

## 7. VALENȚELE SISTEMICE ALE ÎNVELIȘULUI GEOGRAFIC

### 7.1. Sistemul-formă universală de structurare și evoluție a materiei

Faptul că orice lucru este alcătuit din mai multe părți (elemente) și că proprietățile sale de “întreg” sunt determinate de natura și proprietățile “părților”, reunite sau coordonate în interiorul său, este o observație străveche.

Constatarea că “părțile” posedă propriile caracteristici în virtutea cărora, adeseori, se detașează ca “întreguri” de sine stătătoare, nu este, la rândul ei, nicidecum recentă.

Faptul că “întreg” și “parte”, deopotrivă, se asociază, se grupează, în forme diverse de structurare și de ordonare spațială, a condus la ideea de *lume organizată*.

Pentru explicarea ordinii universale, știința a pus accentul, succesiv și alternativ, când pe descrierea “întregurilor” (holismul, organicismul), când pe cercetarea “părților” (reducționismul structuralist), pe considerentul că “adevărul esențial” se află fie într-o latură, fie în cealaltă.

Dar, întotdeauna, ceva a “scăpat” acestor opțiuni și, în primul rând, necesitatea de a explica, verosimil, evoluția, devenirea concomitentă, înnoitoare și vizibil relaționată a părților și întregurilor.

Schimbarea opticii s-a produs, la jumătatea secolului XX, când, vechea noțiune de sistem, supusă unei înnoiri radicale, a fost pusă la baza unui *ansamblu teoretic* cuprinzător, menit să explice, pe baza relațiilor de interacțiune dintre întreg și parte, ordinea, complexitatea structurării și devenirii lumii. Acesta, s-a impus, în literatura științifică, sub denumirea de *Teoria generală a sistemelor*.

Esența Teoriei Generale a Sistemelor (TGS, abreviat), constă în faptul că orice fenomen structurat trebuie studiat, deopotrivă, ca “întreg” și “parte” și că, numai cunoașterea relațiilor de interacțiune dintre cele două laturi, permit înțelegerea dimensionării reale a categoriilor de fapte, a legăturilor dintre ele, a modului în care devin, unele prin altele și toate împreună.

La baza înțelegerii realiste a dualismului “parte-întreg”, stau conceptul de “sistem” și proprietățile sale.

Sistemul este o formă universală de manifestare a materiei și implicit, un ansamblu teoretic (de concepte și metode), menit să faciliteze, prin reflectare, cunoașterea legităților ce guvernează structurarea și devenirea materiei.

Prin urmare, *sistemul geografic* reprezintă un “întreg”, de sine stătător, dar și o “parte” a sistemului cosmic și solar; interacționează cu alte tipuri de sisteme (fizico-chimice, geologice, biologice, sociale, economice, politice etc.) și este, concomitent, un ansamblu complex, structurat din nenumărate (sub)sisteme supuse aceleiași dialectici “parte-întreg”. De la o unitate de bază, oarecare (geotop), și până la unitatea de integrare planetară (învelișul geografic), totul se structurează, se organizează și evoluează ca “sistem”. Prin urmare, ele trebuie cercetate ca atare și pot fi, în consecință, denumite, *geosisteme*.

### 7.2. Conceptul de sistem. TGS și implicațiile sale în cunoașterea științifică

Teoria Generală a Sistemelor este un ansamblu conceptual și metodologic, de largă cuprindere, privind necesitățile și posibilitățile cunoașterii științifice recente. TGS a fost fundamentată pe la începutul deceniului șase (al sec. XX) de către biologul american L. von Bertalanffy. El a intuit, pornind de la cercetarea modului de organizare a lumii vegetale, că între diverse lucruri (obiecte, procese și fenomene), la prima vedere, substanțial diferite,

există interdependențe și asemănări esențiale, concrete și/sau formale, numite *izomorfisme*.

.Existența izomorfismelor duce la presupunerea că trebuie să existe o serie de principii și legi universale, de structurare și funcționare, valabile pentru toate nivelele de organizare ale lumii. Prin urmare, cunoașterea lor, ar permite înțelegerea realității pe baze unitare.

Fundamentele TGS sunt conceptul de “sistem” și proprietățile sale definitorii. Noțiunea de sistem este veche în știință; se utilizează încă din antichitate (sistem ceresc, circulator, politic etc.) dar, în contextul noii teorii, a dobândit noi și multiple semnificații. Subliniem câteva, incluse în definiții de referință ale sistemului:

-„*complex de elemente aflate în interacțiune*” (L. von Bertalanffy, 1950);

-„*mulțimea obiectelor împreună cu relațiile dintre obiecte și dintre atributele lor*” (Hall și Fagen, 1956);

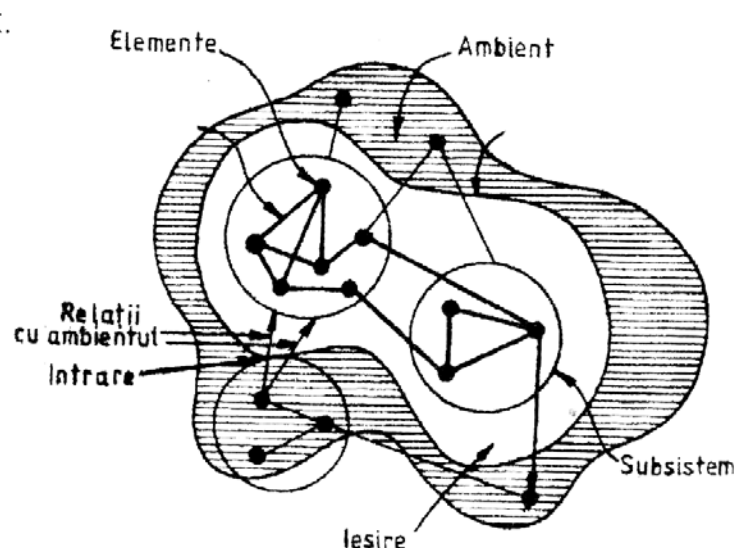
-“*o oarecare cantitate de elemente identice sau diferite, unite prin conexiuni într-un întreg*” (Amosov, 1965);

-“*orice secțiune a realității în care se identifică un ansamblu de obiecte, procese, fenomene, concepte, ființe sau grupuri interconectate printr-o mulțime de relații reciproce, precum și cu mediul înconjurător și care acționează în comun în vederea realizării unor obiective bine definite*” (M., Botez, Mariana, Celac, 1980);

-„*un obiect complex ale cărui părți sau componente sunt relaționate astfel încât să se comporte în anumite privințe ca o unitate și nu ca un simplu ansamblu de elemente. Iar un sistem concret este un sistem ale cărui componente sunt obiecte concrete sau lucruri*” (M. Bunge, 1984).

Definițiile de mai sus (și multe altele), au în comun faptul că subliniază următoarele aspecte esențiale:

- orice sistem constă într-o mulțime variabilă de componenți;
- între componenți și între proprietățile lor există relații (de interacțiune);
- componenții relaționează în cadrul unui întreg relativ stabil;
- sistemul există în diferite ipostaze, concrete și abstracte, deopotrivă (fig. 13).



*Elementele definitorii ale sistemului (Botez, Celac, 1980)*

Întregul Univers reprezintă un eșafodaj piramidal structurat din sisteme integrate *ierarhic* pe baza principiului complicației structurale, a dimensiunii spațio-temporale și a gradului de entropie.

În cadrul acestei ierarhii universale (numită și Holarhie) sistemele sunt grupate pe nivele diferite de complexitate (între care și nivelul geografic) guvernate atât de legi universale, cât și de legi specifice. Din acest mod de organizare rezultă o trăsătură esențială a oricărui sistem: *caracterul dual*, adică faptul că poate fi studiat, concomitent, atât ca “întreg” în sine, cât și ca “parte” a unui sistem supraordonat ierarhic.

Un alt aspect fundamental al teoriei este faptul că orice sistem, indiferent de tip sau poziție în holarhie, poate fi studiat pe baza aceluiași proprietăți universale (integralitate, funcționalitate, adaptabilitate, echilibru dinamic, istoricitate, ierarhizare etc) și pe baza unei metodologii unitare: *analiza de sistem*. Aceste premise au implicații de o importanță covârșitoare pentru cunoașterea științifică. Se remarcă în acest sens următoarele:

-permit abordarea globală, corelată, a laturilor multiple ale proceselor și fenomenelor: geneza, structura, relațiile, funcțiile, dinamica, finalitatea etc.;

-facilitează edificarea unui limbaj științific reciproc inteligibil între specialiștii de formații diferite, menit să întindă “punți” de comunicare între disciplinele cu limbaje puternic “personalizate” (ca urmare a specializării) și să permeabilizeze astfel “granițele” dintre științe;

-înlesnesc compararea faptelor studiate și ghidarea cercetării în raport cu scopuri bine definite;

-favorizează transferul facil al conceptelor și teoriilor de “vârf” dintr-un domeniu într-altul, asimilarea rapidă a acestora;

-permit revizuirea critică a teoretizărilor preexistente, în direcția “redescoperirii” unor adevăruri “uite” sau eronat înțelese, a “demolării” miturilor născute din autoritarism științific etc.

În virtutea aspectelor de mai sus, TGS a avut un rol major în remodelarea cunoașterii științifice și, în scurt timp, a devenit o veritabilă paradigmă științifică, fiind adoptată în numeroase domenii: matematică, fizică, biologie, sociologie, economie, științele educației ș.a., inclusiv în geografie.

Impactul major al teoriei constă în faptul că prin abordarea corelată a faptelor diverse, pe baza aceluiași suporturi conceptuale și metodologice, se tinde spre refacerea unității științei, în prezent, puternic fragmentată de specializarea excesivă.

Soluționarea complexelor probleme actuale și a implicațiilor acestora asupra condiției umane, reclamă integrarea multidisciplinară și transdisciplinară a cercetărilor de domeniu. TGS este una dintre căile cele mai permissive și promițătoare în acest scop.

