

GEOMORFOLOGIE DINAMICĂ PLUVIO-FLUVIALĂ

Teorie și aplicații

Dedic această carte fiicei mele, Felicia Georgia

Prof. Univ. Dr. FLORINA GRECU
Universitatea din București

GEOMORFOLOGIE DINAMICĂ PLUVIO-FLUVIALĂ
Teorie și aplicații



EDITURA UNIVERSITARĂ
București, 2018

Referenți științifici: Dr. Ioana-Toroimac Gabriela
Dr. Săndulache Iulian

Redactor: Gheorghe Iovan
Tehnoredactor: Ameluța Vișan
Coperta: Ameluța Vișan
Foto copertă: Florina Grecu 2011, Grecia

Editură recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice (C.N.C.S.) și inclusă de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (C.N.A.T.D.C.U.) în categoria editurilor de prestigiu recunoscut.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
GRECU, FLORINA

Geomorfologie dinamică pluvio-fluvială / Florina Grecu. - București : Editura
Universitară, 2018
Conține bibliografie
ISBN 978-606-28-0727-6

55

DOI: (Digital Object Identifier): 10.5682/9786062807276

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate, nicio parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul Editurii Universitare

Copyright © 2018
Editura Universitară
Editor: Vasile Muscalu
B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33, Sector 1, București
Tel.: 021 – 315.32.47 / 319.67.27
www.editurauniversitara.ro
e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

Distribuție: tel.: 021-315.32.47 / 319.67.27 / 0744 EDITOR / 07217 CARTE
comenzi@editurauniversitara.ro
O.P. 15, C.P. 35, București
www.editurauniversitara.ro

PREFAȚĂ

Unele dintre cele mai periculoase hazarde sunt eroziunea hidrică pe versanți și inundațiile, datorită caracterului permanent, amplitudinii și frecvenței ridicate. Eroziunea solului nu are urmări imediate, acestea sunt uneori imperceptibile cu valori nesemnificative. Acțiunea permanentă, accelerată de activitatea antropică, face ca efectul eroziunii solului să fie dezastruos, cu urmări grave în calitatea vieții, prin diminuarea resurselor agricole. În plus, eroziunea accelerează procesele de albire indirect, prin transferul de sedimente în albiile de râu. Inundațiile sunt procese hidrogeomorfologice, amplitudinea lor fiind un răspuns și la gestionarea debitelor de către relieful albiei fluviale. Iată de ce considerăm că lucrarea, prin concepție, structură și conținut se înscrie în problematica majoră, teoretică și aplicată, a cercetărilor din Lumea de azi cu viziuni spre cea de mâine, având și din această perspectivă un caracter prospectiv și de noutate.

Lucrarea păstrează parțial structura cărții Geomorfologie dinamică din 2003, din care am preluat materiale considerate a fi optime pentru obiectivul general al lucrării, respectiv reliefașul rolului apei în crearea unor reliefașuri cu implicații directe sau indirecte în activitatea societății contemporane și viitoare. Întregul material are amprenta cercetărilor recente în domeniu, atât prin completările efectuate la textele mai vechi cât și prin conținutul materialelor inedite.

Lucrarea are un profund caracter interdisciplinar. Problematika eroziunii solului nu poate fi înțeleasă fără o bună cunoaștere în domeniile geologiei, pedologiei, morfologiei versantului, biogeografie, iar aspectele legate de dinamica albiei de râu, ale bazinului hidrografic, fără o cunoaștere și în domeniile climatologiei și hidrologiei. Matematizarea și computerizarea fac din lucrare un instrument de lucru util și de actualitate.

Documentarea și formarea mea în domeniul geomorfologiei dinamice ca specialist s-au realizat treptat, începând cu stagiul doctoral, cu activitatea ca profesor universitar, dublate de activitatea în cadrul unor colective de specialiști din țară și străinătate, cu care am colaborat 1) la proiecte de cercetare ca director (CEMAGREF Lyon, CEMAGREF Grenoble, Universitatea din Pisa, Centrul experimental Draix), coautor (Universitatea Paris VII director Liliana Zaharia); 2) schimburi de experiență în acorduri interuniversitare, simpozioane de specialitate, comisii de doctorat etc. la universitățile: Roma³, Palermo, Bari, Milano, Sapienza, Camerino, Cagliari, Modena, Atena, Salonic, Patras, Ostrava, Slovacia, Ungaria, Slovenia, Polonia, Bulgaria, Cartagina, Monastir, La

Manouba, Sfax, Constantine, Msila, Tlemcen, Lausanne, Chambéry, Chamonix, Lille, Rennes, Reims, Marne la Vallée, Paris XII, Paris Sorbonne, Paris VII, Paris X, Zaragoza, Alicante, toate simpoziioanele naționale de geomorfologie, simpoziioane internaționale de geomorfologie, de climatologie, de geologie; 3) în universități și institute de cercetare din România (Universitatea din București, Universitatea din Cluj-Napoca, Universitatea din Iași, Academia Română, Institutul de Geografie, INHGA, ANC, ICPA, etc.). Prin urmare, sincere mulțumiri tuturor colegilor din institutele menționate, cu care am avut în permanență schimburi de idei pe teme dezbătute în lucrarea de față, sau am colaborat la scrierea unor articole, în colective de studiu ale contractelor de cercetare.

