensificării cercetărilor în domeniu.

Prevederea precipitațiilor și a pericolului de inundații

Elaborarea prognozelor și alertarea privitoare la pericolul de inundații impune o strânsă colaborare între meteorologi și hidrologi. Meteorologii trebuie să prevadă nu numai intensitatea, deplasarea și evoluția ciclonului tropical, ci și precipitațiile legate de acesta (momentul debutului, durata și cantitatea de apă care urmează să cadă).

Întotdeauna, într-un ciclon tropical, ploile sunt puternice, putând atinge cantități de apă între 75 și 300 mm în 12–48 ore. Ele variază mult de la un ciclon la altul în funcție de timpul necesar trecerii perturbației, dar și de relief. Astfel, în zonele muntoase din Japonia și China s-au înregistrat adesea, în zonele montane întinse, cantități de 600 mm de apă la trecerea unui taifun.

Prevederea cantității de apă provenită din ploile legate de un ciclon tropical se realizează prin examinarea atentă a intensității deplasării acestuia, a întinderii zonei pluvioase și a teritoriului ce urmează a fi străbătut. Se procedează, de asemenea, la o studiere detaliată, pe baza tuturor datelor disponibile, a transferului de umiditate dinspre suprafața oceanică spre aerul ciclonului și a vitezei ascensionale pe care o înregistrează acesta. Indicații utile se obțin și prin consultarea statisticilor întreprinse asupra precipitațiilor anterioare ale cicloneilor tropicali din regiune.

În unele țări, meteorologii au pus la punct tehnici grafice pentru prevenirea cantităților de apă provenite din cicloneii tropicali. Acestea sunt valabile numai pentru țările respective. Se înțelege însă, că folosind propriile arhive, fiecare țară poate obține formule și grafice convenabile pentru prognoză.

Prevederea ploilor este una din sarcinile cele mai dificile ale meteorologului, în rezolvarea căreia experiența joacă un rol deosebit de important. Un previzionist familiarizat cu evoluția timpului în regiune și care cunoaște bine repartiția vânturilor, poate obține rezultate comparabile sau chiar mai bune decât cele furnizate de tehnicile obiective moderne.

Evaluarea pericolului de inundație se bazează pe prognoza ploilor, dacă intervalul de timp între o ploaie puternică și o inundație poate fi scurt (de exemplu un oraș vecin cu un bazin de versant sau o insulă mică al cărei interior este muntos) și pe analiza măsurărilor succesive ale debitului în diferite puncte, dacă apa ploilor se scurge mai multe ore sau zile înainte de a produce vreo pagubă. Au de asemenea importanță factori precum: cantitatea de apă acumulată din ploile deja căzute și nivelul apei din râu în raport cu cotele de alertă.

Prevederea undelor de maree

Deși numeroase cercetări promit punerea la punct a unor modele dinamice care să furnizeze prognoze numerice obiective, deocamdată prevederea undelor de maree se realizează în mare parte prin metode empirice.

Pentru prognoză este necesară cunoașterea frecvenței vânturilor puternice, amplitudinea mareelor diurne din lunile sezonului în care se produc cicloneii tropicali și efectele înălțimilor topografice ale platformei continentale și golfurilor din lungul coastei.

Tehnicile empirice utilizate în prezent furnizează fie înălțimea maximă prevăzută, fie înălțimea în funcție de distanța față de centrul ciclonului și de situarea punctului considerat în raport cu acest centru. Rezultatele obținute sunt, de regulă, bune. Erorile serioase de prevedere a înălțimii unei de maree sunt cauzate întotdeauna de previziunea inexactă a punctului unde ciclonul va atinge coasta. Se înțelege așadar că, pe măsură ce meteorologii vor îmbunătăți prevederea vitezei și direcției de deplasare a ciclonilor, va crește proporțional și exactitatea prognozei privitoare la undele de maree.

1.1.1.8. Alertările

În mod normal prognozele sunt publicate de mai multe ori pe zi, în acord cu utilizatorii care au nevoie de previziuni cu scadențe de 6, 12, 24 sau 48 de ore.

Alertele nu sunt desigur, regulate. Ele se publică la primele semne de înrăutățire a vremii, apoi din ce în ce mai des, pe măsură ce amenințarea riscă tot mai mult să se materializeze. În cazul apariției unui ciclon în mările vecine, autoritățile de resort (ca de altfel și publicul) sunt înștiințate printr-o alertă preliminară, destinată pregătirilor pentru eventualitatea unei alerte totale vizând combaterea dezastrului așteptat.

Serviciul de prognoză este, desigur, elementul cheie al organizării acțiunilor de prevenire și diminuare a catastrofelor. Dacă el este ineficace într-un moment oarecare al amenințării ciclonului, există posibilitatea ca măsurile pregătitoare să nu mai poată fi întreprinse la timp. O organizare eficientă a pregătirilor poate diminua substanțial pierderile de viați omenești și pagubele materiale provocate de un ciclon tropical. De o mare importanță este ca alertele să fie exacte și să incite autoritățile competente și publicul la reacții prompte. Pentru aceasta sunt necesare sisteme de difuzare rapidă a alertelor către cei interesați.

Alertele serviciilor meteorologice sunt consultative. Ordinele și instrucțiunile privind măsurile ce trebuie întreprinse în scopul diminuării pierderilor intră în competența autorităților și organizației însărcinată cu pregătirile specifice.

În situațiile când recunosc posibilitatea producerii unui ciclon, serviciile meteorologice au datoria:

- să elaboreze prognoze curente pentru ca publicul și autoritățile competente să fie informate despre intensitatea, amplasarea și deplasarea prevăzută a ciclonului;

- să publice alerte privitoare la vânturile periculoase, undele de maree și ploile torențiale.

Prognozele și alertele sunt adaptate cu precizie nevoilor fiecărui utilizator. Primele alerte se adresează autorităților însărcinate cu organizarea pregătirilor

și publicului. Există însă și numeroase cazuri particulare în care se impune redactarea unor alerte speciale. Astfel, pescarii care lucrează la distanțe mai mari de o zi față de port, trebuie să se protejeze mai curând decât proprietarii de case cărora le este mai ușor să-și protejeze ferestrele acoperindu-le cu obloane întotdeauna pregătite. Directorul unei mari uzine chimice căruia îi trebuie trei zile pentru a opri fabricația, are nevoie de un răgaz mai îndelungat decât micul detailist, care adoptă măsurile de protecție în numai câteva ore. Operatorii de pe o platformă marină de exploatare a petrolului au desigur alte probleme decât autoritățile civile și militare, proprietarii de vapoare, școlile, magazinele, transportul în comun, rețeaua de distribuție a electricității etc.

Se înțelege deci că este foarte important să se determine răgazul necesar fiecărui client astfel încât să fie avertizat la timp. Dar, în același timp, trebuie avut în vedere că exactitatea prognozei scade proporțional cu creșterea răgazului necesar. În consecință, când alerta este furnizată cu mai mult de 24 ore înainte, pot fi adoptate și măsuri care ulterior se văd inutile.

Alertele odată lansate trebuie confirmate, modificate sau anulate la intervale regulate, de preferință din șase în șase ore. Acest lucru este necesar, pe de o parte pentru ca diferiți utilizatori să adopte atitudinea cea mai potrivită, iar pe de alta, pentru că alertele lansate cu mult timp înainte se pot dovedi eronate.

1.1.1.9. Posibilități de modificare a ciclonilor

Printre fenomenele meteorologice dăunătoare, ciclonii tropicali dețin recordul în privința pagubelor pe care le pot provoca în 12-48 de ore pe un teritoriu întins. Posibilitățile de reducere a puterii lor distructive fac obiectul multor studii și discuții.

Acestea au dus la concluzia că pagubele ar putea fi mult diminuate dacă ar fi posibilă slăbirea ciclonului înainte ca el să atingă uscatul. Dar, până acum nici un studiu teoretic și nici o cercetare experimentală nu permite să se creadă că programele de prevenire și cele de pregătire ar putea deveni într-o zi inutile.

Una din metodele propuse de cercetători este suprimarea sursei primare de energie, adică a căldurii pe care apele superficiale ale mării o transmit, prin evaporare, straturilor de aer de deasupra. Pentru împiedicarea evaporării au fost sugerate numeroase idei, dar părerea generală este că niciunul din mijloacele utilizate nu poate fi eficace decât scurt timp, din cauza vânturilor și hulei. Mari cantități de energie calorică sunt degajate în inelul de nori verticali din jurul ochiului ciclonului, unde curenții ascendenți au viteze

extrem de mari. Căldura latentă de vaporizare eliberată prin condensarea imenselor cantități de vapori, într-o singură zi, o echivalează pe cea degajată de 400 de bombe cu hidrogen a câte 20 megatone fiecare.

Pentru reducerea violenței ciclonului este așadar necesară o diminuare a procesului de condensare determinat de curenții ascendenți. Încercări în acest sens au fost întreprinse de cercetătorii americani, în cadrul programului STORMFURY, începând din 1960. Ele au constatat în însămânțarea cu nuclee de congelare, de regulă cristale de iodură de argint, a norilor situați în jurul ochiului ciclonului. Scopul cercetării a fost expansiunea inelului noros (mărirea diametrului acestuia) și, incidental, a vânturilor celor mai violente, astfel încât energia totală a ciclonului să fie repartizată într-un volum mai mare de aer, de unde o scădere a forței vânturilor.

Concluziile au fost că metoda însămânțării norilor cu nuclee de condensare oferă o șansă din două de a se reduce viteza maximă a vânturilor cu 10–15%. Interesant, desigur, dar nu foarte încurajator. Cel puțin deocamdată.

1.2. FENOMENE ATMOSFERICE DĂUNĂTOARE CU DECLANȘARE RAPIDĂ ȘI EXTINDERE LOCALĂ

În această categorie se includ perturbațiile locale violente care acoperă suprafețe restrânse sau care se mișcă în lungul unor culoare înguste și dispar înainte de a străbate o sută de kilometri. Acestea sunt tornadele și trombele, orajele și trăznete.

1.2.1. TORNADELE ȘI TROMBELE

O tornadă sau o trombă apare observatorului de pe suprafața terestră ca un turbion sau o coloană rotitoare în jurul unei cavități unde forța centrifugă micșorează foarte mult presiunea. Răcirea adiabatică provocată de rapida mișcare turbionară ascendentă a aerului determină condensarea masivă a vaporilor de apă și formarea norului sub formă de pâlnie, care poartă numele de „tuba” și constituie caracteristica cea mai remarcabilă a unei tornade, semnul ei distinctiv, inconfundabil, printre celelalte perturbații atmosferice. În momentul când partea inferioară a pâlniei noroase atinge suprafața terestră începe distrugerea, cauzată de acțiunea conjugată a vânturilor rotative violente (a căror viteză depășește 80 m/s) și a vidului parțial creat în centrul turbionului.

Tromba marină este o tornadă formată deasupra unei întinderi acvatice. Violența și forța ei distructivă sunt, de regulă, mai reduse decât cele ale tomadei, care este o trombă formată desupra uscatului.

1.2.1.1. Geneza tornadelor și trombelor

Pentru formarea tornadelor și trombelor sunt necesare următoarele condiții favorizante: prezența deasupra unei regiuni de mică întindere a unor straturi de aer cu mari diferențe termice, higrometrice și de circulație a aerului, apariția din această cauză a unor puternice mișcări termoconvective însoțite de condensări extrem de active la toate nivelurile și convergența aerului în apropierea suprafeței terestre.

Cu toate acestea, la fel ca și în cazul multor altor fenomene atmosferice la scară mică, nu se cunoaște încă, în totalitate, mecanismul de care depinde faptul că o tornadă se formează sau nu când condițiile favorizante necesare sunt întrunite.

Cele mai multe dintre condițiile de formare a tornadelor, dacă nu chiar toate, se întâlnesc în numeroase părți ale lumii, mai ales deasupra marilor mase continentale, dar, lucru surprinzător, ele nu sunt considerate ca un fenomen frecvent decât în Statele Unite ale Americii. Tornadele se produc în toate regiunile acestei țări, statisticile arătând că numărul mediu anual al zilelor cu astfel de fenomene atmosferice este de 159. Nu trebuie să se înțeleagă că fiecare regiune a S.U.A. este bântuită de 159 tornade pe an, ci că acest număr mediu rezultă din însumarea tuturor tornadelor care iau naștere pe parcursul unui an în diferite puncte de pe tot cuprinsul țării.

În alte părți ale lumii, tornadele se întâlnesc mai ales în zonele temperate, deși nu lipsesc nici în cele tropicale. Ele sunt semnalate în numeroase țări europene, în Australia, Bangladesh, Rusia, China, Japonia și lucru destul de neașteptat, în Bermude și Fidji.

Totuși, în aceste țări numărul mediu anual al tornadelor este mult mai redus decât în S.U.A., Valori asemănătoare ar putea avea doar Australia. Acest lucru este posibil din punct de vedere meteorologic, dar greu de verificat deoarece o mare parte a țării este slab populată, ceea ce face ca multe din tornadele produse să nu fie semnalate.

Desigur, cea mai completă istorie statistică a tornadelor este cea stabilită în S.U.A. Ea arată cu claritate că, pentru ansamblul țării, lunile în frecvență maximă a acestor fenomene atmosferice violente sunt aprilie, mai și iunie. Tornadele pot lua naștere la orice oră din zi și din noapte, dar sunt mai frecvente după amiaza, când temperatura suprafeței terestre are valori maxime. Ele se nasc la înălțimi între 1 și 2 km deasupra suprafeței terestre, în intervalele de timp cald și umed cu condiții de mare instabilitate atmosferică, specifice liniilor de averse însoțite de oraje violente.

În scurta, dar violenta sa evoluție, o tornadă poate provoca numeroase pierderi de vieți omenești, precum și pagube considerabile. Efectele cele

mai dezastruoase se înregistrează desigur în zonele construite, cu populația densă. Coșul sau pâlnia noroasă (formată din picături fine de apă) care este „tuba“ are un diametru mediu de 150 m și își păstrează forța distructivă pe o lungime de circa 10 km. Ea poate distruge construcții solide, poate desrădăcina arbori mari și poate antrena și proiecta la sute de metri distanță oameni, animale, automobile și tot felul de alte obiecte mobile.

Când o tornadă trece pe deasupra unei clădiri, vânturile violente supun pereții acesteia unei presiuni teribile, iar centrul „tubei“ provoacă o diferență explozivă de presiune între interiorul și exteriorul clădirii. Pereții se prăbușesc sub acțiunea devastatoare a vântului ori ca urmare a exploziei generate de diferența de presiune. Fragmentele de zid și alte materiale proiectate până la distanțe considerabile, creează un baraj mortal care constituie cauza principală a deceselor și rănilor ce se înregistrează la trecerea unei tomade. Transformând, în câteva secunde un aliniament de case într-o masă de ruine, tornada provoacă pierderi de vieți omenești și prin prinderea locatarilor sub dărâmături.

Mai puțin frecvente (poate din cauză că nu sunt în totalitate semnalate) trombele marine sunt și mai puțin violente, provocând în consecință un număr mai mic de victime omenești și pagube mai restrânse. Efectele distructive mai puțin grave se datorează, în mare măsură, faptului că pe întinderile marine, ambarcațiunile de tot felul sunt cu mult mai rare decât construcțiile de pe uscat.

1.2.1.2. Detectarea, prevenirea și alertarea

Rețelele naționale de stații meteorologice sunt adecvate pentru detectarea sistemelor barice la scară medie și mare, a căror viață se măsoară obișnuit în săptămâni sau luni, și implicit pentru prevederea lor. Ele nu sunt însă suficient de dense pentru a permite detectarea într-o proporție cât de cât satisfăcătoare a unor fenomene atmosferice atât de puțin extinse în timp și în spațiu, ca tomadele. Spre a o putea face de o manieră eficientă, rețelele ar trebui să fie mult mai dense și mai bine dotate, ceea ce presupune investiții și costuri de exploatare prohibitive.

Supravegherea tornadelor se realizează totuși în rețelele obișnuite cu ajutorul radarelor meteorologice care, în raioanele lor de acțiune, pot oferi indicații utile în legătură cu probabilitatea formării iminente a unei tomade.

Cel mai bun mijloc, poate singurul practic, este cel adoptat în S.U.A. unde s-au creat corpuri de observatori benevoli, care sunt puși în alertă pe loc, printr-o înștiințare transmisă la radio și televiziune. Bazat pe datele disponibile, inclusiv fotografiile sistemelor noroase transmise de sateliți,

serviciul meteorologic stabilește regiunile unde apariția tornadelor este probabilă. Mesajele radiodifuzate indică observatorilor aceste regiuni cu recomandarea să vegheze și să semnaleze imediat toate semnele de oraje violente sau de tornade.

Coroborând rapoartele observatorilor voluntari cu toate celelalte date disponibile, serviciul meteorologic poate elabora mesaje alertă mai specifice și mai localizate fără ca alerta generală din zonă să fie suspendată și anulată.

Pentru prevederea tornadelor este esențial să se delimiteze mai întâi zonele unde condițiile atmosferice sunt foarte instabile, făcând posibilă apariția orajelor violente sau a tornadelor. Se dispune în acest scop de tehnici fiabile de previziune verificate de multă vreme. Activitatea de supraveghere continuă 24 de ore și mai mult, fără a se neglija condițiile atmosferice din alte zone.

Previzionistii încearcă să difuzeze alerta cu mai multe ore în avans dar, desigur, nu izbutesc întotdeauna. O tornadă apare prea rapid, este prea mică și evoluează o perioadă prea scurtă, pentru ca previzionistii să nu greșească adesea. Tocmai de aceea, este *cu siguranță* imposibil să se prevadă dacă o tornadă se va produce sau nu, ori dacă „tubul” va atinge sau nu un punct dat.

1.2.1.3. Prevenirea și pregătirea

Întrucât tornadele și trombele marine distrug și avârlă tot ce întâlnesc pe traiectoriile lor, provocând și numeroase victime omenești, este necesară pregătirea prealabilă a populației din zonele afectate prin campanii de educație și exerciții practice. Dacă publicul cunoaște caracteristicile și efectele acestor fenomene atmosferice extrem de primejdioase și respectă regulile de securitate, când alerta a fost dată, numărul morților și răniților scade considerabil.

Deoarece marea majoritate a pierderilor de vieți omenești se datorează fragmentelor de materiale purtate de vânt, este recomandabil ca oamenii să nu se lase surprinși în teren descoperit sau în adăposturi nu prea rezistente. Tocmai de aceea, în regiunile expuse tornadelor, autoritățile locale trebuie să creeze adăposturi subterane colective și să încurajeze locuitorii să-și construiască adăposturi adecvate pentru familiile lor. Dacă există o pivniță, ea poate servi ca adăpost. Persoanele surprinse în teren descoperit, în automobile, rulote sau barăci fragile, trebuie să se refugieze cât mai rapid în gropi, șanțuri ori alte adâncituri ale terenului sau sub poduri și poduțe care oferă totuși o protecție oarecare.

1.2.2. ORAJELE ÎNSOȚITE DE VÂNTURI VIOLENTE ȘI GRINDINĂ.

Orajele sunt manifestări vizibile sau audibile ale electricității existente în atmosferă. Ele reprezintă de fapt efectele unor descărcări electrice discontinue, adică fulgerul și tunetul luate împreună.

Fulgerul este manifestarea luminoasă a descărcărilor electrice care au loc în interiorul unui nor, între doi nori sau între un nor și suprafața terestră. În acest din urmă caz, fenomenul se numește trăznet.

Producerea fulgerelor este legată în special de prezența norilor Cumulonimbus, deoarece numai în interiorul acestora sarcinile electrice, existente de altfel la toate genurile de nori, înregistrează valori suficient de mari (200.000–300.000 v/m) pentru a putea da naștere unor descărcări electrice între puncte situate la distanțe destul de însemnate unele de altele.

Electrizarea norilor, în general, și a norilor Cumulonimbus, în special, se explică prin fenomenul cunoscut sub numele de „efectul Lenard”.

Potrivit fizicianului al cărui nume îl poartă, „efectul Lenard” constă în faptul că ori de câte ori o șuviță de apă lovește un obstacol, picăturile formate se încarcă cu sarcini electrice pozitive, iar obstacolul cu sarcini negative. Tot astfel, ori de câte ori o picătură de apă dintr-un nor se fragmentează în picături mai mici, are loc o electrizare pozitivă a acestora din urmă și o electrizare negativă a aerului înconjurător, cu toate că picăturile inițiale erau neutre.

Deoarece în norii Cumulonimbus constituiți din cristale de gheață la partea superioară, din fulgi de zăpadă, măzărice, grindină și picături suprarăcite la partea mediană și din picături de apă nesuprarăcite la partea inferioară, au loc curenți ascendenți și descendenți deosebit de puternici, picăturile de apă fărâmițează și se reunesc mult mai intens decât în alte genuri de nori. Ca urmare, la baza norului apar sarcini electrice pozitive, în partea lui mediană sarcini negative, iar în cea superioară din nou pozitive.

Pentru ca o picătură de apă să se poată fragmenta este necesar ca ea să fie suficient de mare, iar viteza curenților ascendenți să depășească 8 m/s, condiții care sunt întrunite aproape numai în norii Cumulonimbus. Și întrucât formarea norilor Cumulonimbus este strâns legată de încălzirea puternică a suprafeței terestre, care determină ascensiunea rapidă a aerului cald și umed până la înălțimi foarte mari, se înțelege de ce descărcările electrice au loc cu precădere vara și sunt extrem de rare iarna. În situațiile când se produc totuși iarna, descărcările electrice sunt legate de norii Cumulonimbus formați pe linia fronturilor reci, prin ascensiunea forțată a

aerului cald, sub care pătrunde, asemenea unei pene, aerul rece aflat în înaintare.

Desigur, teoria lui Simpson, care explică separarea sarcinilor electrice din norul Cumulonimbus pe seama „efectului Lenard“ nu este singura de acest fel.

La rândul ei, teoria lui Wilson susține că picăturile de apă care alcătuiesc norul se electrizează pozitiv la partea inferioară și negativ la cea superioară sub influența sarcinilor electrice negative ale câmpului terestru. După această teorie, picăturile în cădere atrag la partea inferioară ionii negativi din câmpul electric pe care îl străbat, iar cei pozitivi, respinși, nu mai pot fi captați de partea superioară a picăturilor, din cauza vitezei mari de cădere.

O altă teorie care încearcă să explice electrizarea norilor este cea a lui Frenkel. Aceasta consideră că ionii negativi din câmpul electric sunt captați de picăturile de apă sau cristalele de gheață în cădere, pe când ionii pozitivi rămân în aerul înconjurător.

Fulgerele care se produc în atmosferă prezintă forme diferite, în funcție de care sunt împărțite în trei categorii distincte.

Fulgerul liniar se prezintă sub forma unor benzi strălucitoare de lumină alb-albăstruie, simple sau ramificate, care șerpuiesc între doi nori sau între un nor și suprafața terestră. El este compus dintr-un canal de descărcare de 5–6 cm, din care pornesc ramurile secundare, în general mai subțiri. Lungimea lui variază între 2 și 20 km (sau chiar mai mult). De regulă reprezintă o succesiune de descărcări electrice produse la intervale mici de câteva milionimi de secundă.

Fulgerul sferic sau globular are forma unor sfere sau globuri incandescente de culoare galben-roșiatică având diametre de la câțiva centimetri până la câteva zeci de centimetri (de la dimensiunile unui măr până la cele ale unui pepene).

Viteza lui de coborâre către suprafața terestră este moderată sau mică, din care cauză poate fi observat pe un interval de timp mai lung. Uneori pătrunde în interiorul diferitelor edificii (prin crăpături, coșuri etc.) pe care le părăsește fără zgomot, după ce le-a străbătut într-o direcție sau alta. Cel mai adesea, însă, el produce explozii puternice ca urmare a expansiunii brusce a gazelor comprimate în globul de foc.

Fulgerul globular apare foarte rar, mai ales în urma descărcărilor electrice de mare amploare.

Fulgerul în formă de mărgele sau boabe de mătâni, reprezintă o formă de tranziție între fulgerul liniar și cel globular.

Fulgerul plat sau difuz este o descărcare electrică în interiorul norului. De regulă, aceasta este orientată în sus, astfel că întreaga parte superioară a norului se iluminează difuz, fără a se putea distinge un canal bine exprimat.

Tunetul este efectul sonor (bubuitul sau huruitul) al descărcărilor electrice din atmosferă. El se produce prin propagarea undelor sonore apărute în canalul de descărcare al fulgerului, ca urmare a creșterii brusce înregistrate de presiune, sub influența creșterii temperaturii.

Tunetul poate fi perceput ca un zgomot violent, asurzitor, de scurtă durată, când descărcarea are loc aproape de observator, sau ca un huruit surd ori bubuit prelung cu creșteri și slăbiri ale intensității, când descărcarea se produce departe de observator.

În regiunile de câmpie, durata lui depășește rareori 30–40 de secunde, pe când la munte poate fi mai îndelungată.

Diferența dintre viteza de propagare a luminii (300 000 km/s) și cea a sunetului (340 m/s) face ca tunetul să se audă după ce a fost observat fulgerul. Durata intervalului dintre perceperea efectului luminos și a celui sonor sporește pe măsura creșterii distanței dintre locul descărcării electrice și locul unde se află observatorul.

În general, când această distanță depășește 20 km, tunetul nu se mai aude. Ea se calculează ușor înmulțind cu 340 m numărul de secunde scurs între fulger și tunet.

Pe pământ se produc în fiecare moment, aproape 2000 de oraje, dar numai câteva dintre ele provoacă victime sau pagube. Acestea sunt orajele violente însoțite de vânturi cu viteze depășind 25 m/s, în rafale și de grindină cu diametrul de 20 mm sau mai mare. Orajele violente, care pot provoca numeroase pagube și victime omenești sunt adesea legate de tornade.

1.2.3. TRĂZNETELE

Fulgerete în care descărcarea electrică are loc între un nor și suprafața terestră poartă numele de trăznet. Ele pot produce și produc victime omenești, mai ales în regiunile montane, unde sunt mai frecvente și surprind oamenii mai expuși, în lipsa unor posibilități de adăpostire rapidă. Absența sau deteriorarea paratrăznetelor care protejează construcțiile înalte favorizează incendierea și producerea unor pagube importante în situațiile când acestea sunt atinse de trăznete.

Fenomenul electrometeorologic numit trăznet, însoțește adesea orajele și mai puțin frecvent tornadele. În acest din urmă caz, descărcările sunt mai zgomotoase și mai puternice decât în orice alt tip de perturbație atmosferică.

1.2.4. AVERSELE

Sunt căderi de precipitații cu durate nu prea mari, care se caracterizează prin început și sfârșit brusc, prezentând pe parcursul producerii lor schimbări de intensitate foarte rapide (adesea violente).

După starea de agregare a apei, ele pot fi averse de ploaie (picături), averse de lapoviță (picături și fulgi) și averse de ninsoare (fulgi de zăpadă).

În general, cantitatea de apă căzută în timpul unei averse este mare și foarte mare. Cel mai adesea aversele cad din norii Cumulonimbus și Cumulus de mare dezvoltare verticală.

Aversele de ploaie sunt însoțite aproape întotdeauna de descărcări electrice, iar uneori și de vijelii și căderi de grindină.

Cantitățile mari de apă căzute într-un interval scurt de timp pot provoca, local, creșteri brusce ale scurgerii în bazinele hidrografice mici, cu consecințe uneori nefaste, reprezentate prin pagube materiale și chiar victime omenești.

Aversele de ninsoare sunt dăunătoare, la rândul lor, prin depunerea sau creșterea bruscă a stratului de zăpadă, care provoacă greutăți serioase transporturilor rutiere și feroviare, care compromite grâul de toamnă prin ruperea mecanică a tulpinilor etc.

1.2.5. GRINDINA

Este o precipitație constituită din sferele sau fragmente de gheață cu diametre cuprinse între 5 și 50 mm (uneori mai mari), care se asociază câteodată în blocuri neregulate.

În general, granulele de grindină sunt constituite dintr-un nucleu mat, înconjurat de un strat de gheață transparentă sau de straturi alternative transparente și mate. Ele se formează prin înghețarea apei suprarăcite din partea mediană a norilor Cumulonimbus pe granule de mazărice moale, incomplet înghețate. În situațiile când viteza curenților ascendenți din interiorul norului este mai mare decât viteza de cădere a granulelor astfel formate, acestea sunt antrenate către partea superioară a norului, unde capătă câte un înveliș de gheață mat, produs prin sublimarea pe suprafața lor a vaporilor de apă.

Numărul învelișurilor de gheață transparentă și mată depinde așadar de numărul trecerilor succesive ale granulelor de grindină, din partea superioară a norului în cea mediană și invers.

Grindina cade, cel mai adesea, în semestrul cald al anului, fiind aproape întotdeauna însoțită de averse puternice de ploaie, oraje și vijelii.

Caracteristic pentru grindină este că nu se produce niciodată când la suprafața terestră temperatura este mai mică de 0°C.

Căderile de grindină produc în fiecare an pagube importante culturilor agricole, livezilor de pomi fructiferi, podgoriilor și grădinilor de legume și zarzavat. În cazurile, mai rare, când fragmentele de grindină depășesc 20 și chiar 50 mm, ele deteriorează, acoperișurile clădirilor, sparg geamurile și produc chiar – victime omenești. Astfel de consecințe nu par de fel incredibile dacă se are în vedere că uneori grindina poate atinge dimensiuni asemănătoare celor ale oului găscă. Este și cazul grindinei căzute la Constanța în ziua de 3 iunie 1923 (C. Brătescu, 1928).

Prevenirea producerii și căderii grindinei se realizează, la prețuri de cost prohibitive, prin însămânțarea norilor Cumulonimbus cu iodură de argint sau alte substanțe care stimulează căderea ploilor înainte ca mișcările convective caracteristice să determine formarea averselor de ploaie însoțite de grindină.

Transportul spre nori al substanțelor care activează creșterea picăturilor (determinând astfel căderea precipitațiilor) se efectuează fie prin mijlocirea rachetelor antigrindină, fie prin cea a proiectilelor de artilerie.

1.2.6. CONSECINȚE ALE PERTURBAȚIILOR LOCALE VIOLENTE ȘI MĂSURI PENTRU DIMINUAREA ACESTORA

Nu toate țările în care fenomenele atmosferice dăunătoare cu declanșare rapidă și extindere locală (numite și perturbații locale violente) se produc relativ frecvent, dispun de statistici sigure și studii relevante asupra acestora. În ciuda faptului că aceste fenomene pot fi extrem de primejdioase și a eforturilor consecvente întreprinse de meteorologi, nici chiar în unele țări dezvoltate nu s-au putut stabili cu precizie incidența și consecințele lor. Cauza principală este desigur, aceea că ele nu ating decât zone restrânse.

În S.U.A. s-a ținut de mulți ani, o evidență a numărului de decese provocate atât de perturbațiile locale violente, cât și de ciclonii tropicali sau uragane (Tabel 3).

Tabel 3

Numărul mediu anual al deceselor provocate în S.U.A.
de perturbațiile atmosferice violente.

| Tornade | Trăznete | Uragane |
|---------|----------|---------|
| 132 | 120 | 54 |

Trebuie menționat că în statisticile respective, media anuală, pentru trăznete, exclude decesele atribuibile efectelor lor secundare (incendiile, de exemplu). Dacă nu s-ar fi procedat astfel, mediile respective ar fi fost mult

mai ridicate, iar trăznetele ar fi deținut recordul între fenomenele atmosferice distrugătoare de vieți omenești.

Datele medii incluse în tabelul 3, par a contrazice afirmația făcută, că ciclonii tropicali (uraganele, taifunurilor etc.) sunt cele mai periculoase și mai distrugătoare dintre toate perturbațiile atmosferice. Afirmația este cât se poate de adevărată, iar pierderile de vieți omenești înregistrate pe coastele nord-estice ale Oceanului Indian și în Oceanul Pacific o atestă cu prisosință.

În cazul Statelor Unite, media relativ coborâtă a deceselor provocate de uragane este rezultatul eficacității serviciului de alertă și măsurilor întreprinse pentru prevenirea catastrofelor. Meteorologia permite ca odată uraganul descoperit, să se prognozeze cu suficientă precizie traiectoria lui ulterioară, precum și caracteristicile cele mai importante care sunt vânturile, ploile și undele de maree. Cunoașterea prealabilă a datelor respective face posibilă aplicarea unor programe de prevenire a catastrofelor și de diminuare a efectelor lor.

Dimpotrivă, prevederea apariției și evoluției ulterioare a unei tomade sau a altor perturbații locale violente nu se poate realiza decât cu o precizie mult inferioară celei corespunzătoare unui uragan. Cunoșcând condițiile meteorologice care favorizează apariția acestor perturbații, previzionisții pot delimita zonele unde condițiile respective există, dar nu pot, în mod normal, publica o alertă specificând amplasarea, intensitatea și traiectoria până când perturbația nu a fost văzută și semnalată. Dacă se are în vedere și faptul că durata evoluției unei perturbații locale violente nu este prea mare, se înțelege ușor că răgazul de care dispun previzionisții pentru avertizarea tuturor celor susceptibili de a fi primejduiți, este extrem de scurt.

În ciuda dificultăților întâmpinate în activitatea de descoperire și prognozare a evoluției perturbațiilor locale violente, serviciilor meteorologice reușesc într-o măsură relativ bună, să avertizeze populația interesată. Aceasta desigur, printr-un sistem de măsuri bine concertate, între care educarea prin conferințe, filme și comunicate de presă a populației din regiunile vulnerabile joacă un rol deosebit de important. Încurajarea de către autoritățile locale a construcțiilor de adăposturi contribuie semnificativ la micșorarea numărului de victime omenești.

Concursul populației este indispensabil. Orice persoană care observă o perturbație locală este rugată să telefoneze imediat celei mai apropiate stații meteorologice, care verifică neîntârziat informația și publică (dacă este cazul) alerta prin radio și televiziune.

Conștientizarea pericolului care o amenință are, pentru populația din regiunile cu frecvență mare a perturbațiilor locale violente, o însemnătate considerabilă în diminuarea efectelor distrugătoare ale acestora. Un exemplu din S.U.A. este edificator în acest sens. O localitate din statul Arkansas, atinsă de o tornadă în perioada când nu exista nici sistem de alertă și nici program de educare în acest sens a publicului a înregistrat 34 – morți și pagube însumând 8 milioane de dolari. Câțiva ani mai târziu în condițiile existenței unui program avansat de educare a publicului și a funcționării unui sistem de detectare și alertă, o altă tornadă care a atins aceeași localitate a provocat pagube de 50 milioane de dolari, dar numai doi morți.

Dintre perturbațiile locale violente, tornadele sunt desigur cele mai distrugătoare. Pagubele produse de ele în țările în curs de dezvoltare din zonele tropicale sunt uneori atât de mari încât depășesc posibilitățile de refacere de care acestea dispun. În asemenea situații ajutoarele internaționale sunt indispensabile.

2. FENOMENE ATMOSFERICE DE RISC CU VITEZĂ DE APARIȚIE INTERMEDIARĂ

În această categorie se includ, aproape numai fenomene atmosferice caracteristice semestrului rece: bruma, chiciura, poleiul, înghețul, ceața și viscolul. Cu excepția parțială a viscolului, ele nu au nici pe departe spectaculozitatea tulburătoare, adesea terifiantă, a uraganelor și tornadelor. Dar, pagubele directe și indirecte provocate de acestea culturilor agricole, totalizează pentru fiecare din țările afectate, sume anuale considerabile.

Viteza de apariție a fenomenelor atmosferice din această a doua categorie fiind inferioară celei a ciclonilor tropicali, tornadelor, trombelor etc. previzioniștii au un răgaz mai mare pentru avertizarea populației interesate, iar aceasta pentru adoptarea măsurilor de prevenire și de pregătire în vederea diminuirii consecințelor nefaste.

2.1. BRUMA

Reprezintă depunerea pe suprafața solului sau a obiectelor de pe sol, a unor cristale fine de gheață albicioasă având adesea forme de solzi, ace, pene sau evantaie. Ea se produce în nopțile senine, calme și reci de primăvară, toamnă și iarnă, prin sublimarea vaporilor de apă din aer, pe obiectele a căror temperatură scade sub 0°C, ca urmare a răcirii radiative nocturne.

Din această cauză se numește și brumă de radiație. Depozitul de gheață format astfel poate atinge grosimi de 1–3 mm (uneori chiar peste 5 mm).

Frecvența cea mai mare a brumei abundente se constată la temperaturi ale aerului cuprinse între -2 și -3°C . Ea se depune în cantități mai mari pe suprafețele superioare, puțin înclinate, ale obiectelor plate (frunze, scânduri, acoperișuri) situate în apropierea unor surse de umezeală (lacuri, mlaștini etc.). Dacă răcirea radiativă este puternică, bruma se depune și în jurul conductorilor aeriени având însă o grosime mai mare pe părțile superioare ale acestora și mai mică pe cele inferioare. Depunerea este cu atât mai mică, cu cât conductorul respectiv este mai subțire. Pe conductorii cu diametrul de 5 mm grosimea brumei nu depășește, de regulă, 2–3 mm, iar pe cei cu diametrul de 0,5 mm se formează foarte rar și în cantități mici.

În general, depunerile de brumă sunt favorizate de timpul calm sau cu vânt slab (între 0 și 2 m/s), senin sau cu nori subțiri și umed (umezeala relativă peste 80%). Ea dispare, de regulă, prin evaporare și, mai rar, prin topire.

Pagubele produse de brumă nu sunt dintre cele mai grave, dar nici nu pot fi trecute cu vederea. Dăunătoare sunt brumele care apar primăvara târziu, când ciclul vegetativ este la început și mai ales toamna devreme, când culturile de legume și zarzavat, fructele din livezi și strugurii din podgorii se mai găsesc încă pe câmp. Prin compromiterea parțială a dezvoltării plantelor în fazele de înmugurire, înflorire și fecundare, primăvara și prin deprecierea roadelor, toamna, brumele determină uneori scăderi sensibile ale producției atât sub raport cantitativ, cât și calitativ.

2.2. CHICIURA

Este un fenomen de iarnă cu consecințe nefavorabile pentru unele domenii de activitate. În funcție de condițiile meteorologice în care se formează chiuciura, poate fi: moale (cristalină ori pufoasă) sau tare (granulară).

2.2.1. CHICIURA MOALE (CRISTALINĂ ORI PUFOASĂ)

Reprezintă o depunere constituită din granule de gheață albicioasă separate între ele prin incluziuni de aer și omate uneori de ramificații cristaline cu aspect de ghirlande pufoase, ciucuri, frunze de ferigă sau ramuri de vâsc. Ea se formează prin cublimarea vaporilor de apă pe obiecte subțiri (ramurile arborilor, conductorii aeriени, fiebre etc.) din natură, în condiții sinoptice specifice (timp calm sau cu vânt slab, cu ceață sau aer cețos și cu temperaturi foarte coborâte).

În general, depunerea de chiciură cristalină este cu atât mai intensă, cu cât diametrul ramurei sau conductorului pe care se formează este mai mic. Astfel, pe crengile cu diametrul de peste 5 cm se depune o cantitate foarte mică de chiciură, în timp ce pe ramurile sau conductorii subțiri, grosimea acesteia poate atinge câțiva centimetri, mai ales când depunerea durează mai multe zile.

În procesul formării ei chiciura cristalină acoperă mai întâi fibrele foarte subțiri (fibrele de păianjen), scamele frânghiilor sau sforilor de rufe etc.

Temperaturile cele mai favorabile depunerilor de chiciură cristalină sunt situate sub -15°C . Pe timp calm și geros, cu temperaturi sub -30°C , chiciura poate să apară chiar în lipsa ceții sau aerului cețos. Dimpotrivă, la temperaturi mai mari de -8°C se formează foarte rar lipsind aproape total în intervalele cu temperaturi care depășesc -2°C .

Depusă prin sublimarea vaporilor de apă, sub forma unor ghirlande pufoase foarte ușoare, chiciura cristalină se scutură la cea mai mică atingere sau la viteze ale vântului care depășesc 5 m/s.

