

UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE GEOGRAFIE
CATEDRA DE GEOGRAFIE FIZICĂ

Podișul Măhăceni – Studiu Geomorfologic

Teză de doctorat

-Rezumat-

**Conducător științific,
Prof. dr. Virgil Surdeanu**

**Doctorand,
Bogdan Ioan Onac**

Cluj-Napoca

2010

CUPRINS

<i>Introducere</i>	1
CAPITOLUL 1. Istoricul cercetărilor	3
CAPITOLUL 2. Metodologia de studiu	8
CAPITOLUL 3. Podișul Măhăceni – terminologie și încadrare teritorială	13
3.1. Considerații generale asupra noțiunilor de „piemont” și „podis”	13
3.2. Podișul Măhăceni - încadrare teritorială	19
CAPITOLUL 4. Suportul geologic al regiunii	28
4.1. Paleoevoluția	28
4.1.1. Ciclul Miocen superior	31
4.1.2. Ciclul Pliocen	38
4.1.3. Cuaternarul	39
4.2. Stratigrafia Podișului Măhăceni	40
4.3. Tectonica Podișului Măhăceni	45
4.3.1. Tectonica sării	53
CAPITOLUL 5. Relieful Podișului Măhăceni	59
5.1. Caracterizare morfologică și morfometrică	59
5.1.1. Morfologia	59
5.1.2. Morfometria	66
5.1.2.1. Adâncimea fragmentării	66
5.1.2.2. Densitatea fragmentării	69
5.1.2.3. Geodeclivitatea	71

5.1.2.4. Expoziția versantului	73
5.1.2.5. Profile geomorfologice	75
5.2. Tipuri genetice de relief	77
5.2.1. Relieful structural și petrografic	77
5.2.1.1. Relieful structural	77
5.2.1.2. Relieful petrografic.....	82
5.2.2. Relieful Sculptural	83
5.2.2.1. Relieful denudațional	83
5.2.2.2. Relieful fluviatil	95
CAPITOLUL 6. Morfodinamica actuală în Podișul Măhăcești	102
6.1. Procese de modelare contemporană	102
6.2. Modelarea contemporană - componentă a regiunii geomorfologice	104
6.3. Premise de apariție și dezvoltare ale proceselor actuale de modelare	107
6.3.1. Factorul geolitic și paleorelieful.....	107
6.3.2. Factorul climatic	110
6.3.3. Factorul Hidrologic	117
6.3.4. Factorul Fitoedafic	121
6.3.5. Factorul antropoc	127
6.4. Interrelații dintre procesele de modelare contemporană	129
6.4.1. Tipuri de relații	129
6.4.2. Sisteme geomorfologice	138
6.4.3. Studii de caz	140

6.5. Procese de mișcare în masă	149
6.5.1. Procese de deplasare în masă	149
6.5.2. Alunecări de teren	155
6.5.3. Dinamica alunecărilor de teren din Podișul măhăceni	159
6.6. Susceptibilitatea terenurilor la procese actuale de degradare.....	167
6.6.1. Susceptibilitatea terenurilor la alunecări de teren	168
6.6.2. Susceptibilitatea terenurilor la procese de eroziune torențială	175
6.6.3. Susceptibilitatea terenurilor la eroziunea în suprafață	182
6.6.4. Concluzii	188
CAPITOLUL 7. Reflectarea componentei morfologice în sistemul teritorial al Podișului Măhăceni în contextul dezvoltării durabile	192
7.1. Peisaj geografic și dezvoltare durabilă - delimitare noțională	192
7.2. Suportul geomorfologic al Podișului Măhăceni și influența acestuia în dezvoltarea sistemului teritorial.....	199
7.2.1. Suportul natural	199
7.2.2. Suportul antropic al Podișului Măhăceni și reflectarea activităților umane în morfodinamica actuală a zonei	201
7.2.2.1. Modul de utilizare a terenului și influența acestuia în declanșarea și dezvoltarea proceselor actuale de degradare.....	202
7.2.2.2. Alte activități	209
7.3. Impactul proceselor de modelare actuală asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni	213
7.3.1. Procese de modelare actuală cu impact negativ asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni	213

7.3.2. Problema riscului, rolul predicției asupra hazardelor naturale și măsuri de combatere a efectelor acestora	214
7.3.2.1. Evaluarea riscului la alunecări de teren în Podișul Măhăceni.....	216
7.3.2.2. Concluzii	223
7.3.2.3. Măsuri de prevenire și combatere în declanșarea și evoluția alunecărilor de teren	224
Concluzii	226
BIBLIOGRAFIE	232

Cuvinte-cheie: podiș, morfologie, procese de modelare actuală, factori morfogenetici, susceptibilitate, degradarea terenurilor, risc, regionare geomorfologică.

