

**UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CHIMIE, BIOLOGIE, GEOGRAFIE  
DEPARTAMENTUL DE GEOGRAFIE  
ȘCOALA DOCTORALĂ "MEDIU GEOGRAFIC ȘI DEZVOLTARE  
DURABILĂ"**

**STUDIU ASUPRA FENOMENELOR  
GEOMORFOLOGICE ȘI HIDROLOGICE DE RISC  
DIN BAZINUL LĂPUȘULUI**

**Coordonator științific:**

**Prof. univ. dr. Urdea Petru**

**Doctorand:**

**Năsui Daniel**

**Timișoara**

**2014**

## CUPRINS

<b>1 Introducere</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Terminologie și metodologie în studiul fenomenelor geomorfologice și hidrologice de risc</b> .....	<b>9</b>
2.1 Aspecte generale privind terminologia fenomenelor de risc .....	9
2.2 Riscurile geomorfologice .....	12
2.2.1 Ierarhizarea și reprezentarea cartografică a riscului geomorfologic	13
2.2.2 Analiza riscului asociat eroziunii solului .....	15
2.2.3 Analiza riscului asociat alunecărilor de teren .....	16
2.3 Riscurile hidrologice .....	18
2.3.1 Ierarhizarea și reprezentarea cartografică a inundațiilor .....	19
<b>3 Bazinul hidrografic Lăpuș – spațiu de geneză și evoluție a fenomenelor geomorfologice și hidrologice de risc</b> .....	<b>22</b>
3.1 Localizarea și regionarea arealului de studiu .....	22
3.1.1 Unitatea de bazin hidrografic .....	24
3.1.2 Probleme de regionare geografică .....	27
3.2 Caracteristici geologice .....	29
3.2.1 Evoluția paleogeografică .....	29
3.2.2 Alcătuirea petrografică .....	31
3.3 Relieful – caracteristici genetice și morfografice .....	35
3.3.1 Carpații Orientali .....	35
3.3.2 Dealurile de Vest .....	37
3.3.3 Depresiunea Transilvaniei .....	42
3.4 Caracteristici morfometrice .....	45
3.5 Caracteristici climatice .....	54
3.6 Hidrografie și caracteristici hidrologice .....	56
3.7 Vegetația și fauna .....	59
3.8 Solurile .....	63
3.9 Populație și așezări .....	65
<b>4 Studiu asupra eroziunii solurilor din bazinul Lăpuș</b> .....	<b>67</b>
4.1 Eroziunea – definire și clasificare .....	67
4.1.1 Definiție .....	67
4.1.2 Clasificare .....	68
4.2 Procese erozionale actuale în bazinul Lăpuș .....	72
4.3 Analiza susceptibilității la eroziune a solurilor din bazinul Lăpuș .....	78
4.4 Studiu de caz: aplicarea modelului SATEEC în bazinul Prislop .....	88
4.4.1 Bazinul Prislop – caracteristici geografice .....	88
4.4.2 Alcătuirea bazei de date .....	91
4.4.3 Rularea modelului SATEEC în bazinul Prislop .....	95
4.5 Metode de prevenție și control a eroziunii solurilor .....	104
4.5.1 Prevenirea eroziunii solurilor .....	104
4.5.2 Controlul eroziunii solurilor .....	105
<b>5 Studiu asupra alunecărilor de teren din bazinul Lăpuș</b> .....	<b>109</b>
5.1 Alunecările de teren – definire, clasificare, caracteristici .....	109
5.1.1 Definiție .....	109
5.1.2 Clasificare .....	109

5.1.3 Cauzele alunecărilor de teren .....	111
5.2 Procese gravitaționale actuale în bazinul Lăpuș .....	113
5.3 Analiza susceptibilității la alunecări de teren în bazinul Lăpuș .....	120
5.3.1 Calculul indicelui de stabilitate gravitațională pentru bazinul Lăpuș, utilizând extensia SINMAP .....	120
5.3.2 Modelarea susceptibilității la alunecări de teren pentru bazinul Lăpuș, utilizând metodologia descrisă în HG 447/2003 .....	124
5.4 Studiu de caz: alunecările de teren din glacisul Iricău .....	135
5.4.1 Așezare și limite .....	135
5.4.2 Caracteristici geografice .....	135
5.4.3 Alcătuirea bazei de date .....	138
5.4.4 Aplicarea modelelor de alunecări de teren utilizând tehnici GIS ...	140
5.5 Metode de prevenție și control a alunecărilor de teren .....	151
<b>6 Aspecte privind inundațiile din bazinul Lăpuș</b> .....	<b>153</b>
6.1 Strategia națională de management a riscului la inundații .....	153
6.2 Modelarea hidrologică a bazinului hidrografic Lăpuș, utilizând softul WetSpa .....	156
6.3 Studiu de caz: modelare hidrodinamică pe valea Suciu utilizând softul Hec-Ras .....	165
<b>Concluzii</b> .....	<b>178</b>
<b>Bibliografie</b> .....	<b>182</b>
<b>Anexe</b> .....	<b>192</b>