2.2.2. CHICIURA TARE (GRANULARĂ)

Este o depunere de gheață alb-mată care prezintă inițial aspect de zăpadă sau mazărice, devenind apoi compactă și sticloasă. Se formează, de obicei la temperaturi oscilând între -2 și -7°C , sau chiar mai coborâte, pe timp cețos și cu vânt tare.

Aspectul exterior al acestui hidrometeor care se depune pe conductorii aerieni, pe arborii subțiri, pe firele de iarbă etc., este cel al structurilor amorfe (necristaline). Uneori suprafața amorfă a chiciurii granulare prezintă ace mate și aspre, de dimensiuni inegale, lipsite de fațete sau muchii cristaline.

Chiciura tare, granulară, ia naștere prin înghețarea picăturilor suprarăcite de ceață pe diferitele obiecte din natură. Fenomenul înghețării este atât de rapid că picăturile respective nu au timp să-și piardă forma, fapt pentru care gheața astfel apărută are aspect de zăpadă grăunțoasă.

Structura internă și densitatea chiciurii granulare, depind în mare măsură de dimensiunile picăturilor de ceață.

Picăturile mici de ceață formează chiciură granulară numai la temperaturi negative apropiate de 0°C .

Picăturile mijlocii cu temperaturi negative mai coborâte, îngheață repede la contactul de diferite obiecte, formând inițial o depunere asemănătoare unor șiraguri de mărgele mici, care devine apoi arborescentă, ramificată.

Picăturile mari formează un depozit de gheață compact, asemănător poleiului, caracterizat printr-o foarte bună aderență față de obiectele pe care s-a depus.

În general, densitatea chiciurii granulare este mai mare pe partea obiectelor expusă vântului și mai mică pe cea adăpostită unde cantitatea infimă de gheață depusă are aspectul unor tufe compuse din granule mici.

Temperatura joacă, de asemenea, un rol important în creșterea sau descreșterea densității chiciurei tari, în sensul că ea devine din ce în ce mai afânată, pe măsura scăderii temperaturii. Explicația rezidă în faptul că picăturile îngheață mai repede și nu pot forma un strat dens de gheață. La temperaturi sub -7°C slăbirea intensității vântului determină transformarea chiciurei granulare în chiciură cristalină. Dimpotrivă, la temperaturi mai mari de -3°C , creșterea picăturilor de ceață determină transformarea chiciurei granulare în polei.

Depunerile de chiciură tare, granulară, cresc aproape exclusiv pe părțile obiectelor aflate în direcția vântului, fiind mai evidente pe vârfurile, colțurile și muchiile acestora.

Creșterea vitezei vântului atrage după sine o accelerare a depunerii de gheață care poate depăși, în zonele montane, grosimea de 1 m.

De regulă, intensitatea depunerilor de chiciură granulară este mai mare când vântul suflă perpendicular pe suprafața de depunere.

În cazul conductorilor aerieni, vântul paralel cu direcția acestora, depune ace de gheață separate, pe când cel perpendicular, formează un strat de gheață continuu.

Întrucât intensitatea depunerii chiciurei granulare este direct proporțională cu viteza vântului, grosimea ei pe obiectele verticale este mai mare către vârful acestora și mai mică la bază.

Pe timp favorabil producerii ei, chiciura granulară depusă în jurul conductorilor aerieni, poate avea diametrul de 20–30 cm, ceea ce duce la sporirea cu 4–6 kg a greutateii fiecărui metru liniar de conductor.

În unele situații diametrul ei poate depăși chiar 60 cm, astfel că greutatea suplimentară a unui metru de conductor crește cu 50 kg.

Deși fragilă, chiciura granulară este totuși suficient de consistentă pentru a se desprinde de pe conductori în bucăți lungi de 5–10 cm și groase de 1–2 cm.

Prin încărcarea suplimentară care apare în prezența ei pe conductorii aerieni și crengile arborilor, chiciura tare, granulară, constituie un pericol real, de care trebuie să țină seama la proiectarea liniilor de înaltă tensiune și a altor conductori aerieni, precum și la plantarea diferitelor specii de pomi fructiferi.

Pagubele produse frecvent prin ruperea conductorilor aerieni prea subțiri sau cu stâlpii prea îndepărtați și a crengilor pomilor fructiferi nu sunt deloc neglijabile,

2.2.3. POLEIUL

Constituie o depunere de gheață omogenă și transparentă, rezultată prin înghețarea picăturilor suprarăcite de ploaie sau burniță, pe sol sau pe obiectele a căror suprafață înregistrează temperatura de 0°C sau temperaturi puțin superioare acestora.

Poleiul se formează pe suprafețele expuse căderii precipitațiilor cu picături suprarăcite, iar în cazul conductorilor aerieni și ramurilor, de jur împrejurul lor. Înainte de a îngheța, picăturile căzute pe suprafețele respective se lătesc formând astfel stratul de polei.

La temperaturi mai coborâte și în prezența unor picături de apă mici (mai ales de burniță), poleiul devine opac și mai puțin dens, prezentând toate caracterele de trecere către chiciura granulară.

În schimb, la temperatura obișnuită formării sale se prezintă ca un strat dens de gheață sticloasă. De regulă, ia naștere la temperaturi cuprinse între $0,1$ și $-1,0^{\circ}\text{C}$. Foarte rar apare la -10°C și în mod excepțional la -16°C .

Se întâmplă uneori, ca în timpul încălzirilor accentuate ce urmează gerurilor puternice să cadă ploi sau burniță cu picături nesuprarăcite care îngheață însă rapid la atingerea solului sau a obiectelor de pe sol, întrucât acestea păstrează încă temperaturi negative foarte coborâte. Ia, astfel, naștere o pojghiță de gheață transparentă sau mată cu grosimi de numai câțiva milimetri, care este tot polei, dar cu durată scurtă și consecințe negative neglijabile.

Poleiul produs în condiții optime pentru acest fenomen hidrometeorologic (între $0,1$ și $-1,0^{\circ}\text{C}$) poate atinge însă grosimi de mai mulți centimetri, ceea ce determină uneori, ruperea crengilor pomilor fructiferi și a conductorilor aerieni, chiar și în regiunile de câmpie.

Indirect, poleiul produce pagube importante prin dificultățile pe care le impune circulației rutiere. Creșterea accentuată a proporției accidentelor de circulație, în perioadele cu polei pe carosabilul drumurilor este mult prea evidentă pentru a mai fi necesare atestări statistice concrete.

2.2.4. ÎNGHEȚUL

Reprezintă coborârea temperaturii la 0° sau sub 0°C . Se consideră zi cu îngheț, orice zi în care temperatura maximă a fost egală sau mai mică decât 0°C .

Previzibil și extrem de banal pentru o mare parte a suprafeței terestre (cea mai populată de altfel), înghețul este un fenomen meteorologic care frânează dezvoltarea plantelor, putând determina încheierea prematură a ciclului lor de vegetație și uneori chiar moartea parțială sau totală.

2.2.4.1. Cauzele înghețului

După cauzele care îl provoacă, el este de trei feluri: advection, radiativ, mixt.

Înghețul advection este rezultatul invaziilor aerului rece de la latitudini mari. Temperaturile negative, caracteristice aerului respectiv se mențin și în timpul zilei. Este mai frecvent iarna dar produce pagube importante în prima jumătate a primăverii. El afectează teritorii vaste și durează obișnuit 1–3 zile.

Înghețul radiativ se datorează pierderilor intense de căldură pe care le suferă suprafața solului ca urmare a emisiei radiative caracteristice nopților senine și calme ori cu vânt slab. Cumularea pierderilor face ca intensitatea maximă a înghețului radiativ să se înregistreze spre sfârșitul nopții, cu puțin înainte de răsăritul Soarelui. Atât intensitatea, cât și durata înghețului radiativ sunt puternic influențate de forma reliefului, starea suprafeței solului, umezeala aerului și solului etc.

Înghețul mixt (advection–radiativ) ia naștere datorită invaziilor aerului rece de la latitudini superioare, care continuă să se răcească prin procesul răcirii radiative nocturne. În astfel de situații sinoptice, temperatura poate coborî noaptea până la $-4 \dots -6^{\circ}\text{C}$, chiar dacă ziua a urcat la 20°C .

În mod frecvent, înghețurile timpurii de toamnă și cele târzii de primăvară, sunt mixte și iau naștere în condițiile unor temperaturi medii zilnice relativ ridicate. Ele se resimt în stratul de aer inferior (sub 2 m înălțime) la începutul și sfârșitul perioadei de vegetație a plantelor, când mediile termice diurne la nivelul adăpostului meteorologic (2 m înălțime) se mențin pozitive. Din această cauză, cunoașterea exactă a fenomenului de îngheț impune măsurarea sistematică a temperaturii nu doar în adăposturile meteorologice, ci și pe suprafața și în adâncimea solului, adică acolo unde se dezvoltă plantele în fazele incipiente (când sunt foarte vulnerabile) și de unde își extrag substanțele nutritive.

Momentele apariției, frecvența și persistența înghețurilor nu depind doar de înălțimea Soarelui deasupra orizontului și de circulația generală a atmosferei, ci și de înălțimea, expoziția și forma reliefului, de vecinătatea bazinelor acvatice, de natura solului etc.

Dincolo de cercurile polare și pe munții înalți, apariția înghețului este posibilă în orice zi a anului. Dimpotrivă, pe măsura apropierii de ecuator, frecvența lui scade, iar perioada de producere se diminuează până la dispariție, cel puțin în regiunile cu relief nu prea înalt.

Relieful, atât cel major, cât și cel minor, influențează activ înghețul. În cazul lanțurilor montane orientate perpendicular pe direcția advecțiilor de aer rece dinspre regiunile polare (Alpii și Carpații Meridionali, de exemplu) este împiedicată pătrunderea acestuia spre sud sau i se modifică sensibil însușirile, astfel că numărul zilelor cu îngheț scade semnificativ.

În situațiile sinoptice cu înghețuri radiative sau adectiv-radiative, cele mai scăzute valori termice se produc pe suprafața solului și covorului vegetal unde se stratifică aerul mai rece și mai dens, care își continuă răcirea prin emisia neîncetată de radiații infraroșii a suprafeței active. Se ajunge astfel la inversiuni termice cu diferențe de 10°C între suprafața solului și nivelul de 2 m la care se fac determinările termometrice în adăpostul meteorologic.

Favorizând producerea inversiunilor termice, depresiunile și văile bine închise sunt formele de relief cu cele mai mari frecvențe și persistențe ale înghețurilor. Mai afectate de îngheț sunt porțiunile cele mai joase, urmate într-o măsură mai mică, de părțile superioare ale versanților. Drept consecință, porțiunile cele mai favorabile pentru culturi pomicole și legumicole, sunt cele din treimea de mijloc a versanților.

Formele de relief pozitive (vârfuri de deal, culmi etc.) nu favorizează înghețurile, fapt pentru care acestea sunt mai puțin frecvente și mai puțin persistente decât în văi.

Din cercetările întreprinse rezultă că dacă pe un teren plat durata intervalului fără îngheț este de 100 zile, pe versanți ea crește la 120 zile, iar în văi și poiene, scade la 75–85 zile. Expoziția versanților joacă la rândul ei un rol oarecare în agravarea sau atenuarea fenomenului de îngheț.

La latitudini temperate, pantele estice și sud-estice sunt mai puternic afectate de îngheț decât cele vestice și sud-vestice din cauză că radiația le găsește mai reci, iar trecerea la temperaturi mai ridicate se face relativ rapid. Drept consecință, plantele cultivate pe versanții estici și sud-estici se resimt mai mult și se refac mai greu de pe urma înghețului nocturn.

Înghețurile timpurii de toamnă și cele târzii de primăvară sunt încă și mai severe, pe versanții cu expoziție nordică, unde încălzirea este mai slabă și mai lentă din cauza absenței radiației solare, o mare parte din timp.

Înghețul este influențat, în cazul solurilor, și de unele însușiri fizice ale acestuia, precum culoarea, căldura specifică și conductibilitatea calorică.

Astfel solurile mai închise la culoare (cu conținut mare de humus) îngheață mai greu decât cele deschise (cu conținut mare de calcar), din cauza albedoului redus, care le permite să absoarbă în cursul zilei, o cantitate mai mare de energie radiantă solară.

Tot astfel, solurile uscate și afânate îngheață mai ușor decât cele umede și bătătorite datorită faptului că aerul înglobat în spațiile lor lacunare are căldura specifică mică și conductibilitatea calorică redusă. Aceste două însușiri fac ca încălzirea din timpul zilei să cuprindă numai stratul superficial, care se răcește rapid noaptea, favorizând înghețul.

Prezența apei în sol sau în vecinătate, reduce pericolul de îngheț prin creșterea căldurii specifice și conductibilității calorice a solurilor care determină o răcire noctură mult mai lentă, întârziată de fluxul de căldură, orientat dinspre straturile mai adânci spre suprafață, prin conductibilitate calorică. Așa se explică faptul că în luncile râurilor, pericolul de îngheț este mai mic decât pe terase și câmp. Recoltele sunt mai bune, nu doar pentru că solurile au o rezervă constantă de apă pentru procesele vitale, ci și pentru că apa din râurile învecinate constituie o sursă de căldură iarna și un termoregulator primăvara și toamna, când diminuează și pericolul prezentat de brume.

Covorul vegetal influențează, la rândul său, regimul termic al aerului și solului. Preluând rolul de suprafață activă principală, el absoarbe cea mai mare parte a radiației solare, atenuând, ziua, încălzirea solului comparativ ca suprafețele fără vegetație. În schimb, noaptea, radiația calorică încrucișată a frunzelor și tulpinilor, viteza redusă a vântului, umezeala mai mare a aerului etc., determină creșterea minimelor termice și micșorează implicit pericolul de îngheț.

Factorii agrofitehnici influențează și ei fenomenul de îngheț. Orice lucrare culturală care modifică structura stratului superficial al solului, influențează pozitiv ori negativ pierderile de căldură radiative. Se înțelege desigur că aratul, grăpatul și toate lucrările care afânează solul la suprafață, făcându-l să înglobeze o mare cantitate de aer în spațiile lacunare mai numeroase și mai încăpătoare, contribuie la răcirea lui mai intensă. Aceasta se datorează, în mare măsură, reducerii conductibilității calorice și deci, micșorării afluxului de căldură dinspre straturile mai adânci.

Relieful influențează covârșitor distribuția teritorială a fenomenului de îngheț. Pe teritoriul României de pildă, cel mai mic număr mediu anual de zile cu îngheț se înregistrează pe țărmul Mării Negre (sub 80) și în lunca Dunării (sub 100). În partea nordică a Câmpiei Române numărul respectiv crește la 110–115, iar în Câmpia de Vest scade sub 100. Transilvania înregistrează circa 110 zile cu îngheț pe an, în partea vestică și din ce în

ce mai multe spre dealurile din est. Recordul îl dețin depresiunile intracarpătice Braşov, Giurgiu, Ciuc etc., cu circa 160 zile pe an. În Moldova numărul mediu anual al zilelor cu îngheţ se cifrează la 110–120 pentru Câmpia Siretului şi la 120–140 pentru Podişul Bârladului şi Podişul Sucevei. Pe culmile cele mai înalte ale Carpaţilor, îngheţul are o frecvenţă mai mare decât în regiunile de câmpie şi de deal, dar pagubele pe care le poate provoca sunt nesemnificative.

2.2.4.2. Consecinţele şi combaterea îngheţului

Cele mai frecvente şi mai grave consecinţe ale îngheţului se înregistrează în pomicultură şi viticultură. Exemplele ce se pot da în acest sens, sunt numeroase. Astfel, în perioada 1947–1949, recoltele de caise din Câmpia Română au fost compromise total sau parţial. Uneori, cum s-a întâmplat în 1954, 1955 şi 1957, îngheţul a distrus parţial mugurii florali ai unor pomi fructiferi, chiar şi în bazine pomicole bine adăpostite, ca cel de la Geoagiu. Pierderi însemnate de recolte la caşi, piersici, vişini, cireşi, meri, nuci, precum şi la struguri, s-au înregistrat în 1968, din cauza trecerii brusce de la un interval relativ călduros, în prima decadă a lunii aprilie, la altul rece, cu temperaturi până la $-4 \dots -6^{\circ}\text{C}$.

Culturile de câmp sunt mai puţin afectate de îngheţurile timpurii de toamnă şi târzii de primăvară. Aceasta deoarece ele au o rezistenţă mai mare decât culturile pomicole şi viticole, dar şi pentru că momentele critice ale ciclului lor vegetativ (diferenţierea organelor de reproducere, înflorirea, fructificarea etc.) au loc în afara perioadelor de îngheţ.

Pentru diminuarea pagubelor provocate de îngheţuri au fost stabilite posibilităţi şi elaborate măsuri de prevenire şi combatere ce pot fi grupate în cinci categorii mari.

a. Măsuri de prevenire anterioare plantării sau însămânţării

Au o importanţă deosebită deoarece sunt eficiente şi nu implică sporuri de investiţii. Ele constau în alegerea ca loc de cultivare a plantelor sensibile la îngheţ, a pantelor cu expoziţie sudică şi sud-vestică, unde riscul de îngheţ este inexistent sau foarte redus. Sunt de asemenea, preferabile pantele care întârzie înmugurirea, aceasta producându-se după trecerea pericolului de îngheţ. La plantare, pomii trebuie distribuiţi astfel încât să permită scurgerea uşoară a aerului rece spre văi. În acelaşi timp este necesar a se evita formarea de liziere compacte care ar conduce la stagnarea aerului rece în interiorul plantaţiei.

b. Măsuri de atenuare a răcirilor radiative nocturne

Constau în realizarea fumigației, a adăpostirii și a perdelelor de protecție.

Fumigația. Urmărește realizarea temporară a unui ecran protector de fum, care micșorează radiația efectivă împiedicând sau diminuând răcirile radiative prea mari. Pentru a fi eficientă, fumigația trebuie să îndeplinească o serie de condiții. Astfel, dacă materialul fumigen arde prea repede, iar fumul nu formează un strat suficient de dens și de persistent, eficiența acțiunii este minimă. Evitarea substanțelor fumigene cu efecte toxice pentru culturi și cultivatori este o altă condiție de care trebuie să se țină seama. Acțiunea de fumigație se întreprinde numai pe timp calm sau cu vânt slab, deoarece vânturile puternice împrăștiate fumul și o fac inutilă.

Printre materialele fumigene mai ieftine se numără gunoiul și brichetele din praf de cărbune separat sau asociate. Ele prezintă însă dezavantajul volumului mare și al imposibilității deplasării în funcție de schimbările direcției vântului.

Există, desigur și dispozitive mobile de producere a fumului alb și greu de sulfat de amoniu, eficiente pentru parcele de circa 400 ha de teren.

Pentru aplicarea măsurilor de protecție este necesar ca în intervalele cu pericol de îngheț și de producere a brumei să se organizeze un sistem de avertizare. În acest scop, în fiecare seară la ora 20,00 se măsoară temperatura la suprafața solului. Când temperatura respectivă coboară sub 10°C, cerul e senin, iar vântul nu depășește 4 m/s se lansează prima avertizare, iar determinările termometrice se fac din oră în oră.

Când temperatura coboară sub 5°C, măsurătorile se fac din sfert de oră, iar când este mai mică de 2°C, în condiții de cer senin și vânt sub 4 m/s, se dă alarma și se declanșează acțiunea de fumigație. Aceasta trebuie continuată și una-două ore după răsăritul Soarelui. Fumigația este o metodă eficientă numai pentru suprafețe de minimum 20 ha.

Adăpostirea. Este practică mai ales în culturile de legume și zarzavaturi. Răsadnițele sunt cele mai vechi și mai frecvente construcții de adăpostire. Fiind acoperite cu sticlă care permite pătrunderea radiațiilor luminoase, dar nu lasă să iasă radiația calorică, ele asigură o creștere oarecare a temperaturii, dar nu cu mult timp înainte ca valorile respective să se producă și în afara lor. Mai important este însă faptul că răsadnițele asigură protecția plantelor împotriva înghețurilor și brumelor târzii de primăvară.

Există desigur și răsadnițe cu încălzire tehnică pe bază de aburi, apă caldă, aer cald sau electricitate.

Pentru protejarea plantelor în câmp se practică uneori și adăpostirea temporară cu folii de polietilenă.

Perdelele de protecție. Constituie un alt mijloc de protecție a culturilor împotriva înghețurilor. Ele sunt fie perdele vegetale (din specii forestiere), fie perdele artificiale, construite din scânduri, trestie etc. (permanente sau temporare), orientate întotdeauna perpendicular pe direcția vântului. Când culturile sunt în pantă, perdelele de protecție se amplasează la partea lor superioară și nu la cea inferioară unde ar favoriza înghețul prin acumularea aerului rece.

c. Măsuri destinate creșterii temperaturii solului și aerului.

Suprafața solului se încălzește cu ajutorul apei calde sau aburilor rămași neutilizați la diferite întreprinderi industriale sau sere. Apa sau aburii se dirijează prin țevi legate cu drenuri de azbociment la adâncimi de 30–50 cm în sol. În acest fel, temperatura la 10 cm adâncime, în sol, crește la 15–20°, iar la înălțimea de 5 cm în aer devine cu 4–5° mai mare decât deasupra solului neprotejat.

Încălzirea aerului se realizează cu ajutorul diferitelor arzătoare sau al unor emițătoare de radiații infraroșii.

Irigarea se înscrie la rândul ei printre măsurile care determină o încălzire a solului și aerului de deasupra. Ea poate fi folosită atât în scopul protecției preventive, cât și în cel al protecției curente.

Protecția preventivă se face prin umezirea solului în orele amiezii. Mărind conductibilitatea calorică a solului apa va favoriza transmiterea unei mai mari cantități de căldură dinspre suprafața solului spre adâncime. Noaptea, când bilanțul radiativ devine negativ se formează un aflux de căldură dinspre adâncime spre suprafață și se împiedică astfel răcirea excesivă a acestora. Metoda este utilizabilă în cazul plantelor de talie nu prea mare (care lasă razele solare să ajungă la sol) și numai dacă temperatura prognozată nu urmează să coboare sub $-2^{\circ} \dots -2,5^{\circ} \text{C}$.

În situațiile când înghețurile durează trei-patru zile, irigarea preventivă nu numai că nu este eficientă, dar devine chiar dăunătoare deoarece consumul de căldură pentru evaporarea apei adăugate depășește energia radiantă solară acumulată în timpul zilei. Tocmai de aceea, metoda respectivă poate fi utilizată fără riscuri numai spre sfârșitul primăverii când înghețurile prelungite pe mai multe zile sunt imposibile.

Protecția curentă se realizează în cazul plantelor de talie mai înaltă amenințate de geruri mai severe decât $-2,5^{\circ} \text{C}$. Ea se bazează pe faptul că apa adăugată transferă solului o anumită cantitate de căldură și cedează

aerului, la înghețare câte 80 calorii pentru fiecare gram din masa ei. Metoda dă rezultate bune dacă plantele protejate suportă greutatea gheții. Aplicarea ei constă în stropirea intermitentă a terenului ce urmează a fi protejat. La înghețuri de -5° sau sub -5°C protecția curentă devine dificilă din cauza consumului mare de apă.

Irigațiile contribuie la creșterea temperaturii solului și aerului de deasupra și prin umezirea aerului, care micșorează intensitatea radiației efective.

d. Măsuri pentru împiedicarea producerii inversiunilor termice.

Constau în ventilarea aerului, care produce amestecul vertical, împiedicând astfel stratificarea termică de inversiune (aerul cel mai rece jos, iar aerul din ce în ce mai cald sus).

Împiedicarea sau distrugerea inversiunilor termice de radiație, care au obișnuit înălțimi între 2 și 100 m, este cu atât mai lesnicioasă cu cât acestea sunt mai puțin înalte.

Ventilarea se realizează cu instalații de mare capacitate (ventilatoare uriașe) fixate pe turnuri, la înălțimi de 10–12 m. Ele formează curenți turbionari de aer ce resimt pe o rază de 100–120 m.

2.2.5 CEAȚA

Reprezintă suspensia în pătura troposferică inferioară a unor picături mici de apă, cristale fine de gheață sau picături și cristale laolaltă, care micșorează sub 1 km vizibilitatea orizontală în stratul de aer inferior (sub 2 m înălțime).

În lumină puternică, picăturile sau cristalele care alcătuiesc ceața pot fi văzute cu ochiul liber. Ceața prezintă, în general, aspectul unui vâl albicios care acoperă peisajul. În orașele și regiunile industriale, cu emanații puternice de fum și praf, ceața capătă adesea o nuanță galben-murdară, devenind, totodată, mult mai stabilă. Ceața creează senzația certă de umezeală, deoarece în prezența ei, umezeala relativă a aerului este de 100% sau foarte apropiată de această valoare.

Structura și caracteristicile microfizice ale ceții sunt similare celor ale norilor de care se deosebește numai prin faptul că ea se află în contact cu suprafața terestră, pe când norii au baza la o înălțime oarecare deasupra acesteia. Ea este alcătuită numai din picături de apă, în cazul când temperatura punctului de rouă este pozitivă; din picături de apă suprarăcite și cristale de gheață, la temperaturi între 0 și -40°C și numai din cristale de gheață, la temperaturi sub -40°C .

Dimensiunile picăturilor variază în limite largi. La temperaturi pozitive, razele lor sunt cuprinse între 1 și 60 μ , iar la temperaturi negative sunt mai mici de 5 μ . În cazul aerului cețos (ceața slabă care reduce vizibilitatea orizontală între 1 și 10 km), razele picăturilor au lungimi sub 1 μ .

Numărul picăturilor care formează ceața de 50–100/cm³ în cazul ceții slabe și de 500–600/cm³ în cazul ceții dense.

În ceața formată la temperaturi pozitive, umezeala relativă este de 100% sau cu câteva procente sub această valoare, pe când în ceața formată la temperaturi negative este, de regulă, sub 100%.

Pentru formarea ceții este necesar ca aerul din apropierea suprafeței terestre să ajungă la suprasaturație. Aceasta se realizează, fie prin creșterea cantității de vapori de apă, fie prin scăderea temperaturii aerului, fie pe ambele căi dintr-o dată.

Dimpotrivă pentru dispariția ceții, aerul din apropierea suprafeței terestre trebuie să devină nesaturat. Subsaturația se atinge, la rândul ei, fie prin scăderea cantității de vapori de apă (datorită condensării sau sublimării acestora sub formă de rouă sau brumă), fie prin încălzirea aerului (datorată absorbției radiațiilor calorice emise de suprafața terestră, advecției de aer cald, amestecului de aer mai rece și mai umed cu aer mai cald și mai uscat, comprimării adiabatică, eliberării căldurii latente de evaporare).

2.2.5.1. Clasificarea ceții

După condițiile sinoptice generale ale formării ei, ceața se împarte în două categorii mari și anume: ceața din interiorul aceleiași mase de aer și ceața frontală.

A. Ceața din interiorul aceleiași mase de aer. Se subîmparte după cauzele fizice concrete ale producerii, în: ceață formată prin creșterea cantității de vapori de apă din aer; ceață formată prin răcirea aerului; ceață formată prin sporirea concentrației nucleelor de condensare.

a. Ceața formată prin creșterea cantității de vapori de apă din aer, apare în condiții de stabilitate atmosferică, atunci când de pe suprafața evaporantă (de obicei acvatică) mai caldă, o mare cantitate de apă pătrunde sub formă de vapori, în aerul mai rece de deasupra, unde se condensează. Ea poartă numele de ceață de evaporare, este mai frecventă iarna și se subdivide în: ceața de mare; ceața de lac; ceața de râu; ceața de mlaștină etc.

b. Ceața formată prin răcirea aerului se subdivide, după cauzele răcirii, în: ceața de radiație, ceața de advecție, ceața adactiv-radiativă, ceața adiabatică.

Ceața de radiație este tipic continentală și ia naștere datorită răcirii radiative a suprafeței terestre și aerului de deasupra, adică în condiții de inversiune termică, frecvente noaptea și iarna în regim anticiclonic, caracterizat prin calm atmosferic sau vânt slab (sub 2 m/s). Limita ei superioară coincide cu limita superioară a stratului de inversiune.

În funcție de grosimea ei, ceața de radiație poate fi joasă și înaltă. *Ceața radiativă joasă*, apare în urma răcirii nocturne a aerului, are grosimi de ordinul câtorva zeci de metri și dispare la câteva ore după răsăritul Soarelui, sau la viteze ale vântului de 4–6 m/s. *Ceața radiativă înaltă* ia naștere prin extinderea verticală a ceții radiative joase până la înălțimi de 200–800 m, ca urmare a menținerii inversiunii termice pe parcursul mai multor zile sau săptămâni (ceea ce favorizează atât intensificarea răcirii radiative și creșterea grosimii stratului de inversiune, cât și stabilitatea mai mare a ceții respective.

Ceața de advecție se formează în interiorul maselor de aer cald și umed care se deplasează peste suprafețe întinse cu temperaturi scăzute dar și în interiorul maselor de aer rece care se deplasează peste suprafețe acvatice mai calde. Din această subdiviziune fac parte: *ceața aerului tropical* (care se dezvoltă mai ales iarna, pe areale de sute de mii de km² și grosimi de 1–2 km, datorită pătrunderii aerului tropical maritim peste suprafețe continentale reci situate la latitudini temperate); *ceața musonică* (impropriu denumită astfel, întrucât se datorează nu circulației musonice specifice, care în semestrul cald are direcția dinspre ocean spre uscat, ci deplasărilor aerului continental, fierbinte peste suprafața mai rece a oceanului, sub influența unor migrări episodice ale formațiunilor barice); *ceața mărilor arctice* (formată prin înaintarea maselor de aer arctic, foarte rece, peste suprafețe cu temperaturi mai ridicate ale unor mări care beneficiază de aportul curenților calzi ai Norvegiei, Alaskăi etc.); *ceața mărilor temperate* (care se formează iarna, când aerul continental mai rece, se deplasează peste suprafețele acvatice mai calde) și orice altă formă de ceață datorată unor mișcări advecitive.

Ceața adactiv–radiativă ia naștere sub acțiunea conjugată a proceselor advecitive și radiative, cum se întâmplă iarna, în cazul deplasării aerului arctic sau polar–maritim, peste uscatul continental, unde continuă să se răcească prin emisia de radiații infraroșii.

Ceața de amestec se datorează suprasaturației rezultată în urma amestecului unor volume de aer cu temperaturi și umezeli diferite. Este caracteristică litoralelor (*ceața litorală*), dar și regiunilor oceanice în care se întâlnesc curenți calzi și reci (*ceața*

m a r i n ă). Aceasta din urmă este caracteristică, în semestrul cald, regiunii nord-atlantice dintre insulele Islanda și Newfoundland unde se întâlnește curentul cald al Golfului cu cel rece al Labradorului, precum și regiunii nord-pacifice din apropierea coastelor nord-estice ale Japoniei, către care se îndreaptă atât curentul cald Kuro-Sivo, cât și curentul rece Oya-Sivo.

Ceața adiabatică ia naștere în timpul mișcărilor ascendente lente ale aerului pe pantele munților, fiind rezultatul răcirii acestuia (prin destindere adiabatică) până sub punctul de rouă. În cazul ascensiunilor rapide iau naștere nori din care cad precipitații abundente.

d. Ceața formată prin sporirea concentrației nucleelor de condensare, nu se datorează nici creșterii cantității de vapori de apă, nici scăderii temperaturii, ci numărului mare al nucleelor de condensare din aerul urban sau al regiunilor industriale. Întrucât multe dintre acestea sunt picături fine de soluții saline, condensarea poate începe la valori ale umezelii relative sub 100%, ceea ce contribuie la stabilitatea mai mare a acestui tip de ceață numit și *ceață urbană* sau *ceață industrială*.

Dat fiind caracterul ei profund dăunător pentru viața și activitatea oamenilor, ceața urbană a fost îndelung și atent cercetată în numeroase orașe ale lumii.

Cercetările au arătat că orașul exercită o influență considerabilă în ceea ce privește creșterea frecvenței, densității și stabilității ceții, lucru care poate să pară neverosimil dacă se are în vedere să ea este un fenomen hidro-meteorologic legat de temperaturi mai coborâte și umezeli în general ridicate. Pentru că orașul determină creșterea temperaturii și scăderea umezelii aerului, mai ales în nopțile senine și calme când formarea ceții este deosebit de frecventă. Această dublă influență care se opune producerii ceții este compensată și chiar supracompensată de numărul excepțional de mare al nucleelor de condensare din aerul orașului. O bună parte dintre aceste nuclee sunt foarte active datorită mării lor higroscopicități. Se remarcă, în principal, nucleele de acid sulfuric (H_2SO_4) și acid sulfuros (H_2SO_3) formate prin reacția trioxidului de sulf (SO_3) și respectiv, bioxidului de sulf (SO_2) cu vaporii de apă.

Înalta higroscopicitate a nucleelor de condensare și a picăturilor-germen cu caracter de soluții acide ori saline, face ca tensiunea de saturație la nivelul suprafeței acestora să coboare, într-o măsură mai mare sau mai mică, aflată în raport direct proporțional cu concentrația soluțiilor, astfel încât condensarea vaporilor de apă se poate produce, așa cum s-a arătat deja, chiar dacă umezeala relativă este mai mică de 100%.

Când picăturile astfel formate devin vizibile, apare ceața, fenomenul cel mai nefast al topoclimei urbane.

Evident, dintre cei doi factori principali care concură la formarea ceții (umezeala aerului și nucleele de condensare) numai cel de-al doilea depinde în mod hotărâtor de oraș. S-a văzut însă cât de important este el, de vreme ce picăturile se pot naște la valori ale umezelii relative mai coborâte chiar și decât 90%.

Când orașul este așezat într-o regiune naturală caracterizată prin umezeală accentuată, cum e cazul Londrei, Hamburg-ului, Bremen-ului etc., atunci frecvența, intensitatea și persistența cețurilor urbane ating valori record.

După J. Aitken, tocmai marea higroscopicitate a nucleelor de condensare din aerul orașului, spre deosebire de cea a nucleelor de condensare din aerul împrejurimilor, conferă ceții urbane rezistența la difuzare și, implicit, marea ei stabilitate.

În același sens mai acționează însă și faptul că nucleele de condensare din atmosfera urbană, mai mari și mai grele decât cele din atmosfera câmpului liber împrejmuitor, au o mare capacitate de emisie (mai ales particulele de funinginc) fapt care determină intensificarea atât a răcirii lor, cât și a aerului care le înconjoară. Se accentuează astfel, tendința de descendență și deci de stabilitate a aerului urban.

Vânturile care ar putea împrăști ceața urbană sunt și ele considerabil slăbite prin acțiunea de frecare dintre masele de aer în mișcare și masivul de clădiri pe care îl constituie orașul.

Toți acești factori care măresc stabilitatea ceții urbane sunt subordonați factorului esențial, reprezentat prin situațiile de timp anticiclonice.

Dimpotrivă, în situațiile ciclonice, caracterizate printr-o instabilitate termică accentuată, calota de păclă și ceață nu se poate forma, ori este împrăștiată rapid.

Influența hotărâtoare pe care orașul o exercită asupra formării ceții poate fi evidențiată în diverse chipuri. I. Browdi a făcut-o descoperind creșterea numărului de zile cu ceață la Londra, paralel cu creșterea orașului (tabel 4).

Tabel 4

Creșterea numărului mediu anual al zilelor cu ceață la Londra

| Intervalul | 1871-1875 | 1876-1880 | 1881-1885 | 1886-1890 |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Numărul zilelor cu ceață | 50,8 | 58,4 | 62,2 | 74,2 |
| Numărul locuitorilor | 2,8 mil. (1871) | 3,8 mil. (1881) | 4,1 mil. (1886) | 4,8 mil. (1890) |

Date asemănătoare au oferit O. Behre și G. Hellmann pentru Berlin; A. Rethly pentru Budapesta și H. Maurain pentru Paris.

Analiza pe care o face B. Hrudicka pentru orașul Praga este și mai concludentă, ea luând în considerare o perioadă de observație mult mai îndelungată (tabel 5). Dezvoltarea accelerată a industriei, însoțită de o creștere masivă a populației a condus în ultimele decenii ale secolului trecut și primele decenii ale secolului actual la un salt spectacular al numărului de zile cu ceață. Corelația este cât se poate de evidentă.

Tabel 5

Creșterea numărului mediu anual al zilelor cu ceață la Praga

| Intervalul | Nr. zile cu ceață | Intervalul | Nr. zile cu ceață |
|------------|-------------------|------------|-------------------|
| 1800–1819 | 82,8 | 1860–1879 | 78,7 |
| 1820–1839 | 79,5 | 1880–1899 | 158,0 |
| 1840–1859 | 86,8 | 1900–1919 | 217,0 |

Și la București, numărul mediu anual al zilelor cu ceață s-a dublat în perioada 1882–1960, din aceleași motive (fig. 11).

Un alt mod de evidențiere a influenței orașului asupra creșterii numărului de zile cu ceață îl constituie compararea directă a datelor obținute în această

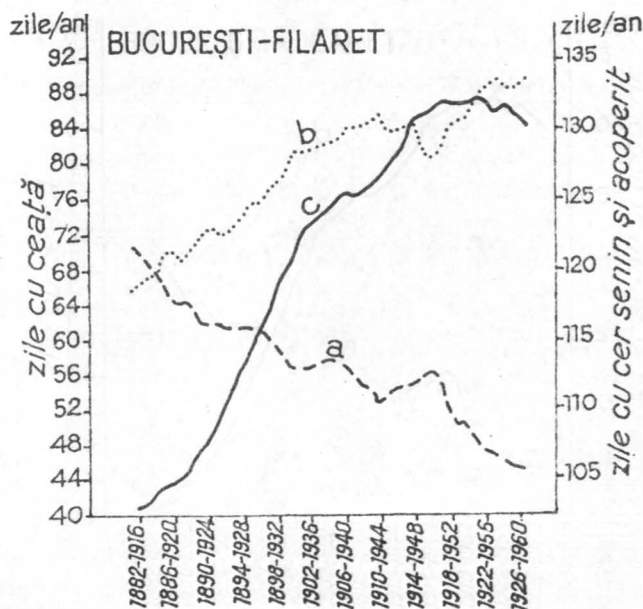


Fig. 11. Evoluția numărului mediu anual al zilelor cu cer senin, cu cer acoperit și cu ceață la București.

pravință, la stațiile urbane și la cele din împrejurimi. Astfel, G. Sleikovski, ajunge la concluzia că, în timp ce la Hamburg, numărul mediu anual al zilelor cu ceață este de 1126 pe insulele Silt și Helgoland, din apropiere, el nu depășește 40.

Pentru Saarbrücken, I. Pfaff prezintă o situație la fel de convingătoare, arătând că numărul mediu anual de zile cu ceață se cifrează la 55 în sectorul industrial Durlah, la 29 în centrul orașului și la 12 pe Vârful Sonnenberg din apropiere.

Ca element de sinteză, harta frecvenței ceții indică și ea rolul esențial pe care orașul îl joacă în creșterea numărului de zile cu ceață. Din harta frecvenței medii anuale a ceții în Marea Britanie (fig. 12) reiese clar că cele mai multe cețuri se produc în regiunea puternic industrializată din centrul Angliei. Celelalte nuclee de frecvență maximă, localizate pe țărmurile Mării Mănecii și în jurul orașului Glasgow se datoresc conjugării unor cauze naturale cu influența orașelor.

Faptul că între harta repartiției ceții și harta impurificării aerului deasupra Marii Britanii există o coincidență aproape totală, este încă o dovadă a influenței majore pe care activitatea economică din orașele și regiunile industriale ale țării o exercită asupra formării ceții.



Fig. 12. Harta frecvenței medii anuale a ceții în Marea Britanie.

Din punctul de vedere al distribuției sale în timpul unei zile, ceața urbană apare mai frecvent în orele dimineții când temperatura este redusă, umezeala relativă ridicată și concentrația impurităților maximă. Către amiază când temperatura crește și apar mișcările ascendente ceața este disipată. După P. A. Kratzer, deosebirea dintre oraș și împrejurimi în regimul diurn al ceții se referă tocmai la faptul că ceața urbană se formează cu precădere dimineața, între orele 6,00 și 10,00, iar cea din împrejurimi, mai ales noaptea.