1. Introducere

Zona de bordură vestică a Depresiunii Transilvaniei este un teritoriu care încă ridică diverse probleme legate de evoluția Bazinului Transilvan, în raport cu ridicările Carpaților. Ca zonă de contact între Munții Trascău și Depresiunea Transilvaniei, Podișul Măhăceni reflectă schimbările miocen-pliocene de la bordura transilvano-apuseană, fiind un teritoriu controversat și foarte puțin studiat până în prezent. Lucrarea de față: "*Podișul Măhăceni - Studiu Geomorfologic*" este rezultatul cercetărilor din perioada: 2005-2010 și are ca **scop** evidențierea principalelor aspecte ale sistemului morfogenetic al Podișului Măhăceni, oferind un model regional în cunoașterea structurilor pericarpatică de pe latura vestică a Depresiunii Transilvaniei.

2. Metodologie

Metodologia cercetării și analizei geomorfologice a urmat dinamica și metodele de cercetare proprii geografiei și științelor conexe. Experiența geomorfologică actuală urmează direcții noi corelativo-sintetice în reliefașul aspectelor legate de intimitatea proceselor morfodinamice, relevând caracterul interdisciplinar al geomorfologiei ca știință.

În vederea atingerii scopului propus, s-au stabilit următoarele **obiective** :

- analiza suportului morfogenetic al arealului în studiu și reflectarea acestuia în evoluția morfodinamică a zonei
- reliefașul caracteristicilor morfologice și morfometrice specifice arealului studiat
- studierea trăsăturilor dominante ale morfodinamicii actuale
- eficientizarea studiului prin urmărirea direcțiilor de regionare geomorfologică
- analiza sensibilității teritoriale la procese actuale de degradare

3. Terminologie și încadrare teritorială

Podișul Măhăceni este o unitate deluroasă de contact, situată în sectorul cutat pericarpatic de la bordura vestică a Depresiunii Transilvaniei, fiind un ansamblu morfo-structural distinct, delimitat geotectonic și morfotectonic față de unitățile înconjurătoare. Situat la "piciorul" Munților Trascău, Podișul Măhăceni conține în structura sa morfogenetică formațiuni piemontane, care au fost intens erodate policiclic și transportate de rețeaua hidrografică inițială și adaptată ulterior Arieșului și Mureșului. Urmele acestui piemont se regăsesc azi în sectorul vestic mai înalt, care corespunde nivelului de eroziune de 550m. Sectorul deluros aparținând treptei de relief de 300-400m este reprezentativ pentru arealul în studiu, având caracteristici de podiș, exprimate în nivelele de eroziune de 360-400 și 450m, care reprezintă aproximativ două treimi din totalul acestei unități deluroase. Astfel, din punct de vedere morfotectonic, Podișul Măhăceni poate fi considerat o unitate cutată pericarpatică, petrografic și paleoevolutiv, fiind un piemont intens erodat, însă din punct de vedere morfo-funcțional, arealul Măhăceni este o unitate de podiș distinctă, bine individualizată și separată geotectonic și morfologic, atât de Munții Trascău, cât și de Podișul Transilvaniei, mai ales prin cele două artere principale: Arieșul și Mureșul, precum și prin sistemul de falii crustale adiacente.

Arealul studiat - Podișul Măhăceni - se desfășoară în partea central nord-vestică a țării, ca zonă de contact între Munții Trascău și Depresiunea Transilvaniei, aparținând sectorului de dealuri și depresiuni pericarpatiche vest-transilvănene de la marginea Apusenilor. Arealul în studiu are o suprafață de 421,7km² și este delimitat geotectonic și morfo-structural de unitățile din jur, fiind un areal distinct, bine individualizat. La vest se desparte de Munții Trascău printr-un sector de defileu al văii Văleni, continuat de depresiunile de contact pe aliniamentul localităților Pietroasa-Podeni-Lopadea (Figura 1). La nord și est Podișul Măhăceni este încadrat de Valea Arieșului, respectiv de falia crustală în lungul căreia s-a înscris râul menționat. Limita sudică este trasată de Valea Mureșului, iar limita sud-vestică este reprezentată de Valea Aiudului (Geografia României, Vol. III, 1987), corespunzătoare unui sector de adâncire puternică.