### 7.3. Sistemica geografică și conceptul de geosistem

Spiritul sistemic este definitoriu pentru gândirea geografică. Numeroase raționamente sistemice implicite se regăsesc în lucrările geografiei clasice moderne, la Humboldt, Ritter Vidal de la Blache, Richthoffen, Barrows, Mehedinți ș.a., desigur în absența unei teorii sistemice structurate.

Teoria generală a sistemelor a pătruns în geografie la începutul deceniului șase, *pe cale derivativă*, îndeosebi dinspre filosofie, fizică și biologie.

Promotorii, unanim recunoscuți, la început mai ales în disciplinele geografiei fizice, au fost A. Strahler, (1950), R. J. Chorley (1962), V. B. Soceava (1963), A. D. Howard (1965), G. Bertrand (1968), R. J. Chorley și Barbara Kennedy (1971), S. A. Schumm (1965, 1977), R.J. Hugget (1980) și mulți alții. La scurt timp, după deschiderile lui Strahler și Chorley, se impun contribuții semnificative și în geografia umană și regională ale unor autori precum B. Berry (1964), P. Haggett (1965), D. Harvey (1967), A. G. Wilson (1970), B. Floyd și D. O'Brien (1976), R. Bennet (1981), R. Brunet (1968, 1990) ș.a.

În geografia românească noțiunile de sistemică au început să fie abordate, din anul 1970, de către V. Mihăilescu și H. Grumăzescu, iar contribuțiile cele mai substanțiale și valoroase au fost aduse de către I. Donisă (1977), A. Roșu (1977, 1983, 1986, 1987), Irina

Ungureanu (1977, 1994, 2002), I. Ujvari (1979), I. Mac (1974, 1981, 1986, 1994, 1996, 2000), I. Ianoș (1987, 1992, 1994, 2000), I. Ichim (1989), Maria Rădoane și N. Rădoane (1988, 1989, 1994, 2000), V. Surdeanu (2000) N. Josan (2002) ș.a.

În ceea ce privește definirea geosistemului, formulările existente sunt apropiate de definițiile clasice existente în TGS.

Dintre definițiile de referință, sunt frecvent citate următoarele:

- „ansamblu unic și nedisociabil, într-o perpetuă evoluție, un ansamblu dinamic format din structuri spațiale mobile în timp” (G. Bertrand, 1968):

- „un sistem este o mulțime structurată de obiecte și/sau atributele lor. Aceste obiecte și atribute constă în componente sau variabile care etalează interrelații unele cu altele, și operează împreună ca un întreg în acord cu structura” (R. J. Chorley și Barbara Kennedy, 1971);

- „un sistem deschis, un întreg alcătuit din elemente corelate ale naturii, supus legilor naturii, acționând în învelișul geografic. El suferă din partea societății omenești influențele cele mai diverse, care transformă considerabil elementele sale și întregul sistem. Aceste influențe afectează structura proceselor naturale și astfel conferă sistemelor o calitate nouă” (V. B. Soceava, 1975);

- “denumim geosistem orice unitate teritorială pe care relațiile dintre elementele geografice ce o compun, înscrise într-o structură funcțională proprie, o individualizează ierarhic în timp și spațiu geografic, printr-o fizionomie peisagistică specifică și un anumit grad de potențialitate energetică și de productivitate biologică” (A. Roșu. 1987).

Remarcăm, la fel ca și în definițiile generale, includerea aceluiași elemente de referință: *componenti* (și atributele lor), *relații* (interacțiuni), ideea de “*întreg*”, nedisociabil.

Noțiunea de geosistem a fost promovată, mai ales în perioada de afirmare, într-o manieră inconsecventă, generatoare de confuzii și ambiguități.

Astfel, conceptul a fost utilizat cu sensuri restrictive precum: înveliș fizico-geografic, complex teritorial natural subunitate taxonomică de peisaj ș.a. La ora actuală, aceste semnificații particulare sunt depășite întrucât, termenul de geosistem, nu se referă la cazuri particulare din realitatea geografică, ci semnifică „un fel de a fi” al tuturor structurilor geografice ce fuzionează, prin mijlocirea relațiilor, într-un „întreg”. Prin urmare, geosistemul este latura calitativ-funcțională a oricărui fapt geografic structurat, indiferent de alcătuirea sa specifică sau de extensiunea spațio-temporală.

În calitatea amintită, conceptul poate desemna o imensă diversitate de ipostaze ale realității geografice: de la *geosisteme “parțiale”* (“centrate” pe studiul unui geocomponent, reprezentativ, determinant pentru starea sistemului, sau a aspectelor relaționale, energetice, informaționale etc.) precum hidrosisteme, climatosisteme, geomorfosisteme, biosisteme, pedosisteme, sisteme geodemografice, sisteme industriale, de transport, sistemele de “flux și bilanț energetic” etc., la *geosisteme integrate*, cum sunt *sistemele teritoriale* de diferite ranguri: de la, geotopuri, peisaje, regiuni, domenii, unități de planificare și amenajare, sisteme rurale, sisteme urbane, sisteme socio-economice (industriale, servicii, transporturi), sisteme ambientale, geopolitice etc. până la unitatea maximă de referință, învelișul geografic, toate dețin calitatea de “geosisteme”.

Desigur că substituirea denumirii “standard” cu cea de “geosistem” nu înseamnă că unitățile desemnate și-ar fi schimbat conținutul ori semnificația, ci doar sublinierea faptului că studiul vizează, preponderent, înțelegerea legăturilor dintre componente și a aspectelor de dinamică și sinergie sistemică rezultate prin interacțiunile lor în cadrul sistemului.

Cunoașterea (geo)sistemului presupune abordarea sa prin prisma a *trei laturi esențiale* aflate într-o strânsă interdependență: *structură, relații și funcționalitate*.

Adeseori, sistemul (chiar și în definițiile clasice) este interpretat doar ca produs al interacțiunilor dintre structură și relații. Este adevărat că structura și relațiile stau la baza

oricărui sistem, dar limitarea sa, doar la aceste laturi, face dificilă înțelegerea caracterului emergent al majorității sistemelor geografice.

Un sistem în care se petrec doar interacțiuni, între componentii ce edifică structura, este un sistem aflat într-o transformare fără finalitate (transformările sunt repetabile, identice cu ele însele și limitate în timp). Trebuie avut în vedere că din interacțiunea structură-relații rezultă *stări* care, însumate spațio-temporal, edifică *funcții* diverse (autoreglare, creștere, selecție etc.). Manifestarea funcționalității echivalează (și ea) cu apariția de *noi componente* (implicit proprietăți) ce vor fi integrați, în configurația structurală a sistemului, concomitent cu instalarea de noi relații survenite pe fondul complicării structurii. Efectul asimilării lor în sistem va fi *amplificarea circuitelor și proceselor funcționale*.

Prin urmare, între structura și relațiile sistemului, pe de o parte, și funcționalitatea sa, pe de altă parte, se instituie un mecanism de tip *proces-răspuns* (prin conexiuni directe și inverse), generator de sinergie. Interacțiunile structură-relații generează procese funcționale, iar acestea, odată instalate transformă, multiplică și amplifică suporturile structural-relaționale. Astfel, cele trei laturi, *structură-relații-funcții*, se reunesc într-un ansamblu complex de interacțiuni, generator de sinergie, care redefinesc permanent caracteristicile sistemului.

#### 7.4. Structura geosistemelor

Sensul tradițional al termenului “structură” (de lat. *struere-a construi*) este *sumativ* (cantitativ) și presupune că structura încorporează tot ceea ce se află în interiorul unui spațiu delimitat (obiect, proces, fenomen).

Sensul *sistemic* este, prin excelență, *(in)formativ* (calitativ) și presupune că structura include doar pe acei componente ce posedă semnificații esențiale, pentru existența sistemului, și care sunt reuniți prin intermediul relațiilor de ordine structurală.

În plus, accepția sistemică ia în considerare și implicațiile complexității: în orice sistem, potrivit nivelului propriu de complexitate, numărul componentelor este atât de mare încât, neputând fi cunoscuți în totalitate, se impune un proces de selecție asupra lor.

Geosistemele, în calitatea lor de sisteme macroscopice deschise, includ un număr imens de componente cu proprietăți și stări variate și variabile în spațiu și timp. Analiza structurii presupune, în primul rând, diferențierea tipologică a componentelor. Se poate opera sistematizarea în categorii, precum:

-*componente fizici* (materiali) abiotici naturali (suport geologic, forme de relief, apă, aer etc.) și artificiali (clădiri, elemente de infrastructură, stocuri de masă sau energie, bunuri, valori etc.), biotici (plante, animale, sisteme biotice) antropici (structuri geodemografice, comunități umane), implicit numeroasele tipuri de mișcări asociate; prin analogie cu terminologia cibernetică ei ar putea fi considerați componenta “*hardware*” a sistemului geografic (cu funcții de susținere, înmagazinare, transfer, conversie, diversificare etc.);

-*componente non-materiali* (formali, subiectivi) constituiți din “informație” divers agregată, cu funcție de “programare structurală”, ce instituie noi relații de ordine între componentele fizice: de exemplu, legități fizico-chimice, reglementări administrative, comerciale, politice etc, legislație, regulamente de ordine interioară, coduri și norme de conduită morală ș.a.; toate acestea, pe linia analogiei anterioare, pot fi conserați echivalenții componentei “*software*” dintr-un sistem informatic.

Evident, într-un geosistem superior integrat (antropizat) acționează numeroși alți factori subiectivi: creativitate, imaginație, atitudini, dorințe, aspirații, tradiții, mentalități, sentimente și alte valențe ce țin de gândirea și afectivitatea umană; aceste valori “discrete”, ce au implicații însemnate și în funcționarea geosistemului, ar putea fi numite,

prin „forțarea” aceleiași analogii cibernetice, componente de tip “*heartware*” (de la engl. *heart*-inimă, cu sens de sensibilitate).