Dependența de impuritățile aflate în atmosferă, face ca ceața urbană să înregistreze și o variație săptămânală, care coincide cu regimul săptămânal al nucleelor de condensare. Este, prin urmare, lesne de înțeles de ce frecvența ceții urbane este maximă în zilele de lucru și minimă în zilele nelucrătoare de la sfârșitul săptămânii.

În regim anual, cele mai multe zile cu ceață urbană se înregistrează iarna, când concentrația nucleelor de condensare este mai mare și temperatura este mai redusă, iar cele mai puține, vara. Tot iarna apar și cele mai mari diferențe între oraș și împrejurimi în privința numărului de zile cu ceață. Deși răcirile radiative din nopțile senine și calme de toamnă, iarna și primăvara sunt mult mai frecvente și mai intense în afara orașului, numărul zilelor cu ceață este totuși mai mic decât în interiorul lui. Cauza rezidă, așa cum s-a arătat, în marea concentrație a nucleelor de condensare din atmosfera urbană. Din datele publicate de cercetătorul W. Bach, frecvența medie a ceții în orașe este mai mare decât în împrejurimi cu 30% vara și cu 100% iarna.

B. Ceața frontală. Este ceața care apare în zonele de separație a maselor de aer cu însușiri fizice diferite. Suprasaturația se produce atât datorită amestecului și răcirii adiabatice, cât și evaporării precipitațiilor care însoțesc fronturile.

După poziția față de linia frontului, ceața frontală poate fi *prefrontală*, *legată de linia frontului* și *postfrontală*.

2.2.5.2. Distribuția teritorială și temporală a ceții

Ca rezultat al distribuției condițiilor care participă la formarea ei, ceața are o frecvență mai mare în regiunile din apropierea țărmurilor și mai mică în cele din largul mărilor și interiorul continentelor (fig. 13).

În evoluția diurnă, ceața este mai frecventă noaptea și dimineața, când temperatura are valori mai scăzute, iar în cea anuală, toamna și iarna pe continente și primăvara pe mări și oceane.

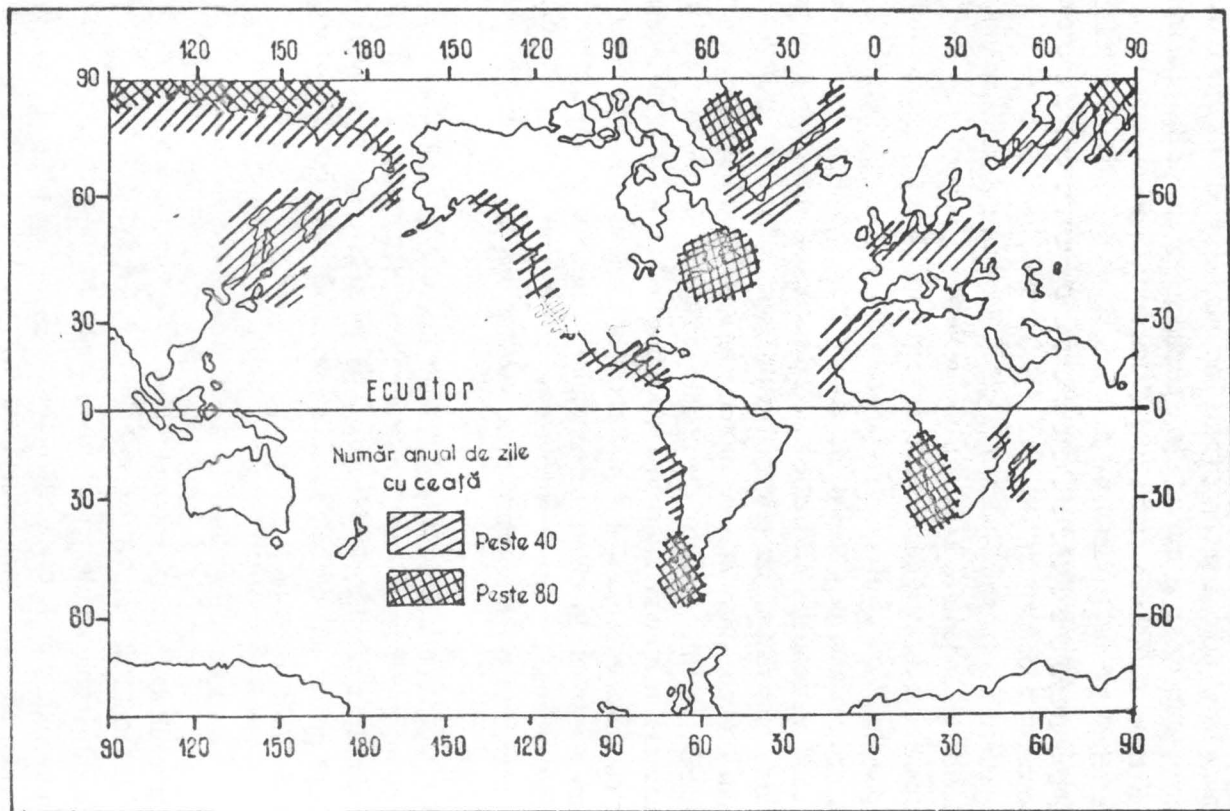


Fig. 13. Regiunile de pe glob cu frecvență mare a ceții.

2.2.5.3. Efectele dăunătoare ale ceții

Oricât ar părea de neverosimil, ceața constituie un fenomen atmosferic deosebit de periculos. Această afirmație pare neverosimilă deoarece ceața este previzibilă, se formează cu viteză moderată și nu declanșează energii de nici un fel. Și totuși, învâluind porțiuni mai mari sau mai mici ale suprafeței terestre, în care vizibilitatea orizontală scade uneori până la câțiva metri, ea creează dificultăți considerabile atât pentru navigația aeriană, maritimă și fluvială, cât și pentru transporturile rutiere și feroviare. În astfel de condiții, numărul accidentelor de circulație crește vertiginos, ceea ce atrage după sine sporirea corespunzătoare a pierderilor de vieți omenești și de bunuri materiale.

Pentru orașe, ceața este fenomenul hidrometeorologic cel mai dăunător și aceasta, cum se va vedea, nu numai pentru că circulația este mai intensă și mai variată.

În scopul unei mai bune înțelegeri a efectelor dăunătoare provocate de ceața urbană, este necesară o delimitare.

Adesea, pe timp senin și calm, cu umezeală foarte redusă deasupra orașului stagnează o calotă imensă de impurități solide în suspensie. Acestea dau atmosferei urbane o culoare gălbuie sau chiar maronie, micșorând vizibilitatea orizontală, uneori chiar sub 1 km. În astfel de situații nu se poate vorbi de ceață. Deosebit de aceasta prin uscăciunea aerului și a particulelor în suspensie, precum și prin culoarea pe care o imprimă atmosferei urbane, fenomenul este cunoscut sub numele de pâclă.

Pâcla favorizează însă foarte mult producerea ceții. De regulă, ceața urbană este un amestec de picături de apă (sau cristale de gheață) cu particule solide de diferite dimensiuni și diverse gaze impurificatoare. Tocmai de aceea englezii au denumit-o generic „smog” adică printr-un termen rezultat din combinarea cuvintelor smoke (fum) și fog (ceață).

După datele lui N. Show și J. S. Owens, la Londra, smogul absorbea (în perioada analizată) 50% din radiația solară iarna și 17% vara, favorizând creșterea concentrației diferitelor substanțe poluante. În astfel de situații, conținutul în CO₂ al atmosferei urbane putea crește de la 0,03% la 0,14%, concentrațiile altor gaze și mai nocive depășind, la rândul-le, limitele maxime admisibile.

În repetate rânduri amploarea fenomenului a devenit catastrofală, înregistrându-se consecințe cu adevărat dramatice.

Perioada dintre 24 ianuarie și 14 februarie 1899 s-a remarcat prin gravitatea efectelor smogului suportate de londonezi. Ea s-a soldat cu 2994 decese

în plus față de perioade corespunzătoare din anii precedenți și cu de zece ori mai multe cazuri de invaliditate fizică.

Urmări și mai grave a avut smogul produs la Londra între 4 și 9 decembrie 1952 când, în condiții de timp anticiclonic, densitatea ceții și concentrația diferitelor substanțe poluante au depășit cu mult limitele maxime admisibile. Astfel, SO_2 a trecut brusc de la 0,07 la 1,34 mg/m^3 , iar impuritățile solide au atins 4,46 mg/m^3 . Peste 4000 de oameni și-au pierdut viața din cauza smogului, iar numărul internărilor în spitale pentru afecțiuni ale căilor respiratorii și sistemului circulator a fost de patru ori mai mare decât media intervalelor corespunzătoare din anii anteriori.

Scăderea accentuată a vizibilității a determinat creșterea numărului de accidente de circulație și implicit, a cazurilor de invaliditate fizică. Studiile întocmite ulterior au arătat dependența cazurilor mortale de concentrația în SO_2 și particule de fum din aerul urban, precum și de durata influenței lor nocive.

Marea Britanie cunoaște efectele smogului și în alte orașe. Dar ea nu este singura țară care are de suferit din cauza lui. În Belgia, un astfel de fenomen produs la Liège, pe valea Meusei, între 1 și 5 decembrie 1930, a provocat o mortalitate de zece ori mai mare decât cea obișnuită, mai ales prin afecțiuni cardiovasculare și respiratorii. Pentru Statele Unite ale Americii „accidentul” de la Donora (Pensylvania), petrecut în octombrie 1948 este un exemplu clasic. Cu acel prilej, 42% din cei 12000 locuitori ai orașului au suferit, din cauza smogului, tulburări cardiace și respiratorii (10,5% cazuri grave).

Exemplele pot fi desigur multiplicare și diversificate, întrucât smogul apare oriunde umezeala aerului și emisia antropică de nucleu de condensare și substanțe impurificatoare oferă condiții favorabile.

2.2.5.4. Combaterea ceții

Acțiunea de diminuare a efectelor ceții, în general și a ceții urbane, în special, presupune mai întâi de toate o cunoaștere profundă a fenomenului. Pentru aceasta, în Marea Britanie, prima dintre țările care s-au confruntat cu consecințele nefaste ale smogului, au fost înființate trei societăți științifice având drept obiect de studiu ceața. Ele sunt: „Air-Analysis-Committee”, „Manchester Field Naturalist Society” și „National Smoke Abatement Society”.

A lupta cu ceața înseamnă, în primul rând a reduce la minimum emisia de impurități antropice. Încă de multă vreme I. Browdi a stabilit că numărul zilelor cu ceață la Londra a scăzut semnificativ pe măsura eliminării cărbunilor din tot mai multe întreprinderi industriale și locuințe.

Reducerea emisiei de impurități este însă extrem de dificilă și este reclamată imperios de consecințe mult mai grave și mai urgente decât creșterea frecvenței ceții.

În situațiile când ceața acoperă pistele unor aeroporturi importante, pot fi utilizate anumite metode de combatere a ei.

Acestea nu sunt, până în prezent, nici ieftine și nici foarte eficiente.

Printre metodele de combatere a ceții se numără: *încălzirea aerului din apropierea suprafeței terestre; împrăștierea în ceață a unor substanțe higroscopice* (pentru contopirea picăturilor care o alcătuiesc); *emiterea unor unde sonore* (care favorizează contopirea și precipitarea picăturilor de apă din ceață); *însămânțarea cu bioxid de carbon solid* a cețurilor cu picături suprarăcite sub -4°C (pentru înghețarea și precipitarea acestora) etc.

2.2.6. VISCOLUL

Reprezintă spulberarea puternică a zăpezii de către vânt, astfel încât vizibilitatea scade extrem de mult, iar aprecierea privind căderea concomitentă a ninsorii este imposibilă. În situațiile când aprecierea privind căderea concomitentă a ninsorii este posibilă, el poartă numele de viscol cu ninsoare.

Pentru zonele temperate și reci, viscolul este fenomenul atmosferic de iarnă cu consecințele cele mai grave și cu spectaculozitatea cea mai mare. El acționează atât prin forța mecanică a vântului care poate rupe crengile arborilor, conductorii aerieni etc., cât și, mai ales, prin spulberarea zăpezii din spațiile deschise și acumularea ei în locurile adăpostite, unde grosimea stratului ajunge uneori la valori de mai mulți metri, producând dificultăți serioase transporturilor rutiere și feroviare. Spulberarea zăpezii de pe întinse suprafețe agricole, privează culturile de toamnă de stratul natural protector care le ferește de îngheț și diminuează umezeala atât de necesară parcurgerii fazelor vegetative de primăvară.

Viscocele provoacă în fiecare an pagube importante tuturor țărilor din zonele temperate și de la latitudini mari. Drept urmare, ele sunt studiate cu atenție sub raportul repartiției direcției și vitezei vântului, cantității de zăpadă, datelor producerii, duratei și condițiilor sinoptice în care se dezvoltă.

Exemplul României este edificator în acest sens.

2.2.6.1. Repartiția teritorială

Studiile specializate efectuate de specialiștii în meteorologie au condus la elaborarea unei hărți sintetice privind repartiția viscocelelor pe teritoriul României (fig. 14). Analiza, fie și succintă a acestei hărți, permite următoarele concluzii mai importante.

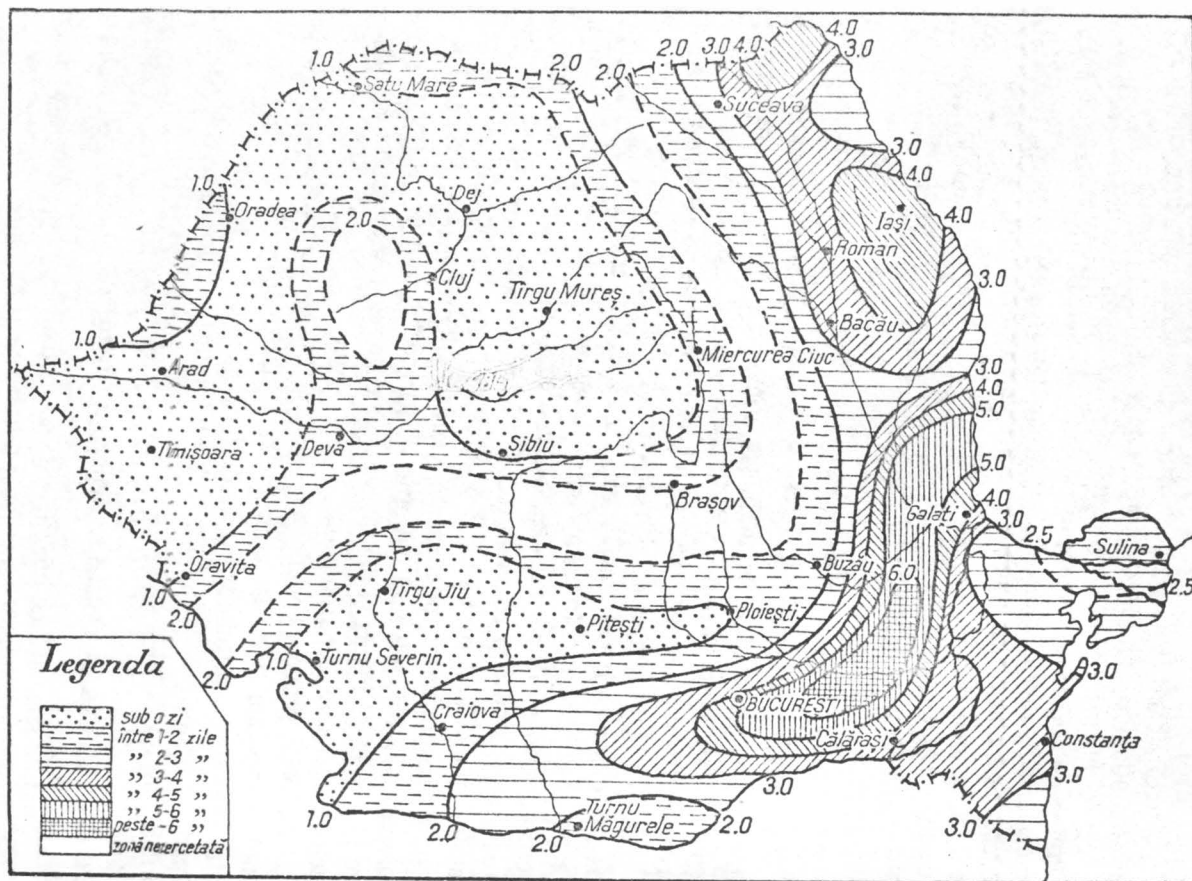


Fig. 14. Harta numărului mediu anual al zilelor cu viscol în România.

- Cel mai mare număr mediu anual de zile cu viscol se înregistrează în regiunile estice și sudice ale teritoriului României. Pretutindeni în aceste regiuni el este mai mare de 2, dar în unele sectoare depășește 4 (nord-estul extrem și Podișul Central Moldovenesc) și chiar 6 (Bărăgan).

- Cel mai mic număr mediu anual de zile cu viscol se înregistrează în Podișul Transilvaniei, Câmpia de Vest și în sud-vestul Câmpiei Române, unde coboară sub 1.

Valorile mari caracteristice Bărăganului se explică prin efectul de canalizare determinat de obstacolul orografic al Carpaților de Curbură și obstacolul termic reprezentat de Marea Neagră. În interiorul acestui canal care îngustează curentul de aer rece ce vine dinspre nord-est, horstul dobrogean contribuie la intensificarea fenomenului.

La rândul lor, valorile mici din Transilvania, Câmpia de Vest și sud-vestul Câmpiei Române se datorează adăpostului creat de Carpații Orientali și Meridionali.

Analiza pe luni a numărului mediu al zilelor cu viscol evidențiază valori mai mari în ianuarie (pentru estul și sudul țării) și în februarie (pentru regiunile de la vest și nord de lanțul carpatic). Lunile decembrie și martie înregistrează un număr comparabil de zile cu viscol, la multe stații, martie situându-se înaintea lunii decembrie. Cu totul întâmplător viscolul poate avea loc și în octombrie sau aprilie.

2.2.6.2. Direcția și viteza vântului în timpul viscolului

Așa cum rezultă din schița de hartă generalizată (fig. 15) în Moldova de Nord, predomină viscoalele dinspre nord-vest, iar în Moldova de Sud, cele dinspre nord. Bărăganul se caracterizează prin viscoale de la nord (ca și Delta Dunării și litoralul), iar Dobrogea de Sud, prin viscoale dinspre nord-vest. În Muntenia, până aproape de Olt, predomină viscoalele de nord-est, iar în Oltenia cele de est și respectiv vest și nord-vest. Vestul țării înregistrează mai ales viscoale dinspre nord, iar Transilvania dinspre nord-vest.

De obicei, cauza care produce vântul în timpul viscolului este apariția unor gradienti barici ridicati (diferențe mari de presiune) între un câmp anticiclonic situat la nord sau nord-est de România și o depresiune barică adâncă, situată în sud-estul Europei. Aceasta face ca circulația aerului deasupra României să aibă, fie o dominantă estică, fie una vestică. La nivelul suprafeței terestre, obstacolul reprezentat de lanțul Carpaților determină și orientarea generală a vânturilor, caracterizată printr-un paralelism evident mai ales în regiunile de deal și câmpie ale Moldovei și Munteniei.

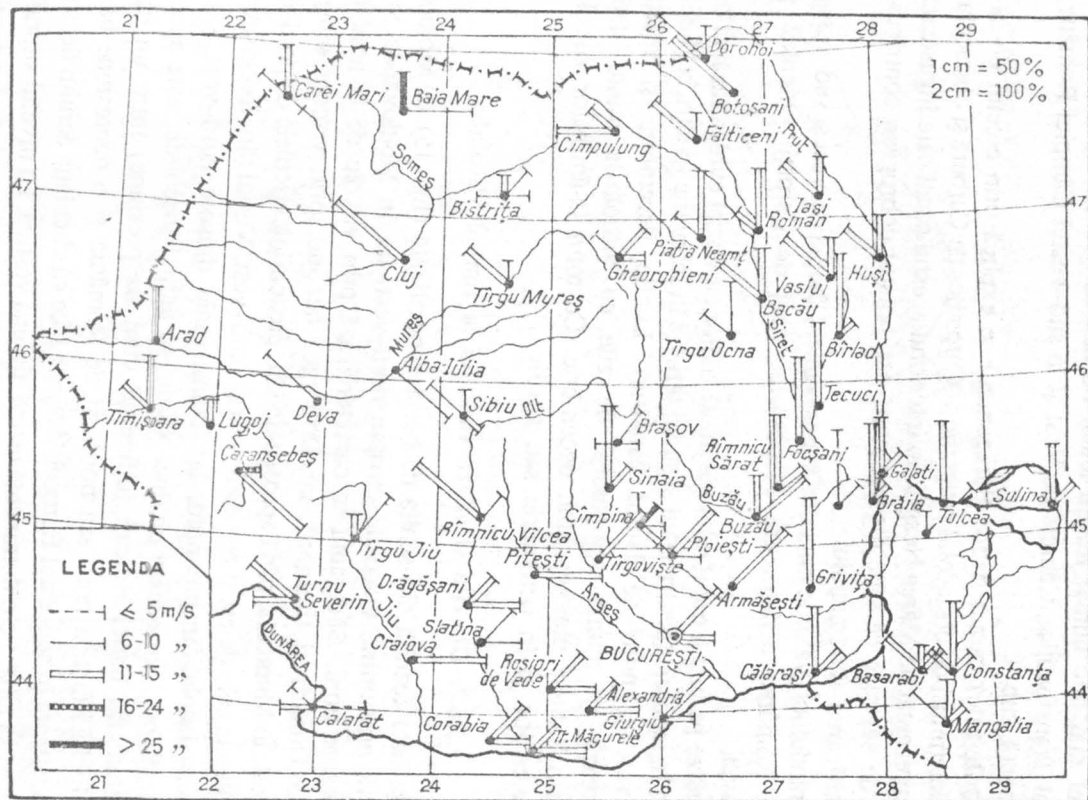


Fig. 15. Harta direcţiei şi vitezei vânturilor în timpul viscolilor.

Viteza vânturilor în timpul viscoalelor variază în medie, pentru teritoriul României, între 11 și 17 m/s, adică între 41 și 60 km/h.

La unele stații meteorologice ca Botoșani, Târgoviște, Târgu Jiu etc., viteza medie a atins 20 m/s, iar la Vaslui chiar 24 m/s. În schimb, în Transilvania, vitezele medii au coborât, la unele stații, sub 11 m/s.

Vitezele maxime absolute ale vântului în timpul viscoalelor sunt mai ridicate în nordul și centrul Moldovei în regiunea dintre Tecuci și București și pe litoralul Mării Negre. Ele se situează între 86 și 106 km/oră, dar probabilitatea producerii lor este destul de redusă (între 2 și 5%). Maximele absolute ale vitezei vântului revin, cum este de așteptat, viscoalelor din lunile ianuarie și februarie și numai foarte rar, în proporție de 2–7%, din decembrie și martie.

În funcție de viteza vântului, viscoalele se grupează convențional în trei categorii și anume: violente (viteze mai mari de 17 m/s); puternice (viteze între 17 și 11 m/s); moderate (viteze între 10 și 6 m/s).

Viscoalele violente se produc cu o frecvență mai ridicată în sud-estul Moldovei și în Bărăgan. La nivelul întregii țări predomină însă viscoalele puternice.

2.2.6.3. Cantitatea de zăpadă căzută în timpul viscoalelor

Se exprimă în litri pe metru pătrat, atât pentru fiecare direcție a vântului în parte, cât și pentru fiecare zi cu viscol, indiferent de direcția vântului.

Datele statistice arată că, în cea mai mare parte a României, cele mai mari cantități de zăpadă cad în situațiile când vântul viscolitor suflă dinspre nord și nord-vest. Situația se schimbă doar în sud și pe litoral, unde cele mai mari cantități medii anuale de zăpadă cad în timpul viscoalelor dinspre est și nord-est.

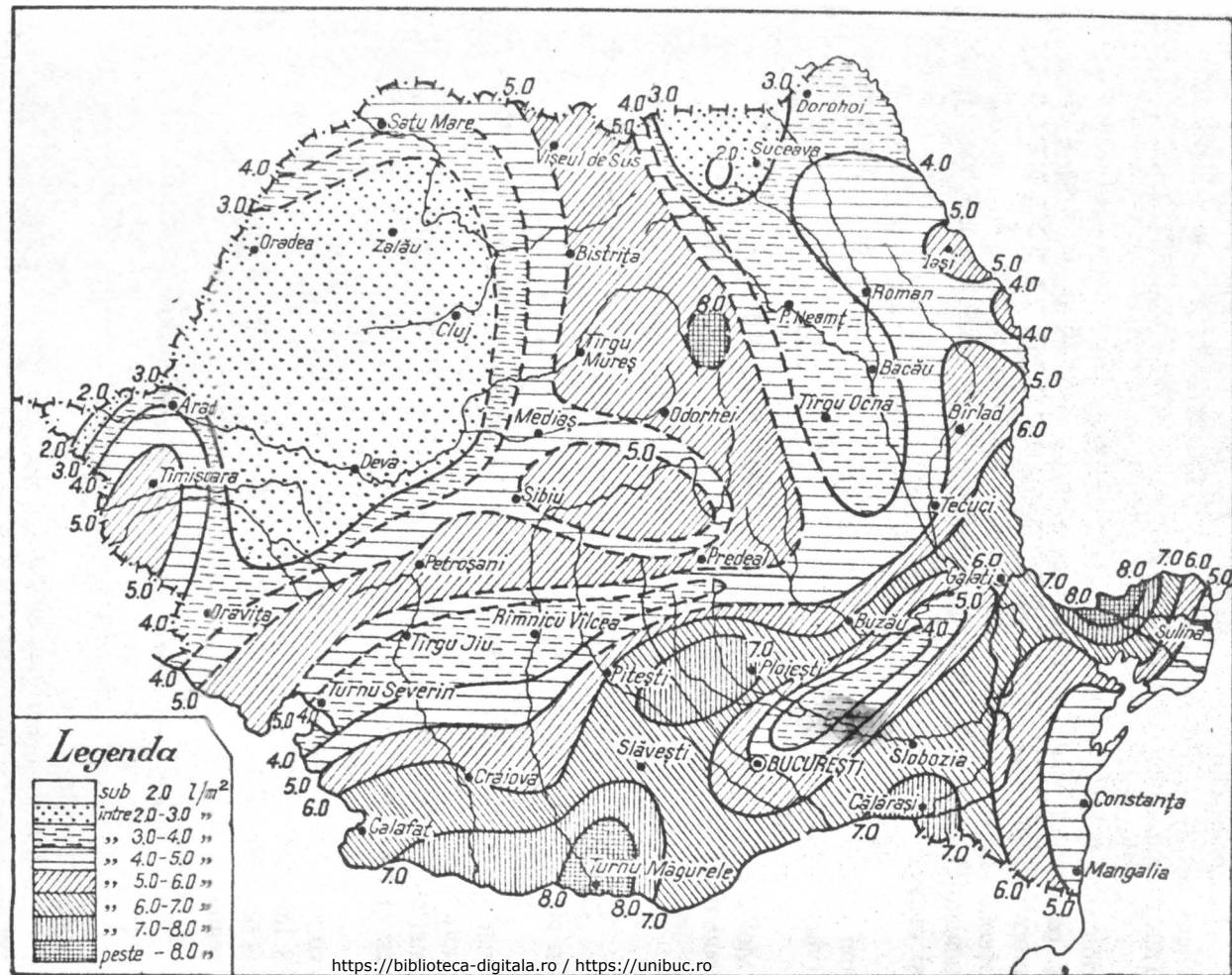
Harta cantităților medii de precipitații căzute în cursul unei zile, cu viscol (fig. 16) evidențiază existența valorilor celor mai mari (peste 8 l/m²) în sud-estul Olteniei și sud-vestul Munteniei, în nordul Dobrogei și în regiunea izvoarelor Mureșului și Oltului. Acestea nu coincid însă cu regiunile în care viscoalele au frecvența maximă.

2.2.6.4. Datele producerii viscoalelor și duratele acestora

Prima zi cu viscol se produce la date care variază sensibil de la o regiune la alta.

În Moldova, cel mai timpuriu prim viscol are loc în jurul datei de 27 octombrie (probabilitatea lui este de numai 2%), iar cel mai târziu prim viscol corespunde lunii martie (probabilitatea lui fiind tot de 2%).

Fig. 16. Harta cantităților medii de precipitații în cazute într-o zi cu viscol.



În Dobrogea, datele respective sunt 13 noiembrie (2%) și luna martie (5%); în Muntenia, 27 octombrie (2%) și martie (2%); în Oltenia 14 noiembrie (2%) și prima jumătate a lunii martie (3%), iar în Banat și Transilvania între 14 noiembrie și 13 decembrie și decadele a doua și a treia ale lunii martie.

Data medie a primului viscol se încadrează între ultimele zile ale lunii decembrie și prima jumătate a lunii ianuarie pentru teritoriile din estul și sudul țării și se suprapune ultimei decade a lunii ianuarie pentru restul țării.

Ultima zi cu viscol este 23 aprilie în Moldova (2%); 27 martie pe litoral; între 23 martie și 7 aprilie pe Dunăre; prima jumătate a lunii martie în Transilvania; 23 martie în Banat.

Data medie a ultimului viscol corespunde primei jumătăți a lunii februarie.

Durata viscoalelor exprimată în număr de zile succesive și nesuccesive cu viscol se diferențiază net în regiunile din afara și interiorul arcului carpatic.

Astfel, viscoalele cu durata de o zi sunt caracteristice pentru întreaga țară, dar mai ales pentru Transilvania, nordul Olteniei și regiunea dintre Turnu Măgurele și Giurgiu.

Viscoalele cu durata de două zile succesive predomină în nordul Moldovei, centrul Transilvaniei, sud-estul Moldovei și nordul Dobrogei.

Viscoalele cu durata de trei zile sunt caracteristice pentru sud-estul țării și sud-vestul Olteniei și pe alocuri Moldovei, iar cele cu durata de patru zile succesive, sudului țării și jumătății sudice a Moldovei. În mod excepțional (3%) viscoalele cu durată mai mare de patru zile succesive se înregistrează în Bărăgan.

Durata viscoalelor exprimată în număr de zile nesuccesive variază de la sub trei zile pe an în vestul Olteniei și Subcarpați la peste nouă zile pe an în Bărăgan.

2.2.6.5. Condițiile sinoptice în care se produc viscoalele.

Relieful baric sau distribuția teritorială a presiunii atmosferice prezintă iama, unele situații sinoptice tipice care favorizează producerea viscoalelor. Cunoașterea și clasificarea acestora este o condiție a prevenirii viscoalelor. Pentru teritoriul României au fost identificate șapte tipuri barice care favorizează apariția viscoalelor.

Tipul baric I se caracterizează prin prezența unui brâu de mare presiune atmosferică între Arhipelagul Azore și Siberia, și a unui câmp baric depresionar în bazinul estic al Mediteranei și Peninsula Balcanică.

Tipul baric II se individualizează printr-o dorsală continentală a anticiclului Azoric, care înaintează până deasupra vestului României și printr-o depresiune barică suprapusă Mării Negre.

Tipul baric III prezintă în câmp anticiclonic continental situat în nordul Europei și unul depresionar, centrat în Grecia.

Tipul baric IV are anticiclul Scandinav unit cu cel Azoric, iar depresiunea din Marea Mediterană centrală în sudul Italiei.

Tipurile barice V, VI și VII sunt mai puțin importante, lor revenindu-le mai puțin de 7% din viscoalele care se produc pe teritoriul României.

În toate situațiile sinoptice, caracteristice tipurilor barice respective, se ajunge la contraste termice puternice, care favorizează ninsori abundente și viscoale mai mult sau mai puțin violente.

2.2.6.6. Combaterea viscoalelor

Consecințele nefaste ale viscoalelor sunt prea frecvente și prea cunoscute pentru a mai fi necesară prezentarea lor. Este de asemenea evident că pentru diminuarea pagubelor provocate de viscoale, măsurile preventive sunt mult mai diversificate și mai eficiente decât cele de combatere propriu-zisă.

Măsurile preventive sunt, la rândul lor pe termen lung și pe termen scurt. Printre cele dintâi se numără perdelele de protecție formate din specii forestiere care împiedică spulberarea zăpezii de pe terenurile agricole, instalarea de parazăpezi în lungul principalelor căi rutiere și ferate pentru împiedicarea troienirii zăpezii și blocării acestora etc. Printre cele din urmă se numără adăpostirea animalelor, crearea rezervelor de hrană pentru acestea și adaptarea altor măsuri menite să asigure depășirea cu pagube cât mai mici a intervalelor de viscol.

Combaterea propriu-zisă a urmărilor viscolului sau dezăpezirea se face cu mijloace mai mult sau mai puțin eficiente în funcție de dotarea și gradul de organizare al fiecărei comunități umane.

În ciuda faptului că se cunoaște frecvența anuală a viscoalelor pentru fiecare regiune și a faptului că prevederea acestor fenomene atmosferice de risc nu prezintă pentru meteorologie o problemă prea dificilă, viscoalele continuă să producă, în fiecare an, numeroase pagube și chiar victime omenești.

3. FENOMENE ATMOSFERICE DE RISC CU APARIȚIE LENTĂ

În categoria fenomenelor atmosferice de risc cu apariție lentă se includ secetele, care afectează pe perioade mai lungi sau mai scurte, diferite regiuni ale lumii. Prin durata și consecințele lor, secetele se diferențiază sensibil de la o zonă climatică la alta, în unele regiuni ele fiind episodice, mai puțin severe și mai limitate în teritoriu, iar în altele aproape permanente, mult mai severe și mai extinse.

3.1. SECETELE EPISODICE

Rezultat al absenței precipitațiilor, secetele sunt fenomene complexe, caracterizate prin valori mari ale deficitului de umezeală în aer și în sol (la nivelul sistemelor radiculare ale plantelor), precum și prin creșteri considerabile ale evapotranspirației potențiale. Lipsa precipitațiilor diminuează sensibil consumul de căldură în procesul evaporării și face ca cea mai mare parte a energiei calorice rezultată din bilanțul radiativ să se consume pentru încălzirea solului și aerului de deasupra. Se ajunge astfel la creșteri substanțiale ale evapotranspirației potențiale.

În astfel de condiții se crează un dezechilibru între absorbția și cedarea apei (prima scăzând, iar a doua crescând pe măsura accentuării secetei) de către plante, care încep să se ofilească. Când seceta este însoțită de vânturi fierbinți și uscate, dezechilibrul devine deosebit de acut, iar ofilirile ireversibile, putând distruge parțial sau total plantele afectate.

Secetele pot fi: atmosferice, pedologice și mixte. Seceta atmosferică se caracterizează prin lipsa parțială sau totală a precipitațiilor, creșterea temperaturii aerului și sporirea consumului de apă al plantelor. Când seceta atmosferică se prelungeste, deficitul de umezeală cuprinde straturile din ce în ce mai adânci ale solului, determinând astfel apariția secetei pedologice. Asocierea celor două tipuri de secetă, dă naștere secetei mixte sau complexe, care poate compromite parțial sau total culturile agricole.

Pe teritoriul României secetele se datorează în mare parte anticlonilor formați în regiunile arctice, care aduc mase de aer cu temperaturi relativ scăzute și conținut mic de vapori de apă (circa 5 mg/m^3). Înaintând spre sud, aerul arctic se încălzește rapid, înregistrând din această cauză o scădere accentuată a umezelii relative și o creștere considerabilă a deficitului de saturație. Drept urmare, în Câmpia Română, la temperaturi de circa 35°C , umezeala relativă, care la origini era de 70–80%, ajunge la 10%, aerul arctic

devenind aer temperat continental, fierbinte și uscat. Aceste însușiri termice și higrometrice determină intensificarea evapotranspirației care conduce la scăderea bruscă a rezervei de apă din sol și la apariția dezechilibrului dintre necesarul sporit de apă al plantelor și resurselor mult diminuate ale solului. Intensitatea sau severitatea secetei se exprimă tocmai prin valoarea acestui dezechilibru.

Secetele se pot produce pe teritoriul României în orice anotimp. Cele mai dăunătoare sunt secetele de primăvară cu durată mare (cum a fost cea din 1968 în sud estul țării), care urmează iernilor cu precipitații reduse și rezerve mici de apă la desprimăvarare. Efectele lor dăunătoare nu pot fi compensate complet nici dacă în lunile următoare ploile sunt abundente.

Uneori, vânturile puternice, de scurtă durată provoacă furtuni de praf care accentuează pagubele provocate de secete prin distrugerea vârfurilor frunzelor și desrădăcinarea plantulelor în curs de răsărire.

Secetele care survin în anotimpul de vară compromit recoltele în funcție de faza de vegetație care a fost afectată. Astfel, dacă seceta a coincis cu faza formării rădăcinilor secundare, rezultatul este o înrădăcinare slabă; dacă a coincis cu faza formării primordiilor florale, scade numărul de boabe; dacă a coincis cu faza înfloririi plantelor, provoacă sterilitatea spicului și deci scăderea recoltei etc.

Secetele din a doua jumătate a verii, prelungite în septembrie și octombrie afectează culturile de toamnă în primele faze de vegetație (germinarea, încolțirea etc.) făcându-le să intre în iarnă, insuficient dezvoltate și cu o rezistență redusă la secetă. În astfel de condiții, iernile grele diminuează sensibil producțiile la hectar.

Deosebit de severe sunt secetele care afectează mai mulți ani consecutivi, cum s-a întâmplat în Moldova, Bărăgan și Dobrogea în 1945, 1946, iar pe alocuri și în 1947.

Amplele variații pe care le înregistrează circulația atmosferică determină puternice fluctuații ale cantităților anuale de precipitații și ale regimurilor acestora. Din această cauză, secetele se succed în România la intervale neregulate și afectează mai ales regiunile sud-estice și Câmpia Dunării.

Din cronică și diferite documente istorice rezultă că pe teritoriul României au avut loc secete cu consecințe nefaste în anii 1585, 1759, 1794, 1815, 1859, 1865, 1873, 1879, 1883, 1894, 1898 etc. În secolul al XX-lea, secete severe s-au produs în 1904, 1918, 1934, 1946, 1950 și 1968.

Începând din a doua jumătate a secolului al XIX-lea și până în prezent s-a constatat că pe teritoriul României grupările de ani cu precipitații excedentare nu au depășit, de regulă, trei ani, în timp ce perioadele secetoase au durat uneori cinci și chiar șase ani.

În mod obișnuit anii secetoși au fost precedați de ani cu precipitații excedentare, iar secetele cele mai severe s-au înregistrat nu în primul, ci în al doilea sau al treilea an de la declanșarea perioadelor cu precipitații deficitare.

Pentru cea mai mare parte a secetelor care au produs pagube importante agriculturii, deficitul de precipitații a început încă din toamna anului precedent, continuându-se în perioada rece, primăvara și vara anului următor.

Printre marile grupări de ani secetoși care au afectat teritoriul României, cea mai lungă și mai dăunătoare a fost perioada 1945–1953. În timpul anului, secetele corespund cel mai adesea lunilor septembrie, martie, aprilie și cel mai rar, lunii iunie. Cu toate acestea, deficitul de umezeală în sol și suferința plantelor sunt maxime în lunile de vară, când temperaturile foarte mari sporesc evapotranspirația.

Perioadele secetoase care afectează teritoriul României sunt determinate de persistența dorsalelor anticiclonice trimise de maximele barice centrate în Azore, Siberia, nordul Africii și Scandinavia, precum și de existența în altitudine a unui curent tropical dinspre sud-vest.

Lanțul Carpaților joacă în perioadele secetoase, un rol de baraj, împiedicând extinderea spre vest a condițiilor climatice subumede din estul continentului și împărțind teritoriul României, într-un sector nord-vestic mai umed și cu ploi frecvente și un sector sud-estic, mai uscat și cu secete frecvente.

Durata medie a secetelor atmosferice pe teritoriul României, se cifrează la 16 zile în regiunile vestice și 19 zile în cele estice. Duratele maxime pot depăși însă 60 de zile.

Caracteristicile secetelor de pe teritoriul României succint prezentate mai sus, sunt reprezentative în bună măsură pentru întreaga categorie a „secetelor episodice“, oriunde s-ar produce acestea. Ele afectează cu precădere marile regiuni agricole ale zonelor temperate și produc anual pagube importante, în ciuda amplelor eforturi depuse de numeroase state pentru amenajarea unor vaste sisteme de irigații, pentru crearea de soiuri rezistente la deficitul de umezeală, pentru prelucrarea adecvată a solului etc.