Alese gânduri și mulțumiri Domnilor Profesori: Gr. Posea, N. Iosan, V. Surdeanu, V. Gârbacea, D. Petrea, I. Irimuș, Dan Bălțeanu, I. Zăvoianu, Liliana Zaharia, N. Florea, Octavia Bogdan, Maria Sandu, Maria Rădoane, P. Urdea, M. Voiculescu, S. Boengiu, M. Grigore, Maria Pătrosescu, Laura Comănescu, A. Nedelea, M. Ene, Ileana Pătru-Stupariu, Liliana Dumitrache, Iuliana Armaș, Gh. Vișan, B. Mihai, T. Demeter, Mihaela Verga, Gabriela Osaci, Andreea Andra, Ș. Dragomirescu, precum și tuturor colegilor mai tineri de la Facultatea de Geografie din București, doctoranzilor și colaboratorilor de la centrul de cercetare Degradarea Terenurilor și Dinamică Geomorfologică, Stațiunea Geografică Orșova, Filiala Drobeta Turnu Severin. Mulțumesc colegilor pentru sprijinul în pregătirea manuscrisului sau/și pentru referatele de specialitate, pentru colaborările la contracte de cercetare sau elaborarea unor articole: Gabriela Ioana-Toroimac, Iulian Săndulache, Robert Dobre, Ionuț Săvulescu, Mircea Vișan, Florina Tatu, Sorin Carablaisă, Cristina Ghiță, Mirela Cristea, Mădălina Teodor, Ștefania Grigorie și mulți alții.

Nu în ultimul rând mulțumesc generațiilor de studenți, foștilor și actualilor doctoranzi, cu care am avut în permanență un schimb alert și pertinent de idei, contribuind astfel la justa selecție a materialului de care au nevoie în instruirea și educația lor, material care constituie suportul acestei cărți, depășind limitele unui curs universitar. Mulțumesc colectivului Editurii Universitare pentru editare și tipărire.

Evident că lista ar putea continua. Este un adevăr, care stipulează ideea că ne sprijinim, în devenirea noastră ca specialiști, pe „umerii altora”. Îi asigur pe toți de sincerele mele gânduri și gratitudine.

Nutrim speranța că lucrarea de față va fi utilă nu numai studenților, ci și tuturor care lucrează în domenii variate ale existenței umane, care au ca scop asigurarea unor condiții de mediu optime pentru dezvoltarea durabilă a societății.

Prof. univ. dr. Florina Grecu
Departamentul de Geomorfologie, Pedologie, Geomatică,
Facultatea de Geografie, Universitatea din București
10 februarie 2018

CUPRINS

PREFAȚĂ	5
----------------------	---

INTRODUCERE	13
--------------------------	----

PARTEA ÎNȚĂI **GEOMORFOLOGIE PLUVIALĂ - ORGANIZAREA SCURGERII PE VERSANT**

CAPITOLUL I	
SEMNIFICAȚIA CLIMEI ÎN DINAMICA PLUVIO-FLUVIALĂ A RELIEFULUI	19
1.1. Acțiune sinergică și cauzală.....	19
1.2. Răspunsul râului la caracteristicile vremii.....	20
1.3. Precipitațiile și susceptibilitatea la hazarde hidrogeomorfologice (Indicele Angot).....	29

CAPITOLUL 2	
CARACTERISTICI ALE ROCILOR SEMNIFICATIVE PENTRU MORFODINAMICĂ	35
2.1. Parametrii fizici de stare	35
2.1.1. Umiditatea	36
2.1.2. Porozitatea	36
2.1.3. Forța de coeziune.....	37
2.1.4. Unghiul de frecare internă	38
2.1.5. Plasticitatea.....	38
2.1.6. Sensitivitatea	39
2.1.7. Tixotropia	39
2.1.8. Permeabilitatea	41
2.2. Particularități chimice	42
2.3. Procese hipergenetice (Stadiul de pregătire a rocii).....	45
2.3.1. Procese fizico-mecanice.....	45
2.3.2. Procese chimice	48
2.3.2.1. Factorii hipergenezei chimice	38
2.3.3 Alterarea – principalul proces hipergenetic chimic	52
2.3.3.1. Alterarea subaeriană	52
2.3.3.2. Alterarea subacvatică.....	55
2.3.3.3. Alterarea chimico-biotică	55
2.4. Procese biotice	56
2.5. Scoarța de alterare	61
2.6. Granulometria depozitelor aluvionare	66