Analiza structurii implică studiul componentelor și în funcție de rolul și importanța deținute în sistem. În acest sens, se impune precizarea *condițiilor de limită* (intrări, ieșiri, caracteristicile “demarcației”), a *canalelor principale de interacțiune* între geocomponenți (căi, fluxuri, relații), a “*rezervoarelor*” (cu funcție de stocare și redistribuirea materiei în concordanță cu cerințele sistemului), a “*operatorilor*” (factorii activi ce pot interveni în sistem, conștient sau instinctual, motivați de anumite necesități sau obiective—de exemplu, schimbările de fază (stare), consumul, producția, preferința, decizia, controlul etc.) ș.a, fig 13.

Limitele care precizează sistemul pot fi extrem de diverse (nete, tranșante, alteori, vagi, de tranziție). În privința limitelor, trebuie subliniat faptul că, în accepția sistemică, nu precizarea spațială riguroasă a limitelor este esențială ci, mai ales, determinarea relațiilor structurale pe care le posedă acestea; cele mai importante sunt *intrările* și *ieșirile*.

-*intrările* sunt relațiile structurale cu surse externe și efecte în interiorul sistemului;

-*ieșirile* sunt relațiile structurale cu sursele în sistem, ale căror efecte se propagă în exteriorul său.

Geosistemele posedă numeroase intrări și ieșiri; aportul fiecăreia în parte, relațiile dintre ele—corelate cu funcțiile rezervoarelor și ale operatorilor—au un rol determinant asupra stării sistemului.

Un alt aspect, esențial în analiza structurii sistemice, este luarea în considerare a faptului că, inevitabil, proprietățile componentelor se schimbă în spațiu și timp. Evident, acest fapt se răsfrânge și asupra relațiilor cauzale, a raporturilor de ordine structurală și funcțională. De aceea, în limbaj sistemic, oricare component sau proprietate aferentă poartă denumirea de *variabilă de stare*.

Variabilele se pot diferenția după diferite criterii:

-după *origine*: *variabile externe* (extrinseci) și *variabile interne* (intrinseci);

-după *funcția cauzală*: *variabile independente* (care își asumă singure propria mărime și dețin rol de “cauză”), respectiv *variabile dependente* (a căror valoare este determinată de primele și au statut de efecte al acestora);

Exemplificând cele expuse mai sus, în contextul unui sistem fluvial, pe timp lung, tectonica, relieful preexistent, climatul ș.a. sunt variabile independente (în raport cu alte variabile ale sistemului); în schimb, panta profilului longitudinal, debitul râului și viteza de curgere a apei sunt dependente de primele, iar geometria hidraulică a albiei este nedeterminată.

Tabel nr.3.

Variabile ce caracterizează râurile	Statutul variabilelor în perioade de timp determinate		
	Geologic (ciclic)	Modern (graded)	Prezent (staționar)
Unități temporale	Independent	Nerelevant	Nerelevant
1.Timpul	Independent	Nerelevant	Nerelevant
2.Geologie (litologie și tectonică)	Independent	Independent	Nerelevant
3.Climatul	Independent	Independent	Independent
4.Vegetația (tip și densitate)	Dependent	Independent	Independent
5.Relief	Dependent	Independent	Independent
6.Paleohidrologia (variația în timp)	Dependent	Independent	Independent

lung a debitelor lichide și solide)			
7.Dimensiunea văii (lățime, adâncime, pantă)	Dependent	Independent	Independent
8.Debitul mediu de apă și aluviuni	Nedeterminat	Independent	Independent
9.Morfologia albiei (lățime adâncime, pantă și tip)	Nedeterminat	Dependent	Independent
10.Debit măsurat de apă	Nedeterminat	Nedeterminat	Dependent
11.Caracteristicile scurgerii (adâncime, viteză, turbulență)	Nedeterminat	Nedeterminat	Dependent

*Statutul variabilelor în perioade determinate de timp (Schumm S.A., Lichty, R.W., 1965)*

Trebuie subliniat că statutul variabilelor nu este absolut: în funcție de scara de timp și spațiu la care sunt analizate, statutul lor se modifică, de la independent, la dependent, respectiv nerelevant și invers (implicit rolul lor în relațiile de cauzalitate); de exemplu, pe timp scurt, debitul și viteza sunt variabile independente iar geometria hidraulică a albiei capătă, în raport cu ele, statut de variabilă dependentă (S. A. Schumm, R. W. Lichty, 1965).

Deși gama structurilor geografice este extrem de diversă, pot fi diferențiate o serie de tipuri definitorii. În acest sens, Mac I., (2000) distinge următoarele categorii :

- structuri genetice*, rezultate în urma unui proces genetic complex și unitar (cratere, conuri vulcanice, văile fluviale, glaciare, deltele etc.);
- structuri asociative*, formate prin îmbinarea unor elemente distincte (lacuri, mări, așezări omenești, biocenoză);
- structuri de stocaj*, cu rol de depozitare și regularizare a intrărilor de masă și energie (oceanele, depozitele de combustibili fosili, ghețarii ș.a.);
- structuri dinamice*, ce definesc manifestarea preponderent energetică a fenomenelor (râuri, curenți oceanici, eolieni, marea etc.);
- structuri spațiale*, caracterizate prin extensiune spațială considerabilă ce se reflectă în manifestări funcționale și efecte derivate (oceanele, ghețarii).

## 7.5. Relațiile geosistemice

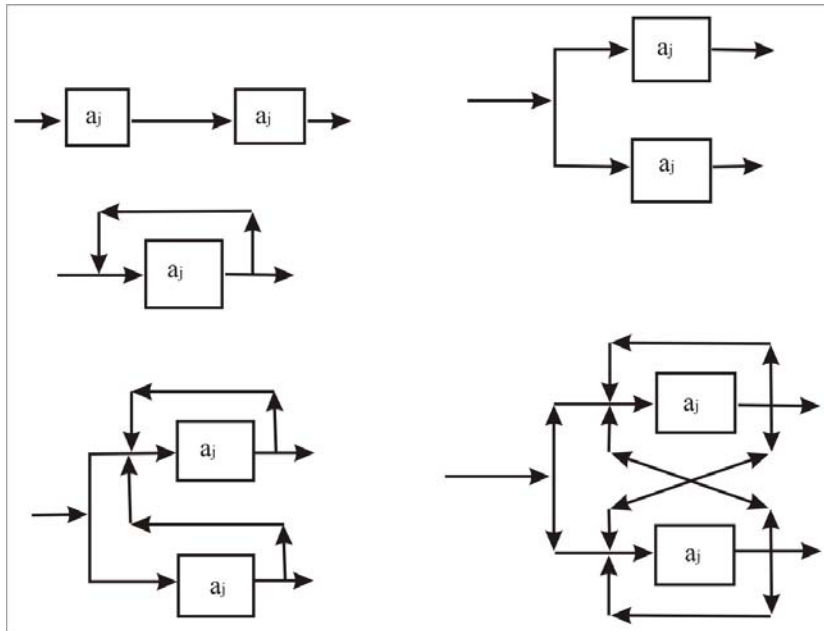
Relațiile constă în legăturile existente între obiecte, procese și fenomene—abiotice, biotice sau antropice—concrete ori abstracte.

Relațiile exprimă potențialul de interacțiune dintre componenți precum și condițiile integrării ierarhice a sistemului (ca parte și întreg). Interacțiunile dintre relații și componenți (structură) determină funcționalitatea și dinamica sistemului.

Geosistemele reprezintă veritabile “universuri” relaționale datorită legăturilor multiple și diverse existente între geocomponenți. Relațiile se pot diferenția după criterii precum: *sursa relațională* (relații interne, relații cu exteriorul); *forma de interacțiune*

## Valențele sistemice ale învelișului geografic

(acțiuni, reacțiuni, interacțiuni, corelații, determinări, conexiuni); *durata* (permanente, temporare, intermitente); *tipul de manifestare* (statice, dinamice); *motivații* (necesare, opționale, întâmplătoare); *efecte* (structurale, de coordonare, autoreglare, integrare); *modul de transmitere* (în serie, în paralel, mixte, retroagente binare și complexe; Harvey, 1969, vezi fig. 14).



Tipuri de relații în sistem (după Harvey, 1969)

Relațiile se pot clasifica și după natura componentelor pe care îi conectează (I. Mac, 2000):

-*relații intracomponentale*-stabilite între componentele acelui set componental; se diferențiază în: *relații între componentele abiotice* (scoarță-relief, relief-apă, apă-scoarță, apă-apă, aer-apă, scoarță-scoarță etc., de ex. meteorizația, neotectonica, abraziunea, exarația etc.); *relații între componentele biotice* (sol-vegetație, sol-faună, sol-sol, vegetație-faună, vegetație-vegetație etc., de ex. bioacumularea, simbioza, parazitismul, fitofagia, prădătorismul etc.); *relații între componentele antropice* (relații interpersonale, sociale, economice etc.);

-*relații intercomponentale*, stabilite între componente aparținând unor seturi componentale diferite: *relații între componentele abiotice și cele biotice* (heliofilia, hidrofilia, xerofitismul, alterarea chimică a rocilor ș.a); *relații între componentele biotice și antropice* (exploatare, cultivare, valorificare, selecție, protecție, conservare etc); *relații între componentele abiotice și cele antropice* (adaptare, valorificare, amenajare etc.);

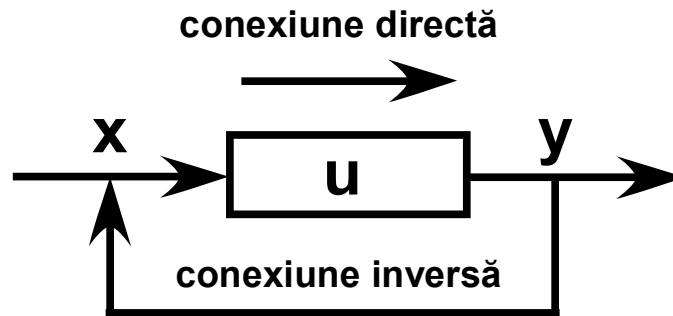
-*relațiile geosistemului cu sistemele supraordonate* (prin relații directe sau prin conexiuni).