3.2. SECETELE QUASIPERMANENTE ȘI PERMANENTE

Așa cum indică numele lor, secetele quasipermanente și permanente, constituie caracteristica meteorologică și climatologică esențială a unor vaste regiuni de pe glob, căderile de precipitații fiind doar întreruperi episodice ale uscăciunii atotstăpânitoare. Regiunile afectate de astfel de secete, sunt cele cu climate aride și semiaride, ele întâlnindu-se atât în zona caldă

(tropicală și subtropicală) cât și în zonele temperate ale planetei. Peisajele caracteristice sunt deșerturile, semideșerturile și stepile uscate.

S-ar putea spune că secetele quasipermanente și permanente nu sunt fenomene atmosferice de risc și această afirmație corespunde adevărului cel puțin, pentru teritoriile hiperaride. Acolo se poate vorbi de dezastre climatice, dar, deșerturile lumii sunt înconjurate de vaste întinderi semiaride și subumede, care adăpostesc un mare număr de locuitori. Și, în ciuda riscurilor naturale de care au fost înconjurați de-a lungul multor secole, locuitorii acestor regiuni, au înfruntat cu succes sfidarea pe care o reprezenta ariditatea. Ba mai mult, aici s-au născut câteva din marile civilizații și religii ale lumii, cum sunt iudaismul, creștinismul și islamismul.

De mai bine de două decenii, în regiunile semiaride ale lumii, riscul secetei s-a transformat treptat într-un dezastru. Numeroși locuitori, nu mai reușesc să obțină din solurile epuizate resursele necesare subsistenței, cu toată îndelungata adaptare la condițiile dificile ale mediului lor tradițional de viață. Se moare literalmente de foame, în timp ce agricultorii renunță adesea să mai cultive terenuri până nu de mult fertile.

Numele acestui dezastru este desertificarea. Într-o largă măsură este un dezastru climatic. Dar, fără îndoială, nu numai climatic.

Înainte de a prezenta cauzele și consecințele desertificării este utilă trecerea în revistă a caracteristicilor climatice proprii regiunilor aride și semiaride situate la latitudini tropicale, subtropicale și temperate.

3.2.1. Climatele tropicale arid și semiarid

Climatele arid și semiarid, de la latitudini tropicale, au numeroase trăsături caracteristice comune. Tipul semiarid, face tranziția de la climatul arid către climate mai umede.

Principala caracteristică distinctivă a acestor tipuri de climă constă în lipsa aproape totală sau insuficiența precipitațiilor. Geografic, ele sunt situate aproximativ la 20–25° nord și sud, unde acționează cu precădere masele de aer din atmosfera înaltă a zonelor subtropicale. Chiar și în regiunile unde apar depresiuni barice datorate încălzirii excesive a suprafeței terestre și aerului din troposfera inferioară, stratul de convecție rămâne subțire, puternicile inversiuni termice din troposfera superioară rămânând atotstăpânitoare și extinzând condițiile aride până la latitudinea alizeelor.

Principalele regiuni cu climă tropicală aridă sunt situate în nord-vestul Mexicului și în lungul coastelor Vestice ale Republicii Peru și părții nordice a Republicii Chile; în Africa de Nord (Sahara) și Arabia; în sud-estul Iranului

și jumătatea sudică a Pakistanului; în vestul Indiei și în Australia centrală și vestică.

Regiunile cu climat tropical semiarid au o dezvoltare mai mare în Africa unde se întind sub forma a două zone care mărginesc la nord și la sud deșertul Sahara, precum și a unei zone de formă neregulată, care se întinde la nord și la est de pustiul Kalahari în Angola, Namibia, Zambia, Botswana și Republica Sud-Africană. Pe continentul asiatic, climatul tropical semiarid se dezvoltă în zona muntoasă din Arabia Saudită și Yemen, în cea mai mare parte a Iranului și în părți însemnate din Pakistan și India. În Australia, zona tropicală semiaridă mărginește la nord și la est, Marele deșert Australian. America de Nord cunoaște aceste condiții climatice în Podișul Mexican, iar America de Sud în Brazilia, la nord de Capul Sao Roque. În regiunile tropicale aride, precipitațiile sunt extrem de reduse ori lipsesc aproape cu desăvârșire, din cauza uscăciunii aerului și a marii înălțimi a nivelului de condensare. Convecția ascendentă care ia naștere datorită supraîncălzirii aerului nu reușește să atingă acest nivel, dar provoacă adesea vârtejuri puternice care ridică la înălțimi apreciabile coloane imense de praf și nisip. Rareori, ciclonii formați pe frontul polar (temperat) pătrund în regiunile tropicale, dând naștere unor averse puternice de ploaie, care umplu văile seci cu torenți vijelioși și fac să apară o vegetație efemeră, grăbită parcă să-și încheie ciclul vegetativ, înainte ca rezervele de umezeală să se fi terminat. Asemenea averse pot să apară o dată la mai mulți ani sau la mai multe decenii.

Mediile anuale ale cantităților de precipitații sunt mai mici de 200 mm și pot coborî chiar până la 0 mm, cum s-a întâmplat la Calama (oraș în nordul Republicii Chile, situat la altitudinea de 2264 m), unde de-a lungul timpurilor istorice, nu s-a semnalat nici o ploaie.

Condițiile de ariditate specifice deșerturilor tropicale în general, sunt accentuate în regiunile deșertice litorale care se află sub influența curenților oceanici reci. Fenomenul se datorează temperaturilor mai coborâte ale apei și aerului de deasupra curenților reci, care se opun convecției termice ascendente favorizând, deopotrivă, descendența aerului și predominarea totală sau quasitotală a timpului senin. El este propriu deșertului Sonora, influențat de curentul rece al Californiei, deșerturilor Peru și Atacama influențate de curentul rece al Perului (Humboldt), Saharei de Vest, aflată sub influența curentului rece al Canarelor și deșertului Namib, influențat de curentul rece al Benguelei.

Exemplul menționat al localității Calama de la periferia deșertului Atacama, cel al localității Arica, din nordul Statului Chile, unde în 43 de ani s-a înregistrat o medie anuală a precipitațiilor de numai 0,5 mm, cel al orașului Iquique, situat pe litoralul deșertului Atacama, unde media anuală este de

numai 3 mm, cel al localității Walvis Bay, situată pe țărmul Oceanului Atlantic, în deșertul Namib, unde media anuală este de 30 mm și multe altele, constituie dovezi grăitoare ale influenței curenților reci, asupra reducerii până la dispariția aproape totală a precipitațiilor atmosferice.

Accasta nu înseamnă că în interiorul continentelor ariditatea nu poate fi, pe alocuri, aproape la fel de severă. Dovadă, precipitațiile medii anuale însumând numai 0,5 mm, înregistrate în localitatea egipteană Luxor.

Uneori, ploile și așa destul de rare, nu ajung până la suprafața terestră, picăturile evaporându-se în cădere, din cauza temperaturilor extrem de ridicate ale aerului. Precipitațiile fiind absolut întâmplătoare se înțelege că nebulozitatea are valori extrem de reduse, iar Soarele strălucește aproape tot timpul cât acest lucru este astronomic posibil. Drept urmare, suprafața terestră, mai ales când este acoperită cu nisip, se încălzește excesiv atingând chiar temperaturi de 80°C. Dimpotrivă, noaptea, lipsa vaporilor de apă și a norilor, determină creșteri excepționale ale intensității radiației efective, ceea ce permite răcirea suprafeței terestre, uneori până la valori de 0°C.

Încălzirile și răcirile de la nivelul suprafeței terestre se răsfrâng și asupra aerului de deasupra, în regiunile cu climat tropical arid înregistrându-se valori termice absolute extrem de mari.

La înălțimea standard (2 m) a măsurătorilor termometrice de pe platformele stațiilor meteorologice se înregistrează frecvent temperaturi de 40–45°C ziua și 10–15°C noaptea, ceea ce face ca amplitudinile diurne ale temperaturii aerului să fie în medie de circa 30°C. Uneori ele depășesc însă 35°C.

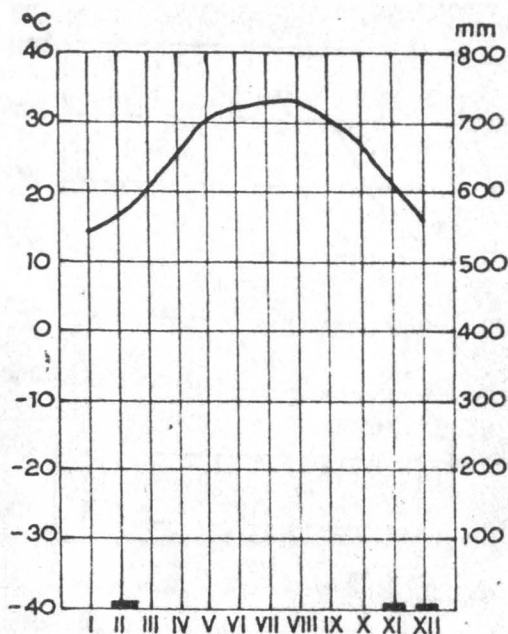
Temperaturile medii anuale sunt cuprinse obișnuit între 20 și 28°C (21,6°C la El Golea în Sahara algeriană, 27,2°C la Jokobabad în Pakistan), dar pot fi și mai scăzute datorită creșterii altitudinii (19,1°C la Windhoek în Namibia) sau influenței curenților reci (16,6°C la Walvis Bay, pe țărmul deșertului Namib).

Amplitudinile termice anuale se cifrează, de regulă între 22 și 25°C (la Jakobabad, luna cea mai rece, ianuarie, înregistrând 15°C și luna cea mai caldă, iunie, 37°C; iar la El. Golea, 9 și respectiv 34°C). În regiunile tropicale aride cu altitudini mai mari, diferențele scad până la 10°C (la Windhoek, lunile cele mai reci, iunie și iulie înregistrează 13°C, iar cele mai calde, noiembrie, decembrie și ianuarie, 23°C), iar în cele aflate sub influența curenților oceanici reci, până la 5°C (la Walvis Bay temperaturile medii lunare variază între 14 și 19°C).

Spre deosebire de regiunile deșertice joase, cu temperaturi extrem de ridicate și precipitații neînsemnate (fig. 17), în cele cu relief înalt (Munții Ahaggar și Tibesti din Sahara, Munții Hijaz din Arabia Saudită, Munții

Fig. 17. Regimul anual al temperaturii și precipitațiilor în regiunile cu climat tropical arid.

Luxor, Egipt 26°N, 95 m
 Temp. medie anuală 25°C
 Amplit. medie anuală 19°C
 Precip. medii anuale 0,5 mm



Yemenului, Munții Macdonnell și Musgrave din Deșertul Australiei etc.), temperaturile scad, iar cantitățile de precipitații cresc apreciabil (la Windhoek, de pildă cad 375 mm de apă pe an). Sursa acestor precipitații este, ca și pentru deșerturile din jur, trecerea rară a ciclonilor.

În regiunile cu climat tropical semiarid, valorile termice sunt relativ asemănătoare cu cele din deșerturile tropicale. Mai mult chiar, maxima termică absolută a planetei Pământ s-a înregistrat în regiunea cu climat tropical semiarid din nordul Libiei. Ea fost de 58°C și s-a produs în ziua de 13 septembrie 1922 în orașul Al'Aziziyah, situat la 50 km sud-sud-est de Tripoli. Valoarea respectivă depășește cu 12,5°C temperatura maximă absolută înregistrată pe teritoriul României.

Desigur la periferiile mai înalte și cu latitudini mai mari, temperaturile scad, după cum la periferiile dinspre regiunile cu climat intertropical alternant, mai apropiate de ecuator, amplitudinile termice diurne și anuale se diminuează.

Cât despre precipitații, acestea nu sunt întâmplătoare ca în deșerturile tropicale, ci cu o distribuție sezonieră bine conturată.

La periferiile dinspre regiunile subtropicale ale zonelor cu climat semiarid, precipitațiile sunt aduse în timpul iernii, de ciclonii latitudinilor medii care înaintează spre tropice.

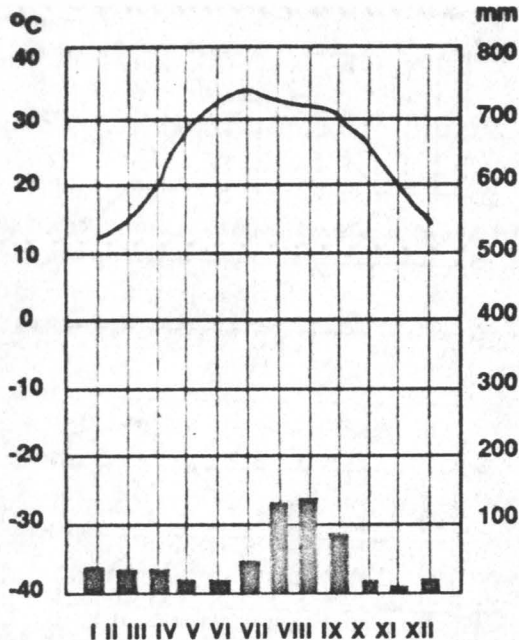


Fig. 18. Regimul anual al temperaturii și precipitațiilor în regiunile cu climat tropical semiarid.

| | |
|----------------------------|------------|
| Lahore, Pakistan | 32°N, 214m |
| Temp. medie anuală | 24°C |
| Amplit. medie anuală | 22°C |
| Precip. medii anuale | 492 mm |

La periferiile dinspre ecuator, dimpotrivă, ploile cad vara și sunt determinate de activitatea frontului tropical. Perioadelor ploioase li se asociază scăderi ușoare ale temperaturii aerului (fig. 18).

Ca urmare a mării uscăciuni și a ampleror variații termice diurne, în regiunile cu climat arid are loc o intensă dezagregare a rocilor, landshaftul specific fiind cel al deșerturilor de nisip sau de piatră. Vegetația, efemeră, este legată de ploile sporadice. Ea are caracter permanent numai în oazele cu ape freatice puțin adânci și este, în general, cultivată.

În deșerturile litorale, scâldate de curenți oceanici reci, cețurile frecvente și temperaturile, ceva mai scăzute, care diminuează deficitul de saturație din aer, fac posibilă creșterea și dezvoltarea câtorva forme inferioare de plante, în ciuda lipsei aproape totale a precipitațiilor.

Către și în regiunile cu climat semiarid, deșerturile se transformă în semideșerturi și trec treptat în stepele uscate cu vegetație ierboasă xerofilă, care îngăduie populațiilor autohtone să practice creșterea animalelor (oi, capre).

3.2.2. Climatele Subtropicale arid și semiarid

Sunt în mod obișnuit, prelungiri, către latitudini mai mari ale climatelor tropicale arid și semiarid. Ele ocupă teritorii nu prea întinse în America de Nord (sud-vestul SUA), America de Sud (Argentina), Africa (R. S. Africană) și ceva mai întinse în Asia (Turcia, nordul Irakului și Iranului, sudul Turcmenistanului etc.) și Australia (la sud de marile deșerturi tropicale).

Modificările sezoniere ale fronturilor (temperate) din emisfera de nord și de sud, fac ca ciclonii aducători de precipitații să pătrundă în aceste regiuni mai frecvent decât în cele tropicale semiaride și aride.

În consecință, ariditatea este ceva mai puțin severă, iar climatul semiarid este mai extins decât cel arid. Totuși, acesta din urmă este prezent în cele două Americi, ca urmare a degradării regimului pluviometric, de către relieful înalt al Cordilierilor și Anzilor.

Caracterele generale ale climei se formează sub influența predominării alternative de la un sezon la altul a aerului tropical cald și uscat și a celui polar (temperat), mai rece și relativ mai umed. Pendularea sezonieră a frontului polar (temperat) care separă masele de aer respective are, de asemenea, o mare importanță în evoluția condițiilor meteorologice.

Sumele radiației globale reprezintă aproximativ 80–85% din cele ale regiunilor cu climat tropical semiarid, ceea ce înseamnă foarte mult. Drept urmare, temperaturile medii anuale sunt cu puțin mai reduse, ele oscilând între 16 și 22°C în regiunile cu climat subtropical arid (fig. 19) și între 11 și 18°C în cele cu climat subtropical semiarid (fig. 20). Maximele termice absolute sunt foarte apropiate de cele ale regiunilor tropicale aride și semiaride. Astfel temperatura de 56,7°C, înregistrată la 10 iulie 1913 în Valea Morții (Death Valey) din California (SUA) a deținut multă vreme recordul întregii planete.

Precipitațiile atmosferice, deși foarte scăzute în regiunile cu climat subtropical arid (80–150 mm/an), înregistrează valori mai importante în cele cu climat subtropical semiarid (300–450 mm/an). În consecință, deșerturile, semideșerturile și mai ales stepetele cu diferite grade de uscăciune, prezintă o vegetație ceva mai bogată decât la latitudini tropicale.

3.2.3. Climatele temperate arid și semiarid

Sunt localizate în interiorul continentelor, departe de influența vânturilor umede ce bat dinspre oceane. În America de Nord ocupă regiunile de podiș dintre și de la est de Munții Cordilieri, în America de Sud, regiunile de la est de Anzi, iar în Eurasia, o vastă zonă cu lățimea din ce în ce

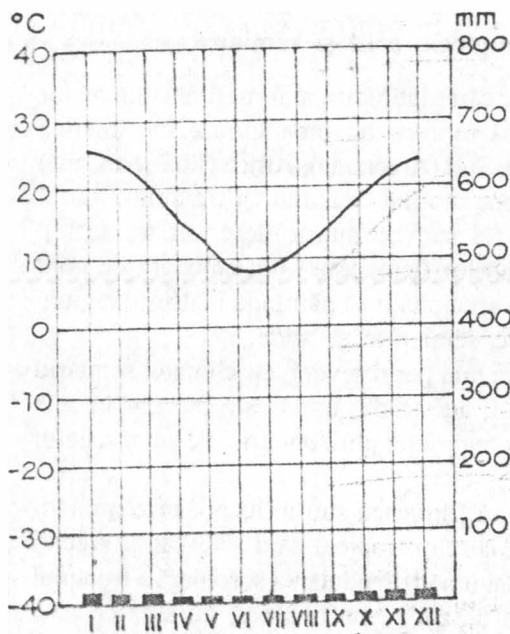
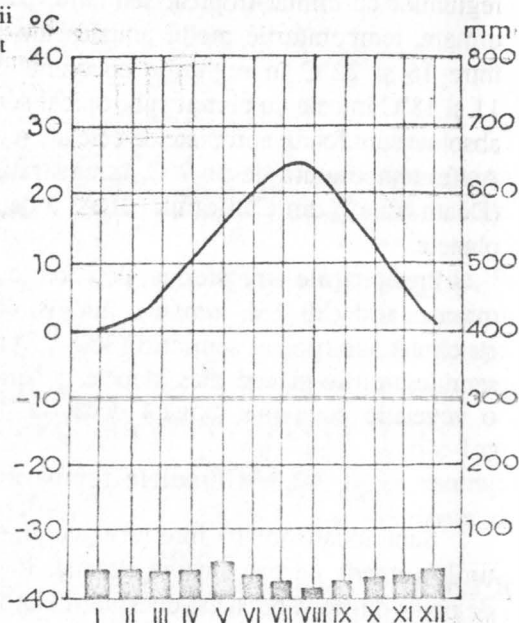


Fig. 19. Regimul anual al temperaturii și precipitațiilor în regiunile cu climat subtropical arid.

San Juan, Argentina 32°S; 630 m
 Temp. medie anuală 17°C
 Amplit. medie anuală 18°C
 Precip. medii anuale 86 mm

Fig. 20. Regimul anual al temperaturii și precipitațiilor în regiunile cu climat subtropical semiarid.



Ankara, Turcia 40°N; 902 m
 Temp. medie anuală 12°C
 Amplit. medie anuală 23°C
 Precip. medii anuale 360 mm

mai mari către est, desfășurată de la nord de Marea Neagră, până în regiunea centrală a Chinei. La acestea se adaugă Meseta Spaniolă, din Peninsula Iberică. Barierele montane aflate în calea vânturilor de vest (America de Nord și de Sud) și a celor de sud (Asia), conjugate cu distanța uneori foarte mare, față de ocean (Eurasia și America de Nord sau cu absența vânturilor de est (America de Sud) determină scăderea accentuată a cantităților de precipitații, până sub limita dezvoltării vegetației de stepă. Cea mai mare parte a acestor teritorii sunt însă semiaride. Aride propriu zise se găsesc aproape numai în Asia Centrală.

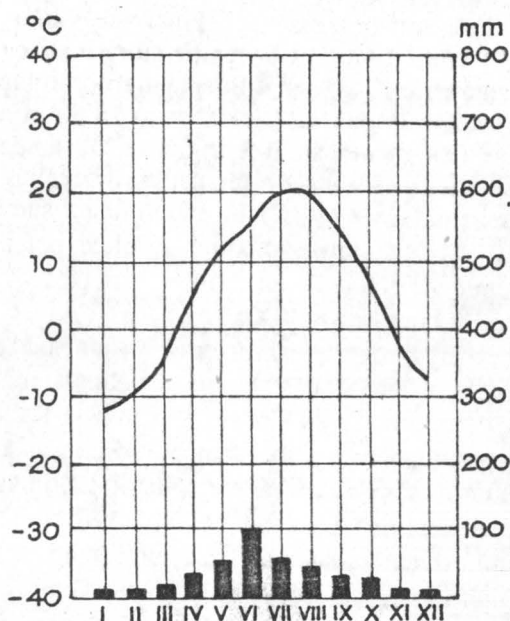
Masele de aer polar (temperat) continental sunt prezente tot timpul anului. Uscăciunea mare a aerului face ca valorile bilanțului radiativ să crească substanțial în semestrul cald și să scadă în cel rece.

Mediile anuale ale temperaturii aerului variază în funcție de latitudine și altitudine, rămânând pozitive la majoritatea stațiilor. La Dickinson, SUA, în regiunea cu climat temperat semiarid (fig. 21), temperatura medie anuală este de 5°C, iar la Santa Cruz (Argentina) și Balhaș, Kazahstan (fig. 22), ambele în regiunea cu climat temperat arid, valorile corespunzătoare sunt de 8 și respectiv 5°C.

Vara, în luna cea mai caldă, când cerul este predominant senin, temperaturile cresc substanțial, valorile medii atingând 21°C la Dickinson, 24°C

Fig. 21. Regimul anual al temperaturii și precipitațiilor în regiunile cu climat temperat semiarid.

Dickinson, S.U.A. 47°N; 750 m
Temp. medie anuală 5°C
Amplit. medie anuală 33°C
Precip. medii anuale 392 mm



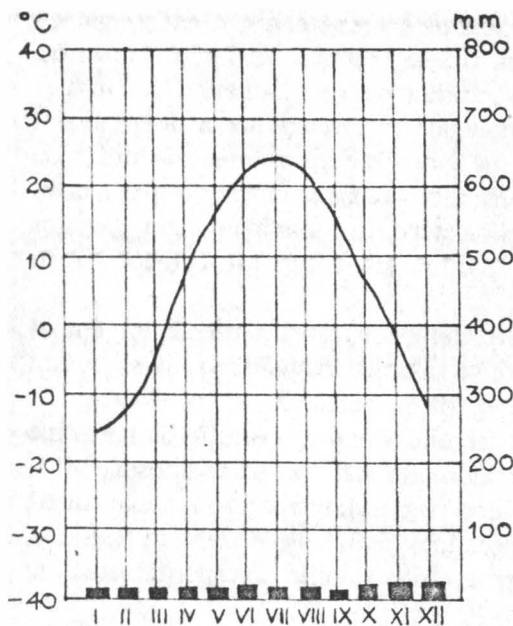


Fig. 22. Regimul anual al temperaturii și precipitațiilor în regiunile cu climat temperat arid.

| | |
|----------------------|-------------|
| Balhaș, Kazahstan | 47°N; 423 m |
| Temp. medie anuală | 5°C |
| Amplit. medie anuală | 39°C |
| Prec p. medii anuale | 115 mm |

la Balhaș și 14°C la Santa Cruz, aceasta din urmă fiind situată la 50° latitudine sudică, într-o regiune cu puternice vânturi de vest.

Iarna, dimpotrivă, temperatura lunii celei mai reci este mai ridicată la Santa Cruz (2°C) sub influența marilor întinderi oceanice ale emisferei sudice și mai coborâtă la Dickinson (-12°C) și Balhaș (-15°C).

Continentalismul termic este substanțial mai accentuat la Balhaș (39°C amplitudinea anuală a temperaturii aerului) în inima Asiei și mult mai slab la Santa Cruz (16°C) în extremitatea sudică, îngustă, a Americii de Sud.

Temperaturile maxime absolute pot atinge, atât în climatul temperat semiarid, cât și în cel arid, valori peste 40–45°C, după cum cele minime pot coborâ sub -40°C.

Precipitațiile atmosferice însumează anual 392 mm la Dickinson în climatul temperat semiarid și coboară la 200 și sub 200 mm în cel arid (201 mm la Santa Cruz și 115 mm la Balhaș). Regimul pluviometric anual din regiunile cu climat temperat semiarid se caracterizează printr-o oarecare intensificare a căderii precipitațiilor primăvara și la începutul verii (aprilie, mai, iunie), iar cel din regiunile cu climat temperat arid, printr-o relativă uniformitate, datorată uscăciunii mari a aerului pe tot parcursul anului. Uniformitatea rezultă însă din medierea multianuală a datelor înregistrate. În realitate, atât ploile cât și ninsorile cad extrem de neregulat, variabilitatea

de la un an la altul a cantităților lunare și anuale fiind foarte mare. Vara ploile cad mai ales sub formă de averse, însoțite de furtuni și descărcări electrice. Regiunile cu climat temperat semiarid din SUA sunt afectate uneori de furtunile violente numite tornado. Forța distructivă a acestora este mai mică decât în regiunile tropicale.

Temperaturile ridicate și cantitățile mici de precipitații fac ca în semestrul cald, deficitul de umezeală să fie mare sau excesiv de mare. Drept consecință, vegetația de stepă uscată a regiunilor semiaride se transformă în deșert pe măsura înaintării spre regiunile aride.

3.2.5. Deșertificarea

Deșertificarea este procesul prin care ecosistemele regiunilor semiaride își pierd aptitudinea de a se regenera, lăsând locul deșerturilor veritabile. În ultimele decenii ea s-a accelerat și a căpătat o mare extensiune reducând dramatic spațiul vital al populațiilor nomade și ridicând noi obstacole în calea dezvoltării economico-sociale a țărilor afectate. Deși îmbracă forme multiple, deșertificarea comportă în mod obișnuit următoarele caracteristici esențiale.

– Diminuarea suprafețelor de sol acoperite cu vegetație (în ecosistemele aride și semiaride, o anumită parte a solului este în mod normal lipsită de vegetație pe parcursul sezonului uscat; deșertificarea face însă ca suprafețele nude să sporească, iar vegetația să se reducă doar la unele boschete izolate).

– Creșterea albedoului suprafeței active, deoarece solul nisipos sau argilos lipsit de vegetație are culoarea mai deschisă și deci reflectă radiația solară mai mult decât cea mai mare parte a plantelor.

– Pierderea considerabilă, adesea definitivă, a plantelor persistente, în special a arbuștilor și arborilor.

– Erodarea și sărăcirea extremă a solului, datorită faptului că vântul antrenază particulele și mineralele cele mai ușoare lăsând humusul și carbonul care se oxidează rapid. Ploile rare, dar violente, provoacă o eroziune puternică prin șiroire și ravenare, materialul transportat fiind acumulat în fundul văilor sau în bazine.

Deși în detaliu, procesul deșertificării diferă de la un continent la altul și chiar de la o țară la alta, lista caracteristicilor ei cuprinde, mai întotdeauna, câteva din cele patru fenomene menționate mai sus. Aproape la fel de distrugătoare și conducând tot la deșertificare, este salinizarea, adică acumularea sărurilor minerale la suprafața solului, prin evaporarea soluțiilor saline care le conțin. Acest proces este însă mai limitat în spațiu și se întâlnește cu precădere pe terenurile irigate.

Pentru a putea supraviețui în condițiile de uscăciune caracteristice, ecosistemele regiunilor semiaride au numeroase și variate adaptări contra secetei.

– *Brusa semi-deșertică* (prezentă cu precădere în regiunile unde raportul de secetă variază între 7 și 10) tinde a se organiza în mai multe elemente distincte. Mai întâi un șir de arbuști grupați în boschete sau izolați, a căror morfologie specială le asigură o mare rezistență la uscăciune prin: frunze și tulpini care înmagazinează apa; rădăcini care caută apa la adâncimi mari; spini cu gust amar care descurajează uneori consumarea lor de către animale etc. Cactușii din Arizona și tufișurile de spini din Africa constituie exemple elocvente ale acestor adaptări.

În interiorul șirurilor de arbuști se întind pajuști discontinue de ierburi persistente. Plantele anuale efemere pot parcurge un ciclu de viață complet, în 12 săptămâni. Uneori în perioada ploioasă a anului ele acoperă din abundență suprafețele altădată nude, protejate de o crustă cu grosimi de câțiva centimetri.

Astfel de regiuni sunt deosebit de vulnerabile, suprapășunarea și utilizarea arbuștilor ca furaje și combustibil putându-le transforma în deșerturi veritabile.

Savana (caracterizată printr-un raport de secetă cuprins între 1 și 7) este o întindere de ierburi înalte presărată cu arbuști și arbori ce cresc, mai ales în lungul cursurilor de apă sezoniere. Covorul de graminee se compune din specii cu creștere rapidă care înfloresc și rodesc pe parcursul perioadei ploioase, intrând în repaus vegetativ odată cu instalarea sezonului uscat. În tot restul anului ele sunt brune și uscate, ușor inflamabile și cu valoare nutritivă substanțial diminuată.

Completarea de către păstori a alimentației turmelor lor cu ramuri verzi, amputează adesea arborii până la a-i face să dispară.

3.2.4. Măsură aridității

În studierea condițiilor climatice ale regiunilor aride este necesară o unitate de măsură care să permită comparațiile și schimburile rapide de informații. Drept urmare, diferiți cercetători au propus și utilizat indici de ariditate mai simpli sau mai sofisticăți, mai direcți sau mai subtili, mai mult sau mai puțin cuprinzători și expresivi. Toți acești indici țin seamă de mărimile relative ale energiei radiante solare (care în regiunile aride, este excedentară) și precipitațiilor atmosferice (care în regiunile aride, sunt deficitare).

Unul dintre indicii de ariditate cei mai utilizați este „raportul de secetă” propus de Budiko–Lettau, care reprezintă raportul dintre bilanțul net al energiei radiante la suprafața terestră și cantitatea de căldură necesară pentru evaporarea precipitațiilor unui an. Pentru calcularea acestui raport se iau în considerare

mediile anuale ale celor doi termeni, excluzându-se căldura adusă de vânt.

Valoarea 1 a raportului de secetă corespunde situației în care căldura rezultată din bilanțul radiativ net al suprafeței terestre este suficientă pentru evaporarea precipitațiilor unui an. Ea este proprie contactului pădurii cu stepa.

Valoarea 2 a raportului de secetă (corespunzând în general limitei exterioare a zonelor aride) semnifică faptul că energia disponibilă poate evapora precipitațiile medii a doi ani etc.

Calcularea raportului de secetă pentru Africa Occidentală, l-a condus pe F. K. Hare la următoarele evaluări:

| Raportul de secetă | Zona de vegetație | Observații |
|--------------------|----------------------------------|--|
| > 10 | Sahariană (deșert-veritabil) | Vegetația limitată la oaze |
| 7-10 | Sahelo-sahariană | Brusă semi-deșertică, foarte afectată de pășunat |
| 2-7 | Sahariană și sahelo-sudaniană | Savană și pădure uscată, foarte afectată de suprapășunare și culturi agricole. |
| 1-2 | Sudano-guineeană și sudaniană | Savană umedă și pădure uscată intens defrișată |
| < 1 | Guineeană | Anterior pădure tropicală umedă astăzi foarte exploatată agricol |

Analiza comparativă a proceselor care au loc în astfel de regiuni arată că amenințarea deșertificării este mai puternică acolo unde raportul de secetă are valori cuprinse între 2 și 7. La valori mai mari de 7 (raportul tinde către infinit deoarece cantitatea anuală de precipitații tinde către 0) productivitatea biologică este deja prea redusă pentru a satisface nevoile unor comunicații umane cât de cât importante. În consecință, acestea se grupează în jurul principalelor oaze. La valori ale raportului de secetă sub 2, vegetația persistentă este suficient de viguroasă pentru a recâștiga terenurile deteriorate. În aceste regiuni, ceva mai umede, solurile sunt erodate, dar rareori ele devin iremediabil sterile.

La nivel global (fig. 23) regiunile având un raport de secetă între 2 și 10 sunt cuprinse între limita exterioară a zonei aride (2) și limita deșertului propriu zis (10). Se constată ușor că în America de Nord și Australia nu există climate deșertice veritabile.

Desigur, izoliniile care delimitează zona aridă spre exterior, ca și cele care delimitează deșerturile propriu zise nu trebuie înțelese ca niște separații

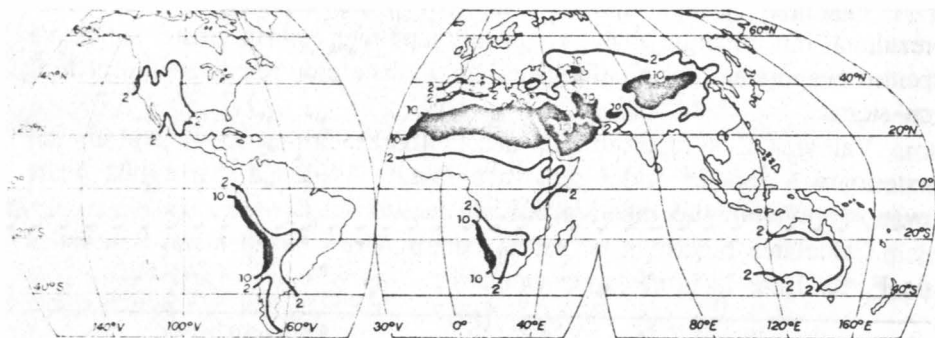


Fig. 23. Repartiția regiunilor în care „raportul de secetă” variază între 2 (limita exterioară a zonei aride) și 10 (limita deșertului).

foarte clare și exacte. Ele desemnează de o manieră generală, regiunile uscate ale lumii cuprinzând deșerturile, brusele semideșertice, savanele și pădurile uscate.

Denumirea de zonă aridă sau uscată este utilizată, cel mai adesea, în sensul generic enunțat mai sus. La o analiză mai detaliată ea se subdivide, după valoarea raportului de secetă sau a altor indici de ariditate, în patru subdiviziuni distincte ale căror denumiri indică severitatea descrescândă a aridității; hiperaridă, aridă, semi-aridă; subumedă. Deșerturile propriu-zise se întâlnesc numai în regiunile cu climă hiperaridă.

Savana este o asociere vegetală care se dezvoltă în regiuni caracterizate, printr-un sezon umed suficient de lung pentru ca ciclul vegetativ al plantelor să poată dura de la 2 la 6 luni. Dar, în afara porțiunilor cu vegetație lemnoasă, numai o mică fracțiune a biomasei se menține de la un sezon umed la altul, ierburile supraviețuind sezonului uscat dar prin mici rizomi vivanți. Aceasta este de fapt, principala cauză a vulnerabilității, savanei în fața procesului de deșertificare.

– Pădurile uscate (cu raportul de secetă între 1 și 7) erau altădată foarte răspândite în zonele uscate, mai ales pe coline și la liziera pădurilor tropicale umede. Ele bordau de asemenea numeroase deșerturi tropicale în țările mediteraneene, în California și unele părți din Australia. În componența pădurilor uscate intră atât specii cu frunze căzătoare (în Africa și nord-vestul Indiei) cât și specii cu frunze persistente (pădurile de eucalipt și acacia din Australia). Și unele și altele cad însă la fel de ușor pradă focului, cu toate că multe dintre speciile care le compun au o rezistență mare la incendiile ce consumă solul din jur, aproape în fiecare an.

Defrișările și suprapășunarea au redus însă treptat aceste păduri uscate, locul lor fiind, nu rareori, cucerit de deșertul în expansiune.

3.2.5. Deșertificarea

Deșertificarea este una din multele probleme dificile cu care se confruntă omenirea în momentul de față. Obscurizată de probleme mai strigente, cu desfășurări mult mai rapide, ea este situată oarecum, la periferia preocupărilor comunității națiunilor lumii. Atenția „moderată” care i se acordă riscă însă să conducă la evenimente dramatice în viața unora dintre populațiile cele mai dezavantajate ale lumii și la pagube ireparabile de mare anvergură pentru întreaga comunitate umană.

Cauzele deșertificării sunt complexe, ele conducând, fără excepție, la „ruptura legăturii armonice dintre om și mediul înconjurător”.

Simplificând lucrurile s-ar putea crede că deșertificarea este o consecință directă și imediată a schimbărilor climatice la scară globală sau regională. Într-o oarecare măsură lucrurile stau într-adevăr așa. Coincidența dintre intensificarea procesului de deșertificare și severitatea excepțională a secetei care a afectat Sahelul în ultimele mai bine de două decenii, o confirmă din plin.

Cercetări îndelungate au arătat însă că nici cauzele naturale precum seceta ori salinizarea solurilor, și nici cele antropice precum practica agricolă inadecvată sau recoltarea intensivă a lemnului nu sunt suficiente, singure, să dezlănțuie procesul nefast al deșertificării. Integrate însă într-un cadru spațio-temporal specific, cele două categorii mari de cauze conduc în mod sigur la deșertificare.

Analiza acestui proces necesită, ca și cea a altor probleme ecologice, punerea în discuție a raportului dintre societate și natură. Și nicăieri în lume acest raport nu prezintă mai multe contradicții între factorii fizici și cei antropici ca în teritoriile aride și semiaride ale planetei. Tocmai de aceea, examinarea procesului deșertificării o implică în mod necesar și pe cea a raporturilor dintre „timpul istoric” și „timpul biologic”, dintre valorificarea resurselor și mediul natural, dintre sistemele productive tradiționale și cele moderne, dintre „centru” și „periferie” etc.

Regiunile aride ale lumii (fig. 24) se extind pe 55.000.000 Km² (aproape 40% din suprafața emersă a planetei noastre) și sunt locuite de circa 800.000.000 locuitori. Ele au condiții de mediu extreme și un echilibru ecologic deosebit de fragil. Această fragilitate a permis apariția unor dezechilibre ale căror efecte degenerative s-au repercutat exploziv asupra populațiilor care-și asigură existența prin procese productive „naturale”. S-a ajuns astfel la situația că



Fig. 24. Repartiția regiunilor aride ale lumii.

pentru unele grupuri rurale și periferice din diverse țări ale zonei aride (din Mexic până în Comul Africii și mai departe) problema mediului înconjurător a devenit „o problemă de supraviețuire fizică și culturală”. Drept consecință, Organizația Națiunilor Unite a inclus (prin Convenția de la Nairobi, 1977) problema desertificării pe lista urgențelor și deci a intervențiilor destinate opririi sau încetării procesului respectiv. În ciuda eforturilor întreprinse însă, peste 20% din terenurile productive în trecut s-au desertificat ireversibil, pierderile anuale continuând să fie de peste 40.000 km².

Deșertificarea este, fără îndoială, rezultatul conjugării nefaste, într-un sistem complex, a unor factori naturali și sociali, dar aceasta nu trebuie să conducă la concluzia paralizantă a incompatibilității absolute între elementele naturale și practica socială din interiorul sistemului respectiv. În cele ce urmează se va vedea cum activități productive, bine intenționate și urmărind să promoveze dezvoltarea printr-o mai intensă utilizare a resurselor, pot conduce, în lipsa unei temeinice cunoașteri a potențialului natural al mediului respectiv, la efecte negative uneori dramatice.