2.6.1. Granulometria.....	66
2.6.1.1. Noțiunea de granulometrie	66
2.6.1.2. Teoria „stratului activ”	67
2.6.2. Selectarea sitului.....	68
2.6.3. Eșantionarea	70
2.6.3.1. Orientări metodice.....	70
2.6.3.2. Eșantionarea depozitelor de albie	70
2.7. Analiza depozitelor sedimentare.....	72
2.7.1. Distribuția pietrișurilor în stratele sedimentare.....	73
2.7.2. Analiza granulometrică a nisipurilor prin cernere	79
2.7.3. Analiza morfometrică a pietrișurilor (uzura pietrișurilor)	85
2.8. Studiu de caz: Analiza granulometrică a pietrișurilor din albia Slănicului de Buzău (Florina Grecu, Laura Comănescu).....	91
2.8.1. Rezultate obținute	91
2.8.2. Concluzii	97
2.9. Rezistența la eroziune	100
CAPITOLUL 3	
EROZIUNEA HIDRICĂ PE VERSANȚI	103
3.1. Eroziunea hidrică neconcentrată pe versanți.....	104
3.1.1. Eroziunea prin picătura de ploaie	105
3.1.1.1. Caracteristicile picăturii de ploaie	107
3.1.1.2. Denuderea datorată ploii	108
3.1.2. Eroziunea prin curenți peliculari	111
3.1.3. Factorii care influențează eroziunea	115
3.1.3.1. Morfografia și morfometria versantului	115
3.1.3.2. Agresivitatea pluvială.....	118
3.1.3.3. Expoziția versantului.....	120
3.1.3.4. Vegetația	120
3.1.3.5. Proprietățile fizico-chimice și biologice ale solului	124
3.1.4. Măsuri și lucrări de combatere a eroziunii în suprafață	124
3.1.4.1. Organizarea antierozională	126
3.1.4.2. Lucrări simple și amenajări antierozionale.....	127
3.2. Eroziunea prin curenți concentrați (eroziune torențială).....	132
3.2.1. Procese elementare ale apariției eroziunii torențiale - ravinăția	132
3.2.2. Clasificarea formațiunilor de eroziune în adâncime	134
3.2.3. Organismul (sistemul) torrential.....	135
3.2.3.1. Noțiunea de torent și funcțiile sale	135
3.2.3.2. Depozitele din conurile aluviale.....	137
3.2.4. Măsuri și lucrări de combatere a eroziunii în adâncime	139
3.2.4.1. Lucrări pentru limitarea eroziunii regresive (amenajarea vârfului ravenei).....	139
3.2.4.2. Lucrări pentru diminuarea eroziunii laterale.....	140

3.2.4.3. Lucrări pentru diminuarea eroziunii din patul albiei	141
3.2.4.4. Lucrări pentru diminuarea eroziunii din conurile de acumulare	143
3.3. Riscul erozional	143
3.4. Modelarea eroziunii solului și estimarea cantitativă (Grecu Florina, Alexandru Raluca)	149
3.4.1. Ecuația Universală a Eroziunii Solului (USLE – Universal Soil Loss Equation) și variante ale evoluției concepției	149
3.4.2. Aplicații la bazine hidrografice din unități de podiș	155
3.4.3. Scurgerea de suprafață, directă, determinată de precipitații	172
3.5. Formarea canalelor de scurgere pe versanți și a rețelei hidrografice	176

PARTEA A DOUA

BAZINUL MORFOHIDROGRAFIC

CAPITOLUL 4

BAZINUL MORFOHIDROGRAFIC	181
4.1. Elemente de geomorfometrie dinamică	181
4.1.1. Semnificația geomorfometriei	181
4.2. Modele de analiză geomorfometrică	183
4.2.1. Ordinul segmentelor de râu în sistem Horton-Strahler	183
4.2.2. Modelul geomorfometric al drenajului	183
4.2.3. Modelul geomorfometric al suprafețelor	185
4.2.4. Modelul geomorfometric al perimetrelor	191
4.2.5. Modelele geomorfometrice ale pantelor	194
4.3. Corelații	197
4.3.1. Corelația dintre suprafețe și perimetre	197
4.3.2. Corelația între suma suprafețelor și suma perimetrelor	198
4.3.3. Corelația între suprafețele medii și perimetrele medii	199
4.4. Indicele de realizare a bazinelor pentru ordinul de mărime, lungimi, suprafețe și perimetre	201
4.4.1. Ordinul de mărime a bazinelor (numărul segmentelor de râu)	203
4.4.2. Indicele de realizare a lungimilor	206
4.4.3. Indicele de realizare a perimetrelor	209
4.4.4. Indicele de realizare a suprafețelor	210
4.4.5. Sinteza datelor și concluzii	217
4.5. Bazinul morfohidrografic ca entitate teritorială	220
4.5.1. Concepția spațială	220
4.5.2. Concepția funcțional-sistemică	221
4.5.3. General și particular în definirea bazinului morfohidrografic	223
4.5.4. Valorificarea analizei morfometrice a rețelei de drenaj pentru explicații genetico-evolutive (Sectorul Central al Câmpiei Române)	229
4.5.5. Concluzii	233
4.6. Aplicație statistică - bazinului Calvei	233