O categorie aparte de relații, esențiale pentru menținerea stabilității sistemelor sub aspect structural și funcțional, sunt *relațiile de autoreglare*.

Relațiile de autoreglare se diferențiază în:

-*conexiuni directe*-relații care se transmit dinspre intrări spre ieșiri; influențează starea internă a sistemului și mărimea ieșirilor (fig. 15);





Conexiuni în sistem:  
 $X$  = intrări ;  $Y$  = ieșiri ;  $U$  = stare

*Conexiuni în sistem ( $x$ –intrări;  $y$ –ieșiri;  $u$ –stare)*

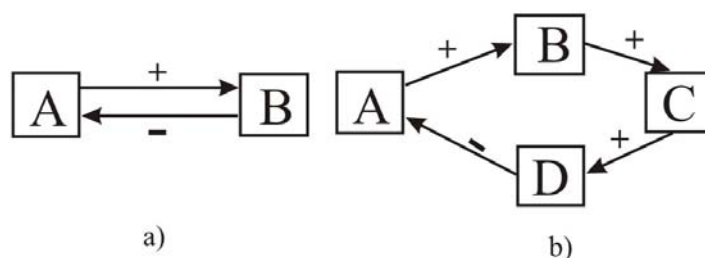
-*conexiuni inverse (feed-back sau retroacțiuni)*, relații care se transmit dinspre ieșiri spre intrări; ele modifică mărimea intrărilor prin modularea ieșirilor, astfel încât, între intrări și ieșiri, să se păstreze un echilibru susceptibil să ajusteze starea sistemului în vederea menținerii sale la un nivel cât mai apropiat de o stare medie de referință–de *echilibru relativ*–(asimilabilă cu “obiectivele sistemului”).

După efectele generate, relațiile de feed-back sunt de două tipuri:

-*feed-back negativ*, dacă modificarea, operată asupra mărimii intrărilor, este benefică pentru menținerea stabilității sistemului; în sistemele antropizate o formă valoroasă de feed-back negativ este relația de *feed-back prospectiv (feed-before)* ;

-*feed-back pozitiv*, dacă mărimea ieșirilor este de natură să amplifice sau să diminueze mărimea intrărilor, în sens contrar necesităților de echilibru intern ale sistemului, fapt ce conduce la schimbări ireversibile.

După modul de propagare al mărimilor de transformare, raportat la numărul “verigilor” interconectate, se diferențiază relațiile de *feed-back direct*, respectiv cele de *feed-back înlănțuit* (fig 16 ; aceste tipuri de relații, esențiale în procesele de autoreglare funcțională, vor fi detaliate în subc. 7.6.).



Feed-back direct a) și înlănțuit b)

Relațiile de autoreglare asigură stabilizarea structurală și funcțională a sistemului, gestionează fluctuațiile de mărime ale intrărilor și ieșirilor, operează noi direcții evolutive, determinând atât condițiile funcționării și integrării sistemului , cât și pe cele ale destructurării sau restructurării radicale.

## 7.6. Funcționalitatea geosistemelor

Funcționalitatea geosistemului, decurge din *ntegrarea spațio-temporală a stărilor* rezultate în urma interacțiunilor dintre structura și relațiile sale.

Funcționalitatea geosistemului are drept premise fundamentale existența eterogenităților structurale, a iregularităților sau contrastelor (diferențe de potențial energetic), disparitatea sau afinitatea relațiilor dintre geocomponenții ce alcătuiesc structura (vezi cursul 3-4, subc.2.3.2..).

Stările contradictorii, conduc, în mod necesar, la instalarea fenomenelor de transfer energetic în vederea nivelării (compensării) contrastelor (în conformitate cu principiile termodinamicii de echilibru). Fenomenele de transfer se realizează prin *fluxuri de materie* (curenți hidrici, atmosferici, fluxuri de sedimente, materii prime, forță de muncă, produse finite destinate pieței, informații și simboluri mediatice etc.), interne și interconectate (circuitul apei, tectonica plăcilor litosferice, fenomenele de globalizare s.a.) materializate prin diverse forme de dinamică specifică (valuri, marea, scurgere, denudație, migrații, schimburi comerciale, schimbări economice și geopolitice etc.) ce modifică neconținut (datorită conversiilor energetice) parametrii informaționali cu privire la starea sistemului. Astfel, se generează noi contraste și potențializări ce prefigurează evoluțiile viitoare.

Relativa stabilizare spațio-temporală a circuitelor materiale de transfer/conversie/schimb antrenează efecte, specifice și de durată, cu statut de *funcție reglatoare* în geosistem (de ex. funcția hidrică, funcția climatică, funcția edafică, funcția economică, funcția administrativă etc.)

*Integrarea unui set de funcții specifice și complementare, în spațiul referențial al unui sistem, determină apariția funcționalității* ca proprietate intrinsecă esențială. Aceasta implică păstrarea unui echilibru relativ, în gestionarea fluxurilor energetice, necesar menținerii viabilității suporturilor structurale și relaționale ale geosistemului o perioadă cât mai îndelungată. Evident, în cadrul acestui proces, un rol esențial revine relațiilor de *autoreglare*.

Funcționalitatea este o caracteristică definitorie a geosistemului și prin prisma faptului că numeroase alte proprietăți decurg din manifestarea ei: unitatea, identitatea, integralitatea, complexitatea ș.a.

## 7.7. Proprietățile generale ale geosistemelor

Literatura sistemică precizează un număr considerabil de proprietăți generale ale sistemelor care, în marea lor majoritate, sunt definitorii și în studiul geosistemelor.

Printre cele mai semnificative se disting următoarele:

-*caracterul deschis*—geosistemele sunt în cvasitotalitate sisteme deschise care, prin intermediul relațiilor structurale (intrări și ieșiri), realizează schimburi de substanță, energie și informație cu exteriorul (sistemele limitrofe). Aceste schimburi, materializate în diverse circuite funcționale, stau la baza agregării structurale, amplificării relaționale și a tuturor transformărilor evolutive ce decurg din acestea;

-*unitatea*—elementele ce interacționează în cadrul unei structuri sistemice se află într-o strânsă interdependență. Orice modificare, în ritmul sau intensitatea, unuia, se transmite celorlalți și chiar întregului sistem;

-*integralitatea* (emergența), semnifică faptul că (geo)sistemul este un sistem integrat și integrator, un „întreg” care reprezintă întotdeauna mai mult decât suma părților

sale componente. Explicația stă în procesul emergent de apariție a noi componente și proprietăți ca urmare a efectelor sinergetice (vezi subc. 4.2.12).

-*identitatea*—semnifică faptul că fiecare sistem are propria sa „personalitate”, este irepetabil și nu poate fi confundat cu alt sistem;

-*complexitatea*—geosistemele sunt sisteme complexe, structura lor incluzând, în general, un număr mare de variabile ce întrețin relații extrem de diverse; acest fapt amplifică mult dificultățile de analiză;

-*incertitudinea*—este o proprietate a sistemelor mari, derivată din complexitate. Aceasta face ca starea unui sistem și relațiile sale, cu celelalte subsisteme ale sistemului complex, să poată fi determinate, simultan și obiectiv, doar între anumite limite\* (Fl. Stănculescu, 1989).

-*autoreglarea*—este prezentată, frecvent, ca o proprietate distinctă a geosistemului deși, în mod evident, *autoreglarea este cea care dă sens și durată funcționalității*.

Disocierea lor este arbitrară întrucât, în absența autoreglării, circuitele de materie s-ar reduce la simple fenomene de acumulare cantitativă sortite extincției rapide.

Autoreglarea reprezintă capacitatea sistemului de a-și ajusta starea internă în raport cu fluctuațiile survenite la condițiile de limită ce exercită presiuni asupra intrărilor sale. Ajustarea stării se realizează, fie prin procese adaptative induse de conexiunile directe, fie prin procese generate prin intermediul buclilor de conexiune inversă sau feed-back care, prin ajustarea mărimii ieșirilor, determină reducerea sau amplificarea mărimii intrărilor, în concordanță cu posibilitățile de gestionare internă a energiei.

Geo(sistemele) susceptibile să sintetizeze un răspuns adaptativ între ieșiri și intrări poartă denumirea de *sisteme cibernetice*.

Dacă reacția de feed-back surmontează sau compensează presiunile de intrare aceasta este catalogată drept negativă (de ex. în sistemul fluvial, infiltrația apei, provenite din precipitații, în fisurile scoarței de alterare și în capilarele solului, este un feed-back negativ întrucât întârzie declanșarea eroziunii areolare și torențiale, diminuează scurgerea de versant și previne producerea viiturii în canalul de drenaj etc.). Saturarea porilor, capilarelor și fisurilor, adică depășirea pragului infiltrației, acționează ca feed-back pozitiv, întrucât, intrările, prin precipitații și scurgere, nu mai pot fi gestionate prin drenaj și se produc atunci viituri, alunecări de teren etc.

Rezultă că și geosistemele abiotice pot avea comportament cibernetic (versanții, sistemele fluviale, sistemele climatice etc.).