Trebuie menționat, din capul locului, că ecosistemele regiunilor în discuție sunt dotate cu un covor vegetal destul de rar și că acesta este puternic condiționat de variațiile meteorologice ale unui singur anotimp. Ele au o insuficientă „producție primară” (cantitatea de materie organică sintetizată în stepă este mai mică de 5 tone de hectar/an, pe când în pădurea ecuatorială ea se ridică la 20 tone) și, mai ales, o foarte redusă „biomasă” (cantitatea totală de materie organică vie prezentă pe sol rămâne sub 20 tone pentru un hectar de stepă și se ridică la peste 400 tone pentru unul de pădure ecuatorială). În aceste condiții, ecosistemele terestre uscate pot suporta numai procese productive cu densitate teritorială mică, echilibrul lor și așa destul de precar, suferind enorm când exploatarea nu este adecvată la producția de substanță organică. Se înțelege că, în lipsa ploii, substanța organică utilizată ca pășune este aproape nulă, din care cauză, dacă nu se reduce rapid numărul de animale, apare inevitabil fenomenul de „suprapășunare”, care reprezintă unul dintre cele mai obișnuite mecanisme ale desertificării.

În trecut sistemele pastorale tradiționale se adaptau natural acestor condiții prin păstrarea unei slabe densități a animalelor pășunătoare, prin migrații care dădeau posibilitatea refacerii pășunilor și, în cazurile extreme, prin mortalitatea de secetă. Se creeau astfel condiții de utilizare optimă a solului și resurselor acestuia pe perioade îndelungate, marile migrații fiind condiția sine qua non a subzistenței nomazilor.

În ultimele decenii însă, sistemele tradiționale de adaptare la condițiile mediului au intrat în criză din cauza marilor transformări economico-sociale care au cuprins regiunile respective. Printre aceste transformări se numără: expansiunea agriculturii (irigată sau neirigată); creșterea densității populației umane și animale în concomitență cu micșorarea ariilor de pășunat; intensificarea tăierii arborilor pentru obținerea lemnului de foc; restrângerea nomadismului din cauza înăsprii progresive a împărțirii teritoriale (granițe statale, proprietatea terenurilor etc.) dar și din motive psihologice; salvarea animalelor de la decimarea naturală din timpul secetelor îndelungate (prin perforarea de puțuri adânci) care a introdus un „factor de întârziere” în adecvarea numerică a șeptelului la disponibilitățile de hrană, agravând, paradoxal, și cronicizând criza etc.

Presiunea exercitată de transformările respective asupra mediului înconjurător din regiunile uscate ale planetei, a determinat intensificarea procesului de desertificare. Un prim și semnificativ indicator biologic al acestui proces îl constituie dezvoltarea abnormă a arbustului „*Calotropis procera*”, supranumit „pomul Sodomei”. Acesta este răspândit în tot Sahelul, dar caprele și celelalte animale îl ocolesc din cauza toxicității frunzelor sale. Un alt indicator al procesului desertificării îl reprezintă dispariția progresivă a arborilor (tăiați pentru ardere) din jurul centrelor populate, al căror număr de locuitori a crescut substanțial prin sedentarizarea din ce în ce mai accentuată a nomazilor. Sunt exceptate de la tăierea masivă doar micile exemplare de khejri (*Prosopis cineraria*) păstrate pentru excepționala valoare nutritivă a frunzelor lor.

Suprapășunarea și tăierea arborilor conduc la denudarea terenurilor, la eroziunea părții superioare a solului de către vânt și apele de șiroire și, în final, la formarea dunelor care înaintează implacabil acoperind terenuri utilizate altădată în scopuri agricole. Mecanismele alterării pe care suprapășunarea o provoacă ecosistemelor din regiunile uscate sunt complexe (fig. 25). Lăsate libere, animalele utilizează covorul ierbaceu mâncându-l și călcându-l. Copitele lor sfărâmă crusta protectoare ce acoperă porțiunile de sol nude transformând particulele ei friabile într-un praf fin, ușor spulberat de vânt. Devenit mai puțin poros, solul va fi antrenat, la prima aversă, de apa care-și va intensifica eroziunea de suprafață, în loc să umezească straturile mai adânci ale acestuia ori să se infiltreze până la pânza freatică. Neînsemnate sau nule când pășunarea se face de animale izolate, pagubele sunt cu atât mai grave cu cât turmele sunt mai numeroase.

Suprapășunarea, care contribuie semnificativ la desertificare, alterează totodată și microclimatele regiunii, în cauză. În mod normal, fiecare pășune,

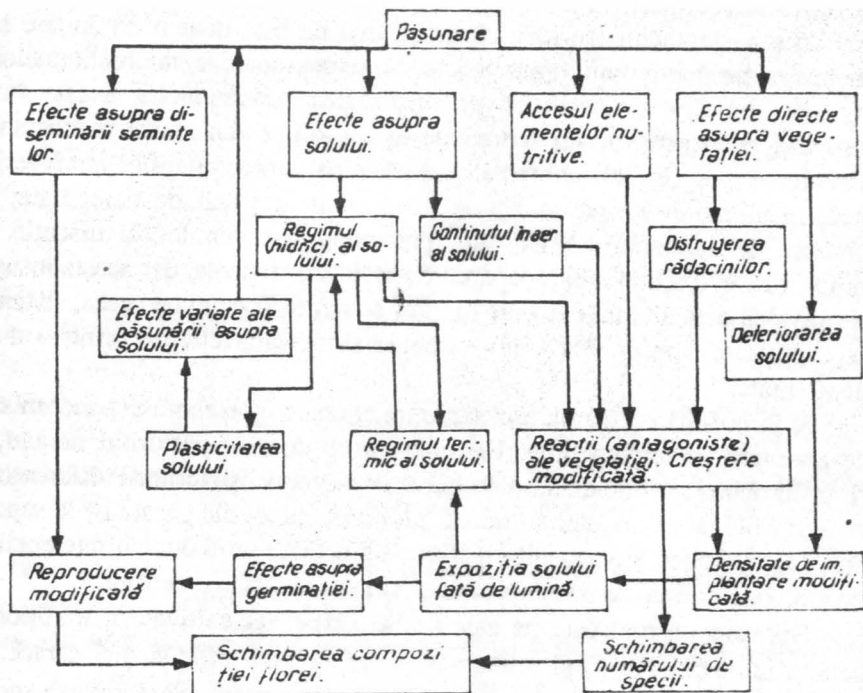


Fig. 25. Schema alterărilor provocate de pășunare într-un ecosistem.

fiecare canal de irigație, fiecare pantă etc. are microclima sa proprie, determinată de relația locală cu insolația diurnă și anuală sau cu vânturile dominante. Diferențierile microclimatice sunt puse în evidență prin măsurători instrumentale efectuate în apropierea suprafeței solului, pe sol sau în interiorul acestuia. Pe baza lor, agricultorii își cunosc cu precizie parcelele de teren mai calde, mai uscate, mai umbrite etc.

Alterând ecosistemele regiunilor aride, suprapășunarea degradează profund și microclimatele acestora. Căci, dispariția covorului vegetal discontinuu, a arbuștilor și arborilor face ca razele solare să cadă direct pe suprafața solului, care devine mai cald și mai uscat. Resturile organice ce acopereau solul, ca și mica sa rezervă de humus se oxidează rapid, în timp ce bioxidul de carbon se disipează în atmosferă. Drept consecință, organismele vii care trăiau la suprafața sau în interiorul solului nu mai găsesc un mediu de viață favorabil și se răresc ori dispar.

Toate aceste modificări ale microclimatelor constituie în egală măsură modificări ecologice. Acestea impun ecosistemelor modificări care sunt cel mai adesea, degradări. Așadar, desertificarea nu este doar o diminuare sau anulare a productivității biologice, ci și o degradare a microclimatelor.

Este un fapt cunoscut că productivitatea ecosistemelor uscate înregistrează puternice variații temporare și teritoriale din cauza inconstanței accentuate a condițiilor ambientale, în principal a precipitațiilor atmosferice care, în ultimele decenii mai ales, au devenit „tot atât de neregulate, pe cât sunt de insuficiente“. Desigur, precipitațiile regiunilor în discuție nu au fost nici în trecutul mai îndepărtat regulate și suficiente, dar aceste însușiri negative au devenit mai evidente în ultima vreme. Tocmai de aceea, sistemul de exploatare a resurselor solului trebuie să se caracterizeze printr-o mare flexibilitate.

Și în această problemă, practicile tradiționale își elaboraseră mecanisme de adaptare pe termen lung. Ele constau nu doar în păstoritul nomad, ci și în agricultura itinerantă, distribuită pe sezoane și teritorii diferențiate. Astfel, văile largi inundate în timpul ploilor și platourile uscate ce le separă, erau folosite alternativ, locuitorii Sahelului african profitând cu înțelepciune de decalajul dintre sezonul ploios și cel al revărsării râurilor.

Dar nomadismul este pe cale de dispariție, iar cultivatorii tradiționali se văd împinși cu o forță crescândă pe soluri mai aride și mai sărace, de către agricultura modernă în expansiune. Concomitent, flexibilitatea mecanismelor tradiționale de adaptare la condițiile mediului ambiant cedează locul unei rigidități evidente în practica de utilizare a solului. Partea centrală a Sudanului Occidental, de exemplu, a înregistrat în perioada relativ umedă a anilor 1950–1964 (cu ploi solstițiale abundente), o expansiune a agriculturii uscate (neirigate), care a ajuns până la limita savanei spinoase (14°N). În anul 1965 a început o lungă perioadă secetoasă care, cu mici întreruperi, continuă și astăzi. Retragera ploilor spre sud ar fi trebuit să conducă, în strategia tradițională, la o retragere în aceeași direcție a practicii agricole. Dar, între timp, districtele mai umede ale Sudanului Centro–Occidental cunoscuseră dezvoltarea unor mari întreprinderi agricole mecanizate (destinate cultivării cerealelor și arahidelor pentru comercializare), care saturaseră spațiul disponibil, făcând dificilă întoarcerea cultivatorilor din nord. Limita nordică a agriculturii uscate s-a găsit astfel „congelată“ la o latitudine care, din cauza secetei prelungite, a căpătat caracteristici subdesertice. În consecință, veniturile realizate de agricultori prin cultivarea meiului au devenit atât de mici încât nu oferă posibilitatea întreprinderii unor lucrări de protecție a

solului și așa foarte expus factorilor erozivi. Rezultatul final este accentuarea procesului desertificării și expansiunea deșertului.

Un alt mecanism al desertificării terenurilor sărace în precipitații îl constituie, paradoxal, irigațiile. Desigur, cele făcute de o manieră incompletă.

Se știe că terenurile uscate prezintă un bilanț hidric negativ (evapotranspirația depășește precipitațiile), care este cauza sărăciei resurselor hidrice pe de o parte și a intensei ascensiuni capilare a apei în sol, pe de altă parte. Intensitatea mare a evaporației determină acumularea superficială a sărurilor (cloruri, sulfuri și carbonați), care pot ajunge până la concentrații dăunătoare pentru agricultură.

Practicile agricole tradiționale, mai ales cele din oaze, au luat întotdeauna în considerare această limitare de ordin hidrologic, adaptându-se rigorilor ei. Astfel, pentru culturile de palmieri, citrice și zarzavaturi, specifice oazelor, se forează puțuri adânci care ating straturi acvifere în măsură compatibilă cu încărcarea naturală. Concomitent, practicile culturale asigură o utilizare parcimonioasă a apei pentru evitarea pierderilor excesive prin infiltrare și evaporare. Pe terenurile înclinate, drenajul natural permite acumularea în depresiuni a excesului de săruri, terenurile cultivate de la altitudini mai mari rămânând în afara pericolului salinizării.

Agricultura tradițională a regiunilor uscate a ținut seama de limitările hidrologice și în cazul utilizării apei fluviilor. Aceasta se reducea la o irigare sezonieră, legată de revărsarea fluviilor și circumscrisă regiunilor riverane. Ea urmărea ca, în timpul sezonului uscat stratul acvifer să coboare până la o adâncime suficientă pentru evitarea ascensiunii capilare a apei și deci a evaporării ei intense, iar la începutul următoarei faze de inundare să se permită spălarea sărurilor depuse.

Expansiunea agriculturii irigate în terenurile uscate a condus, dimpotrivă, în ultimele câteva decenii, la utilizarea unor cantități din ce în ce mai mari de apă, fără a se ține seama însă, de limitările hidrologice menționate.

Mecanismul cel mai simplu al desertificării prin irigații constă în adâncirea treptată a stratului acvifer, care face necesară forarea de puțuri din ce în ce mai adânci și utilizarea unor motopompe din ce în ce mai puternice. Procesul respectiv nu are alt final decât abandonarea terenurilor respective când costurile pentru exploatarea apei devin excesive.

Un mecanism mai complicat al desertificării prin irigații îl constituie salinizarea. Extinderea ariilor irigate mai ales pe terenuri netede, în general argiloase (care permit adoptarea tehnologiei agricole de mare randament, dar împiedică drenajul gravitațional favorizând acumularea în stratul superficial a unor cantități de apă capilară superioare celor caracteristice culturilor.

tradiționale) și introducerea irigației perene (care, lipsită aproape întotdeauna de canalele de scurgere adecvate, determină o ridicare a stratului acvifer) conduc la intensificarea ascensiunii capilare a apei și implicit la sporirea accentuată a procesului de evaporare. Rezultatul final este abandonarea terenurilor din cauza excesului de salinitate.

Multe dintre proiectele de irigare a terenurilor uscate, de la șesurile mexicane din valea lui Rio Grande, până la cele pakistaneze, de la piemonturile Asiei Centrale, până la oazele Saharei, au de suferit din cauza acestor procese. Estimări recente au dus la concluzia că ele afectează peste 400.000 km², adică 30% din totalul suprafețelor irigate de pe planeta noastră.

– Printre regiunile cele mai grav afectate de desertificare se numără desigur Sahelul Africii. Acesta reprezintă o centură cu lățimi de 350 și 1200 km, care se întinde de-a curmezișul continentului african, de la Oceanul Atlantic până la Marea Roșie. Pământurile lui sunt aride și semiaride, cantitățile medii anuale de precipitații oscilând, cel mai adesea, între 10 și 60 mm. Chiar atunci când cad, ploile se evaporă de pe sol în proporție de 90%, o zecime doar din cantitatea lor putând fi folosită de vegetația rară pentru a se dezvolta în ritm rapid, grăbită parcă de o „conștiință” înscrisă în tiparele ei genetice, „conștiință” care nu este altceva decât adaptarea la condițiile ostile ale mediului arid.

Seceta este o însușire naturală a Sahelului, chiar dacă ea a devenit mai severă în ultimele peste două decenii. Ceea ce îi e mai puțin natural este exploatarea prea rapidă a vegetației lemnoase care a ajutat deșertul să cucerească, în ultimii 50 de ani, o suprafață aproximativ cât Franța și Austria la un loc.

Sahelul putea suporta un anumit număr de animale, iar păstorii nomazi urmau ploile, înaintând spre nord în sezonul umed și retrăgându-se spre zonele verzi din sud în sezonul uscat. Culturile itinerante atenuau severitatea peisajului arid furnizând mijloace de subzistență și contribuind, prin rămășițele lor, la regenerarea solurilor.

Echilibrul s-a rupt în anii 50–60 când agricultura modernă (s-au introdus arahidele și bumbacul care puteau suporta un sezon de creștere scurt) și populația agricolă au uzurpat terenurile de pășunat. Mii de noi puțuri au străpuns acviferul în fiecare an, iar șeptelul s-a mărit considerabil. Curând avea să se constate însă că puțul binecuvântat putea (în condițiile folosirii lui neraționale) conduce la efecte negative dintre cele mai grave. Căci limitarea deplasării turmelor mici care fac posibile dese reveniri la puț pentru adăpare, a determinat pe de o parte suprapășunarea, iar pe de alta călcarea excesivă a terenurilor din jurul puțului. Rezultatul: desertificarea.

Extinderea spre nord a culturilor agricole și presiunea numărului mare de animale au constituit unul din factorii deteriorării echilibrului ecologic al Sahelului african. Dar difuzarea agriculturii în terenurile rezervate altădată păstoritului nomad a provocat perturbări ecologice în multe alte regiuni ale lumii. Așa s-a întâmplat în Siria și alte arii din Orientul Apropiat, în Pakistan, India, Afganistan etc. Și în preeria nord-americană de la vest de Mississippi, populată cândva de vânători nomazi, care urmau migrațiile marilor turme de bizoni, se verifică o situație analogă. Căci ce altceva sunt Bad-Land-urile, dacă nu o manifestare a procesului de distrugere a solului prin utilizarea lui inadecvată?

Consecințele desertificării sunt profund negative și întrucât procesul respectiv afectează mai ales țări în curs de dezvoltare ele îmbracă uneori forme dramatice. Cel mai grav atinse sunt populațiile nomade. Caracterizate printr-o excepțională capacitate de a suporta lipsurile și printr-o infinită răbdare în fața timpului și spațiului, aceste populații s-au adaptat la mediul atât de ostil și de sărac în resurse al teritoriilor aride. Nomadismul este, în fapt, o neîncetată și tenace căutare a pășunilor pentru animale pe firul mai mult sau mai puțin ritmat al sezoanelor și al ploilor. Riscul intră întotdeauna în regula „jocului“. Iar „jocul“ este viața. Căci ritmurile sezoniere ale ploilor pot suferi rupturi înfricoșătoare. Nomazii țin seama de aceasta. Totodată ei sunt pregătiți psihologic. Când pășunile devin insuficiente, se deplasează oriunde este posibilă supraviețuirea animalelor, care reprezintă unica lor avuție. Și, desertificării, nomazii îi răspund cu bărbăția, curajul și sublima lor răbdare. Uneori limitele suportabilității sunt totuși depășite și ei încearcă o ancorare în centrele de viață sedentară, abandonând nomadismul. Alteori abandonarea modului de viață nomad este legată de o renunțare psihologică ce succede rușii mecanismului cultural care susține grupul, când se stinge idealul acestuia. Rațiunile sedentarizării nomazilor sunt multiple, iar în epoca noastră atracția exercitată de noile posibilități de viață și de mai lesnicioasele posibilități de producție joacă un rol deloc neglijabil. Această nouă conștiință pare a fi destrămat în mod ireversibil multe din certitudinile tradiționale.

Lumea nomazilor, aparent simplă și liberă, este în realitate mult mai complexă și mai organizată decât s-ar crede.

Istoria regiunilor aride arată că trecerea de la nomadism la sedentarism și invers este un fenomen frecvent, determinat de evoluția condițiilor climatice sau de marile faze ale evoluției economico-sociale și, politico-militare. În prezent însă, situația este radicalmente diferită. Tehnica creșterii animalelor a redus substanțial obediența față de incertitudinile meteorologice și nomazii sunt conștienți de acest fapt. Ireversibilitatea denomadizării pare un fapt

istoric greu de contestat. Oriunde, în Africa sau în Asia, fenomenul se confirmă. În ultimii 30 de ani, circa jumătate din populația nomadă a planetei noastre (10 milioane de oameni) a abandonat definitiv modul de viață tradițional, sedentarizându-se.

Dar desigur, nu numai nomazii au de suferit de pe urma desertificării. Întreaga populație a regiunilor aride și semiaride este afectată, iar pierderile de terenuri agricole vor aduce prejudicii pe termen lung întregii comunități umane.

Față de intensitatea și amploarea desertificării, eforturile depuse pentru oprirea acestui proces prin proiecte naționale și internaționale sunt mult prea mici și ele au fost calificate adesea drept „un eșec spectacular”. Printre puținele reușite s-a numărat proiectul de reîmpădurire din Valea Majia (Niger) unde, pe o suprafață de 5000 de acri au fost plantate rânduri duble de arbori, care au diminuat substanțial erodarea eoliană a solului în sezonul uscat și au împiedicat distrugerea recoltelor de către vânturile din direcție opusă ale sezonului ploios.

Desertificarea este o problemă de anvergură mondială pentru rezolvarea căreia, întregii lumi „i-ar trebui 20 de ani de eforturi concentrate, cu un cost de 4,3 miliarde de dolari anual”. O sumă importantă, desigur. Dar omenirea pierde în prezent, prin ofensiva desertificării, 26 miliarde de dolari pe an. Fără a mai vorbi de alte consecințe pe termen lung.

Firește, întoarcerea la practicile tradiționale sau la nomadism în formele lor din trecut, nu mai este nici posibilă și nici necesară. Rezolvarea poate veni numai pe calea științei și tehnologiilor moderne, care trebuie să țină cont de experiența și semnificațiile profunde ale practicilor tradiționale în agricultură și creșterea animalelor. Și chiar dacă apa ploilor nu va mai fi, ca în trecut, colectată și depozitată în scobituri ale arborilor, pentru a fi utilizată în perioadele de secetă, totuși, „lecția dromaderului” trebuie reținută. Căci, spre deosebire de cornute care stau în jurul pușului, cămilele pot umbla mult mai departe în căutarea hranei. Când culturile eșuează, ele reprezintă o valoroasă sursă de hrană, laptele lor continuând să fie deosebit de hrănitor cu un mare conținut de vitamine și mai ușor conservabil decât cel de vacă, chiar dacă bea apă puțină și sălcie.

Procesul denomadizării poate fi încetinit prin eliminarea sedentarizării masive determinată de imposibilitatea supraviețuirii într-un mediu al cărui echilibru ecologic se deteriorează rapid. Pentru aceasta, înainte de orice, trebuie instaurate raporturi mai strânse între populația nomadă și cea sedentară, trebuie realizată o integrare între economia pastorală-nomadă și cea

agricolă-sedentară. Se impun, de asemenea noi forme de valorificare a resurselor de apă și de hrană.

Cu toate acestea, este înțelept să credem că într-un viitor previzibil, nomadismul va înceta să existe ca fenomen social de proporții semnificative.

Dar este oare la fel de înțelept să sperăm că omenirea își va conjuga eforturile pentru oprirea desertificării înainte ca pierderile ireversibile să fie dezastruase?

Dacă avem în vedere măsurile întreprinse până în prezent și rezultatele lor concrete, optimismul în această privință trebuie să fie cât se poate de prudent. El poate fi însă ameliorat dacă luăm în considerare răspunsul dat de Organizația Meteorologică Mondială (OMM) problemei respective. Acest răspuns este inclus în Planul de acțiune cuprinzând aspectele meteorologice, climatologice și hidrologice ale luptei contra desertificării plan care se bazează pe patru principii fundamentale.

Primul și cel mai important dintre aceste principii este „*imperativul supravegherii climatului și proceselor hidrologice și ecologice care-i sunt asociate*“. Pentru că nu se poate angaja o luptă contra desertificării fără sprijinul observațiilor coerente pe termen lung, după cum nu poate fi combătut eficace un inamic căruia nu i se cunoaște măsura exactă.

Din nefericire, statele zonei aride sunt cel mai adesea sărace și întâmpină dificultăți serioase în menținerea unor servicii adecvate. Multe stații meteorologice au fost chiar desființate din cauza restricțiilor bugetare. Se înțelege că întreruperea funcționării unei stații meteorologice care a furnizat informații specifice timp de mai multe decenii, privează climatologii de posibilitatea evidențierii schimbărilor climatice în curs și de indicații detaliate privitoare la aceste schimbări. Deci, în locul creșterii numărului de stații meteorologice dotate cu echipament de observație mai perfecționat, se constată o scădere a acestuia.

Dificultatea menționată mai sus este compensată oarecum de progresul uriaș înregistrat de mijloacele de supraveghere, grație folosirii electronicii. Sateliții meteorologici permit supravegherea permanentă a diferitelor elemente climatice anterior dificil de urmărit, cum sunt norii, precum și a numeroase însușiri ale troposferei și stratosferei.

Recent a fost pusă la punct o tehnică permițând determinarea schimbărilor vegetației, prin măsurarea regulată din satelit a pigmentilor verzi conținuți în frunze. Cu ajutorul ei devine posibilă cunoașterea directă a înaintării spre nord și spre sud a sezonului ploilor (care înverzește suprafața terestră) în Africa, sesizarea întârzierilor pe care le provoacă seceta în derularea ciclului

de creștere a plantelor și evidențierea grafică a efectelor desertificării și despăduririi.

Informațiile satelitare îmbogățesc și diversifică potențialul de combatere a desertificării fără a putea înlocui datele obținute la nivelul suprafeței terestre și fără a diminua în vreun fel importanța acestora.

Al doilea principiu fundamental constă în faptul că „*ameliorarea condițiilor climatice și atenuarea efectelor secetei trec necesarmente prin măiestria utilizării solului*“. Desertificarea deteriorează, cum s-a arătat și microclimatele. De aceea măsurile adoptate pentru oprirea ei au nu numai rolul prezervării solului și vegetației, ci și pe acela al ameliorării microclimatelor sub unghiul productivității biologice.

Al treilea principiu este acela că „*toate țările zonei aride trebuie să asigure o asistență consultativă și tehnică asupra folosirii informațiilor vechi și actuale referitoare la timp și climat*“.

Actele oficiale ale diferitelor țări conțin multe cunoștințe vechi și actuale care pot fi utilizate pentru elaborarea unor evaluări și previziuni necesare surmontării perioadelor de secetă prelungită.

În spiritul acestui principiu a fost abordată problema Sahelului, prin intermediul Programului AGRHYMET la care participă multe dintre țările africane care au căzut pradă secetei în ultimele două decenii.

Al patrulea principiu fundamental pe care OMM îl apără cu insistență este că „*cercetarea rămâne necesară*“. Acest principiu se opune afirmațiilor după care „*Ora cercetărilor a trecut; noi am strâns o sumă mare de cunoștințe, nu rămâne acum decât să le aplicăm*“. Evident, nimic nu este mai periculos pentru progresul luptei împotriva desertificării decât oprirea cercetării. Căci este indispensabilă cunoașterea detaliată a mecanismelor de retroacțiune legate de albedoul, capacitatea de absorbție și rugozitatea solurilor. Este, de asemenea, necesară cunoașterea funcționării sistemelor tropicale și subtropicale, mai ales în ținuturile supuse influenței musonilor. Specialiștii în modelarea dinamică au dificila sarcină de a oferi răspunsuri corecte la întrebări precum: care este natura gigancicelor perturbări planetare recent descoperite?; în ce măsură aceste perturbații, ea și alte fenomene dinamice, se leagă cu secetele prelungite care afectează teritoriile importante ale zonei aride? etc.

La altă scară, este necesară cercetarea relațiilor între microclimate și modificările vegetației în zona aridă, pentru a determina consecințele acestora din urmă asupra albedoului, schimburilor hidrice, capacității de retenție a solului și ciclului carbonului.

O.M.M. are, în fine, obligația de a preveni omenirea împotriva unor remedii contraindicate sau ineficiente. Inundarea bazinelor interioare, de pildă,

nu conduce probabil la creșterea pluviozității regiunii. Plantarea arborilor, adesea benefică pentru soluri și culturile agricole, nu are decât slabe repercursiuni asupra climatului. Modificările artificiale ale timpului, mai ales sub forma înșămânțării norilor, nu par a fi eficace decât în rare locuri ale zonei aride.

Desigur specialiștii sunt singurii abilitați, să judece dimensiunile speranțelor și riscurilor privind modificările climatice și acțiunile ce se impun pentru diminuarea efectelor acestora.

Planul de acțiune al OMM, privitor la lupta împotriva desertificării și secetei, cuprinde numeroase măsuri a căror executare este asigurată de diverse organe ale înaltului for mondial. Printre acestea se numără următoarele:

a. *Misiuni de experți.* Sunt organizate în scopul sporirii mijloacelor necesare pentru furnizarea de informații meteorologice putând servi la creșterea producției agricole în regiunile atinse de secetă.

b. *Cicluri de studii itinerante.* Au fost inițiate în unele țări pentru instruirea personalului care urma să folosească tehnicile destinate evaluării efectelor desertificării și secetei precum și diminuării acestora.

c. *Cursuri de formare și colocvii.* Sunt organizate de OMM în colaborare cu alte organizații, pentru formarea de specialiști capabili să aplice meteorologia agricolă în regiunile semiaride, precum și pentru cunoașterea aspectelor climatice ale desertificării (fapte, teorii și metode).

d. *Proiecte de centre de supraveghere a secetei.* Comitetul inter-statal de luptă împotriva secetei din Sahel (CILSS) a înființat la Niamey, în Niger, un centru regional, ocupându-se de agricultură, hidrologie și meteorologie (Centrul AGRHYMET a elaborat un proiect regional similar pentru estul și sudul Africii).

e. *Publicații.* OMM a publicat până în prezent mai multe rapoarte privind seceta și desertificarea.

f. *Activitățile ONU.* OMM este membru activ al Grupului de lucru interinstituții asupra desertificării, ca și al Grupului consultativ pentru lupta împotriva desertificării, al cărui scop este mobilizarea resurselor financiare în scopul combaterii acestui flagel.

Organizația Meteorologică Mondială desfășoară și alte activități în legătură cu seceta, structurate pe mai multe programe.

a. *Programul „Veghea meteorologică mondială”* urmărește ameliorarea rețelei mondiale de stații meteorologice și a difuzării informațiilor obținute, mai ales în regiunile aride și semiaride.

b. *Programul de Meteorologie agricolă* are în vedere probleme precum: aspectele meteorologice ale unor procese care intervin în degradarea solurilor;

incidența variabilității climei asupra agriculturii și a activităților agricole asupra climatului; aspectele meteorologice ale amenajării terenurilor în regiunile aride și semiaride; sistemele de utilizare a terenurilor și de gestiune agricolă, în condiții climatice dificile; aspectele meteorologice ale agriculturii în regiunile amenințate de desertificare etc.

c. *Programul de hidrologie și de punere în valoare a resurselor de apă* studiază aspectele hidrologice ale secetei și consecințele hidrologice ale secetei și desertificării.

d. *Programul de meteorologie tropicală* are drept preocupare de bază studierea aspectelor meteorologice ale secetelor tropicale.

4. FENOMENE DE RISC DATORATE COMBINĂRII UNOR FACTORI METEOROLOGICI ȘI NEMETEOROLOGICI

În această categorie se includ fenomene naturale provocate de acțiunea conjugată a diverși factori, între care, cu rol deosebit de important, și condițiile meteorologice. Două dintre aceste fenomene naturale de risc sunt avalanșele și undele de maree.

4.1. AVALANȘELE

Creșterea demografică pe de o parte, și popularitatea din ce în ce mai mare a sporturilor de iarnă, pe de altă parte, au făcut ca avalanșele să constituie un fenomen natural de risc pe care țările cu munți înalți trebuie să-l ia tot mai mult în considerare.

Avalanșele sunt deplasări gravitaționale ale zăpezii care se produc în toate regiunile montane ale lumii unde pantele sunt suficient de abrupte și precipitațiile cad în cea mai mare parte sub formă de ninsoare. Asupra acestor fenomene naturale se întreprind observații metodice încă din anul 1870 (în Alpii Elveției). În secolul al XX-lea au fost create chiar institute pentru cercetarea avalanșelor în S.U.A., Japonia, Rusia și alte câteva țări. După dimensiunile lor, avalanșele sunt clasificate în trei mari categorii:

- a. Aluneșări ale căror lungimi și lățimi nu depășesc 50 m.
- b. Avalanșe de versant, cu dimensiuni medii care nu ating fundul văii.
- c. Avalanșe de vale, cu dimensiuni mari, care ating fundul văii și provoacă, în cazuri extreme, pagube catastrofale.

Acestea din urmă prezintă mare importanță pentru planificarea la scară locală și regională, precum și pentru alegerea itinerariilor de transport.

Protecția împotriva avalanșelor se asigură prin măsuri pe termen scurt și pe termen lung.

Măsurile de protecție pe termen scurt includ alertele și declanșarea artificială a avalanșelor. Întrucât până în prezent nu a fost elaborată nici o teorie curent acceptată asupra avalanșelor, aceste măsuri depind de experiența locală acumulată de-a lungul anilor. Problema este foarte complexă și sunt necesare încă multe eforturi pentru înțelegerea mecanismului de care depind locul și data unei avalanșe precum și a interacțiunii timpului, terenului și zăpezii.

Măsurile de protecție pe termen lung urmăresc împiedicarea formării avalanșelor. Ele cuprind împăduririle și construcția de lucrări speciale.

Alertele sunt lansate de servicii specializate care se bazează pe o rețea de stații ce furnizează în fiecare zi valorile parametrilor meteorologici (temperatura aerului, direcția și viteza vântului, nebulozitatea, precipitațiile) și caracteristicile stratului de zăpadă (temperatura, zăpada proaspăt adăugată, grosimea totală). Stațiile meteorologice respective trebuie să semnaleze imediat avalanșele observate. Reprezentativitatea și eficiența acestora poate fi asigurată printr-o densitate de o stație la 300–500 km².

Locul și momentul declanșării unei avalanșe depind în mare măsură de relația dintre tensiunile și compactitatea zăpezii. Această interacțiune și factorii complementari sunt examinați de un expert, care publică sau nu alerta pe baza unei judecăți în mare măsură subiectivă.

Totuși, analiza statistică a datelor acumulate în această privință, de peste două decenii, permite stabilirea probabilității declanșării avalanșelor. Dar întrucât suntem încă departe de o teorie completă a avalanșelor, alertele sunt formulate în termeni generali, fără indicarea precisă a locului și timpului declanșării.

Declanșarea artificială a avalanșelor este recomandabilă pentru evitarea pagubelor care ar rezulta în urma producerii lor intempestive. Când ninsorile abundente determină acumulări mari de zăpadă pe porțiuni vulnerabile ale pantelor montane, este indicat să se declanșeze artificial, de mai multe ori, avalanșele, înainte ca ele să devină prea importante. În acest fel se pot evita pagubele pe care o avalanșe de dimensiuni mari le-ar provoca unor localități, drumuri și mijloace de comunicații. Anterior declanșării artificiale este necesară adoptarea unor măsuri de precauție, precum plasarea de panouri deflectoare, și evacuarea eventuală a locuitorilor amenințați.

Declanșarea artificială a avalanșelor se face cu mijloace explozive deasupra, dedesubtul sau în interiorul masei de zăpadă sub supravegherea atentă a unui expert. Sunt utilizate cu succes mine, rachete și încărcături explozive lansate cu mâna de oameni anume pregătiți în acest scop.

Construcția de lucrări speciale împotriva avalanșelor se practică pe pantele montane vulnerabile, situate deasupra limitei superioare a pădurilor. Aceste lucrări de reținere a zăpezii au caracter permanent și asigură protecția timp de mai multe decenii.

Pentru pantele montane vulnerabile de sub limita superioară a pădurilor, o măsură eficientă de combatere a avalanșelor o constituie împădurirea. Până la creșterea suficientă a arborilor, protecția se asigură prin lucrări temporare (fig. 26) care presupun însă costuri ridicate și întâmpină grave dificultăți practice.

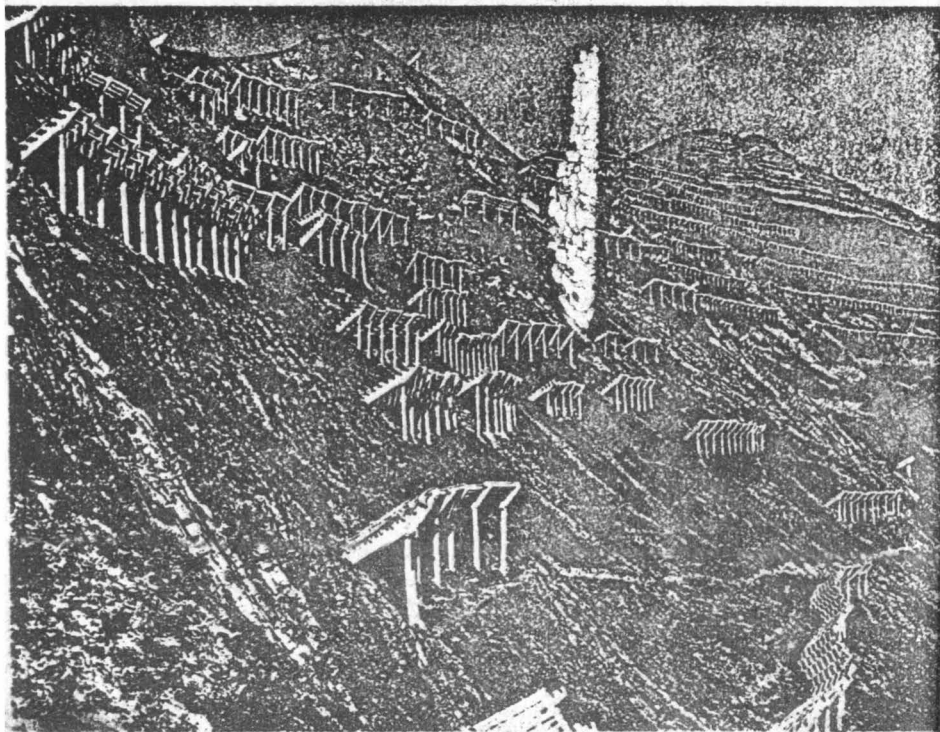


Fig. 26. Lucrări temporare de prevenire a avalanșelor.

În situațiile când se intenționează protejarea unor elemente importante de infrastructură (o cale ferată, un grup de clădiri etc.), pe traiectoria cunoscută a avalanșelor se construiesc lucrări destinate modificării acestei traiectorii. Zidurile sau barajele construite în acest scop pot modifica itinerariul avalanșei, iar grămezile conice de pământ și pereții de beton pot reduce viteza acesteia. Astfel de lucrări sunt mai eficiente la baza pantelor unde viteza și forța avalanșei este oricum diminuată.

Măsurile menționate mai sus sunt utile în cazul avalanșelor numite curgătoare la care deplasarea se face mai ales la suprafața solului. Eficiența lor scade însă considerabil în cazul avalanșelor prăfoase.

În planificarea teritorială a regiunilor muntoase este indispensabilă cunoașterea detaliată a istoricului avalanșelor. De aceea, pe baza studiilor de arhivă, a datelor climatologice și a cercetărilor de teren se realizează harta pericolului de avalanșe la scara 1: 10000 sau 1: 25000. Aceasta indică, de regulă, trei categorii de zone periculoase.

a. Zona roșie: avalanșe frecvente de toate mărimile; avalanșe foarte importante din timp în timp.

b. Zona albastră: pericol slab; avalanșe mici din când în când.

c. Zona galbenă: pericol foarte slab; posibilitatea producerii de avalanșe importante cu frecvența de una la mai mult de 300 de ani.

Hărțile respective constituie un ajutor indispensabil pentru specialiștii care participă la planificarea, locală, regională și a mijloacelor de transport. Ele permit alegerea corectă a locurilor de implantare pentru noile construcții și a traseelor noilor căi de comunicație, fiind totodată deosebit de utile în organizarea evacuării pe termen scurt a satelor amenințate de avalanșe.

4.2. UNDELE DE MAREE

Reprezintă așa cum s-a văzut într-un capitol anterior, o cauză importantă a pagubelor provocate de ciclonii tropicali. Cele mai devastatoare unde de maree sunt cauzate de cutremurele suboceanice de mare intensitate, care dau naștere unor valuri uriașe cu înălțimi de 8–10 m numite Tsunami. Întâlnite cu precădere în Pacificul de Vest aceste valuri mătură literalmente părțile joase ale insulelor spre care se propagă distrugând totul în calea lor. Un astfel de Tsunami, a ucis în 1976, peste 3000 de locuitori ai Arhipelagului Filipinelor. Undele de maree nu se limitează, însă, cum există tendința să se creadă, la regiunile tropicale. De fapt, în orice regiune unde se întrunesc condițiile specifice privitoare la mare, la fundul acesteia și la coastă, o depresiune barică adâncă, fără violența unui ciclon tropical, poate determina apariția

undeii de maree cu efecte dezastruoase. Se înțelege că terenurile costiere joase riscă să fie inundate, mai ales când mările înalte coincid cu vânturile marine violente.

Întrucât undele de maree sunt aceleași indiferent dacă iau naștere în regiunile tropicale sau extratropicale, mecanismul și condițiile formării lor nu vor mai fi prezentate. Printre țările din zona temperată în care primejdia undelor de maree trebuie avută în vedere, fără încetare, se numără, mai ales Olanda. Aceasta deoarece aproape jumătate din suprafața ei se află sub nivelul mării (fig. 27).