4.6.1. Analiza statistică a datelor densității fragmentării reliefului	233
4.6.2. Corelația între densitatea și adâncimea fragmentării reliefului.....	238
4.7. Parametri morfometrici și morfografici ai bazinului morfohidrografic (Laura Comănescu)	241
4.7.1. Dimensiuni de lungime	243
4.7.2. Dimensiuni de suprafață	244
4.7.3. Parametri care includ dimensiuni de lungime și suprafață	245
4.7.4. Parametrii care includ diferențe de nivel	247
4.7.5. Parametrii rezultați din diferențe de nivel și lungimi sau suprafețe .	248
4.8. Metoda curbelor hipsometrice procentuale. Rata medie de denudare globală	252

PARTEA A TREIA GEOMORFOLOGIE FLUVIALĂ

CAPITOLUL 5

DINAMICA ALBIILOR DE RÂU	259
5.1. Definirea albiei și văii	259
5.2. Procese și forme de relief în albiile fluviale - abordare globală	261
5.3. Apa – fluid newtonian vâscos	282
5.4. Starea curgerii	282
5.5. Debitul râurilor și dinamica albiilor	286
5.6. Teoria regimului apei și semnificația morfogenă	293
5.7. Debitul modal.....	297
5.8. Viteza critică de eroziune	298
5.9. Morfologia albiilor	299
5.9.1. Clasificarea/tipizarea albiilor de râu după caracteristici morfografice și morfometrice	299
5.10. Clasificarea albiilor de râu după caracterul stabil (gradul de stabilitate)..	304
5.11. Transportul (mișcarea) particulelor	305
5.12. Morfodinamica în secțiune și în plan a albiei fluviale.....	306
5.12.1. Modelarea albiilor cu pat rezistent	307
5.12.2. Modelarea albiilor aluvionate	307
5.12.3 Albiile rectilinii	308
5.12.4. Albiile de râu meandrate	308
5.12.5. Râurile cu albiile împletite și anastomozate	320
5.13. Transferul de sedimente de pe versanți în râuri.....	323
5.14. Analiza albiei de râu - aplicații.....	328
5.14.1. Stilul fluvial.....	328
5.14.2. Tipuri de rețele hidrogeomorfologice	332
5.14.2.1. Criteriul morfografic	332
5.14.2.2. Criteriul morfometric - genetic	333

5.14.3. Intuirea riscului hidrogeomorfologic prin cercetarea în teren pe văile transcarpatice Buzău și Dunăre.....	336
5.15. Concluzii	346

CAPITOLUL 6

PROCESE ȘI FORME DE ACUMULARE	347
6.1. Acumularea - depozitele aluviale.....	347
6.1.1. Caractere generale	347
6.1.2. Aluviunile din albia minoră.....	349
6.1.3. Aluviunile din albia majoră	353
6.1.4. Aluviunile din câmpiile de nivel de bază.....	355
6.2. Forme de relief.....	355
6.2.1. Ostroavele/insulele fluviale - forme de acumulare	355
6.2.2. Clasificarea ostroavelor	356
6.2.3. Morfometria ostroavelor din albia Dunării (sectorul Giurgiu-Călărași) (Ștefania Grigorie).....	358

PARTEA A PATRA EVOLUȚIE ȘI APLICAȚII

CAPITOLUL 7

TERASELE FLUVIALE, EXPRESIA SINTETICĂ A DINAMICII ALBIILOR	365
7.1. Morfologie și geneză	365
7.2. Cauzele generale ale formării teraselor.....	367
7.3. Elemente morfometrice, tipuri de terase	373
7.4. Terasale râului Cerna aval de Băile Herculane (Autor: Iulian Săndulache)	374
7.4.1. Analiza teraselor.....	374
7.4.2. Concluzii	384
7.4.3. Bibliografie.....	386

CAPITOLUL 8

PRESIUNI ANTROPICE ȘI IMPACTUL LOR ASUPRA ALBIILOR DE RÂU Autor: Gabriela Ioana-Toroimac	387
8.1. Introducere.....	387
8.2. Categoriile de impact a presiunilor antropice asupra râurilor	387
8.2.1. Modificări majore ale albiilor de râu prin construcția barajelor	388
8.2.2. Întreruperea conectivității laterale prin îndiguire.....	391
8.2.3. Efecte ale exploatării de nisipuri și pietrișuri	393
8.3. Transformările albiilor după reducerea presiunilor antropice.....	394
8.3.1. Renunțarea la baraje și consecințele geomorfologice	395
8.3.2. „Mai mult spațiu pentru râuri”.....	397
8.3.3. Implementarea viziunii ecologice în amenajarea râurilor din România.....	398
8.4. Concluzii.....	399
8.5. Bibliografie.....	400