Mult mai elocventă este această proprietate în cadrul geosistemelor cu grad înalt de integrare, ce includ componente având capacitate de percepere, decizie, intervenție și control. Este cazul sistemelor teritoriale (așezărilor umane, unităților teritoriale regionale ș.a.). În cadrul acestora pot acționa și conexiuni inverse anticipative de tip feed-before, izvorâte din experiență și cunoaștere, de mare valoare în adoptarea unor măsuri optime înainte de producerea unui feed-back pozitiv (de ex. regularizarea râurilor, stabilizarea versanților, prevenirea poluării, planificarea teritorială etc.);

-*sensibilitatea*—este proprietatea sistemului de a înregistra variații ale mărimii ieșirilor ca efect al unor mici fluctuații în mărimea intrărilor;

-*stabilitatea*—este proprietatea, specifică sistemelor cu autoreglare, de a reveni la starea de echilibru dinamic existentă anterior perturbațiilor survenite în regimul funcționării sistemului;

---

\* Pentru diminuarea gradului de incertitudine ce survine, inerent, în cunoașterea sistemului, în ultimii ani, s-a conturat *Știința complexității* al cărei obiect este elaborarea conceptelor și metodelor adecvate pentru cercetarea sistemelor cu grad ridicat de integrare structurală și imprevizibilitate funcțională. În cadrul noii științe sunt promovate concepte și metode de “vârf” despre geneza și evoluția sistemelor precum cele dezvoltate prin teoriile topologice, ale ierarhizării, jocurilor, deciziei, haosului și dinamicii nonlineare, calculul probabilităților etc.;

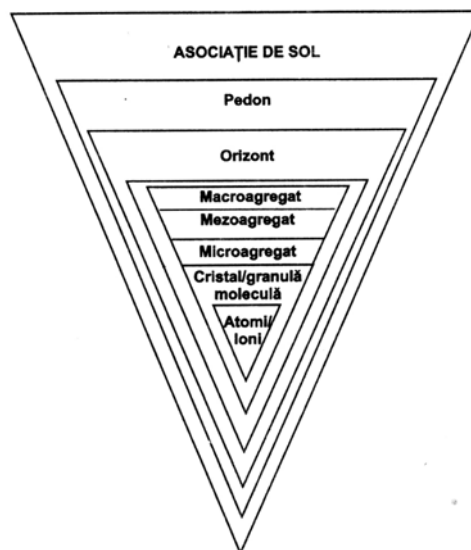
-*adaptabilitatea*—este expresia dobândirii unui nou tip de echilibru dinamic, ca urmare a gestionării (asimilării) de către sistem a fluctuațiilor periculoase care îl traversează;

-*caracterul istoric*—derivă din faptul că orice (geo)sistem este determinat, prin durată și mod de evoluție, inclusiv de către factorul timp. Drept urmare, analiza de sistem presupune evaluarea stărilor definitorii, atât din punct de vedere *sincronic* (determinarea diferențierilor structurale și funcționale dintr-un sistem complex în aceeași secvență temporală), cât și *diacronic* (prin raportare la secvențe temporale succesive).

Analiza diacronică, bazată pe utilizarea unităților temporale holarhice, are implicații majore în determinarea statutului variabilelor în sistem, dată fiind schimbarea raporturilor de cauzalitate dintre componentii unei structuri în funcție de intervalul de timp la care se raportează dinamica sistemului (vezi subc.7.8. și fig. 18.).

-*dualitatea*—presupune că orice sistem evoluează între doi “poli” (echilibru—haos, stabilitate—instabilitate, ordine—dezordine, bogăție—sărăcie, democrație—totalitarism etc.) ce pot fi interpretați ca “atractori” ai stării sale. Cunoașterea legităților ce fundamentează aceste extreme se poate dovedi foarte utilă în predicția tendințelor evolutive;

-*ierarhizarea*—semnifică faptul că orice (geo)sistem este alcătuit din subsisteme și, la rândul său, se integrează în sisteme supraordonate. Prin urmare, geosistemul este integrat într-o vastă ierarhie, în cadrul căreia, „ființează” atât în calitate de „întreg” (sistem), cât și în calitate de parte a respectivei ierarhii (subsistem). A. Koestler (1967) a numit sistemul definit prin acest comportament *dual-holon*, iar eșafodajul piramidal al Universului observabil, constituit prin ierarhizarea holonilor—*holarhie*. Exceptând Universul, toate sistemele au acest comportament binar.



.Holarhia în sistemul solului (după M.J. Haigh, 1987)

Noțiunea de “holarhie” desemnează de fapt structura organizatorică a oricărui sistem Holonii acționează holarhii, pe toate nivele de complexitate, conform dimensiunii spațio-temporale, principiului complicației structurale, potențialului energetic și nivelului entropic.

Modelul ierarhizării este foarte util în înțelegerea organizării geosistemelor și a legăturilor organice ce există între sisteme și subsisteme. Nu întâmplător, în geografie au fost elaborate numeroase modele holarhice (holarhia fluvială, a solului, a unităților de versant, holarhia urbană, holarhia unităților teritoriale, holarhia unităților scalare de “spațiu” și “timp”, etc.);

-*relativitatea*—subliniază faptul că viziunea sistemică asupra realității conține, inevitabil, aspecte subiective, rezultate din modul în care cercetătorul percepe și interpretează faptele concrete studiate. În acest caz, analiza sistemică nu poate oferi răspunsuri integrale întrucât, “tiparele” cunoașterii, sunt sensibil diferite de termenii reali prin care evoluează realitatea obiectivă.

## 7.8. Evoluția geosistemelor

### 7.8.1. “Evoluția”, ca ... “istorie”

În viziunea evoluționistă clasică, *schimbarea se realizează strict dependent de timp*, cu o rată constantă a proceselor de transformare (prin adaptare, competiție, selecție, transmiterea ereditară a unor caracteristici etc.), în strânsă legătură cu modificările progresive ale mediului extern. Evoluția decurge în conformitate cu principiile termodinamicii (clasice) de echilibru: o serie determinată de fenomene de transfer și conversie ce corespunde transformărilor stadiale ale energiei (potențiale, respectiv cinetice) în entropie (energie neconvertibilă), în direcția atingerii profilului termodinamic de echilibru; acesta, odată realizat (nivelare termodinamică), semnifică încetarea evoluției (fig. 19G).

Acest model evolutiv, obținut prin “hibridizarea” conceptelor fizicii clasice, filosofiei mecaniciste și biologiei (lamarckiste și darwiniste), a fost extrem de popular și în geografie. De exemplu, peneplena, profilul longitudinal și transversal al râului, profilul de echilibru al versantului, extincția paleopeisajelor, declinul și succesiunea istorică a sistemelor social politice etc., toate, erau explicate conform “scenariului” organicist, invariabil, inevitabil și implacabil: tinerețe-maturitate-moarte (declin).

Fiind abordată holistic, evoluția devine, odată cu trecerea timpului, tot mai descărcată de semnificații astfel încât, adusă la zi, ea se dovedește perimată; ea spune, totul sau aproape totul, despre originea, traiectoria și finalitatea unor fenomene, dar nu spune nimic despre adevărata lor identitate.

În plus, acest tip de evoluție nu explică tendințele de reînnoire a unor fenomene, prin amplificare energetică (aspect ce contravine celui de-al II-lea al termodinamicii), ignoră schimbările abrupte ce survin pe traiectoria lor și, evident, nu conține informații despre natura proceselor ce operează în intervale de timp compatibile cu experiența umană. Marele handicap al perspectivei istorice este inabilitatea de a obține și valorifica informația în scop predictiv.

Concepția sistemică propune o *nouă optică asupra schimbării*, fundamentată pe *accepția relativistă asupra referențialului spațiu-timp* și pe *noile descoperiri ale termodinamicii neliniare*.

### 7.8.2. “Evoluția”, ca proces spațio-temporal

În ceea ce privește primul aspect, remarcăm emanciparea metodologiei geografice de sub tutela absolută a scării timpului geologic și *adoptarea categoriilor relative de spațiu și timp*.

Timpul geologic (geocronologic) este timpul cercetătorului care, în majoritatea cazurilor, studiază realitatea geografică din “afara” ei; este un timp exclusiv “lung”, cu durată invariabilă și diviziuni invariabile (ere, perioade, etc.), care nu se pretează la surprinderea salturilor evolutive și, cu atât mai puțin, a nuanțările înregistrate în dinamica de “detaliu” a proceselor și fenomenelor geografice, potrivit intervalelor specifice de manifestare ale acestora.

Conceptul de spațiu-timp relativ nu ignoră perspectiva pe timp lung asupra evoluției (abordarea istorică) dar permite cercetătorului să “moduleze” intervalul studiat astfel încât

să surprindă și dimensiunea *funcțională* a “clișeeilor” de spațiu-timp pe care le include, secvențe ce conține numeroase indicii privind caracteristicile proceselor și tendințelor relevante, inclusiv a celor care pot fi raportate la experiența umană.

Caracterul “relativ” al atributelor spațio-temporale ce definesc faptele geografice a fost intuit încă de la începutul secolului trecut și de către S. Mehedinți, atunci când teoria einsteiniană de-abia mijise în “lumea fizicii” (desigur, că accepțiile idealiste despre relativitatea spațiului și a timpului sunt mult mai vechi—Leibnitz, Kant ș.a.). În acest sens, el sublinia:...*“Trebuie să ne deprindem așadar, cu marea relativitate a timpului concret, chiar și pentru fenomenele unui ținut foarte îngust și pe cât posibil să căutăm a îmbrățișa toată gama timpului pentru fiecare fenomen. În fiecare regiune și pentru fiecare categorie de fenomene ritmul timpului este diferit.”* (“Terra. Introducere în Geografie ca știință”, 1930).

Deoarece, în ipostaza sa “relativistă” timpul geografic posedă *structură holarhică*, cercetătorul poate separa, în funcție de scopul investigației, un anumit holon temporal care permite o rezoluție superioară necesară descrierii unui stadiu reprezentativ din existența sistemului.

În forma sa actuală, frecvent utilizată, analiza temporo-spațială secvențială, a fost fundamentată în cercetarea geografică prin intermediul modelului holarhiei spațio-temporale a sistemului fluvial, elaborat de S. A. Schumm și R. W. Lichty (1965), model extrapolat și aplicat ulterior și în alte discipline geografice.