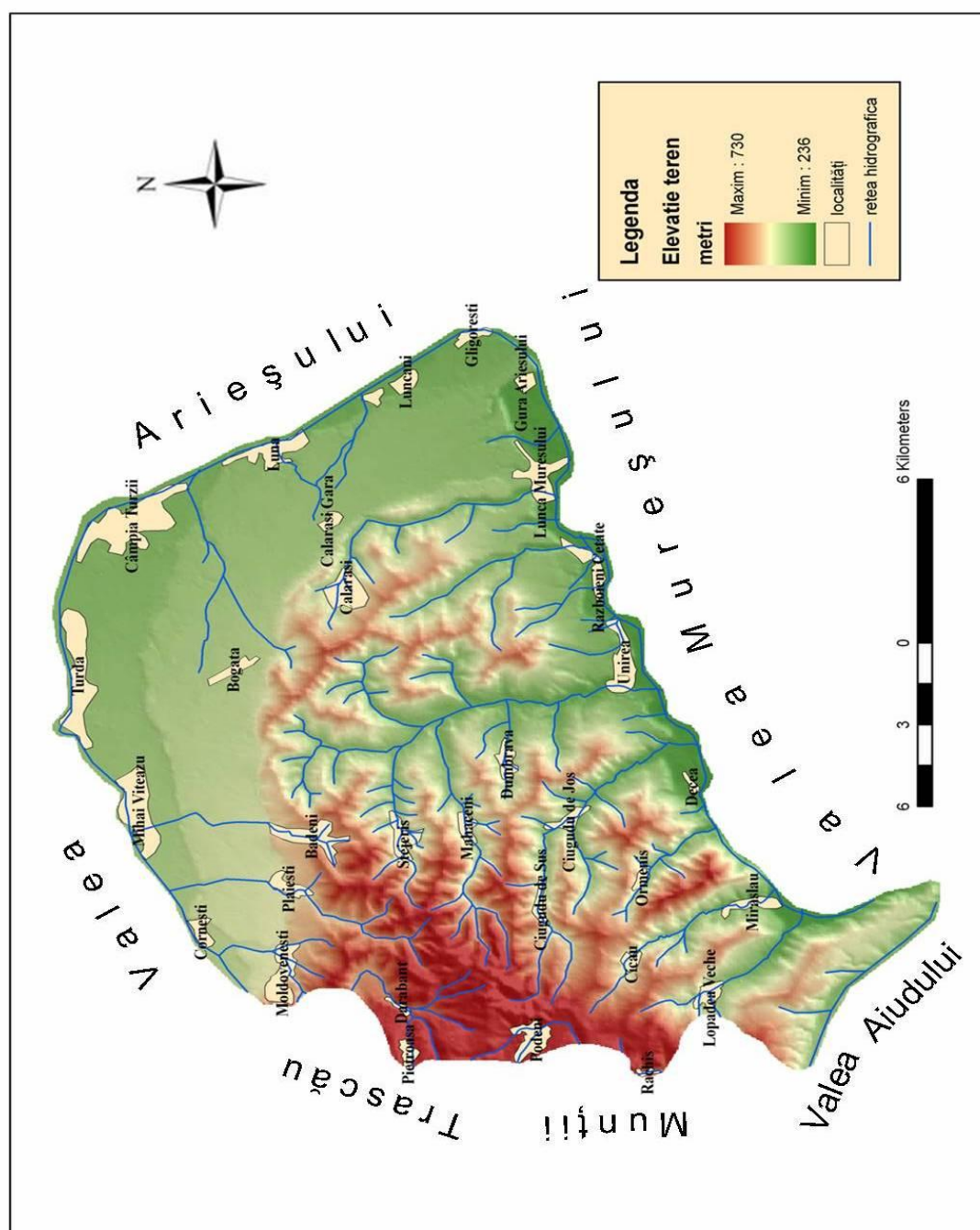


Fig.1. Podișul Măhăceni - încadrare teritorială

4. Suportul geologic al regiunii

Geologia Podișului Măhăceni îmbracă complicațiile evidențiate de această zonă de contact între orogenul Apusean și unitatea de bazin corespunzătoare Depresiunii Transilvaniei, fiind un subiect puțin tratat, cu caracter fracționat, neuniform și cu o slabă corelare cu morfologia, în raport cu multele lucrări apărute încă din a doua jumătate a secolului al XIX-lea. De asemenea, lipsesc materialele cartografice corespunzătoare (singura hartă disponibilă pe zonă fiind la scara 1:200000, ediție 1967), forajele, profilele de detaliu, precum și slaba corelare cu morfologia.

Prin urmare, pentru a putea reliefa evoluția suportului geotectonic al regiunii, ca factor de bază în evoluția morfogenetică a acestei formațiuni miocene, în care se afișează în benzi aproape paralele, Badenianul, Sarmatianul și Pannonianul, a fost nevoie de considerarea geotectonicii Bazinului Transilvan în ansamblu, cu ajustările bibliografice cât mai recente, alături de observațiile și verificările din teren.

În acest context, harta geologică generală (Fig. 3) s-a construit în urma sintezei din mai multe materiale cartografice: Harta Geologică 1:25000 (Filipescu, 1996), Harta Geologică 1:20000-Foaia Turda (Ed. 1967), profile geotectonice (Krézsek, Bally, 2006), profile seismice (SNGN Romgaz S.A., 2009), la care s-au adăugat validări în teren.

4.1. Paleoevoluția

Trăsăturile caracteristice ale arealului studiat scot la iveală complicațiile zonei cutate de bordură vestică a Depresiunii Transilvane, în a cărei evoluție intervin trei factori majori: evoluția bazinului post-cretacic Transilvan în legătură cu cel Panonic, mișcările Carpaților și prezența sării. Acest teritoriu a fost intens modelat exogen, prin agenții externi și endogeni, prin mișcări de ridicare și cutare. Acest sistem de cute, alături de întreg registrul geotectonic miocen-pliocen al Podișului Măhăceni, reprezintă *premisele de bază pe care se sprijină întreg geomorfosistemul arealului în studiu, intervenind foarte clar în morfologia acestei zone de contact.*

Endogeomorfosistemul Podișului Măhăceni a cuprins în evoluția sa neogenă două elemente ce au acționat cu sens opus: pe de o parte s-au manifestat mișcările de ridicare și cutare miocen-pliocene ale Apusenilor, iar cu sens contrar, s-au desfășurat influențele diapirismului, mai ales în prezența masivelor de sare (Fig. 2).