CAPITOLUL 9

EVOLUȚIA REȚELEI HIDROGRAFICE	405
9.1. Factori de influență	405
9.2. Captările fluviale	405
9.3. Epigeneza și antecedenta	408
9.4. Probleme ale formării și evoluției rețelei hidrografice din depresiunea Transilvaniei	411
9.4.1. Factorii care au influențat formarea și evoluția rețelei hidrografice .	411
9.4.2. Formarea bazinelor hidrografice	413
9.4.3. Etape ale evoluției rețelei hidrografice	425
9.4.4. Bibliografie selectivă	429

CAPITOLUL 10

REGIONAREA GEOMORFOLOGICĂ A PODIȘULUI ȘI BAZINULUI HÂRTIBACIULUI	431
10.1. Semnificația regionării unităților de podiș și de bazin	431
10.2. Relieful podișului Hârtibaciu - criteriu de regionare	432
10.3. Regionarea geomorfologică a Podișului Hârtibaciu	433
10.3.1. Podișul Hârtibaciuului de Nord	433
10.3.2. Podișul Hârtibaciuului de Sud	436
10.4. Bibliografie	437
BIBLIOGRAFIE GENERALĂ	439
INDEX ȘI SIMBOLURI	461
DYNAMIC RAINFALL AND FLUVIAL GEOMORPHOLOGY. Theory and practics	475
CONTENTS	475

INTRODUCERE

1. Obiectivele lucrării și motivația

Lucrarea abordează relieful din triplă perspectivă, urmărind dezvoltarea tematicii conform titlului *Geomorfologie dinamică pluvio-fluvială. Teorie și aplicații*. Titlul sintetizează cel puțin trei direcții/domenii de cercetare din geomorfologia genetică.

1. *Geomorfologia dinamică* știință care s-a desprins din geomorfologia generală și care analizează relieful din latura dinamică, un relief în continuă transformare, în „mișcare” (Grecu 2003). Lucrarea de față pune accent nu atât pe forma de relief cât pe modificările pe care le suportă în timpul geomorfologic. Cu alte cuvinte, noțiunile generale de terminologie ce derivă din geneza unor forme sunt deja cunoscute din geomorfologia generală.

2. Obiectivul lucrării este subordonat unei idei generale, respectiv prezentarea într-o manieră dialectică coerentă, care să marcheze evolutiv *relieful creat de ape* începând cu impactul picăturii de ploaie, continuând cu eroziunea pe versanți și crearea râurilor într-un bazin hidrografic, cu rolul apei în dinamica albiilor de râu.

În acest sens, interdependența sistemică apă-relief are la bază procese și forme elementare, care continuă cu procese și forme din ce în ce mai complexe, cum sunt:

- apa prin picătura de ploaie – pluviodenudare;
- scurgerea pe versanți în suprafață – eroziunea în suprafață;
- scurgerea organizată în canale – eroziunea torențială;
- organizarea rețelei de râuri – eroziune, transport și acumulare fluvială;
- formarea sistemului fluvial – bazinul morfohidrografic;
- relațiile dintre sistemul rețelei de râuri și sistemul de versant;
- procesele care duc la geneza formelor fluviale;
- procese care determină evoluția formelor fluviale;
- presiunea antropică asupra sistemelor pluvio-fluviale;
- criteriul reliefului în regionarea bazinelor morfohidrografice.

3. Avându-se în vedere caracterul didactic instructiv al lucrării, *partea de teorie este dublată de aplicații*, care au rezultat, în general, din lucrările practice de laborator ale studenților. S-au folosit și dezvoltat metode și mijloace de cercetare variate, aplicate la râuri din țară sau străinătate cu

mijloace așa-zis clasice dar și actuale, moderne, mai ales mijloace și programe computerizate.

Structura lucrării pe capitole, conform tematicii, este redată în patru părți, astfel: Geomorfologie pluvială. Organizarea scurgerii pe versanți; Geomorfologia bazinului morfohidrografic; Geomorfologie fluvială; Evoluție și aplicații.

Trebuie amintit că printre primele preocupări privind modelarea și utilizarea formelor terestre au fost cele din domeniul fluvial. Teoria lui Davis asupra evoluției reliefului, o evoluție ciclică, unde relieful trece prin trei etape - tinerețe, maturitate și bătrânețe - are la bază *eroziunea normală a apelor curgătoare*. *Teoria ciclului de eroziune* sau *teoria peneplenei* aduce râurile în atenția specialiștilor dezvoltându-se deci ca parte a geomorfologiei generale. Numeroase cercetări din prima jumătate a secolului XX aplică și dezvoltă teoria prin descifrarea suprafețelor de nivelare, a peneplenelor, în diferite regiuni de pe glob. A doua jumătate a secolului XX implică geomorfologia fluvială în rezolvarea fenomenelor de risc la inundații, aspecte practice vizând urmările negative ale barajelor în morfologia râurilor etc., toate focusate mai mult pe dinamica albiilor de râu, decât pe formele fluviale (de ex., terasele).