## CUVINTE CHEIE

Bazin hidrografic, Lăpuș, GIS, modelare, eroziune, alunecări de teren, inundații

## REZUMAT

Bazinul hidrografic Lăpuș – ce acoperă o suprafață de peste 1.800km<sup>2</sup> – este caracterizat de o mare varietate petrografică și morfologică, fapt ce induce atât diferențe majore în formele pe care le îmbracă fenomenele geomorfologice și hidrologice de risc cât și în distribuția acestora la nivelul întregului bazin.

Zecile de ieșiri pe teren în ultimii 20 de ani în perimetrul zonei studiate în această lucrare m-au convins atât de complexitatea fenomenologiei de risc cât și de relative ignoranță acordată de autoritățile locale, dar și de comunitatea științifică, unor areale izolate ce prezintă procese accelerate de eroziune, alunecări de teren sau inundații.

Amploarea pe care o îmbracă fenomenele geomorfologice și hidrologice de risc nu se ridică la nivelul întâlnit în alte regiuni ale țării. În raport cu vulnerabilitatea, hazardele nu induc un risc major pentru populație decât în foarte rare cazuri (ex. Glacisul Iricău), motiv pentru care am optat să mă axez aproape exclusiv pe determinarea susceptibilității de producere a fenomenelor de risc, în vederea luării din timp a unor decizii și măsuri de prevenție și combatere a eroziunii, alunecărilor de teren și inundațiilor la nivelul bazinului.

Scopul studiului de față constă în identificarea celor mai potrivite modele calitative de analiză a susceptibilității de producere a fenomenelor geomorfologice și hidrologice de risc pentru bazinul hidrografic Lăpuș. Detalierea acestui scop general se realizează prin intermediul următoarelor obiective:

- Identificarea formelor erozionale, proceselor gravitaționale și arealelor afectate de viituri și inundații în bazinul Lăpuș și a principalelor caracteristici ale acestora;
- Determinarea susceptibilității la eroziune, alunecări de teren și inundații în arealul studiat;
- Realizarea a trei studii de caz în cele mai susceptibile areale identificate în bazinul Lăpuș și aplicarea unor metode corespunzătoare acestor areale;
- Descrierea unor măsuri de reducere a riscului la eroziune, alunecări și inundații din arealul studiat.

Metodologiile de cercetare au fost alese atât în funcție de gradul lor de utilizare în cadrul comunității științifice internaționale, cât și în funcție de bazele de date disponibile. Acolo unde metodele alese nu au dat rezultatele scontate am aplicat metode adaptate factorilor din arealul studiat. SHALSTAB) și la inundații (modelele WetSpa și Hec-Ras). Aplicarea acestor metodologii se bazează pe utilizarea tehnicilor GIS de analiză spațială, de la procesul de digitizare, până la generarea hărților de sinteză.

Aplicarea acestor metode s-a bazat pe inventarierea formelor de eroziune, alunecărilor de teren și a arealelor afectate de inundații prin incursiuni repetate în teren și cartarea topografică a acestora, cât și observarea și consemnarea caracteristicilor de morfometrie și morfologice ale celor mai reprezentative forme rezultate. Inventarul formelor erozionale, al alunecărilor de teren și al zonelor afectate de inundații s-a făcut treptat, inițial în cadrul practicilor de vară cu studenții, mai apoi în cadrul proiectelor de cercetare științifică ale studenților iar ulterior în cadrul proiectelor pe fonduri structural sau al contractelor directe. La acestea se adaugă și o foarte bună colaborare cu ONG-urile.

Definirea conceptelor și a metodologiei utilizate, cât și prezentarea arealului studiat se bazează pe analiza și sinteza surselor bibliografice de specialitate, atât românești, cât și internaționale. La acestea se adaugă datele în format cartografic (hărți topografice 1:50.000, 1:50.000, geologice 1:200.000, 1:50.000, pedologice 1:200.000, ortofotoplanuri 0,5m) care au fost prelucrate în vederea extragerii informației spațiale prin georeferențiere, digitizare și rasterizare și pe baza cărora, prin intermediul analizei spațiale, s-au generat hărți de sinteză sau hărți noi.