Exogeomorfosistemul arealului în studiu a scos în evidență o puternică eroziune care a îndepărtat cea mai mare parte a formațiunilor piemontane și care a redus mult suprafețele de nivelare, facilitând dezvoltarea bazinelor erozionale.

Rezultanta acțiunii celor două sisteme este relieful actual al Podișului Măhăceni, cu un mare grad de fragmentare în special pe direcție vest-est.

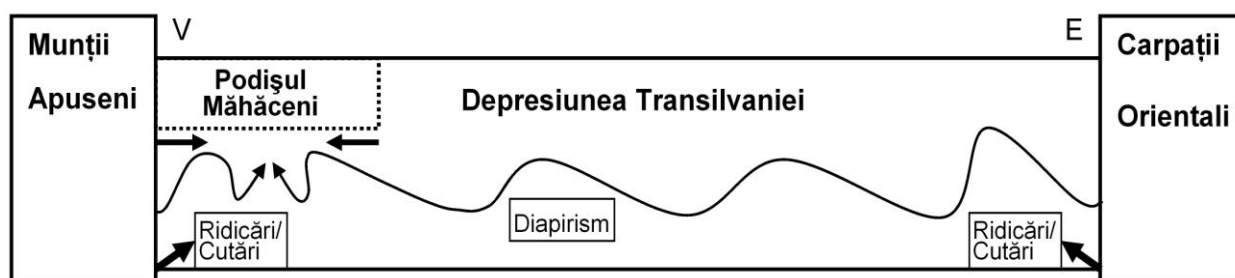


Fig. 2. Evoluție schematică a endogeomorfosistemului neogen al Podișului Măhăceni

4.1.1. Ciclul Miocen superior

a) *Badenianul*

În Podișul Măhăceni faciesul badenian litoral-recifal este bine reprezentat, cuprinzând calcare conglomeratice cu *Lithotamnium* (Ciupagea et. Al, 1970) și ocupă o fâșie bine individualizată pe aliniamentul localităților Moldovenești - Pietroasa - Podeni - Rachiș (Fig.3), peste diabazele mezozoice ale Trascăului. Depozitele badeniene iau contact direct cu formațiunile cele mai vechi ale fundamentului, demonstrând existența unei transgresiuni importante a mării badeniene (M. Ilie, 1958).

În afară de sedimentația litorală, urmează în părțile mai distanțate de zona de litoral, o acumulare a rocilor detritice în care se amestecă și calcarul cu *Lithotamnium*, suficiente pentru a demonstra existența unui regim neritic de mică adâncime.

Acest regim se desfășura la marginea estică a faciesului litoral, pe aliniamentul localităților Lopadea-Podeni-Pietroasa, dând naștere lentilelor de sare și gips care apar azi în sectorul ce corespunde prelungirii soclului continental. Prezența lentilelor de sare și gips din complexul Sarmațian, s-a explicat prin același fenomen al regimului lagunar, pe fondul subsidenței.

b) *Buglovianul* afișează un facies marnos (care se continuă cu unul marnos-nisipos spre est, cu reducerea procentului de nisipuri) și cuprinde complexul de strate care se dezvoltă între tuful de Ghiriș și tuful de Borșa-Turda, sau marnele cu *Spiralis* de la partea superioară a Badenianului.

La est și sud de Turda Buglovianul a fost urmărit datorită tufului de Ghiriș și tufului de Hădăreni care apare pe structurile Măhăceni - Ormeniș (Fig. 4), Turda - Ocna Mureș, Vișoara - Hădăreni. În aceste zone Buglovianul este în general marnos.



Fig. 4. Tuf de Ghiriș identificat în Anticlinala Măhăceni

c) *Sarmațianul* se găsește în continuare de sedimentare cu Buglovianul, de care îl separă tuful de Ghiriș, în partea centrală și vestică a Depresiunii Transilvane, evidențiindu-se doar orizonturile inferior și mediu (Volhinianul și Bessarabianul). Din punct de vedere litologic sunt caracteristice: intercalațiile de tufuri vulcanice care se îngroașă spre partea inferioară a formațiunilor, intercalațiile subțiri de calcare dolomitice, intercalațiile de marne șistoase cu filme albe care se întâlnesc în general către partea superioară a formațiunii.