În scopul evitării sau reducerii inundațiilor, olandezii întreprind numeroase măsuri, care au ca obiectiv principal limitarea undelor de maree la nivelul lor natural și facilitarea scăderii rapide a nivelului prin creșterea unor capacități suplimentare de stocare sau prin devierea apelor astfel încât să fie repartizate pe o mai mare suprafață. Printre măsurile de acest fel, construirea digurilor și regularizarea ocupării solurilor sunt mai frecvente.

Construirea de diguri, întreprinsă de secole în această țară, asigură în pofida costurilor ridicate și dificultăților de tot felul, protecția vastelor teritorii

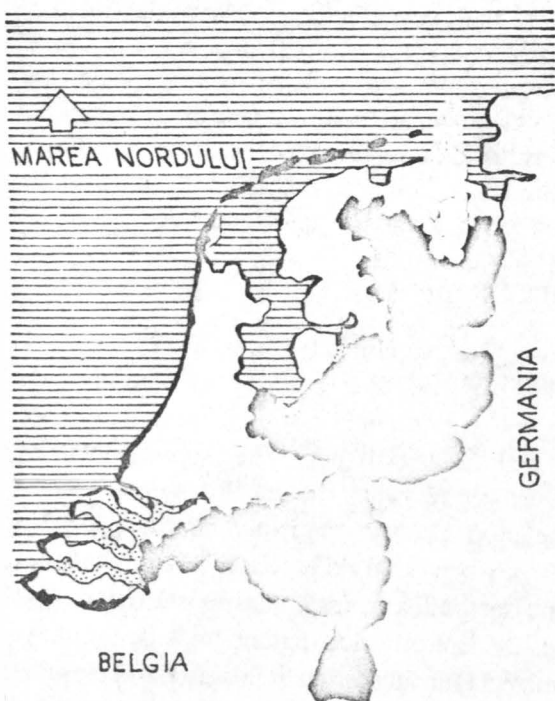


Fig. 27. Teritoriile olandeze situate deasupra și sub nivelul mării.

situate sub nivelul mării împotriva inundațiilor. Sistemul de diguri este în permanență supravegheat și întreținut, deoarece presiunea datorată nivelului ridicat al apei și șocului valurilor pot crea brusc probleme structurale și tehnice grave. Buna organizare și funcționare a înregistrărilor și prognozelor privitoare la nivelul mării și forța valurilor oferă posibilitatea aprecierii momentului în care mijloacele de apărare împotriva inundațiilor trebuie să intre în acțiune. Pentru protejarea unor zone vulnerabile mai importante se procedează, în caz de nevoie, la inundarea anumitor zone costiere sau din lungul râurilor. Deși în aceste zone nu este autorizată popularea importantă și nici dezvoltarea industriei, ar fi greșit să se creadă că sunt total nelocuite. Tocmai de aceea este necesară organizarea eficientă a evacuării locuitorilor și construirea de movile înalte care să servească drept refugiu până la sosirea mijloacelor de salvare. Este de la sine înțeles că serviciul de alertă are în asemenea situații un rol extrem de important.

Apariția și evoluția undelor de mare se află în strânsă legătură cu marea, vânturile și înălțimea digurilor.

În Marea Nordului marea sunt semidiurne (de două ori pe zi mare joasă și de două ori mare înaltă) și au caracteristici diferite de la un loc la altul. Pe litoralul Olandei, cele mai mari amplitudini medii se înregistrează la Flessingue (3,80 m) și în estul fluviului Ems (2,80 m).

Vânturile violente care însoțesc adesea fronturile reci ale ciclonilor mobili pot ridica nivelul mării cu mai bine de 1 m, sporind astfel pericolul de inundații.

Digurile de apărare au fost construite astfel încât înălțimea lor să corespundă înălțimii unde de mare seculare, adică celei ce se produce în medie o dată la o sută de ani.

Institutul Meteorologic al Olandei elaborează cu regularitate prognoze ale vitezei și direcției vântului, transmițându-le imediat Centrului de Alertă pentru undele de mare. Acesta decide când este necesară difuzarea alertei de supraveghere a digurilor pentru toate cotele sau pentru o parte dintre ele. Totodată, dacă prevede că apa va atinge un nivel periculos, informează autoritățile în cauză și cere, fie o supraveghere restrânsă a digurilor, fie una întinsă. Coasta olandeză este divizată în cinci sectoare, pentru fiecare dintre ele fiind stabilite nivelurile la care se lansează alertele de o categorie sau alta.

Obișnuit, alertele se dau cu șase ore înainte de marea înaltă și au prioritate absolută de transmisie. În caz că se cere supraveghere întinsă, autoritățile însărcinate cu protecția populației devin foarte active: se organizează patrulă, funcționarii, pompierii și militarii, execută sarcinile încredințate, Crucea Roșie

olandeză organizează centre de ajutor și mobilizează noi conducători de ambulanțe etc.

Prin buletine meteorologice radiodifuzate, marele public este ținut la curent cu evoluția fenomenului. De fiecare dată sunt indicate nivelurile prevăzute ale înălțării apelor pentru toate cele cinci sectoare ale coastei, cerându-se populației să asculte constant radio-ul pentru a primi sfaturile și instrucțiunile necesare.

5. ALTE FENOMENE ATMOSFERICE DE RISC

Fenomenele atmosferice prezentate în cele patru capitole anterioare provoacă an de an pagube însemnate și victime omenești. Consecințele unora dintre ele sunt, nu rareori, dezastruoase. Dar ele nu epuizează gama mult mai largă și mai subtilă prin care condițiile meteorologice influențează negativ societatea omenească obligând-o să consume resurse și inteligență pentru a evita ori diminua efectele acestor condiții nefaste.

Printre fenomenele atmosferice de risc cu caracter spectacular destul de frecvente și în regiunile temperate se numără vânturile puternice. Acestea produc daune agriculturii atât prin acțiunea mecanică exercitată asupra plantelor cât și prin intensificarea procesului de transpirație caracteristic. Ele stânjenesc, de asemenea, irigațiile prin aspersiune.

Vânturile neperiodice calde, de tip foehn determină încălzirea semnificativă a aerului care coboară pe pantele de sub vânt ale culmilor montane înalte, ceea ce conduce la topirea bruscă a zăpezii și inundarea luncilor. Perioada cu foehn, care în Munții Alpi durează 30–40 de zile pe an (în unii ani depășind chiar 80 de zile) este pentru unii locuitori, mai ales pentru cei veniți din alte regiuni, extrem de dificilă, deoarece viteza mare cu care se mișcă aerul, nefiresc de cald și de uscat, creează locuitorilor o stare acută de disconfort fizic și psihic.

În vestul Statelor Unite și Canadei vântul de tip foehn, care escaladează Munții Cordilieri dinspre Oceanul Pacific se numește Chinook. Vânturi de tip foehn se întâlnesc și în alte regiuni ale lumii cum sunt Argentina (unde poartă numele Zonda), Noua Zeelandă (Nor wester), Australia de Est, Caucaz etc. În România ele sunt mai slabe, resimțindu-se totuși pe culoarul Turda–Alba Iulia–Deva, la poalele Subcarpaților de Curbură, în Depresiunea Subcarpatică Olteană, în Depresiunea Făgăraș (Vântul Mare) etc.

Vânturi calde și uscate, cu consecințe nefaste, iau naștere destul de frecvent, dar fără o periodicitate anume în marile deșerturi ale planetei. Printre

acestea *Sirocco* ia naștere în nordul Africii și transportă uneori praful Saharei până în Grecia, Italia și Spania (unde se numește *Leveche*). La rândul său, vântul numit *Simun*, care suflă în Deșertul Arabiei și sudul Iranului depășește uneori viteza de 150 Km/h, ridicând nori imenși de praf. Fierbinți, uscate și dăunătoare activității omului sunt și *Khamsinul* (dinspre Deșertul Libiei spre valea Nilului), *Suhoveiul* (dinspre Asia Centrală spre Kazahstan și Ucraina etc.).

Pagube și mai importante produc vânturile neperiodice reci. Acestea sunt în mare parte vânturi **catabatice** (căzătoare) sau gravitaționale. Cele mai tipice și mai extinse în suprafață se dezvoltă de-a lungul coastelor acoperite cu gheață ale Groenlandei și Antarctidei. Ele iau naștere prin alunecarea descendentă a aerului intens răcit pe platourile înalte de gheață, către marea din jur. La periferiile continentului antarctic, viteza medie a vânturilor gravitaționale este de aproape 100 km/h. Destul de frecvent se înregistrează însă și viteze mai mari de 200 km/h. Dacă vânturile catabatice polare au efecte dăunătoare limitate, întrucât navigația în mările afectate nu este foarte intensă, cele din regiunile dens populate produc adesea dificultăți deosebit de serioase.

Printre cele mai cunoscute vânturi neperiodice reci se numără *Bora* și *Mistralul*.

Bora se formează prin acumularea aerului rece (cu temperaturi de $-15\dots-20^{\circ}\text{C}$) în spatele Alpilor Dinarici și prăbușirea lui către țărmurile relativ calde ale Mării Adriatice (între Istria și Dubrovnic) când nivelul culmilor este depășit. Un vânt asemănător bate iarna dinspre Munții Caucaz, către țărmul Mării Negre, în regiunea Novorosiisk. Furtunile reci provocate de *Bora* produc pagube însemnate atât prin forța mecanică a vântului și valurilor pe care acesta le stârnește, cât și prin importante depuneri de gheață care au loc în urma înghețării pe diferite obiecte (nave, stâlpi, hornuri etc.) a apei pulverizate de la crestele valurilor.

Mistralul este, de asemenea, un vânt orografic, descendent care suflă iarna și primăvara dinspre Masivul Central Francez către Marea Mediterană, canalizându-se pe valea Ronului, unde viteza lui atinge 90 km/h. El produce pagube însemnate recoltelor de citrice, viță de vie, măslina etc. și provoacă furtuni pe Marea Mediterană între Corsica și Baleare.

Vânturi în cascadă, de tip *Bora*, se întâlnesc și în Carpații Românești, mai ales în cei Orientali, unde produc din când în când pagube considerabile, doborând pădurile de rășinoase pe mari suprafețe (așa numitele „doborâturi de vânt“).

Indiferent că sunt periodice sau neperiodice, calde sau reci, vânturile puternice provoacă uscarea accentuată a stratului superficial al solului și antrenează cu sine, o mare parte din volumul acestuia, dezrădăcinând chiar tinerele plante. Praful antrenat este purtat până la distanțe cu atât mai mari cu cât este mai fin. Transportul de praf este un fenomen mai frecvent în luna aprilie când viteza medie a vântului crește, iar solul este expus eroziunii coliene, nefiind acoperit de vegetație. Evident, în situațiile când viteza vântului și cantitățile de praf transportate sunt mari, grâul de toamnă și pomii fructiferi înfloriți au mult de suferit. Aceasta deoarece stratul de praf care acoperă plantele diminuează fotosinteza.

Antrenând cu ele particulele cele mai fine și mai productive, vânturile puternice pot îndepărta nu doar elementele nutritive, ci și părți componente ale solului regenerabile în perioade de ordinul deceniilor sau chiar secolelor. Cultivarea consecutivă pe o suprafață oarecare a aceleiași plante, favorizează deflația și degradarea până la distrugerea totală a stratului arabil al solului.

Deflația cea mai intensă are loc în regiunile de câmpie (unde viteza vântului crește în lipsa frecării prea mari) cu soluri având stratul superior alcătuit din particule fine, slab legate între ele (nisipoase mai ales).

Desigur, solurile cu structură glomerulară mare (formate din agregate stabile), diminuează sensibil eroziunea eoliană, ca și învelișul vegetal și resturile de plante lăsate pe câmp după recoltare.

Destul de rar, pe teritoriul României, vânturile puternice aduc cantități mari de praf de la distanțe apreciabile. Ultima advecție semnificativă în acest sens a avut loc în zilele de 3 și 4 aprilie 1964.

Furtunile de praf și nisip sunt însă de-a dreptul impresionante și deosebit de periculoase în regiunile deșertice și semideșertice tropicale. Frontul unei astfel de furtuni înaintează asemenea unui imens zid vertical, învolburat și amenințător, ce întunecă zărea cu norii de praf și nisip pe care îi vântură haotic în acompaniamentul urletelor surde și șuerăturilor sinistre ale vântului. Furtunile de praf și nisip produc uneori pagube importante și victime omenești, îngropând pur și simplu caravanele surprinse în locuri lipsite de posibilități de adăpostire.

Vântul poate produce dificultăți și în activitatea de construcție a orașelor și clădirilor individuale, el fiind primul factor meteorologic de influență din punct de vedere al solicitărilor mecanice.

Sarcina de vânt apare, pe de o parte, ca presiune uniformă asupra pereților clădirii, iar pe de altă parte, ca presiune discontinuă, pulsatorie, care poate determina sau amplifica fenomene oscilatorii. Obișnuit, cele două forme sub

care se manifestă sarcina de vânt apar simultan, de unde necesitatea de a fi luate în considerare la un loc.

La proiectarea unor construcții care depind în mare măsură de direcția și viteza vântului (coșuri de fabrici, turnuri, antene etc.), calculele nu trebuie să se bazeze numai pe vitezele medii și maxime ale vântului dominant, ci să ia în considerare vitezele maxime pe toate direcțiile, chiar dacă unele dintre ele au o frecvență foarte slabă.

De asemenea, ele nu trebuie să pomească întotdeauna de la condiția unui câmp neperturbat al vântului, pentru că în realitate, datorită terenului sau clădirilor, pe anumite porțiuni și direcții se produc strangulări ale secțiunii curentului. Apare astfel „efectul de ajutoraj” care provoacă o creștere considerabilă a vitezei vântului. Și pentru că astfel de efecte locale nu sunt previzibile, ca în cazul câmpului neperturbat, construcțiile sensibile la viteze mari ale vântului (poduri rulante în aer liber, macarale turn etc.) impun o determinare prealabilă, la fața locului, a intensității mișcării aerului.

Calculul trebuie să țină seama, în același timp și de creșterea vitezei vântului paralel cu creșterea înălțimii.

Fenomenele oscilatorii sunt proprii construcțiilor înalte sub formă de turn, catargelor, antenelor etc. Pentru acestea, solicitările reprezentate prin sarcina de vânt care amplifică oscilațiile constante, constituie factorul meteorologic de cea mai mare însemnătate.

De obicei, clădirea este deviată din starea de repaus printr-un „impuls”, ea continuând să oscileze în jurul poziției de repaus cu o frecvență proprie. Oscilația este cu atât mai intensă cu cât vântul are viteza mai mare și frecvența pulsațiilor lui este mai mică. Presiunea vântului se manifestă ca un impuls izolat reprezentat cel mai bine printr-o rafală, adică printr-o creștere și o scădere rapidă a vitezei vântului, într-un timp mai mic de un minut. Frecvența pulsațiilor vântului nu joacă așadar nici un rol în amplificarea oscilațiilor clădirii. Sunt însă situații în care pulsațiile vântului au aceeași frecvență cu oscilațiile clădirii, astfel încât rezonanța lor duce la oscilații amplificate și prelungite (chiar pentru viteze mici ale vântului), deoarece timpul preluării energiei de către clădire este mai îndelungat.

Amplificarea oscilațiilor prin „impuls” se produce mai frecvent și presupune viteze mari ale vântului. În schimb, amplificarea prin „rezonanță” se produce rar, nu necesită viteze mari ale vântului, dar este mult mai periculoasă. Se înțelege desigur că, la proiectarea și construirea clădirilor foarte înalte, trebuie să se ia în considerație și aceste influențe determinate de vânt.

Așa cum s-a arătat, vântul este factorul meteorologic de influență cu cea mai mare însemnătate pentru sistematizarea orașelor și zonelor

industriale. În domeniul sistematizării, rolul principal revine însă direcției vântului dominant și nu vitezei lui.

Necesitatea de a se lua în considerare direcția vânturilor dominante în acțiunea de sistematizare și de construcție a orașelor a fost sesizată de specialiști încă de foarte multă vreme. Dar, cu toate avertismentele acestora, ea a fost, cel mai adesea, ignorată de arhitecți și constructori. Abia după primul război mondial, arhitecții și constructorii au început să aibă în vedere această necesitate, încercând totodată să corecteze greșelile înaintașilor lor.

Cerința fundamentală este aceea de a nu se amplasa unități industriale poluante în partea „din vânt“ a orașului, pentru a nu fi impurificată astfel și atmosfera celorlalte cartiere ale lui.

Orașele noi, dispuse în formă de bandă, paralel cu direcția vânturilor dominante, respectă această cerință, prin amplasarea în partea „din vânt“ a cartierelor de locuit, apoi a celor comerciale și administrative, urmate de întinse spații verzi, după care, în partea de „sub vânt“ sunt amplasate întreprinderile industriale. Această dispunere optimă din punct de vedere climatic a cartierelor urbane, a fost posibilă numai în cazul orașelor care au fost construite sau reconstruite pe loc gol, nefiind legate de amplasamente moștenite sau tradiții la care nu se putea renunța.

Desigur, sistematizarea unor localități crescute anarhic, în care s-au investit sume și energii importante și care sunt legate de tradiții îndelungate este o problemă extrem de dificilă. Se impune ca, cel puțin noile cartiere și noile ansambluri industriale să fie amplasate astfel încât sursele de poluare să se găsească în partea de „sub vânt“ spre a nu impurifica aerul și așa destul de impurificat de circulația automobilelor. Trebuie de asemenea, ca noile spații verzi să fie intercalate cât mai des, între cele de locuit întrucât rolul lor de filtru pentru impurități, de răcorire și umezire a aerului din jur, prezintă o importanță deosebită pentru viața locuitorilor urbani.

Faptul că numeroase orașe ale lumii au atmosfera puternic impurificată, nu trebuie să ducă la concluzia că aceasta este o consecință inevitabilă a dezvoltării lor. El arată numai că în procesul construirii orașelor respective, nu s-au avut în vedere, fie din cauza necunoașterii, fie din alte motive, norme științifice de sistematizare, bazate pe evaluarea exactă a diferiților parametri climatici, topoclimatici și chiar microclimatici.

Cunoașterea și respectarea acestor norme de sistematizare oferă posibilități de creare sau de menținere a unei clime urbane sănătoase. Înlocuirea empirismului care dăinuia în trecut pe această coordonată, cu analiza științifică obiectivă, concretă, a înlesnit construirea multor orașe noi cu atmosferă curată în diferite țări ale lumii.

Construcțiile de tot felul înălțate de oameni, mai ales în orașe, suferă influențe negative mai mult sau mai puțin evidente și din partea altor factori meteorologici decât vântul.

Temperatura, ca element meteorologic principal, exercită prin distribuția ei neuniformă o influență deloc neglijabilă asupra construcțiilor urbane.

Ziua, la amiază, pereții și acoperișurile se încălzesc puternic datorită bilanțului radiativ pozitiv, iar noaptea, când bilanțul radiațiilor devine negativ, se răcesc intens. Aceste variații termice diurne cu amplitudini foarte mari, dau naștere unor forțe considerabile.

În cazul supraîncălzirii diferitelor suprafețe la amiază, între acestea și părțile lor interioare, apare o scădere de temperatură, nelineară. Acest lucru determină în mod inevitabil, apariția în peretele sau planșeul de beton servind drept acoperiș, a unor forțe fizice care determină presiuni importante.

Solicitările diverselor construcții urbane din zonele cu climă caldă și uscată sunt foarte mari din acest punct de vedere întrucât diferențele termice provocate de distribuția temporală și spațială neuniformă a temperaturii sunt excepționale.

În deșerturile tropicale, temperaturi de 80°C sunt foarte probabile, știut fiind că în numeroase cazuri, diferite suprafețe de ciment au înregistrat valori cuprinse între 65 și 75°C. Rezultă că amplitudinile anuale de temperatură pot depăși chiar 100°C, ceea ce corespunde unei variații de lungime de 2 mm pentru fiecare metru liniar al unei plăci de beton.

În orele de la amiază, când diferențele termice în părțile interioare ale plăcilor de beton pot atinge 1°C la 1 cm distanță, forțele care iau naștere sunt deosebit de mari. Ele devin și mai mari în cazul plăcilor de beton armate, cu oțel.

Diferențe termice apreciabile, ajungând în zonele tropicale până la 25°C, pot apărea între suprafețele verticale umbrite și cele însorite ale unei construcții înalte. Cele mai nefavorabile sunt forțele fizice care iau naștere în urma diferențelor de temperatură mari (până la 60°C) care apar într-un interval de timp foarte scurt, asemenea unui șoc termic.

Temperatura influențează orașul, mai precis funcțiile construcțiilor acestuia și prin adâncimea până la care pătrunde înghețul în sol. În condiții identice de temperatură și strat de zăpadă, înghețul pătrunde mai adânc într-un sol cu conductibilitate calorică mai mare. Apa din sol întârzie înghețul acestuia (deși îi mărește conductibilitatea) în adâncime, deoarece prin înghețarea ei în stratul superior al solului, degajă o cantitate importantă de căldură (80 cal. pentru fiecare gram de apă care îngheață). Primăvara, când se produce dezghețul, fenomenul este invers, în sensul că temperatura solului foarte

umed, se menține la 0°C, până la topirea întregii cantități de gheață. Explicația rezidă în consumul de căldură necesar topirii gheții.

Stratul de zăpadă, prin slaba lui conductibilitate calorică împiedică pătrunderea înghețului în sol, așa cum s-a arătat deja.

În orașe, zăpada este rapid înlăturată de pe arterele de circulație, din piețe și alte locuri, ceea ce favorizează pătrunderea înghețului în adâncime (mai ales că solul este bătătorit). Și deoarece asfaltul, betonul și celelalte materiale din care sunt construite drumurile, au conductibilitate calorică mare și conținut redus de apă, rezultă că adâncimea până la care pătrunde înghețul pe aceste porțiuni este mult mai mare decât în cazul suprafețelor cu sol afânat, umed și acoperit cu zăpadă.

Se înțelege așadar, că datele privind adâncimea înghețului în sol, obținute pe platformele standard ale stațiilor meteorologice nu au nici o valabilitate în cazul străzilor sub care sunt instalate numeroase conducte. Desigur, conductele ce acționează cu surse de căldură (cele de termoficare, de pildă) pot micșora adâncimea până la care pătrunde înghețul, de-a lungul întregului traseu, diminuând posibilele efecte dăunătoare.

Umezeala aerului, oricât ar părea de inofensivă, exercită și ea unele influențe negative asupra locuitorilor urbani, a clădirilor, a proceselor tehnologice și produselor tehnice.

În primul rând, prezența în aer a cantităților prea mari de vapori de apă face atmosfera greu respirabilă și insană, impunând o serie întreagă de cheltuieli suplimentare, pentru condiționarea aerului din fiecare clădire (de exemplu la Washington). În al doilea rând, materialele de construcție să fie realizate astfel încât să reziste la acțiunea de distrugere pe care o exercită apa rezultată din condensarea vaporilor pe pereții exteriori ai diverselor clădiri. În al treilea rând, este necesar să se ia măsuri speciale pentru ca anumite procese tehnologice (activitatea tipografică de exemplu) care sunt stânjenite de umezeala prea mare a aerului să fie posibile. În al patrulea rând umezeala prea mare degradează un mare număr de produse tehnice, fapt pentru care ea trebuie cunoscută în detaliu, iar produsele tehnice respective climatizate, spre a rezista condițiilor respective.

Dar cea mai serioasă influență negativă a umezelii aerului asupra orașelor și regiunilor industriale este aceea că favorizează producerea ceții urbane. Despre aceasta s-a vorbit însă într-unul din capitolele anterioare. De aceea este suficient să se menționeze că, sub raportul salubrității aerului nu este indicat să se construiască orașe mari cu surse puternice și multiple de poluare

într-o zonă cu umezeală ridicată, deoarece prezența nucleelor de condensare, grefată pe astfel de condiții climatice duce la o frecvență foarte mare a cezurilor urbane, pe cât de persistente, pe atât de periculoase pentru sănătatea locuitorilor și economia orașului respectiv. Cazul Londrei, Hamburgului și al altor orașe mari ale lumii este edificator în acest sens.

Precipitațiile atmosferice constituie fenomene atmosferice de risc, nu numai prin inundațiile și degradările de teren pe care le pot provoca, ci și pe alte căi mai puțin spectaculare. Este vorba de efectele dăunătoare ale depunerilor de zăpadă și chiciură.

Depunerile de zăpadă rămase mai multă vreme pe acoperișuri, pot ajunge prin tasare și creșteri repetate la încărcări statice suplimentare ale construcțiilor respective. Este de ajuns să se arate că un strat de zăpadă gros de 10 cm și cu densitatea de $0,2 \text{ g/cm}^3$, dă o sarcină de 20 Kgf/m^2 , pentru a avea o imagine cât de cât sugestivă, asupra solicitărilor la care pot fi expuse construcțiile iarna, când zăpada stagnează pe acoperișuri mai multă vreme. Stagnarea depinde evident, de forma acoperișului și de materialul din care acesta este construit. Pericolul pe care îl prezintă depunerile de zăpadă variază în funcție de grosimea și densitatea zăpezii, ca și de durata stagnării ei pe acoperiș. El variază, de la o regiune la alta, fiind mai mare în regiunile montane, unde ninsorile sunt mai frecvente și mai abundente. În regiunile de câmpie, pericolul solicitărilor pe care le provoacă depunerile de zăpadă de pe acoperișurile diferitelor construcții, crește în intervalele cu viscol. Prăbușirea, în 1962, a cupolei marelui pavilion circular din parcul rezervat expozițiilor la București, constituie o dovadă concludentă a pericolului prezentat de solicitările depunerilor de zăpadă.

Depunerile de chiciură tare, granulară și de gheață se produc pe suprafețe verticale, provocând solicitări statice pe catarge, stâlpi, antene etc. Uneori funcționarea posturilor de radio-emisie pe unde ultra-scurte poate fi deranjată din cauza depunerilor de chiciură tare pe antene. Pe timp favorabil formării ei, chiciura crește în direcția vântului formând adesea un fel de drapele ce dau sarcini de 20–30 Kgf/m^2 . În regiunile montane, depunerile de chiciură tare granulară constituie, cum s-a arătat deja, o primejdie reală pentru liniile de înaltă tensiune și de comunicații telefonice. La câmpie pericolul este mai redus, el crescând însă în cazul construcțiilor foarte înalte cum sunt turnurile de televiziune.

6. COSTURILE VREMII ȘI CLIMEI

Așa cum s-a arătat deja, numeroase fenomene atmosferice provoacă pagube costisitoare și ireparabile pierderi de vieți omenești.

În 1970, numărul total al deceselor înregistrate pe întregul Pământ din cauza diferitelor dezastre climatice s-a ridicat la 142.000. El a crescut constant de-a lungul anilor '80 cifrându-se în prezent la 250.000. Din acest total, circa 40% se datorează inundațiilor, 20% furtunilor tropicale și 15% secetelor.

Dezastrele climatice influențează viața pe Pământ nu doar prin acțiunea fizică directă mai mult sau mai puțin brutală a diferiților factori meteorologici distructivi, ci și indirect, prin amplificarea sărăciei, distrugerii mediului înconjurător și altor consecințe nefaste datorate unor erori politice mai vechi sau mai noi.

Cea mai mare parte a deceselor se constată în țările subdezvoltate și suprapopulate ale lumii a treia, nepregătite și deci inapte să facă față unor urgențe neașteptate. Pentru că sărăcia obligă, de pildă, milioane de locuitori ai Bangladesh-ului să trăiască în arii deltaice supuse inundațiilor, zeci de mii de locuitori ai orașului Rio de Janeiro să-și înalte casele pe pante abrupte ce pot aluneca după prima ploaie abundentă etc.

În țările dezvoltate de la latitudini medii, numărul victimelor omenești este mult mai redus, deși pagubele materiale pot fi sensibil mai mari decât în țările sărace, pentru simplul motiv că agenții distructivi au ce distruge. În Marea Britanie, de exemplu, mor ca rezultat direct al condițiilor atmosferice, aproximativ 30 de oameni pe an.

Fenomenele atmosferice de risc se definesc ca situații ce pot provoca victime și pagube materiale. Ele sunt, pe de o parte, funcții ale evenimentului fizic în sine, iar pe de alta ale naturii societății afectate. Un viscol produs într-o regiune de câmpie (de exemplu la Londra, București sau Kiev) poate paraliza transporturile, pe când o cantitate echivalentă de zăpadă căzută într-o regiune montană, de pildă la Innsbruck, Predeal ori Sapporo) nu constituie un eveniment nefavorabil, ci dimpotrivă. Se înțelege deci că fenomenele atmosferice de risc nu sunt exclusiv dăunătoare. Inundațiile de exemplu, produc victime omenești și pagube materiale (distrugând diguri, drumuri, clădiri etc.), dar în același timp depun în luncile râurilor mături fertile și umezesc soluri care, în condiții de uscăciune, rămân neproductive ori slab productive. La rândul lor căderile abundente de zăpadă provoacă mari dificultăți transporturilor și altor activități din marile centre urbane situate la altitudini mici, dar susțin, pe de altă parte, o prosperă industrie a schiului în multe regiuni montane. Țările dezvoltate din zonele temperate au activități

economice care depind în foarte mare măsură de transporturile rapide și eficiente. Ceața densă și stratul gros de zăpadă determină întârzierea sau întreruperea temporară a călătoriilor, bulversarea distribuției mărfurilor și creșterea considerabilă a numărului de accidente. Costurile acestor fenomene atmosferice pot fi extrem de ridicate. O singură zi cu furtună puternică, extinsă pe teritorii mari în Marea Britanie a cauzat în anii din urmă, pagube de peste 50 milioane de lire sterline.

Analiza statistică a principalelor fenomene atmosferice de risc ce au avut loc pe parcursul a 115 ani (1868–1982) în Canada (Tab. 6) sugerează, în ciuda imposibilității unor estimări foarte exacte costurile mari ale fenomenelor meteorologice nefaste și condițiile climatice nefavorabile. Ea include și unele dezastre climatice care au marcat istoria țării, chiar dacă n-au putut fi apreciate consecințele lor economice.

De altfel nici pierderile provocate de fenomenele atmosferice recente nu pot fi estimate cu mare precizie. Căci, de exemplu, este ușor a se stabili valoarea în bani a animalelor pierdute într-o furtună de zăpadă, dar e mult mai dificil a se estima pierderile rezultate din slăbirea animalelor salvate. Tot astfel, în calculul pierderilor provocate de o furtună cu grindină, nu ia în considerare decât pagubele directe, omițându-le pe cele rezultate din privarea de electricitate, căldură și apă potabilă a sute de mii de locuitori, din alterarea unor mari cantități de alimente cauzată de oprirea congela-toarelor, din paralizia serviciilor de pompieri tocmai în intervalele când riscul incendiilor crește ca urmare a utilizării sobelor cu gaz sau altor aparate de înlocuire.

Impactul fenomenelor atmosferice de risc și dezastrelor climatice asupra comunităților umane este aproape întotdeauna selectiv. Pe plan internațional așa cum s-a arătat deja, cele mai expuse sunt țările în curs de dezvoltare cu economii fragile, dependente în acțiunea de prevenire și combatere a dezastrelor naturale de ajutoarele provenite din străinătate fie în mod direct, fie prin intermediul unor organisme internaționale și agenții cum ar fi Crucea Roșie „Salvați copiii“, „Oxfam“, „Ajutor creștin“, „Cafad“ și altele.

Pe plan intern, pătura cea mai săracă este întotdeauna și cea mai puternic afectată de consecințele dezastrelor naturale. Sub alt aspect cei mai vulnerabili sunt infirmii, bătrânii și copiii.

Este de la sine înțeles că structura, amploarea și eficacitatea măsurilor locale ce se întreprind în scopul prevenirii și diminuării efectelor posibile ale fenomenelor atmosferice de risc sunt variabile de la un loc la altul.

Pe viitor sistemele de avertizare vor juca desigur un rol din ce în ce mai important în acest domeniu, iar progresele tehnologice precum

**Fenomenele atmosferice de risc și pierderile directe provocate de ele în Canada
(1868–1982)**

| Anul | Fenomenul | Pierderile estimate | |
|---------|--|---------------------|-----------------|
| | | Vieți omenești | Milioane dolari |
| 1868 | Secetă la Râul Roșu | | |
| 1885–96 | Secete în Preerii | | |
| 1912 | Fornadă la Regina (Saskatchewan) | 30 | 4 |
| 1917–21 | Secete în Preerii | | |
| 1930–36 | Secete în Preerii | | |
| 1935 | Furtună de zăpadă la Vancouver (Columbia Britanică) | | |
| 1944 | Fornadă la Kamsack (Saskatchewan) | | 2 |
| 1945 | Temperaturi joase în Noua Scoție | | 4 |
| 1949 | Secetă în Ontario | | 100 |
| 1950 | Inundație la Râul Roșu | | 100 |
| 1953 | Fornadă la Sarnia (Ontario) | | 5 |
| 1954 | Uraganul Hazel în Ontario | 100 | 252 |
| 1954 | Rugina grâului în Preerii | | 33 |
| 1955 | Secetă în Ontario | | 85 |
| 1957 | Furtună cu grindină în Ontario | | 17 |
| 1959 | Ploi abundente în Saskatchewan (pierderi de recolte) | | 12,5 |
| 1959 | Furtună de zăpadă în Ontario | | |
| 1967 | Furtună de zăpadă în Alberta | | 10 |
| 1967–68 | Incendii în pădurile Canadei | | 100 |
| 1969 | Furtună cu grindină lângă Quebec (Quebec) | | 30 |
| 1973 | Secetă în Columbia Britanică | | |
| 1973 | Furtună cu grindină la Sept-Îles (Quebec) | | 10 |
| 1976–77 | Secetă în Vastul Canadian | | 130 |
| 1978 | Inundații în nordul Columbiei Britanice | | 10 |
| 1979 | Inundații – Râul Roșu, Nordul prov. Ontario, New Brunswick) | | 44,5 |
| 1979–80 | Ninsori slabe în Ontario (pierderi pentru stațiunile de schi) | | 10 |
| 1980 | Secetă în Preerii | | 1500 |
| 1980 | Incendii de păduri în Vestul Canadian și Ontario | | 1500 |
| 1980 | Inundații pe râul Squamish (Columbia Britanică) | | 13 |
| 1981 | Furtună cu grindină la Calgary | 2 | 100 |
| | Furtună pe Atlantic care a scufundat platforma de foraj | | |
| 1982 | Ocean–Ranger | 84 | 55 |

investigarea atmosferei cu ajutorul sateliților meteorologici și comunicațiile ultra perfecționate vor spori precizia și implicit eficiența prognozelor. „Pernă tehnologică“, a planificării riguroase și a sistemelor de avertizare moderne atenuează în țările dezvoltate impactul fenomenelor atmosferice de risc și diminuează sensibil mai ales pierderile de vieți omenești. Din nefericire însă, „tehnologia modernă“ nu-i prea ajută pe oamenii săraci, izolați și analfabeti care vor continua să fie victime potențiale ale dezastrelor climatice. De

aceea, în viitorul previzibil, tendința actuală de creștere a pierderilor de vieți omenești prin dezastre naturale (între care și dezastre climatice) pare a se menține.

6. CONCLUZII

Există, după J. R. Hibbs, cinci feluri, care nu se exclud, de a reacționa față de fenomenele atmosferice de risc și de dezastrele climatice: 1. acceptarea pasivă; 2. evitarea regiunilor și a măsurilor nefavorabile utilizării eficiente a resurselor; 3. acțiuni preventive și defensive fondate pe evaluarea datelor meteorologice; 4. modificarea și controlul direct al vremii și climei; 5. recursul la mijloace structurale și mecanice de protecție, care fac apel la cunoștințe climatologice“.

Acceptarea pasivă este caracteristică societăților primitive. Oamenii nu fac nimic sau cel mult invocă prin ritualuri diverse duhurile sau zeii locali, cu speranța că vor supraviețui calamității. Când acționează, ei părăsesc regiunile vulnerabile ducându-se în alte părți. În țările lumii a treia acest lucru înseamnă astăzi abandonarea așezărilor rurale și stabilirea în orașe unde se speră că existența va fi mai puțin dificilă.

Acțiunile concrete mai mult sau mai puțin eficiente presupun investiții importante și deci economii puternice. Pentru combaterea secetei, de exemplu, în India se sapă puțuri adânci, finanțate de diferite agenții voluntare; în unele țări s-au întreprins uriașe lucrări de inginerie hidrotehnică (barajul de la Assuan, pe Nil) finanțate cu ajutorul unor supraputeri; în Israel, Arabia Saudită și a. funcționează uzine de desalinizare a apei marine etc.

Oricare ar fi acțiunile ce se întreprind pentru prevenirea și combaterea fenomenelor atmosferice de risc și dezastrelor climatice ele trebuie să pornească de la cunoașterea cât mai profundă și mai exactă a fenomenelor și proceselor în cauză.

Gama mijloacelor utilizate este foarte întinsă și prezintă numeroase aspecte legate între ele. Când este vorba de elaborarea prognozelor la lansarea alertelor bazate pe datele meteorologice obținute prin observațiile efectuate în rețeaua de stații, intră în joc diferite ramuri ale meteorologiei. Când se ridică probleme de amenajarea teritoriului, agricultură, urbanism și diverse forme de activitate industrială, meteorologii fac parte din echipe de planificare, alături de urbaniști, arhitecți, ingineri, economiști etc.

În toate cazurile, meteorologul are nevoie de date de bază mai diversificate și mai precise, de cercetări mai profunde și mai complexe, astfel încât

previziunile, alertele, și studiile climatologice pe care le realizează să fie mai exacte și mai utile.

Serviciile meteorologice naționale, separate sau în sânul OMM, care le integrează la scară globală, depun eforturi constante pentru ameliorarea calității și exactității informațiilor pe care le furnizează unor utilizatori precum aviația, agricultura, marina, transporturile, industria, marele public etc. Ele acordă o atenție specială fenomenelor atmosferice care amenință viața și bunurile, străduindu-se să furnizeze prevederi și alerte cât mai exacte și mai precoce.

Datele necesare se obțin prin diverse metode. În afara stațiilor meteorologice la sol, dotate cu aparatură foarte variată, există și instalații speciale utilizând radare meteorologice, nave comerciale care transmit stațiilor de coastă mesajele lor, și sateliții meteorologici geostaționari sau care evoluează pe orbite polare. Supraveghind de la mare altitudine evoluția proceselor și fenomenelor atmosferice, sateliții meteorologici constituie principala sursă de informații pentru regiunile oceanice, deșertice, polare etc. unde accesul direct este dificil. Ei oferă informații de importanță capitală cu privire la formarea, poziția, intensitatea și direcția de deplasare a ciclonilor tropicali făcând să crească substanțial calitatea prognozelor specifice.

Problema costurilor foarte ridicate ale instalațiilor necesare recepționării datelor furnizate de sateliții geostaționari este rezolvabilă, în bună măsură, prin stații regionale finanțate în comun și comunicând cu centrele meteorologice vecine.

Radarele meteorologice reprezintă instrumente foarte eficiente pentru defectarea sistemelor noroase din care cad precipitații. Ele sunt utilizate mai mult în regiunile afectate de cicloni.

Direcțiile în care sunt necesare cercetări mai aprofundate se referă la: prevederea deplasării ciclonilor tropicali și a variației intensității lor; cunoașterea undelor de maree, cu precădere în locurile unde efectele lor sunt mai pronunțate (în golfurile semi-închise de exemplu); prevederea cantitativă a precipitațiilor și altor aspecte de hidrometeorologie, din punctul de vedere al inundațiilor.

Un rol important în activitatea de prevenire și diminuare a efectelor fenomenelor atmosferice de risc și dezastrelor climatice îl are și formarea de specialiști bine pregătiți. Tocmai de aceea, progresele remarcabile înregistrate în ultimii ani pe aceste coordonate trebuiesc puse la îndemâna tuturor meteorologilor profesioniști. Acest imperativ se realizează prin organizarea de către OMM a unor simpozioane foarte utile în regiunile afectate de cicloni tropicali. Formarea specialiștilor urmărește cu precădere două obiective: interpretarea și aplicarea datelor obținute prin mijlocirea sateliților

meteorologici; asigurarea că rezultatele cercetării, sub formă de tehnici de prevedere noi și ameliorate, pot fi înțelese și aplicate în condiții adecvate.