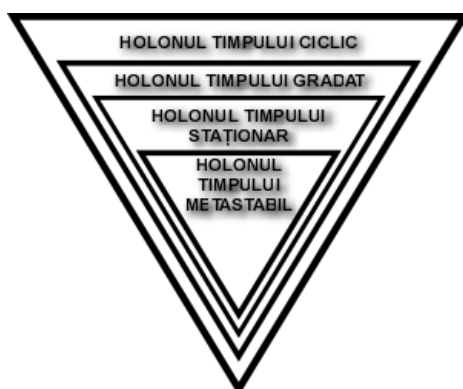


Fig. 18. Holarhia timpului geografic. (după M.J. Haigh, 1987 cu modificări)

Conform modelului respectiv, în funcție de durata specifică de manifestare a relațiilor dintre fenomenele geografice, acestea trebuie raportate la, cel puțin, patru intervale temporale (holonice) de referință:

-*timpul ciclic*, cu durate de ordinul milioanei de ani, specific prefacerilor geologice de amploare—orogenezele; peneplenizarea etc.;

-*timpul gradat* (“*graded*” sau modern), cu durate de ordinul sutelor de ani, până la mii de ani, specific transformărilor de mezoscală—formarea văilor; solificarea; edificarea sistemelor socio-economice etc.;

-*timpul staționar* (contemporan), relativ scurt (minute, ore, până la câteva zeci de ani—când între componentii sistemului se păstrează un echilibru de ansamblu, fără schimbări semnificative, în ceea ce privește ponderea, ritmul sau intensitatea manifestărilor—regimul scurgerii râului, pentru perioade determinate de timp; raportul acumulare—ablație glaciară, relativa “conservare” a unor stări reprezentative în teritoriu: demografice, urbane, economice, politice ș.a.);-

-*timpul metastabil*, (instantaneu), constând în perioade (foarte) scurte de *timp relativ*, raportate la durata totală de manifestare a sistemului, în care au loc transformări radicale, catastrofale, datorate fluctuațiilor neliniare ale mărimii intrărilor în sistem—seisme,

erupții vulcanice, viituri, alunecări de teren, convulsii sociale, crize economice, conflicte politico-militare etc.

Concomitent, cu dimensionarea temporal-evolutivă a fenomenului studiat, trebuie realizată și "adecvarea" scalară la spațiu: un fenomen cu manifestare ciclică nu poate fi descifrat la scară mare, după cum nici un fenomen metastabil ca durată nu poate fi delimitat corespunzător, la scară mică, într-un context spațial foarte vast. Prin urmare, analiza faptelor trebuie efectuată la macroscară, mezoscară și microscară, în strânsă relație cu durata manifestării în timp a fenomenelor.

"Descoperirea" caracterului operațional al spațiu-timpului relativ a deschis calea *abordării funcționale*, unde, accentul se pune pe *timpul contemporan*, iar sub aspect spațial, pe *nivelul microscalar*. Acestea sunt circumstanțele definitorii în care se desfășoară existența reală a sistemelor (implicit din perspectiva condiției umane) și de aceea, aici trebuie căutate explicațiile tuturor comportamentelor ce se manifestă la mezoscară și macroscară, respectându-se astfel și principiul holografic "*întregul se reflectă în parte*".

Nivelul de microscară permite efectuarea unor analize minuțioase, care să aducă în prim-plan elementele de bază ale configurației structurale, relațiile de ordine etalate de aceasta, procesele de (auto)organizare etc., este "*locul unde se întâmplă totul*" (Ianoș. I., Claudia Popescu, 1997). În acest context, analiza funcțională primează în raport cu analiza istorică iar *evoluția sistemului poate fi abordată și ca proces independent de timp*. Astfel, cercetările menite să furnizeze soluții la necesități curente de ordin practic (stabilizarea versanților afectați de eroziune și alunecări, regularizarea cursului râului, amenajarea zonelor litorale expuse la eroziune sau colmatare etc.) nu mai necesită "temerare" incursiuni în istoria absolută a faptelor după cum, în mod curent, se proceda odinioară.

### **7.8.3. Evoluția, ca proces integrat de ordine prin fluctuații**

Multă vreme, un neajuns al teoriei sistemice l-a constituit faptul că aceasta nu furniza răspunsuri satisfăcătoare cu privire la problematica structurării (genezei) și evoluției sistemelor dinamice complexe. Acest fapt decurgea mai ales din raportarea inițială a sistemicii la principiile clasice ale termodinamicii deși devenise, cu mult timp înainte, destul de evident faptul că natura nu se "supune", întru totul, celui de-al doilea principiu al termodinamicii (implacabila lege a entropiei). Dimpotrivă, numeroase ipostaze ("întinerirea" reliefului, fenomenele de "boom" demografic și economic, regenerarea sau "reconstrucția" peisagistică etc.) sugerau că trebuie să mai existe și alte "principii" și "legi" care pot înscrie evoluția și în direcția altor (aparente) finalități.

Înlăturarea acestei deficiențe s-a produs, începând cu deceniul opt, prin apariția teoriilor științifice consacrate cercetării rolului fenomenelor "discrete", "discontinui" sau "neliniare" ce survin în evoluția sistemelor dinamice: teoria catastrofelor, a haosului și atractorilor strani, fractalilor, stabilității ș.a.

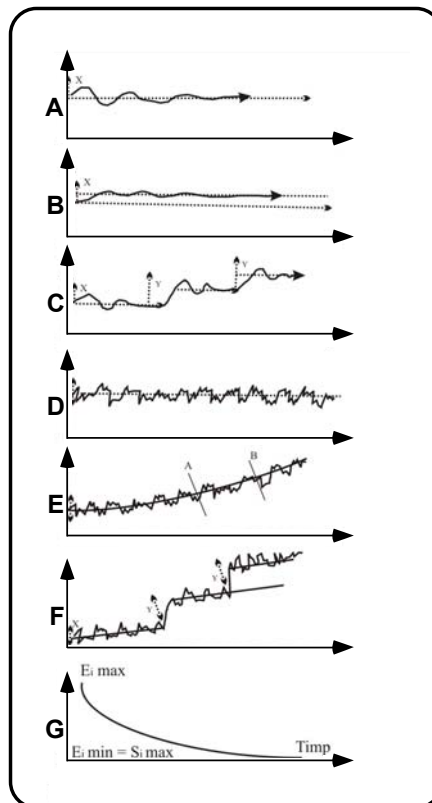
Cu privire la faptul că geosistemele, prin (auto)organizare, opun rezistență față de procesul de destructurare generat de către creșterea internă a entropiei, cel mai viguros răspuns a fost formulat, de pe pozițiile termodinamicii neliniare, de către *teoria sistemelor dinamice disipative* (fundamentată de I. Prigogine și colaboratorii săi începând cu anul 1967).

Sistemele disipative sunt acelea în care *energia este disipată în scopul menținerii ordinii în stări care nu se află la echilibru*. Conform teoriei, marea majoritate a sistemelor naturale, însuflețite sau nu, sunt de tip disipativ și se află în diferite forme de echilibru termodinamic. Astfel, unele se află în starea de *echilibru termodinamic*, definită printr-un nivel entropic maxim (de ex. scuturile, platformele, sisteme socio-economice și politice centralizate, totalitare ș.a). Aceste stări sunt rare, realizarea lor este lentă și dificilă, iar

atingerea acestui stadiu reduce considerabil (până la anulare) perspectivele evolutive. Însă, majoritatea sistemelor complexe nu se află în "echilibru" ; ele se află fie "aproape" de echilibru, fie "departe" de echilibru.

a). Sistemele situate *aproape de echilibru* se caracterizează printr-un nivel entropic mai redus și disponibilități energetice suficiente, pentru menținerea relativei stabilități, în eventualitatea unor fluctuații semnificative, survenite la nivelul intrărilor, ce pot afecta structura internă și regimul funcțional al sistemului. Fluctuațiile pot fi gestionate prin procese corelate de transfer, conversie, schimb, stocare sau, pe scurt, prin autoreglare.

Tipul definitoriu de echilibru al acestor sisteme este cel dinamic stabil (fig. 19B). *Echilibrul dinamic stabil* este marcat de numeroase fluctuații, de mică anvergură, în regimul de funcționare al sistemului dar, acestea, fiind liniare (nu depășesc o valoare "critică" sau "de prag"), pot fi asimilate (absorbite) de către sistem prin capacitatea sa de autoreglare. Rezultă astfel un echilibru general în "mișcare" în care, deși detaliile se schimbă, ansamblul (sistemul) "rămâne", în general, același. În anumite conjuncturi și configurații, starea *aproape de echilibru* are poate îndeplini funcția de "atractor" al proceselor evolutive ce caracterizează sistemele aflate *departe de echilibru*. Astfel, nivelele de bază (general, regionale și locale) ale denudației (depresiunile, confluențele, câmpiile de nivel de bază, terase sau praguri structurale etc.), depresiunile barice, teritoriile prospere sub aspect socio-economic ș.a. sunt exemple elocvente de sisteme aflate aproape de echilibru ce se comportă și ca *atractori* relativ stabili ai proceselor evolutive la condițiile de limită



Tipuri de echilibre în sistem (după R.J., Chorley, S.A., Schumm, D.E., Suggden, 1985)

b). Sistemele aflate *departe de echilibru* apar întrucât, pe măsură ce sistemul se structurează, el se îndepărtează de starea de echilibru.

Îndepărtarea de echilibru se înregistrează (de obicei) în condițiile în care *mărimea intrărilor crește exponențial* (nelinear) și depășește capacitatea de autoreglare a sistemului. Există și situația în care, *schimbări imperceptibile, dar cumulative, ale*



condițiilor de limită pot duce la schimbări profunde și la instalarea unor regimuri metastabile (nelineare) în funcționarea sistemului. Deopotrivă, și evenimentele locale pot avea repercusiuni în sensul alterării proprietăților structurale și a mecanismelor funcționale la nivelul întregului sistem.