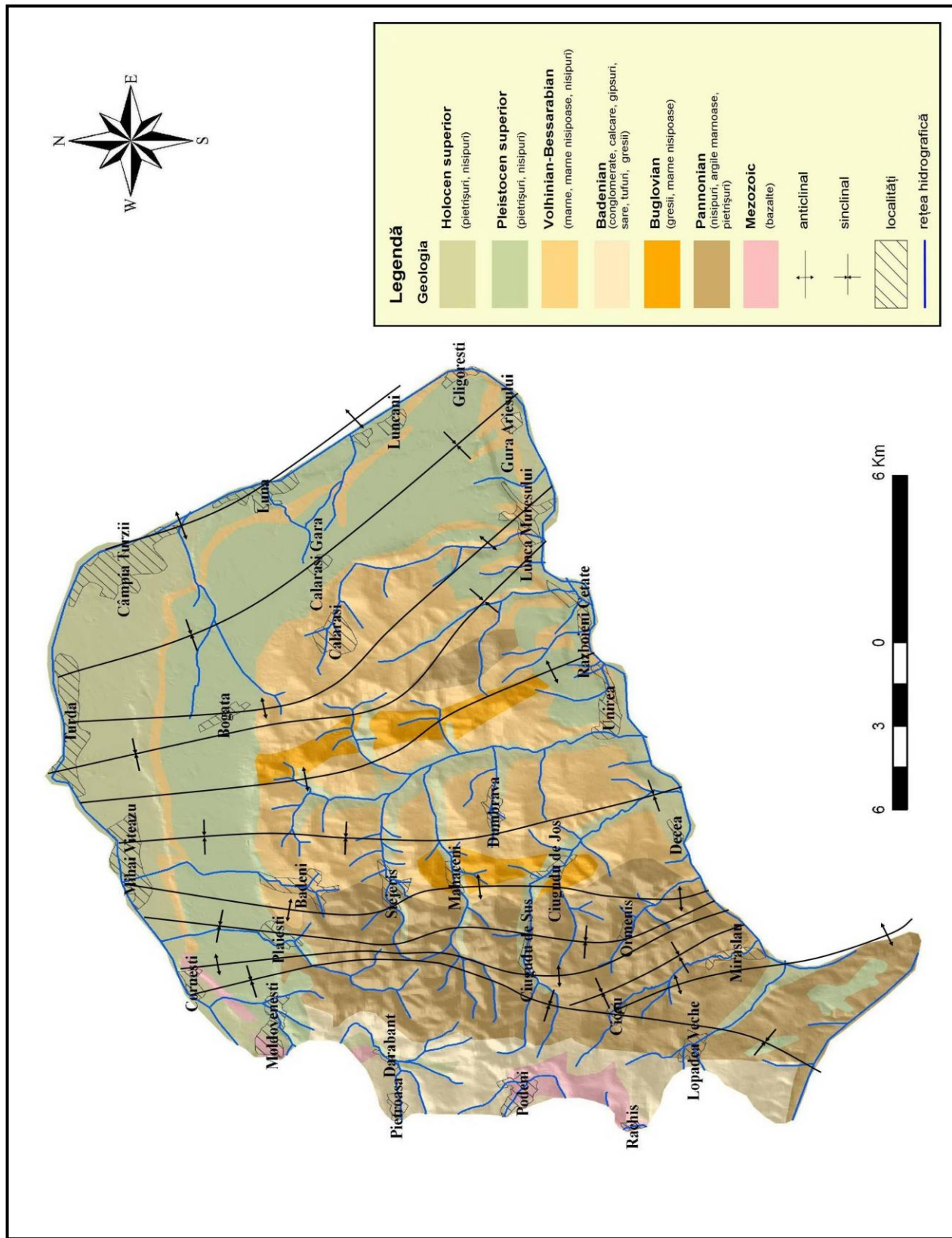


Fig. 3. Podișul Măhăceni - Harta Geologică generală (după Harta Geologică 1:200000-1967; Harta Geologică 1:25000-Filipescu, 1996; profile geotectonice-Krézsek, Bally, 2006; profile seismice-SNGN Romgaz S.A., 2009)



Fig. 5. Argile nisipoase sarmațiene aparținând formațiunii de Măhăceni în versantul stânga al văii Ciugudului



Fig. 6,7. Trovanți la Ormeniș (Sarmațian)

4.1.2. Ciclul Pliocen

Pliocenul din zona Măhăceniilor și de pe întreaga ramă vestică a Depresiunii Transilvane a fost identificat pe baza conținutului faunistic. Depozitele sale transgresează pe rama estică a Apusenilor, peste depozitele cretacice paleogene și miocene și peste eruptivul mezozoic. În această regiune se întâlnesc alternanțe de diferite tipuri de roci pliocene, care se prezintă sub următorul aspect: argile cenușii-negricioase, nisipoase, marne cenușii nisipoase, marne cenușii închise, nisipoase sau fin nisipoase, unele argile fosilifere, nisipuri micacee cu rare concrețiuni grezoase, gresii sub formă de lespezi subțiri, pietrișuri și conglomerate calcaroase fosilifere cu elemente din masivul Apusenilor (Ciupagea et. al, 1970, pag., 92).