Cercetarea în teren a inclus colectarea datelor de la administrațiile județene și locale, din publicațiile locale ale bibliotecii județene, interviuarea locuitorilor și a reprezentanților instituțiilor menționate, observații directe în teren, măsurători cu GPS.

Lucrarea este compusă din șase capitole și mai multe subcapitole, în relație cu fenomenele geografice de risc. Capitolul de față prezintă pe scurt scopul, obiectivele, metodologia utilizată, structura lucrării, un scurt istoric al cercetărilor geografice în bazinul Lăpușului și mulțumiri.

Capitolul patru tratează procesele erozionale prezente pe teritoriul bazinului Lăpuș. Identificarea și inventarierea principalelor forme de eroziune torențială se constituie în baza alegerii metodelor de lucru pentru analiza susceptibilității la eroziune. Cele mai multe forme de eroziune inventariate sunt de tipul eroziunii torențiale, deoarece sunt ușor de identificat atât pe teren cât și pe ortofotoplanurile cu rezoluția de 0,5m. Datorită caracterului agresiv al proceselor erozionale, harta din anexă include doar procese erozionale actuale, subliniind încă o dată diferența de caracter temporal între cele trei fenomene studiate.

Aplicarea modelului USLE pentru întreg bazinul Lăpuș și a modelului SATEEC pentru subbazinul hidrografic Prislop a dus la identificarea celor mai susceptibile areale la eroziunea superficială (în cazul bazinului Lăpuș) și la eroziunea torențială (în cazul bazinului Prislop). Soft-ul de modelare ales pentru determinarea susceptibilității la eroziune a solurilor din bazin a fost USLE, dată fiind utilizarea pe scară largă a acestui model. Rezultatele au fost comparate cu repartiția formelor inventariate de eroziune torențială, validarea indicând o suprafață foarte mare afectată de eroziune în areale modelate cu susceptibilitatea minimă. Motivul poate fi explicat atât din prisma faptului că modelul a fost gândit pentru modelarea eroziunii superficiale, dar și prin calitatea îndoielnică a datelor de intrare în model. Din acest motiv, studiul de caz, ales în bazinul hidrografic Prislop, a fost modelat cu ajutorul modelelor de eroziune conținute în extensia SATEEC. Harta cumulată a eroziunii superficiale cu eroziunea torențială reflectă îndeaproape realitatea din teren, utilizând aceleași date de intrare în model ca și în cazul modelării USLE. În capitolul cinci am realizat inventarul proceselor gravitaționale de pe întreg teritoriul bazinului Lăpuș și am aplicat modelul de susceptibilitate al alunecărilor descris în HG 447/2003 la nivelul zonei studiate. În cazul alunecărilor de teren, nu s-a putut face o distincție clară între alunecările vechi și cele noi, între cele stabile și instabile sau între alunecările active și cele inactive, raportat la nivelul întregului bazin hidrografic. Toate alunecările de teren identificate sunt inventariate, acestea având o frecvență mai ridicată în glacisurile și piemonturile montane, dar și în unitățile deluroase din interiorul depresiunilor. Ca studiu de caz am ales glacisul Iricău, ce reprezintă la ora actuală arealul cu cel mai mare risc de producere a alunecărilor de teren, mai ales datorită importantelor pagube materiale produse asupra arealelor rezidențiale din Municipiul Baia Mare.

Metodologia aplicată pentru studiul de caz include atât consacratele modele SMORPH și SHALSTAB dar și o metodologie proprie derivată din numeroasele investigații în arealul studiat. Soft-urile de modelare alese pentru determinarea susceptibilității la alunecări de teren în bazinul Lăpuș au fost SINMAP și metodologia descrisă în HG 447/2003. În cazul ambelor modelări, rezultatele au fost coerente cu realitatea din teren, deși pentru anumite zone marcate cu susceptibilitate maximă, alunecările de teren nu se produc. Acest fapt poate fi datorat și calității bazei de date utilizate dar și importanței mari acordate factorilor morfometrici și petrografici de către metodele utilizate. De asemenea se remarcă apariția fenomenelor de alunecare și în zone în care susceptibilitatea modelată este aproape nulă. Acest fapt poate fi explicat prin faptul ca au fost inventariate și alunecările vechi, stabilizate. Pentru studiul de caz, în cazul alunecărilor de teren, am ales glacisul Iricău, situat în intravilanul Municipiului Baia Mare. Este poate cea mai afectată zonă de alunecări din perimetrul întregului bazin. Am ales să aplic 4 modele de susceptibilitate, două consacrate: SHALSTAB și SMORPH, și două metodologii proprii, adaptate situației din

teren și bazelor de date realizate. Validarea rezultatelor s-a făcut prin suprapunere directă a alunecărilor existente peste clasele de susceptibilitate rezultate din modelări. Calitatea rezultatelor finale a fost influențată și de faptul că nu toate alunecările au putut fi inventariate, motivul fiind dat atât de proprietățile private împrejmuite, cât și de reticența rezidenților.