În condiții de acest fel se instalează *echilibrul dinamic metastabil* (fig.19F). El se caracterizează prin faptul că perioadele de relativă stabilitate (echilibru staționar, fig.19D) alternează cu episoade evolutive, în care, sistemul este traversat de fluctuații neliniare (periculoase) ce tind să îl îndepărteze de echilibrul dinamic stabil (*echilibru metastabil*, fig.19E).

*Departe de echilibru, materia capătă proprietăți noi.* Dintre acestea, esențială este capacitatea de a se percepe mai eficient pe sine însăși prin raportare la variațiile câmpurilor energetice (gravitațional, electromagnetic, termic și “derivatele” lor, de ex. polarizarea urbană, concentrarea resurselor, “controlul” geopolitic etc.).

Materia, inclusiv cea abiotică, nu este “oarbă” și cu cât se află mai departe de echilibru, cu atât tinde să se reorganizeze mai rapid și mai eficient în raport cu necesitățile restabilirii echilibrului dinamic stabil (neexcluzând calea “turbulentă”, aparent “haotică”). Departe de echilibru, fiecare parte a sistemului devine capabilă să recepționeze mai rapid semnalele schimbării celorlalte părți ale sistemului și să reacționeze mai viguros la oportunitățile de schimbare (prin reorganizare).

În concluzie, evoluția sistemelor dinamice este un proces complex în care stările de relativă continuitate (linearitate), alternează cu cele de discontinuitate (neliniaritate) cu tendința generală de acumulare de ordine în sistem. Ordinea sistemelor aflate la anumite grade de depărtare față de echilibru se realizează prin *fluctuații*. Fluctuațiile neliniare ce pot surveni într-un sistem au natură extrem de diversă: acumularea cantitativă a unui element până la o valoare critică, mutația (înscrierea unui component pe o traiectorie mai favorabilă de acțiune, inovație, conjunctură de excepție etc.

#### **7.8.4. Fluctuații și praguri de schimbare în geosistem**

Reorganizarea presupune, în mod frecvent, descărcări energetice de amploare și de aceea, sistemele aflate departe de echilibru, pot manifesta comportamente foarte diferite, imprevizibile și neașteptate. Atunci când fluctuațiile care traversează sistemul depășesc (într-un sens sau altul) o mărime critică, în raport cu stabilitatea de ansamblu a sistemului sau a unui anumit component, respectiva mărime a căpătat denumirea de *prag* (sau punct critic).

Pragul, odată traversat, marchează schimbarea regimului linear de manifestare a proceselor sau fenomenelor într-unul nelinear, sau invers, ceea ce obligă sistemul la o *schimbare abruptă* între o stare și alta. Astfel, perioadele de relativă stabilitate alternează cu cele de instabilitate.

*Pragurile sunt discontinuități spațio-temporale, statice sau dinamice, în distribuția masei și energiei în sistem care marchează apariția sau stingerea unor fenomene extreme (nelineare).* Ele reprezintă esența schimbării pentru că, odată traversate, sistemul, fie se destructurează, fie se autoorganizează în direcția edificării unor noi condiții de echilibru, apropiate de cele existente anterior traversării pragului sau sensibil diferite. Rezultă că pragurile sunt veritabile *mecanisme anti-entropice* care, prin intermediul fluxurilor energetice utile recepționate prin “intrări”, sau prin disiparea entropiei în mediul exterior, pot îndepărta sistemele de starea de echilibru termodinamic; astfel, ele se pot încălca energetic, pot înregistra fenomene de autoorganizare spontană, rupturi de simetrie, salturi evolutive și implicit transformări sinergetice.

Prin modalitățile de mai sus, pragurile susțin evoluția, iar aceasta din urmă trebuie apreciată, din perspectivă sistemică, ca un proces de însumare și schimbare continuă.

*Evoluția este un proces care necesită deopotrivă interacțiuni liniare și neliniare într-un flux de energie fluctuant.* Ea este un proces modular care implică schimbări lente, în perioadele de stabilitate, și faze scurte de instabilitate revoluționară (T. Kuhn, 1963).

În cadrul geosistemelor operează o mare diversitate de praguri. După semnificația transformării generate în sistem, ele se pot diferenția în praguri de *manifestare*, de *extincție*, de *divergență*, de *răsturnare* și de *saturație*; după criteriul mecanismelor implicate se diferențiază pragurile de *forfecare*, de *schimbare de stare* și de *schimbare în releu*; după consecințe se pot diferenția *praguri tranziente* și *netranziente* (ireversible) ș.a. (R. Brunet, 1968, S. A. Schumm 1973) ș.a.

### 7.8.5. Hazarde, riscuri și catastrofe în geosistem

Deși fiecare prag poate fi asociat cu mărimea critică a unui parametru sau cu o combinație critică de parametri, din perspectiva perceperii și mai ales, a experienței umane, ele rămân noțiuni relativ abstracte.

În schimb, prin prisma efectelor generate, percepute ca atare de către oameni, ele sunt fenomene cât se poate de "concrete". Acest fapt se impune cu atât mai mult, cu cât, multe manifestări neliniare, ce însoțesc diverse fenomene geografice, *prezintă un caracter extrem*, conferit de descărcările energetice masive, realizate în perioade scurte de timp, precum și de faptul că sunt susceptibile să provoace pierderi de vieți și daune materiale.

Pentru a conferi manifestărilor de tip prag o relevanță terminologică adecvată, sub aspectul semnificațiilor și implicațiilor în practica umană, fost elaborată o bază conceptuală care să definească adecvat fenomenele extreme corespunzătoare unor efecte de prag. În acest context s-au consacrat noțiunile de *hazard*, *risc*, *accident*, *dezastru*, *catastrofă* și o serie de *noțiuni asociative* (*sensibilitate*, *fragilitate*, *senzitivitate*, *vulnerabilitate*, *reziliență* ș.a.).

*Hazardul*, reprezintă un *fenomen extrem cu descărcare energetică de amploare ale cărei coordonate de loc, timp magnitudine și implicații sunt greu de prevăzut.*

După origine, se diferențiază *hazardele naturale*, *cvasinaturale* și *antropice*.

1. *Hazardele naturale* se clasifică după tipul fenomenului natural (principal) care stă la baza formării fiecăruia. Astfel, se disting hazardele atmosferice (meteorologice), climatice, hidrologice, geologice, geomorfologice, biologice/ecologice. Ele pot fi clasificate în două categorii mari:

a) *Hazarde geofizice:*

-*meteorologice*—ciclone tropicale, tornade, grindina, valuri de frig sau căldură, seceta;

-*climatice*—modificări ale sistemului climatic global;

-*geomorfice*—eroziunea solului, alunecările de teren, curgerile de noroi, abraziunea marină ș.a.;

-*geologice*—cutremure, vulcanism, tsunami);

-*hidrice*—viiturile, colmatarea lacurilor, meandrarea rapidă etc.

b) *Hazardele biologice*—epidemii, invazii de dăunători etc.;

2. *Hazardele cvasinaturale*—sunt cele care se manifestă prin componente fizico-geografice, dar cauza este vădit antropică (de ex. smogul, unele alunecări de teren etc.);

3. *Hazardele antropice*—originea lor se datorează acțiunilor umane sau cauzelor tehnologice. Hazardele datorate unor *acțiuni umane* includ: contradicțiile și dispațitățile de ordin social, economic și politic, incendiile provocate, atacurile teroriste, manifestațiile violente de stradă, războaiele etc. Hazardele de *origine tehnologică* includ explozii industriale, incendii, prăbușiri de poduri, accidente nucleare, naufragii, accidente aferente transportului terestru, aerian și aerospațial etc.

*Riscul* este un concept care exprimă probabilitatea apariției unor consecințe nefaste pentru comunitățile umane sau pierderi (vieți omenești, răniri, mijloace de trai și economice perturbate, afectarea componentelor mediului înconjurător), care rezultă în

urma interacțiunilor dintre hazardele naturale sau antropice și vulnerabilitatea teritoriului (Risc = hazard x vulnerabilitate).

Riscurile implică asumare (conștientă sau inconștientă) și, prin urmare, ele sunt dimensionate social, nu pot exista în afara unor sisteme sociale”.

În vederea clasificării riscurilor se utilizează numeroase criterii ce vizează geneza, frecvența, modul de manifestare al fenomenului, pagubele generate, gradul de vulnerabilitate al teritoriului, suprafața afectată etc.

Riscurile pot fi clasificate astfel:

1. După *geneză*

-naturale

-umane

-tehnologice

-ecologice

a). La rândul lor, *riscurile naturale* pot fi de origine:

-geologică: seisme, vulcanism, tsunami ș.a.

-geografică: *riscuri climatice*: taifunuri, uragane, valuri de frig/căldură, secete etc.; *hidrice*, inundații, seceta hidrologică, excesul de umiditate etc.; *geomorfice*: alunecări de teren, procese de versant, curgeri noroioase, prăbușiri și surpări de materiale ș.a.

b). *Riscurile umane* includ (Benedek, 2003):

-*riscurile sociale*: sărăcia, șomajul, urbanizarea, modul de viață;

-*riscurile medicale*: boli infecțioase, virale, cronice și degenerative, vectoriale (malaria, febra galbenă);

-*riscurile demografice*, ce pot deriva din: emigrare, îmbătrânirea populației, creșterea populației, procesul de urbanizare ș.a.;

-*riscurile politice*, care decurg din disputele poziționale, teritoriale, funcționale (poluarea apelor, pescuit transfrontalier etc)

c). *Riscurile tehnogene* sunt conexe accidentelor nucleare, naufragiilor, exploziilor și incendiilor diverselor linii tehnologice, accidentelor de transport (feroviar, aerian ș.a.) etc.

d). *Riscurile ecologice*, sunt influențate atât de factori naturali cât și antropici (reducerea biodiversității speciilor, dispariția unor specii, deșertificarea).

2. După *modul de manifestare* există riscuri cu:

-*manifestare violentă*: cutremure, vulcani etc;

-*manifestare progresivă*: furtuni cu grindină, ciclonii mediteraneeni retrograzi etc.