Fig. 8. Nisipuri panoniene la Plăiești

4.1.3. Cuaternarul

Cele mai vechi terase se găsesc la Lopadea Veche, Ciugud. Terasele inferioare se întâlnesc între Moldovenești și Bădeni și trec treptat în depozite de luncă prin intermediul glacisurilor. Componentii de bază ai teraselor sunt pietrișurile și nisipurile.

În Holocen s-au format grohotișurile la poalele versanților abrupti (în formațiuni mezozoice), conurile de dejecție produse de torenți (în formațiuni mezozoice și neozoice), alunecările de teren (în formațiuni panoniene și sarmațiene) și aluviunile recente.

După Pannonian, datorită colmatării bazinului, nu s-au mai depus sedimente pe suprafețe semnificative, mai activi fiind factorii erozivi (Krezsek, Filipescu, 2005).

4.2. Stratigrafia Podișului Măhăceni

Registrul sedimentar miocen al Bazinului Transilvan este diversificat, cu diferite perioade de transgresiuni și regresii, complicate de ridicările Orientalilor și Apusenilor, vulcanismul miocen și de manifestarea diapirismului. Succesiunea depozitelor se ordonează astfel: în fundament se află Pânza de Bedeleu (ofiolite jurasic superior - cretace), urmată de Formațiunea de Râmeți (turbidite și calcare din Cretaciul superior), apoi Formațiunea de Gârbova de Sus (cu marne și dominanța calcarelor bioclastice de Podeni, din Badenianul inferior), urmează Formațiunea de Cheia (cu evaporite badenian medii) care susține Formațiunea de Pietroasa (ce conține marne tufitice aparținând Badenianului superior), următoarea este Formațiunea de Măhăceni (nisipuri și argile nisipoase sarmațiene), iar la partea superioară se află Formațiunea de Lopadea, alcătuită din argile panoniene (Fig 10).

Formațiunea de Pietroasa e cuprinsă între Formațiunea de Cheia și argilele siltice sarmațiene. Este alcătuită din marne cenușiu-verzui, cu intercalații de argile siltice și tufite, cu o grosime de 10-15m, la care se adaugă calcare cu *Lithotamnium*, marcând transgresiunea badeniană cea mai avansată (Fig. 11, 12).

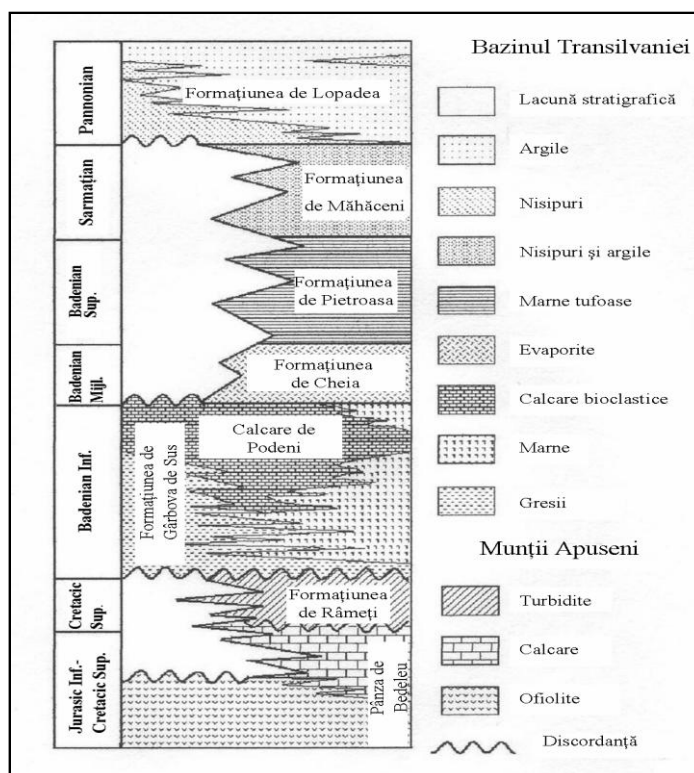


Fig. 10. Litostratigrafia Podișului Măhăceni (modificare după Filipescu și Gârbacea, 1997)

Formațiunea de Măhăceni

Depozitele sarmațiene de pe bordura vestică a Podișului Măhăceni sunt acoperite de depozite panoniene. Spre est, depozitele Sarmațianului reapar de sub cele panoniene în anticlinalele: Ciugud - Măhăceni - Bădeni, Ocna Mureș - Turda și Călărași.



Fig. 11, 12. Formațiunea de Pietroasa - marcată de transgresiunea badeniană

În aflorimentele din jurul localităților Bădeni, Dumbrava, Măhăceni, Ciugud, Mirăslău, sedimentelor fine li se adaugă nisipuri, gresii și tufuri vulcanice. Existența tufurilor poate fi un criteriu de identificare și corelare a acestor depozite. Formațiunea de Măhăceni poate fi echivalentă cu cea de Feleac (Filipescu, 1996).