Capitolul șase, tratează problema inundațiilor la nivelul la nivelul bazinului hidrografic Lăpuș. Modelarea hidrologică de bazin s-a realizat în intervalul 2002 – 2004 în cadrul proiectului FP5 „Tisza River Project” cu ajutorul modelului WetSpa realizat de Universitatea Liberă din Bruxelles. Studiul de caz pentru modelarea hidrodinamică a fost ales în cursul inferior a văii Suciu, amonte de confluența cu râul Lăpuș, datorită istoricului de inundabilitate al localității Suciu de Jos și a stării deplorabile de întreținere a digurilor construite după inundațiile din 1970. În ceea ce privește inundațiile, am marcat zonele modelate cu scenariul de probabilitate medie (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 1% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 100 de ani), aceasta fiind valoarea calculată de Administrația Națională „Apele Române” pentru întreg teritoriul național. Harta propusă de către Administrația Națională „Apele Române” a fost modificată și completată cu informațiile culese în teren sau modelate în programele WetSpa și Hec-RAS. Valoarea de 3% a zonelor susceptibile la inundații, marchează acest fenomen de risc ca dominant în bazinul Lăpușului. Modelul hidrologic de bazin a fost realizat în cadrul proiectului FP5 „Tisza River Project” (Contract No:EVK1-CT-2001-00099) „Modele integrate de bazin la scară reală pentru susținerea deciziilor de management al resurselor de apă și mediului”, utilizând softul de modelare WetSpa. Ca și cercetător în cadrul acestui proiect, am avut sarcina de a realiza baza de date utilizată ulterior în rularea modelului. Rezultatele acestei modelări pot fi utilizate pentru controlul inundațiilor sau poluărilor accidentale, un instrument deosebit de util în vederea ulterioarelor modelări hidraulice sau de bazin, și în managementul silvic. Validarea modelului s-a făcut prin comparație directă cu valorile reale măsurate în intervalul 29 noiembrie 1999 – 3 august 2000 la stațiile hidrologice din bazinul Lăpușului.

Studiul de caz pentru inundații a fost ales în cursul inferior al văii Suciu, atât din motivul zonelor afectate în timpul inundațiilor din 1970, cât și prin îngustimea culoarului de vale situate între localitățile Suciu de Sus și Suciu de Jos. Soft-ul ales a fost Hec-RAS, acesta fiind unul din cele mai populare softuri ce generează modele unidimensionale. Rezultatele obținute în urma modelării m-au intrigat, motivul fiind zonele afectate de inundații în 1970. Chiar și în condițiile unui debit mare, suprafața afectată rămâne relativ redusă, afectând doar casele noi situate în imediata apropiere a albiei minore. Acest fapt se explică atât printr-o pantă mare ce generează o viteză ridicată a apei în perimetrul albiei minore cât și prin amplasarea noilor zone rezidențiale preponderent pe terase. Lucrările de dragare și îndiguire executate după inundațiile din 1970 au avut și ele o influență benefică ce se reflectă în arealele reduse de susceptibilitate la inundații.

Lucrarea se încheie cu o serie de concluzii precum și o listă bibliografică. Lucrarea de față se dorește o continuare și o completare a studiilor realizate până în prezent pentru bazinul hidrografic Lăpuș, în vederea aducerii în atenția comunității științifice, a populației și a autorităților problematica riscului asociat eroziunii, alunecărilor de teren și inundațiilor.

Considerăm că, din prisma rezultatelor obținute, țintele majore ale acestui demers științific laborios au fost atinse, conștientizând însă faptul că aria de studiu merită eforturi în plus pentru nuanțarea unor concluzii foarte importante din punct de vedere al caracterului aplicativ al acestui gen de cercetare. Această lucrare a beneficiat de sprijinul financiar oferit prin contractul POSDRU/159/1.5/S/133391, proiect strategic “Programe doctorale și post-doctorale de excelență pentru formarea de resurse umane înalt calificate pentru cercetare în domeniile Științele Vieții, Mediului și Pământului”, cofinanțat din Fondul Social European, prin Programul Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.