Apare astfel hidrogeomorfologia care însă este doar partea aplicată la inundații și metodologia răspunsului albiei la inundații.

Revenind la lucrarea de față menționez că este rezultatul preocupărilor în domeniu pe parcursul a circa 40 de ani, începuturile (1978) fiind marcate de pregătirea în cadrul doctoraturii, sub îndrumarea Domnului Profesor Grigore Posea (teza de doctorat publicată în 1992 cu titlul *Bazinul Hârtibaciului Elemente de morfohidrografie*, premiul Simion Mehedinți al Academiei Române). Cursul de Geomorfologie dinamică ținut la Facultatea de Geografie din 1994, ulterior cursul Dinamica albiilor de râu (la masterul de geomorfologie) și până în prezent m-au motivat în a cunoaște și descifra problematica atât de complexă și fascinantă a rolului apei în modelarea terestră.

Numeroasele teze de doctorat, contracte de cercetare, articole toate atestă existența unei adevărate școli în geomorfologia fluvială românească. De aceea nutrim speranța că această „carte de învățătură” va fi utilă nu numai studenților, ci și tuturor celor care au dezvoltat și continuat această creație științifică., deziderat care m-a motivat în necesitatea scrierii ei.

2. Repere ale demersului istoric

Schimbările pantei în timp, precum și rolul eroziunii în geneza formelor sunt explicate de Lyell. Lucrarea sa *Principes of geologie* (1830) va domina cercetările științifice până la sfârșitul secolului XIX. De fapt,

rolul eroziunii subaerene și marine în geneza formelor de relief este principala idee dezbătută la mijlocul secolului XIX, transferul depozitelor de pe versant în albie va constitui însă mult timp o necunoscută.

Conceptul de eroziune și cel de echilibru se afirmă deci într-un timp îndelungat, secolul XIX consacându-le pentru studiile geomorfice. Cercetările întreprinse de către hidraulicienii piemontezi aduc în discuție probleme de geomorfologie fluvială. Gugliermini (1655-1710) arată că râurile își modelează patul prin eroziune și depozite până la realizarea unui *stadiu de echilibru* între forța curentului și rezistența substratului, explică de asemenea, forma concavă a profilului longitudinal și factorii care determină panta medie (debitul, viteza și caracteristicile patului) (Coque 2000). Inginerul francez Surell (1813-1887), studiind torenții din Alpi (1841) are importante precizări asupra *pantei limită*, asupra caracterului regresiv a acțiunii torenților. În același timp, Dausse aplică noțiunea de *echilibru râurilor* de câmpie

Powel (1834-1902) și Gilbert (1843-1918) pun bazele geomorfologiei fluviale. Powel precizează noțiunea de nivel de bază în 1875, iar Gilbert pe cea de echilibru (în lucrarea asupra Munților Henry 1877). Lucrarea asupra Munților Henry, de geomorfologie regională, este considerată cea mai valoroasă contribuție la dezvoltarea geomorfologiei în secolul XIX, multe dintre idei fiind preluate și dezvoltate în a doua jumătate a secolului XX.

Formularea ciclului eroziunii normale a lui Davis (1899) constituie un moment de referință pentru geomorfologia generală, dar în egală măsură și pentru geologia dinamică. Relația dintre dinamica versantului și dinamica albiei se pune de pe poziția principiului evoluționist și a feed-backului. Lucrările de la începutul secolului XX consemnează idei rezultate din cercetări în teren, cu accent în primul rând pe procese de modelare a reliefului. Astfel, Anderson (1906) propune termenul de solifluxiune. Fenneman (1908) face primul studiu detaliat asupra scurgerii neconcentrate, Lawson (1915) arată ca în deșert spălarea în pânză (sheet-wash) constituie principalul proces denudational. Studiile lui Lehmann (1918) referitoare la formele de relief, grosimea depozitului și procesele denudationale, alături de cele ale lui Gotzinger (1907), care se pare că l-au influențat pe Penck.

Apariția lucrării lui W Penck (1924), la un an după moarte, sub îngrijirea tatălui său, Albrecht Penck marchează fundamentarea geomorfologiei dinamice ca știință.

La jumătatea secolului XX, geomorfologia dinamică se conturează pe deplin și se dezvoltă rapid, fiind determinată de structuralismul sistemic, de necesitatea cercetărilor cantitative, de presiunea antropică asupra mediului.