Formațiunea de Lopadea

Depozitele panoniene au o poziție monoclinală, fiind deschise de afluenții vestici ai Mureșului (ex. Valea Lopadei, Aiudului, Gârbova, Teiuș) și cuprind argile nisipoase, în alternanță cu nisipuri, marne și argile micece fosilifere (7-8m), argile șistoase vineții, argile nisipoase masive și nisipuri cenușii fine foarte micacee (5-6m).



Fig. 13, 14. Formațiunea de Lopadea cu depozite panoniene de tip deltaic și intercalații de pietrișuri și cărbune

4.3. Tectonica Podișului Măhăceni

Geotectonica Podișului Măhăceni reflectă această dinamică activă a Bazinului Transilvan, în relație cu evoluția Orogenului Carpatic, complicațiile geotectonice fiind determinate de: ridicările carpatice din Neogenul superior, vulcanismul retroarc și diapirismul sării, care au fost în mare măsură coevolutive (Krézsek, Bally, 2006). Desfășurarea Podișului Măhăceni în fasciculul vestic de cute la bordura vestică a Depresiunii Transilvane, împreună cu manifestarea diapirismului la contactul Apusenilor cu Bazinul Transilvan, complică în teritoriu numărul și dezvoltarea anticlinalelor și sinclinalelor. Acestea apar în literatura de specialitate descrise destul de haotic, lipsind totodată materialul cartografic la scară mare, forajele, etc., care ar permite o interpretare corectă și o bună corelare cu morfologia. În aceste condiții, am sintetizat informația din mai multe lucrări de detaliu asupra arealului studiat: Mircea Ilie (1958), harta geologică 1:200000 - ediție 1967, harta geologică la scara 1:25000 (Filipescu, 1996), profile geotectonice (Krézsek, Bally, 2006), profile seismice (SNGN Romgaz S.A., 2009), împreună cu diferitele descinderi în teren și corelațiile cu morfologia. În acest fel, s-a putut realiza o delimitare cât mai aproape de realitatea din teren, pentru sistemul de cute, care sunt bine exprimate în morfologia Podișului Măhăceni.

De la vest la est se dipun 12 cute: 6 sinclinale și 5 anticlinale, la care se adaugă anticlinalul exterior Hădăreni - Viișoara (Fig. 3). Lipsa materialelor cartografice de scară mare (pentru zona în studiu, există doar harta geologică la scara 1:200000, ediție 1967) și a forajelor în zonă, a impus considerarea profilelor seismice de mare precizie.

Un astfel de profil seismic pe direcție vest-est traversează întreaga lățime a Podișului Măhăceni, între Depresiunea Podeni și Valea Arieșului, pe o distanță de 26 km, fiind realizat de SNGN Romgaz, S.A., Târgu Mureș (Fig. 19). Acest profil scoate în evidență prezența cutelor normale și a celor afectate de diapirism, delimitează cele două domenii de boltiri, prin culoarul tectonic-morfologic al văii Unirea, delimitează nivelurile de tufuri sarmațiene - cu rol de marker stratigrafic și subliniază foarte clar influența pregnantă a sistemului de falii pre-badeniene, badeniene și post-badeniene, asupra geomorfologiei Podișului Măhăceni.

Toate aceste componente geotectonice se reflectă în geomorfosistemul arealului de studiu, iar informațiile oferite de acest profil au fost validate în teren, în special prin identificarea nivelelor de tufuri sarmațiene: tuful de Hădăreni (în anticlinalul Călărași) și tuful de Ghiriș (în bazinele de eroziune Măcicășii, Lenceș și în anticlinalul Măhăceni-Stejeriș).

4.3.1. Tectonica sării

Problema manifestării diapirismului în arealul Podișului Măhăceni aduce alte complicații și dispute în ceea ce privește evoluția și alcătuirea geotectonică a zonei de studiu. Migrarea sării la scara întregului bazin, cu concurența manifestării vulcanismului Carpaților Orientali, alături de ridicările Apusenilor și înclinarea bazinului Transilvan pe direcție sud-sud-vest, constituie un important marker tectono-stratigrafic pentru Podișul Măhăceni. Din acest motiv sintetizăm aspectele definitorii din lucrările de specialitate mai noi (Sanders, et., al, 2002, Krézsek și Filipescu, 2005, Krézsek și Bally, 2006, Rasser et., al., 2008) în care s-au folosit măsurători de fiziune radiometrică și modelare litosferică 3D.

Coliziunea miocenă mijlocie de tip continental în Carpații estici a dus la ridicarea marginilor bazinului, împreună cu ridicarea Carpaților. Această ridicare, împreună cu diferențierea de suprasarcină a orogenului și fluxul termic ridicat, indus de vulcanismul retroarc miocen-pliocen al Orientalilor, împreună cu suprasarcina vulcanitelor, au declanșat glisarea/alunecarea miocen-pliocenă la scară mare a structurilor post-sare. Ultimele deformări ale Bazinului Transilvan (partea de vest) sunt asociate cu ridicările și șariajul indus din fundament al Apusenilor (Pliocen superior-Cuaternar). Acestea au fost coevolutive cu ultima fază a glisării gravitaționale a succesiunii post-sare (Krézsek, Bally, 2006).