Ancheta asupra pagubelor provocate de fenomenele atmosferice dăunătoare este o preocupare firească, susceptibilă de a furniza informații utile pentru meteorologi și de a servi la îmbunătățirea colaborării cu autoritățile. Totodată, reexaminarea programelor de prevenire și evitare a catastrofelor, prin reasamblarea datelor de tot felul, atât calitative cât și cantitative, poate sugera necesitatea adoptării unor noi măsuri, care să ducă la îmbunătățirea programelor respective.

Măsurile întreprinse pentru evitarea sau diminuarea consecințelor catastrofale se bazează pe studii detaliate și sunt de regulă, integrate în metodele curente de planificare și dezvoltare.

Pentru ca planificarea să fie eficientă, este necesar ca specialiștii în administrație și finanțe, inginerii, arhitecții, cercetătorii științifici și toți cei care participă la această activitate să fie competenți nu numai în propria lor specialitate, ci de asemenea, într-un context mult mai larg, pentru a putea înțelege consecințele contribuției proprii și influențele acesteia asupra celorlalte aspecte ale fiecărui proiect.

În domeniul Științelor Pământului se fac în prezent eforturi apreciabile pentru studierea fenomenelor apte să provoace catastrofe naturale. Totuși, în prezent, pare a exista un ecart destul de mare între cercetarea privitoare la pericolele pe care le prezintă diferitele fenomene naturale și aplicarea rezultatelor obținute în planificarea dezvoltării din țările expuse catastrofelor.

Un sector în care sunt încă multe de făcut este cel al analizei vulnerabilității compozite care, așa cum susține Biroul Coordonatorului Națiunilor Unite pentru ajutor în caz de catastrofe (UNDRO), trebuie să fie „un element fundamental al planificării pe termen lung a dezvoltării”.

Pe lângă cercetările pur științifice și tehnice, meteorologii pot sprijini guvernele lor să-și atingă obiectivele propuse în lupta contra catastrofelor naturale. Pentru aceasta, ei trebuie să facă parte din echipele multidisciplinare de cercetare a fenomenelor naturale de risc, să contribuie la elaborarea programelor de instruire a adulților și școlărilor cu privire la pericolele prezentate de catastrofele naturale și să participe la anchetele care stabilesc pierderile și pagubele provocate de acestea.

Asumarea sarcinilor menționate mai sus și traducerea lor în realitate poate îmbunătăți de o manieră hotărâtoare rezultatele luptei omului împotriva fenomenelor de risc și dezastrelor climatice.

8. CATASTROFE CLIMATICE POSIBILE?

În comparație cu catastrofele climatice care, dacă ar fi să-i credem pe climatologi, se profilează la orizontul unui viitor previzibil, fenomenele atmosferice de risc și catastrofele meteorologice prezentate în capitolele anterioare ar putea să pară drept simple accidente, dramatice uneori, dezagreabile cel mai adesea, dar întotdeauna surmontabile. Căci modificările climatice la scară globală pot avea consecințe infinite mai dezastruoase decât un uragan sau o secetă prelungită care afectează o regiune oarecare.

8.1. SCHIMBĂRI CLIMATICE LA SCARĂ GLOBALĂ

Pe baza analizei unor șiruri de date provenind din investigații legate direct sau indirect de condițiile climatice ale planetei noastre, numeroși climatologi au ajuns la concluzia că datorită unor cauze diverse, clima globului terestru se află în curs de schimbare.

Sunt oare suficient de concludente datele care stau la baza acestei concluzii? Cercetările ulterioare formulării ipotezei privitoare la schimbarea climei au tins să confirme sau dimpotrivă, să o infirme și să o schimbe substanțial? În fine, pentru a nu lungi prea mult șirul întrebărilor firești, este această ipoteză nouă, suficient de verificată pentru a se constitui într-o obsesie, fie chiar și numai pentru climatologi?

Iată câteva întrebări asupra cărora, rândurile ce urmează încearcă să arunce un con de lumină spre a le afla răspunsurile posibile. Nu însă înainte de a defini clima și de a prezenta câteva caracteristici ale evoluției sale de-a lungul timpului geologic și istoric.

Clima este regimul multianual al vremii, generat de acțiunea conjugată a factorilor radiativi, dinamici și fizico-geografici, sub influența tot mai accentuată a activității societății omenești. Altfel spus, ea reprezintă totalitatea schimbărilor vremii. Iar singura trăsătură constantă a vremii este schimbarea. Această schimbare prezintă pe de o parte caracterul ciclic, regulat, al fluctuațiilor diurne (determinate de mișcarea de rotație a Pământului) și anuale (determinate de mișcarea de revoluție), iar pe de alta, caracterul neregulat al variațiilor interdiurne și interanuale (provocate de schimbările neîncetate de direcție, frecvență și intensitate ale circulației atmosferice), precum și al fluctuațiilor neperiodice de lungă durată.

În anii 70 și-a făcut loc o abordare nouă a ciclurilor climatice. Pentru că analizele mai atente și mai detaliate au dus la concluzia că ciclurile climatice considerate a fi variații regulate, nu au în realitate o periodicitate foarte

sigură. În regimul diurn, de pildă maximele termice se succed rareori exact la 24 de ore, iar la latitudini mari, ciclurile zilnice se deosebesc substanțial de la vară la iarnă. Ciclurile anuale înregistrează frecvent anotimpuri întârziate sau timpurii, iar în zonele temperate și polare, ianuarie și iulie nu sunt întotdeauna luni extreme. La rândul lor, schimbările de direcție ale musonilor – fenomene ciclice anuale – se produc la date foarte variate.

Numeroase analize climatologice întreprinse de diverși autori au sugerat existența unui număr mare de cicluri, dar nici unul cu o regularitate pe care să te poți bizui. Ele se întind pe perioade de la un an la milioane de ani, multe fiind de fapt anomalii întâmplătoare, care ar trebui categorisite drept ritmuri sau quasi-perioade.

Pentru o mai bună sistematizare, modificările de lungă durată ale climei au fost împărțite în: modificări de ordinul milioanele de ani, de ordinul miilor de ani și de ordin istoric, sau, mai generalizat, în: modificări de ordin geologic și de ordin istoric.

Cunoștințele privitoare la evoluția condițiilor climatice din Precambrian sunt vagi și fragmentare. Ele se înmulțesc și devin din ce în ce mai coerente pe măsură ce viața vegetală și animală se organizează în forme din ce în ce mai complexe. Timp de circa 150 de milioane de ani, în Cambrian, Ordovician și Silurian temperatura atmosferei terestre a avut valori ridicate, după care a înregistrat o tendință generală și îndelungată de scădere, marcată însă de variații importante. Către sfârșitul Paleozoicului, imensul continent primar, Gondwana, a cunoscut o glaciațiune care a durat 30–50 de milioane de ani. În Terțiar, încălzirea substanțială a făcut ca temperatura aerului să atingă medii anuale de 8–10°C la poli și de 25–30° la tropice. Pleistocenul s-a caracterizat prin alternarea unor perioade glaciare și interglaciare, acestea din urmă având, în ultimele două milioane de ani, durate cuprinse între 70.000 și 120.000 de ani. Ultima glaciațiune a avut extensiunea maximă în urmă cu 18.000 de ani, iar interglaciarul în care ne aflăm a început acum circa 10.000 de ani și a determinat o creștere a nivelului oceanului planetar cu 100 m.

Analiza modificărilor climatice din timpul istoriei înregistrate câștigă în precizie, dar nu atât de mult pe cât s-ar putea crede. Aceasta deoarece se folosește de manuscrise destinate altor scopuri, interpretarea acestora fiind îngreunată de lipsa continuității, menționarea doar a extremelor (secete, inundații, viscole puternice), schimbările calendaristice etc.

Prin corelarea datelor disponibile ale istoriei înregistrate a fost elaborat un model climatic pentru era noastră, ale cărui caracteristici mai importante atestă existența unor fluctuații neregulate de lungă durată. Astfel, în secolul

I al erei noastre, Europa și Bazinul Mediteranean au cunoscut un regim pluviometric asemănător celui de azi. A urmat apoi o umezire care a durat până la jumătatea secolului IV, secolul V fiind cald și uscat atât în Europa, cât și în America de Nord. În secolul IX Europa a fost mai umedă și mai rece, pentru ca în secolele X și XI să devină atât de caldă și uscată încât Anglia a putut ajunge un important producător și exportator de vinuri. Această încălzire considerabilă a favorizat neîndoiește stabilirea vikingilor în Groenlanda (940–1410) și înaintarea „corăbiilor lungi” departe spre apus, până la țărmurile unui continent necunoscut pe care, câteva secole mai târziu, temerarul Columb avea să-l (re)descopere și căruia norocosul Vespucci avea să-i dăruiască propriul său nume. Furtuni puternice au băntuit Atlanticul de Nord în secolul al XIII și zăpezi abundente au acoperit Europa în iernile mai lungi și mai reci ale secolului XIV. Perioada 1550–1850, după unii autori, sau 1450–1885, după alții, s-a caracterizat prin cea mai puternică înaintare a ghețurilor de după retragerea calotei glaciare. Este și motivul pentru care ea a fost denumită „mica epocă glaciară”.

Climatologia bazată pe date instrumentale începe abia în 1850, iar înregistrările semnificative de date meteorologice pe întinsul oceanului planetar, după 1876. Datele acumulate până în prezent sporesc desigur valoarea premiselor cercetării, dar nu reușesc totuși să curme definitiv speculațiile în legătură cu modificările climatice. Aceasta, din cauză că intervin o serie de factori precum: subiectivitatea omenească, expunerea și altitudinea stațiilor meteorologice, schimbările poziției și împrejurimilor acestora, schimbările programelor de observație etc.

Datele meteorologice instrumentale arată că, în decurs de 60 de ani (1885–1945) clima planetei Pământ a cunoscut o perioadă de încălzire lentă, cu efecte favorabile pentru creșterea producției agricole. Această încălzire este dovedită de creșterea cu $0,6^{\circ}$ a temperaturii medii anuale și cu $1,0^{\circ}$ a temperaturii lunilor de iarnă. Pe alocuri încălzirea a fost de-a dreptul impresionantă. Astfel, în perioada 1917–1937 Arctica a înregistrat creșteri de $3,0^{\circ}\text{C}$ ale temperaturii medii anuale, iar Groenlanda și nordul Scandinaviei au atins, la mijlocul secolului nostru, valori termice anuale cu $4\text{--}7^{\circ}\text{C}$ mai ridicate decât în 1900. În consecință unele specii de pești, precum codul, și-au extins mult către nord, arealul lor din Oceanul Atlantic. Pe lângă încălzirea lentă, o trăsătură pozitivă a constituit-o și relativa constanță a evoluției de la un an la altul a condițiilor meteorologice, intervalul 1930–1960 fiind caracterizat printr-o stabilitate maximă a tiparelor climatice.

După 1960, o tendință de răcire a intervenit în evoluția climei terestre. Această răcire, de circa $1,5^{\circ}\text{C}$ este pusă în evidență și de extinderea către

sud a calotei islandice; diminuarea cu 25% a producției de furaje din insula amintită; scăderea cu două săptămâni a perioadei de vegetație în Anglia; retragerea spre sud a armondialului (mamifer edentat), care înaintase anterior către nordul S.U.A., până în statul Nebraska; sporirea de către ghețurile plutitoare a dificultății de navigație pentru navele intrând ori ieșind din porturile, Islandei etc. Dar efectul cel mai spectaculos al răcirii în curs îl constituie modificările sensibile ale circulației atmosferice generale, unul din rezultatele nefaste ale acestor modificări fiind blocarea ploilor musonice pentru anumite zone din Africa, Asia și America Centrală. În alte părți ale lumii modificările respective s-au manifestat printr-o creștere îngrijorătoare a variațiilor neregulate, tradusă prin secete severe și prelungite, inundații catastrofale, viscole puternice etc.

Prognozele climatice pe termen lung nu au încă rigurozitate științifică, totuși câțiva climatologi și-au pus în joc reputația susținând că „în viitor clima va continua să se înrăutățească”. Cel mai de seamă dintre protagoniștii teoriilor privitoare la primejdiile climatice actuale este Reid Bryson, director al Institutului de Cercetări pentru Mediul Înconjurător al Universității statului Wisconsin (S.U.A.). „În momentul de față – afirma acesta în 1974 – sunt în curs, schimbări climatice importante. Nu este vorba de fenomene de interes academic. Dacă această tendință continuă, însăși viața omului pe această planetă va fi influențată” – Bryson crede că era modernă cu clima ei favorabilă nu poate fi considerată normală cum susțin cei mai mulți meteorologi. „Este foarte evident – spune el – că aceasta a fost perioada cea mai anormală din ultimii cel puțin o mie de ani”. O scurtă întrerupere a „micii epoci glaciare”.

Un adept convins al tezei lui Bryson este Kenneth Hare, de la Universitatea din Toronto (Canada), fost președinte al Societății Meteorologice Regală din Marea Britanie. „Bryson este figura cea mai impunătoare în climatologia modernă” spune Hare. „Eu sunt mult mai conservator decât el, dar iau foarte în serios tot ceea ce afirmă acesta”. De numele lui Hare se leagă numeroase eforturi de a convinge guvernele diferitelor state să creeze „bănci” alimentare în care să fie păstrate rezervele necesare depășirii sau atenuării consecințelor unor eventuale catastrofe climatice.

Firește, nimeni nu poate aprecia durata și intensitatea tendinței de răcire începută după 1960. Cercetările meteorologului Hubert Lamb, de la universitatea East Anglia au condus la concluzia că perioadele reci anterioare au avut durata de circa un secol, cea mai scurtă fiind de 40 de ani. Amplitudinile mari ale acestor perioade neregulate în evoluția cliimei sunt explicate prin

inerția considerabilă a imenselor mase acvatice ale Oceanului Planetar, care o dată răcite, necesită cel puțin decenii pentru a se reîncălzi.

Printre climatologii care nu acceptă teoriile lui Bryson privitoare la cauzele recente tendințe de răcire se remarcă J. Murray Mitchell jr., care afirmă: „Eu sunt un agnostic. Observăm aceste tendințe manifestate în emisfera nordică și suntem convingși că ele sunt reale. Dar nu putem defini orientarea principală a tendințelor și nici nu știm câtă vreme vor dura acestea“. El este înclinat să creadă că tendința de răcire se va inversa datorită unor cauze naturale, probabil și datorită „efectului de seră“, ceea ce va determina slăbirea blocării musonilor.

Dar, paralel cu acumularea unor informații tinzând să dovedească răcirea climei în emisfera nordică, alte informații demonstau dimpotrivă, că emisfera sudică se încălzea. Ba mai mult, către mijlocul anilor '70, părea că și în emisfera nordică reîncepea încălzirea.

Cercetările întreprinse în Antarctida la începutul anilor '80 au arătat că aceasta se încălzește, ghețarii alunecând mai rapid spre țărmurile continentului, unde se rup, deplasându-se sub forma icebergurilor către latitudini mai mici. Aceasta face ca albedoul regiunilor oceanice circumantarctice să crească sensibil (gheața având albedoul mediu de 80%, iar apa de 10%), iar clima acestora să înregistreze o tendință de răcire.

Alți specialiști consideră că întrucât teoria climatologică este încă în fașă, ea nu poate oferi deocamdată metodele necesare elaborării unor prognoze ale schimbărilor climei pe termen lung. Printre aceștia se numără și Stephen Schneider, de la Centrul Național de Cercetări Atmosferice din Boulder, Colorado (U.S.A.), care încearcă să construiască un model matematic al modificărilor climatice. Considerând că există tot atâtea dovezi pentru a prevedea o răcire, câte sunt pentru a prelucra o încălzire, el nu poate totuși să respingă ideea că experiența trecută este deosebit de utilă în formarea unei păreri competente cu privire la evoluția viitoare a climei. „Dacă un om versat în jocuri de noroc – spune Schneider – ar examina datele meteorologice, observația că planeta a trecut recent printr-o lungă perioadă de valori record ale temperaturilor medii superioare l-ar convinge cu siguranță să nu parieze pe repetarea imediată a acestei tendințe“.

Pe la mijlocul anilor '70, însuși Bryson, după multe modificări, uneori subtile, alteori drastice, ale modelului electronic construit de el pentru evoluția viitoare a sistemului climatic global, a ajuns la concluzia că în primii câțiva ani tendința de răcire se va menține, după care va urma o perioadă stabilă de circa 10 ani, urmată la rândul ei de o lungă perioadă caldă. Nu este, cum s-ar putea crede o sugestie îmbucurătoare, căci clima primei părți a

deceniului opt, a fost profund nefastă în unele regiuni ale planetei (secete prelungite în Sahel, în Vestul Mijlociu American etc., înghețuri în Brazilia, inundații catastrofale în numeroase regiuni ale lumii ș.a.).

Consecințele posibile ale modificărilor climatice la scară globală sunt atât de complexe și de teribile încât sfidează imaginația. Încălzirea climei ar determina înaintarea zonelor deșertice către poli, iar răcirea, dimpotrivă, deplasarea acestora către ecuator. În oricare dintre cele două eventualități efectele asupra societății omenești nu s-ar limita, cum sunt tentați să aprecieze unii oameni, la ajustarea garderobei fiecărui individ, corespunzător creșterilor sau scăderilor temperaturii. Pentru a sugera principalul efect probabil este de ajuns să amintim că în ultimii ani, câțiva arheologi și istorici au revizuit teoriile mai vechi privitoare la prăbușirea unor civilizații puternice ale trecutului, cum au fost civilizația Indus-ului, cea hitită, miceniană, mali-ană etc. Arheologul Rhys Carpenter din Philadelphia consideră că unele dintre aceste civilizații s-au stins nu din cauza invaziilor barbare, ci datorită schimbărilor climatice mai mult sau mai puțin severe. Răcirii ale climei, influențând circulația atmosferică au adus valuri succesive de secetă, transformând în deșerturi regiuni altădată fertile. Sinistrații au putut adesea să migreze. Chiar și marile invazii barbare pornite din nevăzutele adâncuri ale Asiei sunt puse de unii istorici pe seama modificărilor climatice. Astăzi însă, Pământul este prea dens populat, prea divizat politic și prea puternic înarmat pentru ca migrații în masă să mai poată avea loc.

Cauzele modificărilor climatice au preocupat de multă vreme diferite categorii de specialiști. Un prim grup de ipoteze încearcă să stabilească legături mai mult sau mai puțin directe între activitatea solară și clima Pământului. Ele pornesc de la faptul că Soarele este o stea variabilă care își modifică neconștient atât cantitatea cât și tipul de energie emisă, determinând astfel variații corespunzătoare ale așa zisei „constante solare”. La rândul său, Pământul care primește doar a doua miliardă parte din energia emisă de Soare, se răcește sau se încălzește după cum activitatea acestuia este mai intensă ori mai slabă. Examinarea timp de 200 de ani a petelor solare i-a condus pe astronomi și geofizicieni la stabilirea mai multor cicluri ale activității Soarelui, cu durata de 11,3, 22, 35 și 80 de ani. Dintre acestea ciclul de 11,3 ani este mai sigur, dar nici el nu are o stabilitate prea mare (uneori a durat doar 9 ani, alteori 16). Relația directă ar presupune ca în intervalele cu activitate solară intensă clima terestră să se încălzească, iar ghețarii să se retragă și invers. Totuși, s-a constatat că în anii când numărul petelor solare crește (un astfel de an a fost 1980) vremea pe Pământ devine mai rece și mai umedă, iar în anii când numărul petelor solare scade timpul este

mai cald și mai uscat. Cum se explică acest paradox? Cercetătorul George Simpson consideră că o creștere moderată a radiației solare ar determina sporirea evaporăției și creșterea umezelii atmosferice, ceea ce ar conduce la o intensificare a transferurilor meridionale (dinspre zonele ecuatoriale către cele polare) de aer. La rândul lor aceste transferuri, mult mai puternice în semestrul cald, ar determina creșterea nebulozității și precipitațiilor în regiunile polare, împiedicând topirea ghețarilor prin diminuarea intensității radiației globale și favorizând extinderea acestora prin aportul mai mare de precipitații solide. Dimpotrivă, o slăbire moderată a intensității radiației solare micșorează transferul meridional de aer, atrăgând după sine scăderea nebulozității și precipitațiilor în regiunile polare. Drept consecință, calotele glaciare se retrag.

Dacă presupunem constantă cantitatea de radiații emisă de Soare, alte cauze, de ordin astronomic, pot explica insolajia variabilă de pe Pământ, după cum urmează.

- Schimbarea unghiului dintre axa Pământului și Planul eclipticii, afectează anotimpurile, modificând distribuția temperaturii și circulația atmosferică generală.

- Modificarea excentrității orbitei Pământului determină variații ale distanței Pământ-Soare, care afectează temperatura atmosferei.

- Succesiunea echinocțiilor se referă la schimbarea regulată în timp a momentelor când Pământul se află la o distanță dată față de Soare. În prezent, Pământul este cel mai aproape de Soare, în emisfera nordică, la 3 ianuarie. În urmă cu 10.500 de ani, iarna coincidea cu perioada când Pământul era, în emisfera nordică, cel mai departe de Soare. Acest lucru făcea ca ierile să fie mai reci, iar verile mai fierbinți. În emisfera sudică situația era inversă.

- Schimbarea axelor polare pare să fi determinat în trecut, migrarea polilor geografici din regiuni aflate astăzi la latitudini mai joase, cu modificările climatice corespunzătoare.

Un alt grup de ipoteze încearcă să explice modificările climatice prin procesele de absorbție, reflexie și difuzie ale sistemului Pământ - Atmosferă.

- Creșterea concentrației gazelor cu absorbție mare în domeniul infraroșu al spectrului radiativ este răspunzătoare, după cei mai mulți autori, de tendințele de încălzire ale climei terestre. Între acestea, un rol extrem de important îl joacă bioxidul de carbon al cărui „efect de seră” (transparență pentru radiațiile de undă scurtă primite de la Soare și opacitate pentru radiațiile de undă lungă emise de Pământ) ar fi determinat încălzirea constatată în perioada 1885-1945, corespunzătoare în linii mari, așa numitei „ere industriale”, care

a determinat sporirea cu peste 10% a concentrației gazului respectiv în atmosfera terestră. Cei mai mulți climatologi par să fie de acord că o dublare a concentrației bioxidului de carbon ar determina o creștere de circa 2°C a temperaturii medii anuale a atmosferei terestre. Există însă și cercetători, ca de pildă Peterson, care cred că încălzirea datorată „efectului de seră“ al bioxidului de carbon, vaporilor de apă și altor gaze cu absorbție intensă în domeniul radiației de undă lungă, ar putea determina o sporire a evaporării și implicit o creștere a nebulozității. Aceasta ar atrage după sine creșterea albedoului atmosferei, ceea ce s-ar traduce obligatoriu printr-o răcire a climei.

– Creșterea albedoului determină, așa cum s-a arătat mai sus, scăderea temperaturii atmosferei prin reducerea cantității de radiații solare absorbite la nivelul suprafeței terestre. Dacă calculele specialiștilor sunt bune, și nu există motive serioase să ne îndoim de acest lucru, o creștere cu 1% a albedoului planetei noastre, ar determina scăderea cu circa 2°C a temperaturii medii anuale. Să notăm, în continuare că o scădere de 4–5°C este suficientă pentru începerea unei noi perioade glaciare. Creșterea albedoului atmosferei nu se datorează numai sporirii nebulozității, ci și particulelor foarte fine de praf care ajung în straturile superioare ale atmosferei, unde pot rămâne vreme îndelungată, deoarece precipitațiile ce le-ar putea readuce pe suprafața terestră se formează mult mai jos, în troposferă. Bryson susține că epocile de răcire din trecut au fost generate de intensificări sensibile ale erupțiilor vulcanice, care au proiectat în stratosferă cantități imense de praf. Stratul de cenușe descoperit în calotele glaciare din regiunile polare, constituie dovada unei intense activități vulcanice în urmă cu 30.000–17.000 de ani, când Pământul trecea printr-o epocă glaciară. Dealtfel, efectele climatice ale erupțiilor vulcanice sunt cunoscute și din timpul istoriei înregistrate. De pildă, erupției vulcanului Tambora din insula Sumbava (Indonezia), care a avut loc în 1815, i-a urmat așa numitul „an fără vară“ (1816), menționat în cronică, datorită calamităților generate de el în Europa și America de Nord. Norii de praf aruncați în stratosferă prin erupția din 1883 a vulcanului Krakatau din strămoșia Sunda (Indonezia) au înconjurat de mai multe ori planeta.

Concluziile de mai sus sunt concordante întrucâtva cu observația că în prima jumătate a secolului nostru, caracterizată printr-o tendință de încălzire, vulcanii au fost neobișnuit de liniștiți, noi erupții producându-se începând abia cu anul 1955. Desigur, praful vulcanic nu este singurul încredințat în tendințele de răcire ale climei. Acestuia i se adaugă praful ridicat de vânt de pe suprafața terestră, cel rezultat în urma mecanizării lucrărilor agricole și pășunatului intensiv, precum și fumul datorat desțelenirii terenurilor prin incendierea vegetației forestiere sau de savană (metodă larg practică în

regiunile tropicale) și gama largă de impurități emise prin arderea combustibililor fosili. S-a constatat că praful, oricare ar fi proveniența lui, are un efect de răcire mai pronunțat asupra regiunilor polare decât asupra celor tropicale. Se înțelege că extinderea calotelor glaciare, rezultată în urma creșterii albedoului atmosferei, determină sporirea albedoului suprafeței terestre și accentuează tendința de răcire.

Dar, să ne oprim aici, pentru a face loc câtorva concluzii privitoare la problema pusă în discuție. Și pentru că la începutul acestor rânduri am formulat câteva întrebări, este normal ca prima și cea mai importantă concluzie să încerce un răspuns sintetic. Acesta decurge în mod firesc din totalitatea informațiilor prezentate mai sus și este negativ, în sensul că „ipoteza“ sau „teoria“ modificării severe a climei nu este suficient de verificată pentru a se constitui într-o nouă „obsesie“ a lumii contemporane.

O a doua concluzie care se impune cu evidență este aceea că perioada pe care o străbatem de circa trei decenii încoace este una caracterizată printr-o mai mare variabilitate a condițiilor climatice decât cea anterioară. Să amintim în susținerea acestei concluzii ploile excesive care au produs în primăvara anului 1973 inundații catastrofale (și pagube imense) în bazinul fluviului Mississippi (S.U.A.) și viscolul declanșat la mijlocul lunii august a aceluiași an, care a așternut în lanurile de grâu din unele câmpii vestice ale S.U.A. un strat de zăpadă gros de 20 cm. Să amintim de asemenea, marile inundații din 1970 și 1975 (România), din 1978 (S.U.A.) și 1981 (Brazilia), viscolul abătut asupra unei părți din S.U.A. în aprilie 1982, iarna neobișnuit de blândă 1982–1983 în Europa, dar și de furtunile violente care au afectat Danemarca, Germania, Cehia, Slovacia, Ungaria, Polonia și extremitatea vestică a Rusiei la începutul decadei a treia a lunii ianuarie 1983. Este limpede așadar că, într-o accepțiune matematică, clima nu poate fi considerată un factor constant, ea identificându-se cu o variabilă cu fluctuații ample și neașteptate.

O a treia concluzie care se cuvine formulată este că deși prevederile pe durate de ordinul deceniilor sau secolelor sunt nesigure, datele pentru verificarea ipotezelor privind schimbările climatice pot fi disponibile, indirect, mai devreme.

La capătul succintei analize a modificărilor climatice la scară globală, ne putem îndoi de numeroase interpretări și concluzii ale diferiților autori (și este bine s-o facem deoarece îndoiala este o condiție sine qua non a științei), dar nu vom putea, desigur, să ne îndoim că clima, despre care știm încă atât de puțin, este o problemă mult mai importantă decât multe altele, despre care știm mult mai mult.

8.2. PERSPECTIVE NELINIȘTITOARE

În prezent, puțini sunt climatologii care se mai îndoiesc de faptul că atmosfera terestră se află într-un proces de încălzire determinat, în principal, de creșterea concentrației bioxidului de carbon. Această creștere se datorează, pe de o parte, arderii în proporții din ce în ce mai mari a combustibililor fosili, iar pe de alta, despăduririlor accelerate, care micșorează consumul gazului carbonic din atmosferă.

Dacă prognozele privind sporirea cu 2% pe an a concentrației bioxidului de carbon din atmosferă se vor dovedi corecte, atunci încă înainte de anul 2020, deși proporția gazului respectiv nu se va fi dublat, temperatura medie anuală a atmosferei terestre va fi superioară cu 1°C celei actuale, adică, mai mare ca oricând în ultimii 1000 de ani. Creșterea ar putea să pară ne semnificativă, dar ea se amplifică spre poli, fiind de 2°C în regiunile temperate și de 3°C în cele subpolare, ceea ce înseamnă o deosebire de 4°C latitudine. Altfel spus Copenhaga va avea temperatura de azi a Parisului, iar Bostonul pe cea a Washingtonului.

Când dublarea concentrației bioxidului de carbon din atmosferă va fi o realitate, efectul de seră va face ca orașul Boston, de pildă, să aibă condițiile climatice de astăzi ale orașului Miami. Jumătatea sudică a S.U.A. va avea climă tropicală, la fel ca și jumătatea sudică a Europei.

Creșterea temperaturii va determina, în mod necesar, modificări corespunzătoare ale precipitațiilor și evaporării, de care depinde umezirea solului și, desigur, producția agricolă.

Scenariul imaginat pe baza prognozei menționate sugerează că încălzirea climei va determina o creștere relativ rapidă a nivelului oceanului planetar, pe seama topirii calotelor glaciare din regiunile polare. Glaciologii apreciază că topirea va dura sute sau chiar mii de ani. Cei care susțin topirea în mai puțin de 200 de ani sunt o minoritate categorică. Presupunând că aprecierile majorității sunt corecte, rămâne totuși un risc real, care nu poate fi trecut cu vederea. Dat fiind faptul că în vestul Antarctidei stratul de gheață se sprijină pe un fundament submers, încălzirea apelor oceanice ar determina desprinderea gheții și deplasarea ei spre regiuni mai calde, unde s-ar topi rapid. Nivelul oceanului planetar ar crește brusc cu 5–7 m, iar deplasările populațiilor din regiunile litorale joase ar pune în umbră migrațiile barbare din istoria trecută a umanității.

Încălzirea climei ar provoca o deplasare spre latitudini mai mari a zonelor uscate. Drept urmare, regiuni întinse din China Centrală, India, Orientul Mijlociu vor suferi mai puțin de pe urma secetelor. Concomitent însă, centrul

Americii de Nord și regiunile centrale și nordice ale Rusiei ar deveni mult mai uscate, îngreunând substanțial cultivarea grâului, orzului, porumbului și altor cereale indispensabile vieții comunităților umane.

Consecințele sociale ale încălzirii climei vor fi resimțite în toate domeniile vieții și activității oamenilor, începând cu resursele de hrană, continuând cu echilibrele ecologice regionale, sănătatea și randamentul muncii și terminând cu resursele de energie.

În linii generale, se poate aprecia că încălzirea ar aduce efecte favorabile zonelor aride tropicale care produc 86% din recoltele de orez ale lumii prin creșterea cantităților de precipitații) și efecte negative în zonele temperate care produc 50% din oferta de grâu și 55% din cea de porumb (prin scăderea cantităților de precipitații). Se înțelege așadar, că impactul încălzirii climei asupra comunităților umane din zonele temperate va fi deosebit de sever. Dar generalizările de acest fel sunt prea simpliste. Evoluțiile viitoare vor depinde de numeroși factori mai nuanțați precum: ritmul schimbărilor climatice și efectele lor concrete; probabilitățile deplasării spre latitudini mai mari a culturilor agricole; capacitatea tehnologiilor existente și viitoare de a amortiza efectele schimbărilor climatice etc.

Este cunoscut faptul că pentru agricultura regiunilor semiaride factorul climatic cel mai important este umezeala solului, în timp ce, pentru regiunile temperate, hotărâtoare sunt temperatura și durata sezonului agricol.

În ipoteza încălzirii climei, s-a calculat că sporirea cu 1°C a temperaturilor medii din lunile de vară ar atrage după sine prelungirea cu 10 zile a sezonului agricol, fapt extrem de important care ar permite migrarea spre nord a tiparelor agricole actuale pe teritorii întinse din America de Nord și Rusiei. Altfel spus pentru fiecare creștere cu 1°C a temperaturii aerului, „corn belt“-ul din S.U.A. s-ar deplasa spre nord cu 175 km dacă sumele anuale de precipitații ar rămâne aceleași ca în prezent. Sugestia este îmbucurătoare, căci s-ar compensa astfel pierderile rezultate prin migrarea în aceeași direcție a zonelor tropicale aride. Din păcate însă, deplasarea spre nord a tiparelor agricole actuale va întâmpina dificultăți considerabile, ea fiind îngreunată de cel puțin doi factori extrem de importanți. Este vorba, pe de o parte de precipitațiile atmosferice și umezeala solului, care s-ar modifica și ele, împiedicând migrarea spre nord a activităților agricole fără o modificare drastică a tehnologiilor legate de activitățile respective, iar pe de altă parte, de compoziția solului, care s-ar putea dovedi a fi o restricție și mai severă decât umiditatea.

Există desigur și temeuri pentru speranță și optimism. Ele se referă la faptul că tehnologiile moderne din actualele regiuni agricole situate la

latitudinii medii în emisfera nordică, oferă agriculturii o mare flexibilitate în alegerea culturilor și metodelor de cultivare. Se consideră totodată, că mijloacele și metodele de conservare și exploatare a resurselor de apă vor putea contracara consecințele aridizării, mai ales în ipoteza că aceasta se va instala, probabil, într-un ritm lent.

Schimbările climatice preliminate vor produce consecințe notabile și în sensul modificării frecvenței și severității diverselor epidemii care amenință culturile agricole, fiind necesare ample și aprofundate studii asupra relațiilor dintre condițiile climatice schimbate și bolile plantelor.

„În esență – spune W. Kellog – putem presupune că în cele din urmă, capacitatea totală a lumii de a produce hrană ar putea să nu sufere o diminuare, în cazul aplicării unei tehnologii adecvate. Dar omenirea trebuie să recunoască astăzi importanța cerințelor viitoare ale agriculturii și să acționeze în conformitate“.

Schimbările climatice vor modifica semnificativ și sistemele ecologice mai puțin influențate de activitatea omului, cum sunt preeriile, savanele, pădurile, tundrele, pajiștile alpine, semideșerturile etc., în care numeroase specii de plante și animale trăiesc în relații strânse de interdependență ce caracterizează echilibre naturale specifice, formate pe parcursul unor îndelungate evoluții.

Deosebit de sensibile la scăderea cantităților de precipitații sunt pădurile tropicale umede, dar și cele din regiunile semiaride. Ceea ce nu înseamnă că pădurile din zonele temperate n-ar avea de suferit. Încălzirea climei va periclita existența pădurilor și prin favorizarea invaziilor de insecte dăunătoare, față de care multe specii arborescente sunt foarte vulnerabile.

Diminuarea suprafețelor forestiere prin efectele schimbărilor climatice și prin defrișările practicate nu tocmai rațional în zonele tropicale și subtropicale, va produce efecte deosebit de grave pe termen lung. Acestea se referă cu precădere la eroziunea solului și dispariția unui mare număr de specii de plante sălbatice. Semnificația restrângerii suprafețelor acoperite cu soluri fertile nu mai trebuie desigur evidențiată. Se cuvine menționat însă faptul că efortul de creare a unor noi soiuri de plante de cultură se bazează în bună măsură pe „rezervorul genetic“ al „plantelor sălbatice“ și că orice diminuare a acestui „rezervor“, reduce șansele supraviețuirii umane.

Încălzirea climei ar putea avea și efecte favorabile asupra vegetației forestiere. Astfel, prin creșterea cantităților de precipitații și sporirea concentrației bioxidului de carbon din atmosferă, regiunile actualmente semiaride vor cunoaște o extindere a pădurilor. Același efect benefic se va constata și în zonele

de tundră, unde retragerea spre nord a înghețului peren va permite înaintarea în aceeași direcție a pădurilor de conifere.

Schimbările climatice vor crea serioase probleme și în legătură cu păstrarea unei stări de sănătate cât de cât acceptabilă pentru diferitele comunități umane. Căci, depinzând de temperatură, umezeală și precipitații, înmulțirea, ritmurile și diversitatea biologică a multor specii de bacterii și insecte (inclusiv paraziții umani) vor înregistra modificări sensibile, care vor reclama eforturi de cercetare deloc negliabile.

Cele mai afectate în acest sens vor fi probabil țările subdezvoltate, unde eforturile de combatere a maladiilor care fac frecvent ravagii considerabile, sunt și în prezent complicate și nu tocmai eficiente din cauza sărăciei cronice și lipsei de personal medical calificat.

Dacă teoria interacțiunii dintre „solicitare“ și „reacție“ este corectă, atunci e de așteptat ca schimbările climatice, în speță încălzirea în curs a climei terestre, să influențeze de o manieră mai mult sau mai puțin semnificativă activitatea umană și randamentul muncii prestate de oameni.

Influența negativă cea mai accentuată este de așteptat pentru regiunile temperate, considerate ca având raportul ideal între „solicitare“ și „reacție“, ceea ce presupune și un randament maxim al muncii depuse. Întrucât în regiunile temperate, ca precădere în cele mai răcoroase, creșterea temperaturii va fi substanțială, productivitatea muncii s-ar putea să diminueze proporțional. Aceasta din cauză că, așa cum confirmă diferite studii, temperaturile prea ridicate sau prea coborâte și umezeala exagerată etc., influențează negativ capacitatea de activitate fizică, motivația personală și comportamentul social al omului, creând deosebiri greu contestabile între „nordici“ și „sudici“ în mai toate țările cu climă temperată (S.U.A., Italia, China etc.).

Influența schimbării climatice va fi mai puțin îngrijorătoare în regiunile tropicale, pe de o parte din cauză că sporirea temperaturii va înregistra valori mici, iar pe de altă parte, din cauza creșterii cantităților de precipitații, care va îmbunătăți condițiile de viață.

Consecințele încălzirii climei asupra activității umane, preliminate mai sus, pot fi desigur; substanțial amendate de mentalități și atitudini față de muncă însușite prin cultură de populațiile diferitelor regiuni ale lumii.

Cererea și oferta de energie vor fi și ele puternic influențate de încălzirea climei.

Este cât se poate de evident că tocmai efortul sporirii permanente a ofertei de energie constituie cauza principală a creșterii concentrației bioxidului de carbon din atmosferă, care determină încălzirea climatică în curs. Aceasta

va exercita o influență inversă greu de estimat în prezent, asupra cererii viitoare de energie.

După cum se știe, în țările industrializate din zonele temperate, o parte importantă a energiei se consumă pentru încălzirea sau răcirea interioarelor, în funcție de anotimp. Orice scădere sau creștere a temperaturilor medii lunare conduce în mod necesar la sporirea consumului de energie pentru încălzirea sau răcirea spațiilor în care trăiesc și muncesc oamenii. Astfel, în iarna foarte rece 1976–1977, când temperatura medie a scăzut în S.U.A. cu 1,8°C, consumul energetic pentru încălzirea interioarelor a crescut cu 22%.

Se înțelege, desigur, că încălzirea climei va determina o scădere a consumului de energie necesar ridicării temperaturii interioarelor, dar în același timp, va mări consumul destinat răcirii acestora prin mijlocirea instalațiilor de condiționare a aerului. Importante consumuri de energie vor fi realizate și pentru intensificarea și extinderea irigațiilor din ce în ce mai necesare pe măsura creșterii temperaturii și accentuării uscăciunii.

Deocamdată, evaluarea efectelor nete pe care încălzirea climei le va avea asupra consumurilor de energie este imposibilă deoarece prognozele privitoare la schimbările climatice nu sunt nici foarte sigure, nici foarte precise.

Date fiind incertitudinile menționate anterior, problema schimbărilor climatice nu constituie încă o bază de argumentație în dezbaterile privitoare la fundamentarea politicii energetice a diferitelor state. Din aceleași motive, un acord asupra limitării consumului de combustibili fosili nu pare posibil și nici probabil într-un viitor apropiat.

Rezultă că trebuiesc intensificate preocupările destinate îmbunătățirii prognozelor, diminuării consecințelor nefaste ale schimbărilor climatice și exploatații consecințelor favorabile.