Fundamentarea științifică modernă a dinamicii reliefului a făcut un salt calitativ după al doilea război mondial. Preluându-se idei și continuându-se tradițiile cercetărilor anterioare clasice, dinamica micro-formelor terestre cunoaște noi orientări, acumulează noi date ce îmbogățesc conținutul său științific, se înființează adevărate școli de geomorfologie.

Bazele teoretice și metodologice moderne sunt exponentul teoriei generale a sistemelor, a determinărilor cantitative, a utilizării tehnicii performante și a G.I.S., dar mai ales a considerării reliefului ca parte integrantă a mediului și, în consecință, a planificării teritoriale. Fără a face o prezentare exhaustivă, trebuie însă menționate câteva studii de referință, cum sunt: lucrările lui Fair (1947, 1948), Baulig (1940), Wood (1942) Savigear (1956), Souchez (1961), Jahn (1968) etc. asupra profilului versanților; studiul lui Horton (1945) asupra relațiilor dintre procesele geomorfice și cele hidrologice, ca și alte studii ce statuează morfometria ca metodă de cercetare indispensabilă, iar Morisawa (1962) adoptă termenul de geomorfometrie pentru știința care se ocupă cu măsurarea formelor terestre; în aceeași perioadă, Strahler (1950) aplică la pante metoda statistică, completează (în 1952) sistemul de ierarhizare a rețelei hidrografice elaborat de Horton (în 1945); Rapp (1960) face măsurători asupra ratei proceselor geomorfologice în regiuni polare, Devdariani (1950, citat de Mac 1986) introduce conceptul de cinematică morfologică, Jovanovic (1940) încearcă să arate ponderea factorilor genetici în modelarea profilului longitudinal al râurilor; Sharpe (1938), încercările de cuantificare a eroziunii solurilor au condus la aplicarea formulei lui Wieschmeier (1960), completată în țara noastră de Motoc (1963); în Italia cercetările de dinamică a reliefului sunt strâns legate de rolul factorului geologic (Desio 1971, 1973); în România sunt preocupări de cartare și clasificare a proceselor geomorfologice de versant și de albie, studiul văilor, mecanismul și dinamica versanților și albiilor (Vâlsan, Mihăilescu, Morariu, Martiniuc, Cotet, Orghidan, Moțoc, Tufescu, Valeria Velcea etc).

Urmare mulțimii cercetărilor fragmentare din diferite regiuni ale Terrei, în anii 1960 și 1970 apar tratate pe diferite probleme de geomorfologie dinamică, sinteze de referință în literatura mondială: Birot 1958; Chorley 1962; Chorley, Kennedy 1971; Leopold și colab. 1964; Young 1972; Carson, Kirkby 1972; Scheidegger 1962, 1970; Lliboutry 1964, 1965; Patterson 1969; Embleton, King 1969; Tricart, Cailleux 1962, 1977; Tufescu 1966; Posea și colab. 1970; Gregory, Walling 1973; Strahler 1973; Schumm 1977; Zăvoianu 1978 etc. Meritul acestor tratate este că, alături de analiza structuralist-sistemică și evolutivă, impune abordarea cantitativă. În anii de după 1980 se impun noi abordări ale dinamicii reliefului fluvial (Richards 1982, 1985; Ichim și colab., 1986; Bravard, Petit 2000 etc), cercetările putând fi asistate de calculator.

PARTEA ÎNTÂI

**GEOMORFOLOGIE PLUVIALĂ -
ORGANIZAREA SCURGERII PE VERSANT**

CUPRINS

CAPITOLUL I	
SEMNIFICAȚIA CLIMEI ÎN DINAMICA PLUVIO-FLUVIALĂ A RELIEFULUI	19
1.1 Acțiune sinergică și cauzală.....	19
1.2 Răspunsul râului la caracteristicile vremii.....	20
1.3 Precipitațiile și susceptibilitatea la hazarde hidrogeomorfologice (Indicele Angot).....	29
CAPITOLUL 2	
CARACTERISTICI ALE ROCILOR SEMNIFICATIVE PENTRU MORFODINAMICĂ	35
2.1. Parametrii fizici de stare.....	35
2.2. Particularități chimice.....	42
2.3. Procese hipergenetice (Stadiul de pregătire a rocii).....	45
2.5. Scoarța de alterare.....	61
2.6. Granulometria depozitelor aluvionare.....	66
2.7. Analiza depozitelor sedimentare.....	72
2.8. Studiu de caz: Analiza granulometrică a pietrișurilor din albia Slănicului de Buzău (Florina Grecu, Laura Comănescu).....	91
2.9. Rezistența la eroziune.....	100
CAPITOLUL 3	
EROZIUNEA HIDRICĂ PE VERSANȚI	103
3.1. Eroziunea hidrică neconcentrată pe versanți.....	104
3.2. Eroziunea prin curenți concentrați (eroziune torențială).....	132
3.3. Riscul erozional.....	143
3.4. Modelarea eroziunii solului și estimarea cantitativă cantitativă (Grecu Florina, Alexandru Raluca).....	149
3.5. Formarea canalelor de scurgere pe versanți și a rețelei hidrografice.....	176