-*manifestare lentă*, seceta, îmbătrânirea populației etc.

3. După *suprafața afectată, durata activă, frecvență, principalele efecte* (Chardon, 1990, citat de Grecu, 1997)

-*gigacatastrofă* (explozii vulcanice);

-*megacatastrofă* (mari seisme, erupții vulcanice, secete tropicale);

-*mezocatastrofă* (erupții vulcanice mai mici, seisme cu intensitate mai mică, valuri de frig, tornade, oraje);

-*catastrofă* (mici seisme, ploi excepționale);

-*fenomene localizate punctual* (proces de versant, torenți noroioși, furtuni cu grindină).

4. După *pagubele produse*, sunt utilizate criterii de clasificare precum (cf. Zăvoianu, Dragomirescu, 1966 și Grecu, 1997):

-*criteriul Sheenan-Hewi: victime umane*, cel puțin 100 morți, cel puțin 100 răniți și/sau *pagube economice*, de cel puțin 1 mil. USD)

-*criteriul Swiss Re: victime umane*: cel puțin 200 morți și/sau *pagube economice*, de cel puțin 16.2 mil. USD

-*criteriul Gares: victime umane*, în număr de cel puțin 200 morți.

5. *Clasificarea multidimensională*, (propusă de Dauphiné, 2001, citat de Sorocovschi, 2003). ia în considerare 16 variabile (6 *descriptori spațio-temporali*, 6 descriptori referitori

la vulnerabilitate și impacte, 2 aferenți percepției fenomenului și alți doi pentru evaluarea previziunii-prevenirii acestuia.

Tabel nr.4

<b>Localizare</b>	<b>Impacte socio-culturale</b>
Precisă, difuză, aleatoare	Slabe, mijlocii, puternice
<b>Întindere</b>	<b>Grad de control individual</b>
Locală, regională-zonală, mondială	Puternic, slab
<b>Împrejurare</b>	<b>Grad de percepere</b>
Ciclică, complexă, aleatoare	Slab, mijlociu, puternic
<b>Declanșare</b>	<b>Evoluția percepției</b>
Lentă, bruscă	Supraevaluată, subevaluată
<b>Durata</b>	<b>Vulnerabilitate</b>
Scurtă, mijlocie, lungă	Slabă, puternică
<b>Reversibilitate</b>	<b>Evoluția vulnerabilității</b>
Puternică, slabă	În creștere, în scădere
<b>Impacte umane</b>	<b>Previziune</b>
Slabe, mijlocii, puternice	Da, nu, parțial
<b>Impacte economice</b>	<b>Prevenire</b>
Slabe, mijlocii, puternice	Da, nu, parțial

Variabilele incluse în clasificarea multidimensională a riscului (sursa, Sorocovschi, 2003)

Consecințele materializării riscurilor pot fi economice și/sau umane. Riscul eminent economic este acceptabil pentru opinia publică și poate fi gestionat prin sisteme asigurătorii

*Riscul uman* este considerat inacceptabil (din punct de vedere moral) înainte de producerea dezastrului, dar, ulterior efectele trebuie acceptate și gestionate.

Materializarea conjuncturilor de risc prin manifestarea hazardelor conduce la “stări-efecte”: *accidente, rupturi funcționale, dezastru, catastrofe* (I Ianoș. 1994, 2000).

-*Accidentul*, reprezintă starea rezultată din manifestarea unui hazard ale cărui efecte au un impact minor asupra unei porțiuni a geosistemului (geocomponent, subunitate teritorială). Accidentul nu determină dezechilibrarea sistemului astfel încât capacitatea sa, de a absorbi rapid fluctuațiile apărute la condițiile de limită, se menține, în general, nealterată;

-*Dezastrul* (ruptură funcțională sau sinistru), implică un impact sporit al fenomenului extrem asupra geosistemului, concretizat în victime umane și pagube materiale importante; drept urmare, apar mutații structurale și disfuncționalități a căror surmontare implică o perioadă îndelungată întrucât mecanismele de autoreglare au fost grav alterate;

-*Catastrofa*, presupune generalizarea efectelor produse de hazarde pe arii foarte extinse astfel încât structura, relațiile și funcțiile geosistemului sunt, ireversibil, compromise, fapt care duce la dispariția sa și integrarea elementelor remanente în alte sisteme.

*Noțiuni asociative.* În încercarea de a cunoaște originea fenomenelor extreme, procesualitatea acestora, efectele și riscurile pe care le antrenează, cercetătorul se vede nevoit să descopere căi de conciliere între cele două laturi vădit contradictorii ale hazardului și riscului. Avem în vedere, pe de o parte, *caracterul legic*, determinat al fenomenelor, iar de cealaltă parte, *caracterul aleator, imprevizibil (deci nedeterminat) al manifestării* acestora. Cel din urmă aspect este practic imprevizibil. Variații infime ale condițiilor la limită, variabilele “ascunse”, dinamica “atractorilor” care definesc rețeaua cauzală ș.a., modifică substanțial parametrii lor de manifestare. Chiar și în cazul fenomenelor previzibile din perspectiva ocurenței spațio-temporale, persistă numeroase

necunoscute legate de intensitatea, direcția și, mai ales, efectele (inclusiv pagubele) implicate de concretizarea lor.

În fața acestei dificultăți, principala alternativă a cercetătorului rămâne deplasarea interesului dinspre *obiect* (fenomenul extrem), spre *subiect* în scopul evaluării cât mai obiective a mutațiilor (daunelor) pe care acesta din urmă le poate înregistra în raport cu anumite proprietăți de manifestare ale obiectului care pot fi anticipate sau simulate.

Prin urmare, se pune *problema determinării celor mai relevante proprietăți care să definescă comportamentul unui sistem susceptibil de a deveni "ținta agresiunii" unui fenomen extrem într-o conjunctură de "risc"*. În acest context survine importanța și oportunitatea valorificării noțiunilor asociative care descriu tocmai aceste proprietăți. Din perspectiva abordării sistemice au fost elaborate în acest sens noțiunile de *senzivitate, reziliență, fragilitate și vulnerabilitate*.

*Senzivitatea* poate fi definită ca fiind măsura (viteza sau proporția) cu care se modifică geosistemul sau un component al acestuia în corelație cu un factor de stress a cărui mărime este determinată. Calitățile "senzitive" ale geosistemului sunt dependente atât de propria sa identitate structurală și funcțională, cât și de natura și intensitatea presiunilor care se exercită asupra sa. Rețin atenția, în acest sens, variabile precum: *rezistența* structurală, eficiența conexiunilor de autoreglare, viteza de transmitere a fluxurilor de substanță, energie și informație etc. În general, cu cât gradul de organizare al unui sistem este mai înalt, cu atât senzivitatea sa este mai pronunțată.

*Reziliența* reprezintă capacitatea geosistemului de a-și menține integritatea structurală și funcțională în condiții de perturbații, precum și viteza cu care poate reveni, la condiții echivalente de echilibru, prin asimilarea schimbărilor (daunelor) induse de perturbații. În cazul în care răspunsul la perturbații al unui sistem, având capacitate de percepere a "evenimentelor", este neconcludent sub aspectul rezilienței, se instalează riscul. O pârghie importantă de reziliență este *transferabilitatea* entropiei locale pe alte nivele holonice sau în mediul exterior (prin planificare, rationalizare, prevenire, amenajare etc.).

*Fragilitatea* este un indicator derivat din asocierea celor două proprietăți fundamentale menționate. Prin urmare, *fragilitatea rezultă din senzivitatea unui geosistem corelată cu reziliența sa*, ca reacție la un anumit tip de perturbație și la mărimea acesteia. O senzivitate ridicată asociată cu reziliență scăzută indică un geosistem cu fragilitate înaltă, susceptibil de a înregistra daune majore prin fluctuații la condițiile de limită. Reziliența eficientă poate menține în condiții de echilibru dinamic chiar și geosistemele care traversează periodic crize funcționale survenite pe fondul instalării unor episoade evolutive metastabile. În practică, înțelegerea acestor proprietăți este esențială întrucât, deși în majoritatea cazurilor oamenii valorifică, pe cât posibil, teritorii mai puțin senzitive, datorită modificărilor induse capacitatea lor de reziliență se reduce în timp. Pe de altă parte, perceperea declinului și elaborarea unui management adecvat poate conduce la creșterea rezilienței și implicit la diminuarea gradului de asumare a riscurilor

*Vulnerabilitatea* derivă din recunoașterea faptului că fiecare geosistem/geocomponent posedă susceptibilitate diferită de a înregistra daune specifice, conforme cu riscul asumat. Întrucât implică asumarea riscului, vulnerabilitatea este o noțiune centrată, în mod curent, pe susceptibilitatea sistemelor sociale și biofizice de suferi pagube la nivel individual și/sau colectiv.

Este evident că susceptibilitatea la pierderi este în corelație cu senzivitatea, reziliența și fragilitatea sistemului perturbat de către fenomenele extreme, iar *răspunsul global la aceste variabile este vulnerabilitatea*.

Această caracteristică poate fi exprimată sub formă cantitativă, prin ponderea sau valoarea absolută a pierderilor suferite de sistem prin actualizarea unei conjuncturi de risc. Mărimea ei depinde de numeroși factori: caracteristicile environmentului (rezistența structurală, coerența funcțională), attributele demografice, relațiile sociale, economice și

## Valențele sistemice ale învelișului geografic

politice, performanța instituțională, nivelul de dezvoltare tehnologică, și nu în ultimul rând de politicile decizionale adoptate în gestionarea riscurilor.

Gradul de vulnerabilitate este determinat de asemenea de intensitatea fenomenului extrem care afectează sistemul precum și de durata expunerii acestuia.

Problematica fenomenelor extreme este foarte vastă complexă și importantă, motiv pentru care în ultimii ani au luat o mare amploare studiile de prevenire, monitorizare și evaluare a dezechilibrelor și pagubelor generate de acestea.