Pentru atingerea acestor obiective au fost sugerate de specialiști trei tipuri de strategii.

Primul tip îl constituie strategiile menite să dezvolte capacitatea de discernământ, de supraveghere și avertizare mai eficiente, asupra schimbărilor climatice, cu deosebire în țările slab dezvoltate.

Al doilea tip se referă la strategiile menite să încetinească sporirea concentrației bioxidului de carbon din atmosferă, prin tehnologii mai economice, utilizarea mai frecventă a energiilor regenerabile, reîmpăduriri etc.

Al treilea tip îl reprezintă strategiile care urmăresc sporirea rezistenței la schimbările climatice prin tehnologii agricole avansate, ocrotirea tere-

nurilor arabile, îmbunătățirea mijloacelor și metodelor de administrare a resurselor de apă, menținerea unor rezerve adecvate de alimente la nivel mondial etc.

Deși nu par și nici nu sunt extraordinare, aceste strategii izvorâte dintr-o înțelepciune convențională, pot reduce vulnerabilitatea sistemului de satisfacere a cererilor de alimente și energie, contribuind la depășirea dificultăților create de capriciile sporadice sau schimbările de lungă durată ale climei. Cu condiția minimală ca ele să fie puse în practică.

Este probabil că până în anul 2000, conștientizarea primejdiilor climatice va determina factorii decizionali să adopte măsurile naționale și internaționale capabile să reducă semnificativ consumul de combustibili fosili. Stabilizarea consumului respectiv ar determina o încetinire a tendințelor de încălzire a climei, acordând omenirii răgazul necesar elaborării unei politici judicioase de adaptare la efectele schimbărilor climatice.

Pentru ca omenirea să fie capabilă a întreprinde acțiunile necesare prevenirii sau cel puțin amânării „fazei a doua“ de creștere a temperaturii medii a atmosferei terestre cu 2–3°C (4–6°C în regiunile temperate și mai mult în regiunile polare), este obligatoriu să se înțeleagă că problemele economice, sociale și politice cu scadențe urgente, care obscurizează importanța schimbărilor climatice și a altor procese de degradare a mediului înconjurător, nu trebuie absolutizate până într-atât încât să anihileze puțința și voința forurilor decizionale de a elibera și pune în acțiune programe apte să prevină sau măcar să atenueze primejdiile majore ale căror amenințări cresc implacabil, în ciuda aparențelor de ireversibilitate conferite de relativa depărtare în timp față de clipa în care trăim.

8.3. DISTRUGEREA STRATULUI PROTECTOR DE OZON

Dintre dezastrele naturale care amenință omenirea la scară globală, cel mai sumbru și mai apropiat este cel reprezentat prin distrugerea treptată a stratului protector de ozon. În absența acestuia viața pe Pământ ar deveni imposibilă din cauza acțiunii distructive a radiațiilor ultraviolete. Diminuarea lui sporește, datorită creșterii intensității radiațiilor ultraviolete, riscul cancerului pielii și deteriorării văzului la oameni, putând provoca, de asemenea, modificări în sistemele de imunitate biologică la animale. Numeroși oameni de știință consideră chiar că sporirea intensității radiațiilor ultraviolete ar putea determina modificări genetice cu consecințe grave în viața plantelor și animalelor.

Ozonul (O_3) constituie, cum se știe, o stare alotropică a oxigenului. Numele lui vine de la grecescul ozonos, care înseamnă „mirositor“. Este un gaz de culoare albastruie, cu miros caracteristic, reprezentând doar

$1,0 \cdot 10^{-6}$ din volumul aerului care înconjoară planeta. Identificabil în atmosferă, de la 10 până la 60 km înălțime, el înregistrează concentrații mai ridicate în anumite straturi ale stratosferei (între 20 și 30 km înălțime, cu maximum la 25 km) și mezosferei (între 40 și 55 km, cu maximum la 50 km), cunoscute sub denumirea de ozonosferă.

Ozonul din straturile menționate ale atmosferei ia naștere în urma unor procese fotochimice complexe, datorate acțiunii radiațiilor ultraviolete și corpusculare emise de Soare, asupra moleculelor biatomice de oxigen. Absorbând energia radiațiilor ultraviolete (cu lungimi de undă mai mici de $0,24 \mu$) și a radiațiilor corpusculare, moleculele biatomice de oxigen se disociază în atomi ($O_2 = O + O$). Prin combinarea atomilor liberi de oxigen astfel rezultați, cu moleculele de oxigen biatomic, în prezența moleculelor neutre ale altor gaze atmosferice, ia naștere ozonul ($O + O_2 = O_3$). Concomitent are loc și procesul de distrugere a ozonului, fie prin reacții chimice cu radicali liberi (OH), fie, mai ales, prin combinarea lui cu atomi liberi de oxigen, din care rezultă două molecule instabile de oxigen biatomic ($O_3 + O = 2O_2$).

În condiții naturale, ozonul este, de asemenea distrus, prin reacția cu monoxidul de azot (NO), care conduce la formarea dioxidului de azot (NO_2). Reacția acestuia din urmă cu atomi de oxigen regenerează monoxidul de azot care atacă din nou moleculele de ozon. Inițial, monoxidul de azot poate proveni prin combinarea la peste 100 km înălțime a atomilor liberi de azot și oxigen, rezultați din fotodisocierea gazelor respective.

În mod natural, procesele generatoare și distructoare de ozon se echilibrează, determinând concentrații mai mari (prevalența producerii ozonului) în straturile atmosferice menționate. Echilibrul respectiv pare a fi intrat însă într-un proces de deteriorare progresivă insuficient cunoscut și dificil de stăpânit. Cauzele acestui proces sunt de natură antropică.

Primul cercetător care a atras atenția asupra pericolului reducerii concentrației ozonului a fost Harold S. Johnston, specialist în chimie fizică la Universitatea din California. Era în 1971, când supersonicul franco-britanic „Concorde” zbura deja iar firma „Boeing” pregătea marele său supersonic S.S.T. Știind că înălțimea de croazieră a supersonicelor viitorului se situează între 18 și 22 km și că temperatura de funcționare a reactoarelor acestora este suficient de mare pentru a disocia moleculele de azot ale aerului aspirat, Johnston a tras concluzia că stratul de ozon avea să fie substanțial diminuat ca urmare a excesului de monoxid de azot (NO) generat prin combinarea atomilor de azot cu oxigenul. El a calculat că o flotă de 500 supersonice,

zburând numai cinci ore pe zi, ar putea reduce concentrația stratului de ozon cu mai mult de 20%.

Predicțiile cercetătorului californian au incitat lumea științifică și nu mult după aceea a fost înființat un program de amploare numit CIAP, având drept scop studierea impactului real al monoxidului de azot (NO) asupra stratului de ozon. Între timp, proiectul supersonicului SST a fost abandonat.

Instituțiile științifice participante la programul CIAP, nu toate americane, au realizat multiple cercetări (măsurarea concentrației în situ, măsurarea vitezei reacțiilor în laborator etc.) făcând să progreseze cunoașterea mecanismelor de modificare a compoziției aerului din stratosferă. Au fost descoperite numeroase reacții care complică schema inițială. Unele dintre acestea au drept rezultat eliminarea unei bune părți a monoxidului de azot (NO). Radicalul OH, de exemplu, reacționează cu dioxidul de azot (NO₂) formând acidul nitric.

La finele lui 1974, concluziile programului CIAP arătau că temerile lui Johnston fuseseră exagerate și că 500 de avioane supersonice, zburând câte șapte ore pe zi nu puteau provoca decât o reducere cu 0,5% a stratului de ozon. Partizanii transportului supersonic au avut posibilitatea să evidențieze lipsa de semnificație a celor 0,5 procente în comparație cu fluctuațiile naturale de 10 sau chiar 25%, care se pot înregistra de la o zi la alta într-o regiune dată.

Nu mult după încredințarea supersonicelor, Johnston s-a manifestat din nou, acuzând de această dată îngerșămintele azotoase. Mecanismul este relativ simplu. În soluri, azotații suferă procese de denitrificare care conduc la trecerea lor în stare gazoasă sub forma protoxidului de azot (N₂O) eliberat în atmosferă. Ajuns la circa 100 km altitudine, gazul respectiv reacționează cu un atom de oxigen liber dând naștere monoxidului de azot (NO) care, coborând în stratosferă, atacă ozonul. După Johnston, utilizarea pe scară din ce în ce mai largă a îngerșămintelor azotoase, a condus în ultima sută de ani, la o diminuare a stratului de ozon cu circa 15%. Și de această dată comunicarea lui Johnston a stâmit vâlvă, dar cercetările întreprinse de alți specialiști în domeniu au confirmat pericolul, ajungând chiar la concluzii mult mai pesimiste.

Cel mai mare potențial distructiv asupra ozonului îl au însă fluoro-carburile clorurate. Inventate în 1928, ele au fost utilizate în fabricarea frigiderelor, instalațiilor de condiționare a aerului și pulverizatoarelor de tot felul, dar și pentru curățarea microprocesoarelor, fabricarea cauciucului buretos și polistirenului etc.

Primele bănueli privitoare la posibilitatea apariției unei probleme ecologice, cauzată de fluorocarburile clorurate s-au ivit spre sfârșitul anilor 60, după ce chimistul britanic James Lovelock a inventat un aparat cu ajutorul căruia s-a putut detecta prezența acestor substanțe în aerul de deasupra oceanelor emisferei sudice, la distanțe foarte mari de sursele importante de emanație. El a tras concluzia că odată emanație în atmosferă, fluorocarburile clorurate, pot pluti la nesfârșit, dispersându-se în întregul înveliș de aer al planetei.

Aplicând cunoștințele lor de chimie atmosferică la datele prezentate de Lovelock, F. Sherwood Rowland, decanul Facultății de Chimie a Universității California din Irvine și Mario Molina, care făcea studii postdoctorale în cadrul aceleiași facultăți, au realizat că obiectul lor de studiu poate constitui o problemă ecologică extrem de gravă.

În 1974, Rowland și Molina au avertizat asupra rolului nefast jucat de freonii 11 și 12 în stratosferă. Conform teoriei celor doi savanți, fluorocarburile clorurate, rămân intacte 50 până la 100 de ani, astfel că au puțin șansa să ajungă în stratosferă, unde „radiația ultravioletă intensă rupe legăturile chimice ale acestor compuși, eliberând atomi de clor într-o reacție catalitică în lanț ce amenință ozonul stratosferic“. Aproape simultan, alți cercetători americani au formulat acuzații similare.

Freonii 11 (CCl_3F) și 12 (CCl_2F_2) sunt produși în mari cantități de toate țările dezvoltate, fiind utilizați mai ales ca propulsori de aerosoli (75%) și refrigeranți. Cele circa 700.000 tone de freoni produse anual în lume ajung în atmosferă prin utilizarea și spargerea buteliilor (deodoranți, medicamente, lacuri pentru păr, produse menajere, insecticide etc.), precum și prin distrugerea refrigeratoarelor și agregatelor de condiționare a aerului ieșite din uz.

În troposferă, freonii 11 și 12 sunt deosebit de stabili, dar odată ajunși în stratosferă se disociază sub acțiunea razelor solare ultraviolete (cu lungimea de undă în jur de $0,19 \mu$) incomplet absorbite de ozon la altitudinea respectivă. Distrugerea freonilor antrenează eliberarea atomilor de clor, care reacționează intens cu moleculele de ozon generând monoxidul de clor. Clorul este regenerat prin reacția monoxidului de clor cu atomii liberi de oxigen, astfel că poate ataca alte molecule de ozon. Rowland și Molina au calculat că, la rata de eliberare a freonilor din 1973, concentrația ozonului putea să scadă rapid cu 20%, chiar dacă o parte a clorului urma să fie eventual eliminată prin reacțiile cu metanul.

Foarte rapid, cele mai înalte instanțe științifice americane printre care și Academia de Științe, s-au interesat de problemă. Ele au stabilit necesitatea

măsurării concentrației clorului și oxidului său în stratosferă, necesitatea determinării în laborator a vitezei diferitelor reacții chimice, precum și necesitatea evaluării transferului de freoni de la troposferă la stratosferă.

În Franța, Consiliul Național al Cercetării a estimat, în 1976, că amenințarea freonilor este reală, subliniind totodată și contribuția acestora la accentuarea „efectului de seră” (în troposferă, freonii înșiși absorb o parte a radiației infraroșii emisă de suprafața terestră) provocat de creșterea concentrației dioxidului de carbon. Ei prezintă așadar și un risc climatic.

În același an, 1976, dispute aprinse au avut loc, timp de câteva luni, în jurul unei „moleculă miracol” (ClONO_2), despre care se susținea că ia naștere în stratosferă prin reacția dintre monoxidul de clor (ClO) și dioxidul de azot (NO_2). O „moleculă miracol” care elimina simplu, mult prea simplu, ambii „îngrozitori”. S-a dovedit însă, destul de repede, că măsurătorile în situ aflate la originea acestei ipoteze seducătoare erau false.

În scopul diminuării riscurilor, industria aerosolilor utilizează freonul 22 (CHClF_2) mai puțin stabil în troposferă, iar unii producători, mai radicali, au făcut să dispară freonii din buteliile lor cu aerosoli.

În S.U.A., rezultatele cercetărilor au determinat trei agenții federale să ceară, în 1977, interdicția folosirii freonilor ca gaze propulsoare. Au fost scutite doar câteva produse de folosință medicală. Excluderea definitivă de pe piață a survenit în 1979. La rândul lor Canada, Suedia, Norvegia și Danemarca au interzis folosirea acestor compuși în fabricarea pulverizatoarelor.

În martie 1977, Conferința Internațională reunită la Washington în cadrul Programului Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător a evidențiat insuficiența rețelei de supraveghere a ozonului la scară mondială precum și necesitatea unui efort conjugat „poate indispensabil supraviețuirii noastre” (I. P. Magelle, 1978).

Problema distrugerii stratului protector de ozon a revenit brusc în atenția opiniei publice în 1985 când s-au publicat rapoartele științifice privitoare la prezența unui „gol” în învelișul de ozon de deasupra Polului Sud.

Reducerea de peste 40% a învelișului de ozon în lunile septembrie și octombrie, începând din 1977, era atât de abruptă și de neașteptată, încât descoperitorii ei, cercetătorii britanici care lucrau în cadrul așa-numitului British Antarctic Survey, au atribuit-o inițial unor erori tehnice. Din aceleași motive, sistemele de calcul electronic ale NASA care prelucraseră datele privind concentrația ozonului, furnizate de satelitul Nimbus 7, eliminaseră măsurătorile respective considerându-le drept aberante. Așa se explică de ce constatările respective au fost publicate abia în 1985.

În 1986, Susan Solomon a condus o expediție patronată de Național Science Foundation, pentru a examina riguros compoziția stratosferei deasupra continentului antarctic. Experimentele întreprinse au furnizat indicii sigure cu privire la rolul nefast pe care îl joacă fluorocarburile clorurate în diminuarea stratului de ozon al stratosferei.

Pericolul reprezentat de diminuarea stratului de ozon a fost perceput și la nivelul factorilor politici de decizie. Drept consecință, în septembrie 1987, reprezentanții a 31 de țări au semnat la Montreal un acord care „constituie un prim pas important în direcția soluționării unei grave probleme mondiale“. Acest acord a intrat în vigoare la 1 ianuarie 1989, fiind ratificat de peste 30 de țări, printre care Statele Unite ale Americii, Comunitatea Europeană și membrii acesteia, Rusia etc. El prevede ca producerea și consumul fluorocarbonaților clorurați să fie reduse cu 50% în trei etape, până în 1999.

Poate cel mai important aspect pozitiv al Acordului de la Montreal este faptul că „amplitudinea și urgența autorității lui trebuie revizuite cel puțin din patru în patru ani, cu începere din 1990, în baza informațiilor la zi din știință, mediu înconjurător, tehnică și economie“. Ba mai mult, el prevede posibilitatea ca o treime din țările semnatare să poată resolicita experți în domeniu de îndată ce noi dovezi științifice devin disponibile.

Între timp cercetările științifice continuă și se pare că vor trebui zeci de ani pentru ca atmosfera terestră să poată înlocui ozonul deja pierdut. Și aceasta cu condiția ca eliminarea clorului în atmosferă să scadă la nivelul mijlocului anilor '70.

Eforturile în vederea opririi distrugerii stratului de ozon sunt cu atât mai urgente cu cât, după oxidul de azot și clor, alți contaminanți par a amenința gazul care protejează viața. Printre aceștia se numără clorura de metil (rezultată în urma arderii vegetației) și metilclorofomul, detergent fabricat pe scară largă în întreaga lume și care poate fi la fel de periculos pentru ozon ca freonii. Este suspectat de asemenea bromul, care, deși mai puțin frecvent în stratosferă, are în schimb o eficacitate superioară celei a clorului, când este vorba de distrugerea moleculelor de ozon.

Prima conferință de bilanț, care s-a desfășurat la Londra în aprilie 1990 a constatat că timpul de care dispunem pentru salvarea stratului de ozon este foarte scurt dar că prin concertarea acțiunii tuturor guvernelor, aceasta este încă posibilă.

9. EXTREME CLIMATICE

În regimul diurn și anual al diferiților parametri meteorologici se produc frecvent abateri mai mult sau mai puțin importante de la valorile „normale” care sunt mediile plurianuale. Ori de câte ori abaterile respective sunt brusce și mari sub raport cantitativ, ele se constituie în factori meteorologici de risc, putând provoca pagube serioase diferitelor domenii de activitate umană.

Valorile cele mai mari și cele mai mici, care s-au produs vreodată într-un loc dat, poartă numele de extreme. În cele ce urmează vor fi prezentate succint principalele extreme climatice ale planetei Pământ, făcându-se totodată și unele referiri la extremele corespunzătoare de pe teritoriul României.

9.1. EXTREME TERMICE

Cele mai ridicate și cele mai coborâte temperaturi înregistrate într-o perioadă dată pe un teritoriu oarecare s-au produs fără excepție, în situații sinoptice caracterizate prin predominarea îndelungată a regimului anticiclonic, care favorizează încălzirile excesive în semestrul cald și răcirile excepționale în semestrul rece. La aceste condiții sinoptice dominate de timp calm și senin, se adaugă și cele fizico-geografice exprimate prin continentalism și absența suprafețelor evaporante în cazul minimelor termice.

Cea mai mare temperatură înregistrată vreodată pe Pământ, într-un adăpost meteorologic standard, a fost de 58.0°C. Ea s-a produs la 13 septembrie 1922 în localitatea libiană Al'Aziziyah (111 m altitudine absolută) situată la 50 km sud-sud-est la Tripoli. Desigur, valoarea respectivă se referă la perioada nu tocmai îndelungată, de când se realizează măsurători instrumentale de temperatură în condiții standard. Ea a putut fi mai mare în perioada anterioară inaugurării acestor observații, după cum este posibilă și depășirea ei într-un viitor mai mult sau mai puțin îndepărtat. Evoluția progresivă a recordurilor temperaturii maxime absolute la scara întregii lumi este prezentată în tabelul 7.

Tabelul 7

Recordurile progresive ale temperaturii maxime absolute pe planeta Pământ

| | | |
|---------|----------------------------------|--------------------|
| 53.0°C | Ouargle, Algeria | 27 august 1884 |
| 54.4°C | Amos, California, S.U.A. | 17 august 1885 |
| 54.4°C. | Mammoth Tank, Arizona, S.U.A. | 17 august 1885 |
| 56.7°C | Death Valley, California, S.U.A. | 10 iulie 1913 |
| 58.0°C | Al'Aziziyah, Libia | 13 septembrie 1922 |

Din diferite motive, unele recorduri termice nu au fost omologate pe plan internațional. Astfel, valoarea de 60°C produsă în august 1953, la Delta, Mexic, nu a fost acceptată din cauza expunerii libere a termometrelor față de radiația solară directă. Nici recordul mexican oficial de 58.0°C, înregistrat la 11 august 1933 în localitatea San Luis, Sonora, nu este acceptat internațional. Respinsă ca nesigură este, de asemenea și pulsația termică fulgerătoare raportată de stația meteorologică de la Coimbra, Portugalia, în septembrie 1933. Aceasta a fost (?) de 70.0°C și a durat 120 secunde.

Cea mai mare temperatură înregistrată vreodată în România, într-un adpost standard, a fost de 45.5°C (cu 12,5°C mai mică decât maxima absolută a plantei Pământ). Ea s-a produs la 10 august 1951 în localitatea Râmnicule din județul Brăila.

Cea mai ridicată temperatură media plurianuală de pe Pământ a fost de 34.4°C și s-a înregistrat la Dallol, Etiopia. Ea provine însă din medierea temperaturilor medii anuale pentru un șir de numai 7 ani (1960–1966) de observații meteorologice. O medie plurianuală de asemenea foarte ridicată (31,0°C) s-a obținut la Lugh, în Somalia prin medierea valorilor medii anuale dintr-un șir de 13 ani de observații.

Cea mai ridicată maximă termică diurnă dintr-un șir de zile consecutive a fost de 48.9°C și s-a înregistrat la Death Valley, California, S.U.A., pe parcursul a 43 zile (de la 6 iulie la 17 august 1917). La Marble Bar, Australia de Vest, maximele termice diurne au atins sau depășit 37.8°C, timp de 160 zile consecutive de la 31 octombrie 1923 la 7 aprilie 1924), în care maxima cea mai ridicată a fost de 49.4°C. La Wyndham, Australia de Vest, temperaturile maxime diurne au atins sau depășit 32.2°C în 333 zile din anul 1946.

Cea mai mică temperatură înregistrată vreodată pe Pământ, într-un adăpost meteorologic standard, a fost de -89,2°C. Ea s-a produs în ziua de 21 iulie 1983, la stațiunea de cercetări antarctice Vostok, Antarctica, situată la 3419 m deasupra nivelului mării. Cel mai rece loc permanent locuit din lume este localitatea sovietică Oimeakon, situată pe valea fluviului est-siberian Indighirka, într-o depresiune bine închisă, la 63°16' N, 143°15' E și 660 m altitudine absolută. Aici s-a produs în februarie 1964, temperatura minimă absolută de -71.1°C, cea mai coborâtă din câte s-au înregistrat vreodată în emisfera nordică. Unii climatologi consideră totuși că „polul frigului“ din emisfera nordică este la Verhoiansk, localitate situată pe valea râului est-siberian Sartang, la 68°N, 133°E și 137 m altitudine absolută, unde, în zilele de 5 și 7 februarie 1862, s-a înregistrat temperatura minimă absolută de -69.8°C. Această opinie se întemeiază pe faptul că, reducând la nivelul mării minimele

absolute înregistrate la Oimeakon și Verhoiansk, cea din urmă rămâne totuși mai scăzută (-67.8°C).

Evoluția progresivă a recordurilor temperaturii minime absolute la scara întregii lumi (tab. 8) prezintă un număr mai mare de episoade în comparație cu cea a recordurilor temperaturii maxime.

Tabel 81

**Recordurile progresive ale temperaturii minime absolute
pe planeta Pământ**

| | | |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|
| -58.3°C | Floeberg Bay I. Ellesmere, Canada | 1852 |
| -68.0°C | Verhoiansk, Siberia, U.R.S.S. | 3 ian. 1885 |
| -69.8°C | Verhoiansk, Siberia, U.R.S.S. | 5 și 7 feb. 1892 |
| -73.5°C | South Pole, Antarctica | 11 mai 1957 |
| -74.5°C | South Pole, Antarctica | 17 sept. 1957 |
| -78.3°C | Sovietskaia, Antarctica | 2 mai 1958 |
| -80.7°C | Vostok, Antarctica | 15 iun. 1958 |
| -81.2°C | Sovietskaia, Antarctica | 19 iunie 1958 |
| -83.0°C | Sovietskaia, Antarctica | 25 iunie 1958 |
| -85.7°C | Vostok, Antarctica | 7 și 8 aug. 1958 |
| -86.7°C | Sovietskaia, Antarctica | 9 aug. 1958 |
| -87.4°C | Vostok, Antarctica | 25 aug. 1958 |
| -88.3°C | Vostok, Antarctica | 24 aug. 1960 |
| -89.2°C | Vostok, Antarctica | 21 iulie 1983 |

Cea mai mică temperatură înregistrată vreodată pe teritoriul României, într-un adăpos meteorologic, a fost de -38.5°C (cu 50.7°C mai mare decât minima absolută a planetei Pământ). Ea s-a produs în ziua de 24 ianuarie 1942 la stația meteorologică Bod, din județul Brașov.

Cea mai scăzută temperatură înregistrată vreodată în atmosfera liberă a fost de -143.0°C . Ea s-a obținut prin cercetarea norilor luminoși nocturni (argintii) care s-au format în intervalul 27 iulie – 7 august 1963, la înălțimi de 80,5–96,5 km deasupra localității suedeze Kronogard.

Cea mai scăzută temperatură medie plurianuală de pe Pământ, obținută prin extrapolare, a fost de -57.8°C și s-a constatat în punctul numit „Polus Nedostupnosti” (Polul Frigului) situat la 78°S și 96°E în Antarctica. Cea mai scăzută temperatură medie plurianuală obținută prin medierea valorilor medii anuale de temperatură (rezultate prin medierea unor valori termice măsurate instrumental) a fost de -56.6°C și s-a înregistrat la Plateau Station, Antarctica.

Cea mai mare amplitudine termică de pe Pământ s-a înregistrat la Verhoiansk, U.R.S.S. și are valoarea de 107.8°C (între -71.1°C minima absolută și 36.7°C maxima absolută).

Cea mai amplă variație termică interdiurnă de pe Pământ a atins 55.5°C la Browning, Montana, S.U.A. (temperatura a scăzut de la 6.7°C în ziua de 23 ianuarie 1916, la -48.8°C în ziua de 24 ianuarie 1916).

Cea mai rapidă variație termică de pe Pământ s-a înregistrat la Spearfish, South Dakota, S.U.A., în ziua de 22 ianuarie 1943, când, într-un interval de numai 2 minute (de la 7.30 a.m. la 7.32 a.m.) temperatura aerului a crescut cu 27.2°C (de la -20.0°C la 7.2°C).

9.2. EXTREME PLUVIOMETRICE

Cele mai mari și cele mai mici cantități de precipitații căzute pe un teritoriu oarecare, într-o perioadă dată, se află în strânsă legătură cu predominarea formațiunilor barice ciclonale, caracterizate printr-o activitate frontală intensă și, respectiv, anticiclonale, caracterizate prin lipsa activității frontale. Maximele pluviometrice se înregistrează cu precădere în regiunile unde convecției ascendente frontale a aerului umed i se adaugă convecția ascendentă orografică și unde instabilitatea termică este accentuată. Minimele pluviometrice, dimpotrivă, sunt caracteristice regiunilor în care descendența orografică a aerului uscat se suprapune regimului anticiclonic predominant.

Cea mai mare cantitate medie plurianuală de precipitații de pe Pământ se ridică la 11477.4 mm. Valoarea respectivă reprezintă media pe o perioadă de 130 de ani (1851-1980) și a fost înregistrată la Cherrapunji (1313 altitudine absolută), Meghalaya, India.

Cea mai mare cantitate de precipitații căzute în 12 luni s-a înregistrat la Cherrapunji, Meghalaya, India, în intervalul 1 august 1860-31 iulie 1861. Ea a fost de 26461 mm.

Cea mai mare cantitate de precipitații căzute într-un an calendaristic a fost de 22990 mm și s-a înregistrat în Cherrapunji, Meghalaya, India, în 1861.

Cea mai mare cantitate de precipitații căzute într-o lună calendaristică a fost de 9299 mm și s-a înregistrat în iulie 1861, la Cherrapunji, Meghalaya, India.

Cea mai mare cantitate de precipitații căzute în 24 ore a fost de 1870 mm și s-a înregistrat la Cilaos, Reunion, Oceanul Indian, în intervalul 15-16 martie 1952.

Cea mai mare cantitate medie plurianuală de precipitații din România s-a ridicat la 1346 mm și s-a înregistrat la stația meteorologică Vf. Omu (2507 m altitudine absolută) din Munții Bucegi, județul Prahova.

Cea mai mare cantitate de precipitații căzute într-un an calendaristic pe teritoriul României a fost de 2401,5 mm și s-a înregistrat la Vf. Omu, județul Prahova, în 1941.

Cea mai mare cantitate de precipitații căzute în 24 ore pe teritoriul României a fost de 530 mm și s-a înregistrat în localitatea C. A. Rosetti din județul Tulcea, la 30 august 1924.

Alte recorduri pluviometrice sunt incluse în tabelul 9.

Tabelul 9

Recorduri pluviometrice ale planetel Pământ

| | | | |
|--------------------------|------------------------------|------------|------------------|
| Cant. max. într-un minut | Unionville, Maryland, S.U.A. | 31.2 mm | 4 iulie 1956 |
| Cant. max. în 5 min. | Porto Bello, Panama | 63.0 mm | 29 nov. 1911 |
| Cant. max. în 8 min. | Füssen R. F. Germania | 126.0 mm | 25 mai 1920 |
| Cant. max. în 15 min. | Plumb Point, Jamaica | 198.1 mm | 12 mai 1916 |
| Cant. max. în 20 min. | Curtea de Argeș, România | 205.7 mm | 7 iul. 1899 |
| Cant. max. în 42 min. | Holt, Missouri, S.U.A. | 304.8 mm | 22 iun. 1947 |
| Cant. max. în 9 ore | Belouve, Reunion | 1086.9 mm | 28 febr. 1964 |
| Cant. max. în 12 ore | Belouve, Reunion | 1340.1 mm | 28–29 feb. 1964 |
| Cant. max. în 2 zile | Cilaos, Reunion | 2499.0 mm | 15–17 mart. 1952 |
| Cant. max. în 7 zile | Cilaos, Reunion | 4110.0 mm | 12–19 mart. 1952 |
| Cant. max. în 15 zile | Cherrapunju, India | 4797.6 mm | 24–8 iul. 1931 |
| Cant. max. în 2 luni | Cherrapunji, India | 12766.8 mm | iun.–iulie 1861 |
| Cant. max. în 6 luni | Cherrepunji, India | 22454.4 mm | apr.–sept. 1861 |
| Cant. max. în 2 ani | Cherrapunji, India | 40768.3 mm | 1860–1861 |

Cel mai mare număr anual de zile cu precipitații de pe Pământ a fost de 350 și s-a înregistrat pe Mt. Wai'ale'ale (1569 m altitudine absolută) din I. Kauai, Hawaii, S.U.A.

Cel mai arid loc de pe Pământ este localitatea Calama din Deșertul Atacama, Chile, unde nu au căzut niciodată precipitații.

Cea mai lungă secetă din lume s-a înregistrat în Deșertul Atacama, Chile, unde nu au căzut precipitații timp de 400 de ani, până în 1971.

Cea mai redusă cantitate medie anuală de precipitații de pe Pământ a fost de 0,5 mm și s-a înregistrat la Luxor, Egipt.

Cea mai redusă cantitate medie anuală de precipitații din România a fost de 359.0 mm și s-a înregistrat la Sulina, județul Tulcea.

Cea mai redusă cantitate de precipitații căzută într-un an pe teritoriul României a fost de 132.7 mm și s-a înregistrat la Sulina, județul Tulcea, în 1920.

Cea mai mare cantitate de zăpadă căzută în 365 de zile pe planeta Pământ a fost de 3110,2 cm (grosimea cumulată a stratului depus) și s-a înregistrat la Paradise, Mt. Rainier, Washington, S.U.A. în intervalul 19 februarie 1971 – 18 februarie 1972.

Cea mai mare cantitate de zăpadă într-o singură ninsoare pe planeta Pământ a fost de 445,5 cm (grosimea stratului adăugat) și s-a înregistrat la Thompson Pass, Alaska, S.U.A., în intervalul 26–31 decembrie 1955.

Cea mai mare cantitate de zăpadă căzută în 24 ore pe planeta Pământ a fost de 193,0 cm (grosimea stratului adpugat) și s-a înregistrat la Silver Lake, Colorado, S.U.A., în intervalul 14–15 aprilie 1921.

Cele mai mari granule de grindină căzute pe planeta Pământ s-au înregistrat la Coffeiville, Kansas, S.U.A., în ziua de 3 sept. 1970. Ele au cântărit până la 750 g și au măsurat până la 19 cm în diametru și 44,45 cm în circumferință. Fragmente de gheață în greutate presupusă de 1–2 kg au căzut la Withington, Manchester, în ziua de 2 aprilie 1973. La 14 aprilie 1981 ziarul „The Canton Evening News” informa despre uciderea a 5 persoane și rănirea altor 225, ca urmare a unei căderi de grindină cu fragmente cântărind până la 13,6 kg. Nefiind confirmate de surse științifice autorizate, ultimele două recorduri referitoare la grindină trebuiesc privite cu o doză oarecare de scepticism.

9.3. EXTREME HELIOMETRICE

Cea mai mare durată medie anuală a strălucirii Soarelui de pe Pământ se ridică la peste 4300 ore (peste 97% din durata astronomic posibilă) și a fost înregistrată în Sahara estică.

Cel mai mare număr consecutiv de zile însorite din lume a fost de 768 și s-a înregistrat la St. Petersburg, S.U.A., în intervalul 9 februarie 1967–17 martie 1969.

9.4. EXTREME BAROMETRICE

Cea mai mare presiune atmosferică înregistrată vreodată pe Pământ (redușă la nivelul mării) a atins 1083,8 mb. Ea a fost măsurată la Agata (262 m altitudine absolută), Siberia, Rusia, în ziua de 31 decembrie 1968.

Cea mai mică presiune atmosferică înregistrată vreodată pe Pământ (redușă la nivelul mării) a atins 875,9 mb. Ea a fost măsurată la 482 km vest de I. Guam (16°44'N, 137°46'E) din Oceanul Pacific, în ziua de 24 septembrie 1958. Anterior acesteia, în ziua de 16 sept. 1945, o navă spital americană înregistrase în ochiul unui taifun, la vest de I. Okinava (25°20'E) din Oceanul Pacific, presiunea de 856,0 mb.

9.5. EXTREME ANEMOMETRICE

Cea mai mare viteză a vântului înregistrată vreodată pe Pământ a fost de 371 km/h (103 m/s) și s-a produs pe Mt. Washington (1916 m altitudine absolută), New Hampshire, S.U.A., la 12 aprilie 1934.

Cea mai mare viteză a vântului înregistrată într-un tornadă a fost de 450 km/h (125 m/s) și s-a produs la Wichita Falls, Texas, S.U.A., în ziua de 2 aprilie 1958.

În timpul unor uragane din regiunile tropicale, aparatele au înregistrat viteze de 500 km/h (139 m/s) înainte de a fi distruse.

Cea mai mare viteză a vântului în atmosfera liberă a planetei Pământ a fost de 656 km/h (183 m/s) și s-a înregistrat cu ajutorul rachetei Skua, într-un Jet-Stream (Curent Rapid), la 46 km înălțime deasupra localității South Uisth, Outer Habrides, Scoția, în ziua de 13 decembrie 1967.

Cea mai mare viteză a vântului pe teritoriul României a atins 200 km/h (55.5 m/s) și s-a înregistrat la stațiile meteorologice Suceava, Botoșani și Dorohoi, în timpul viscolului din 4-7 ianuarie 1966.

9.6. EXTREME PRIVIND FENOMENELE METEOROLOGICE DEOSEBITE

Cel mai mare număr mediu anual de zile cu furtună de pe Pământ s-a înregistrat la Bogor, Java, Indonezia și a fost de 322 (media perioadei 1916-1919).

Cel mai distrugător uragan înregistrat vreodată pe Pământ s-a produs pe coastele Republicii Bangladesh în intervalul 12-13 noiembrie 1970 și a provocat moartea unui număr de circa 300.000 de oameni (după unele surse ar fi provocat moartea a circa 1.000.000 oameni).

Cel mai mare număr mediu anual de zile cu ceață la nivelul mării s-a ridicat la 120 și a fost înregistrat la Grand Banks, Newfoundland, Canada.

Cel mai mare număr mediu anual de zile cu ceață în munți s-a ridicat la 300 și a fost înregistrat pe Ben Newis (1343 m altitudine absolută) din Munții Grampieni, Scoția.

9.7. ALTE EXTREME CLIMATICE

Cel mai adânc permafrost din lume a depășit 1370 m și s-a înregistrat în februarie 1982, pe valea râului siberian Viliui, Rusia.

Cel mai gros strat de gheață din lume a atins 4776 m. El a fost măsurat prin radio-eco-sondaj (de către U. S. Antarctic Research) într-un punct situat

la 69°9'38"S și 135°20'25"E (450 km sud de coasta teritoriului antarctic Wilkes), în ziua de 4 ianuarie 1975.

Cel mai întins iceberg din lume a fost descoperit de către U. S.S. Glacier în ziua de 12 noiembrie 1956, la 240 km vest de I. Scott din Oceanul Pacific. Era un iceberg antarctic tabular, cu o suprafață de peste 31.000 kmp (335 km lungime și 97 km lățime), depășind adică suprafața Belgiei (30.613 kmp).

Cel mai înalt iceberg a avut 167 m și a fost descoperit de către U. S. Icebreaker East Wind, la vest de Groenlanda, în 1958.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- AHRENS, D. (1988), *Meteorology and Environment* Wiley Son, New York.
- BARRY C. R., CHORLEY J. R. (1989), *Atmosphere, Weather, Climate*, Routledge.
- CHIN P. C. (1970), *Tropical Cyclone Climatology for the China Seas and Western Pacific from 1884 to 1970*. Technical Royal Observatory, Hong-Kong.
- CIULACHE S. (1985), *Climatele Pământului*, Editura Științifică și Enciclopedică, București.
- CIULACHE S., (1988), *Meteorologie și climatologie*, Tipografia Universității București.
- CRITCHFIELD H. J., (1974), *General Climatology*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- DAS P. K. et al (1974), *Storm Surges in the Bay of Bengal*, Quarterly by Journal of the Royal Meteorological Society, London; p. 100, 437-449.
- FLORA S. D., (1963), *Tornadoes of the United States*, University of Oklahoma Press, Oklahoma, U.S.A.
- GEDZELMAN, S. (1987), *Science and wonders of atmosphere*, Prentice Hall, New York.
- HARE K. F. (1982), *Climăte and desertification*, W. M. D., Geneve, 1982.
- PERRY A., PERRY VIVIEN (1989), *Climate and Society*, Prentice Hall, New York.
- POPP GH. (1987), *Introducere în meteorologie și climatologie*, Editura Științifică și Enciclopedică, București.
- SEN S. N. (1974), *Rewiew of the Techniques for Forecasting Intensity and Movement of Tropical Cyclones*, Typhoon Committe Secretariat, W.M.O./E.S.C.A.P., Manila, Philippines.
- SIMPSON R. H. (1973), *Hurricane Prediction: Progress and Problem Areas*, Science, pg. 181, 899-907.
- TREWARTH G. (1983), *An introduction to climate*, Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- *** Bureau du Coordonateur des Nations Unies pour les Secours en cas de catastrophe, Geneve (1979), *Prévention et atténuation des catastrophes*, vol. IV, Aspects météorologiques, Nation Unies, New York.

VERIFICAT
2007

VERIFICAT
2017



Tiparul s-a efectuat sub c-da nr. 101/1994 la
Tipografia Editurii Universității București

DATA RESTITUIRII

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 9. IAN. 2013 | 13. APR. 2013 | 29 NOV. 2013 |
| 11. MAR. 2013 | 23. APR. 2013 | 04. IUN. 2014 |
| 10. MAR. 2013 | 3. MAI. 2013 | |
| 05. MAI. 2013 | 23. MAI. 2013 | 3. FEB. 2016 |
| | | 13. IUN. 2016 |
| 1. OCT. 2013 | 14. NOV. 2013 | |
| 22. OCT. 2013 | 0. DEC. 2013 | 28. MAR. 2017 |
| 9. DEC. 2013 | 2. MAI. 2012 | |
| | 08. IUN. 2012 | - |
| 17. DEC. 2013 | | |
| 1. IAN. 2014 | 27. OCT. 2012 | |
| 1. IAN. 2014 | | |

BIBLIOTECA TERESA
LUI



DE SPIRITU ET AVENA

ISBN 973-9160-61-1

Lei 3120

<https://biblioteca-digitala.ro> / <https://unibuc.ro>