CAPITOLUL I

SEMNIFICAȚIA CLIMEI ÎN DINAMICA PLUVIO-FLUVIALĂ A RELIEFULUI

1.1. Acțiune sinergică și cauzală

Eroziunea hidrică pe versanți și dinamica hidrogeomorfologică a albiilor de râu sunt consecințe directe ale climei în primul rând ale precipitațiilor, la care pot interveni fenomene climato-hidrologice asociate sau/și secundare.

Dinamica fluvială (hidrogeomorfologică) reprezintă unul dintre fenomenele naturale, care prin modificările induse albiei pot avea, atât pe termen lung, cât și pe termen scurt, consecințe socio-economice și ecologice negative, constituindu-se astfel în fenomen de risc. Ca orice risc natural sau antropic, și cel indus de dinamica fluvială este consecința interacțiunii dintre fenomenul de risc (hazard) și vulnerabilitate. Vulnerabilitatea hidrogeomorfologică este rezultatul acțiunii sinergice a unui ansamblu de factori, între care se impun factorii dinamici, respectiv climato-hidrologici (precipitații torențiale, viituri și inundații) și antropici, ce acționează în condițiile unor factori de favorabilitate (geologici și hidrogeologici), cu rol relativ pasiv. În aceste condiții, analiza vulnerabilității hidrogeomorfologice impune studiul dinamicii albiei de râu ca rezultat al acțiunii integrate a factorilor (naturali și antropici) care o determină și influențează.

Dacă în condițiile eroziunii hidrice (eroziunii produsă de apă) pe suprafețele înclinate se impun în primul rând cantitatea și calitatea apei, respectiv a precipitațiilor și răspunsul solului/suprafeței terestre la acestea (vezi cap. Eroziunea hidrică), în cadrul dinamicii hidrogeomorfologice a albiei de râu conlucrează sinergic și holistic mai mulți factori pentru a determina:

- caracteristicile climato-hidraulice de care depind curgerea apei și transportul sedimentelor;
- modificări ale reliefului albiei de râu urmare unor procese naturale și antropice, modificări ce impun un anumit răspuns caracteristicilor climato-hidrologice;

- efectele acestor relații (relieful albiei și factorii climato-hidrologici) asupra dinamicii actuale și viitoare a râului, precum și a societății (modificări în morfologia talvegului, lățimea, panta, debitul lichid, volumul sedimentelor, viituri și inundații, agradarea sau degradarea canalului de scurgere adică a talvegului, linia care unește punctele cele mai adânci ale canalului de curgere).

1.2. Răspunsul râului la caracteristicile vremii

Condițiile climatice, prin influența pe care o exercită permanent asupra proceselor hidrologice, constituie un factor determinant al dinamicii hidrogeomorfologice. Un rol major îl au precipitațiile, a căror variabilitate este reflectată de scurgerea lichidă și solidă a râurilor. Remarcabile prin efectele hidrogeomorfologice sunt evenimentele pluviale generatoare de viituri.

Alimentarea cu apă a râurilor, de suprafață și subterană, depinde proporțional de caracteristicile principalelor elemente climatice, în primul rând de precipitațiile lichide și solide (apa provenită din topirea zăpezii, ghețarilor), în contextul particularităților fizico-geografice și geologice ale bazinului hidrografic aferent (fig. 1.1).

Alimentarea râurilor din ploii este caracteristică râurilor din zonele calde și temperate. În zonele calde, ecuatoriale și subecuatoriale, abundența precipitațiilor face ca alimentarea să fie exclusiv pluvială repartizată regulat pe tot timpul anului.

În zonele temperate, alimentarea este *pluvio-nivală* (din precipitații și din topirea zăpezii) cu predominarea unuia sau altuia din subtipuri în funcție de poziția geografică continentală.

Alimentarea exclusiv nivală este caracteristică râurilor din zonele reci pe tot timpul anului și din zonele temperate pe timpul iernii.

Alimentarea nivo-glaciară particularizează râurile alpine-polare și subalpine-subpolare.

Alimentarea râurilor din apa provenită din straturile *acvifere subterane freatice* care se constituie într-un rezervor în condițiile unor precipitații deficitare.

Alimentarea din apele *subterane de adâncime* se face cu un debit constant aproape tot timpul anului.

Sursa de apă a râurilor este deosebit de importantă pentru că ea poate asigura permanent sau temporar funcționarea râului, dinamica acestuia. Determinarea provenienței apei, sursei acesteia, permite stabilirea regimului de alimentare folosindu-se hidrograful debitelor medii zilnice. În funcție de