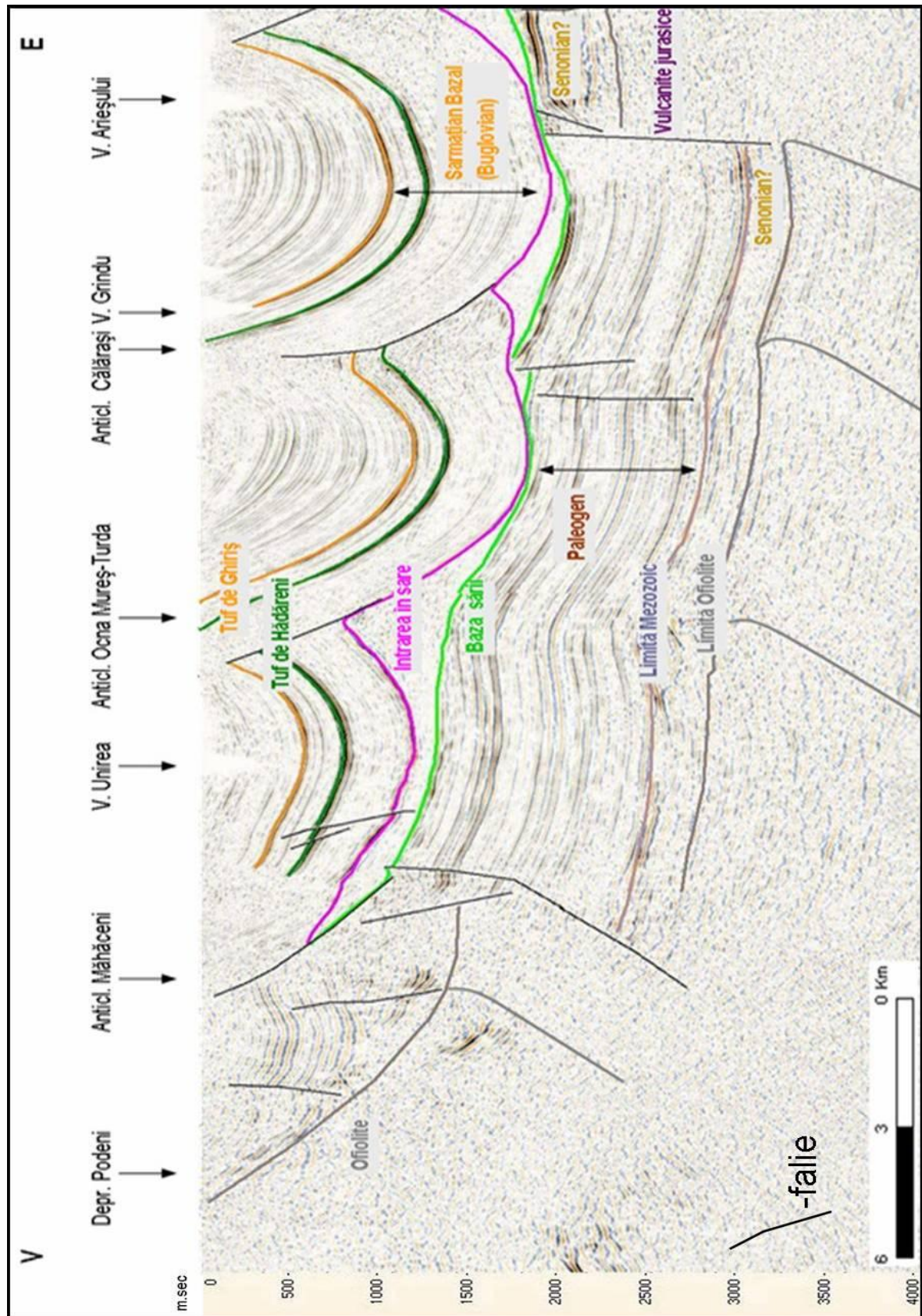


Fig. 19. Profil Seismic V-E între Podeni și Valea Arieșului (adaptat după SNGN Romgaz S.A., 2009)

Adâncirea Bazinului Transilvan pe direcție sud-vestică a fost indusă de ridicarea Carpaților centrali-nordici, după cum indică rezultatele de fiziune radiometrică și modelare litosferică 3D. Glisarea sării spre extremitatea vestică a Bazinului Transilvan s-a oprit odată cu ridicările Apusenilor (Pliocen superior - Cuaternar), astfel că la bordura vestică diapirul are o manifestare mai redusă decât în cea estică (Fig. 19).

Prin corelație cu geolitozia, morfologia Podișului Măhăceni și validările din teren, s-au identificat două anticlinale afectate de diapirism, dispuse la vest de Valea Unirea: anticlinalul Ocna Mureș - Turda și anticlinalul Călărași (Fig. 19, 20). Acestea se înscriu pe traseul ultimelor două cute diapire cu sămbure de sare: Ocna Mureș - Turda și Călărași - Băile Turda, aparținând fascicului de la bordura vestică a Depresiunii Transilvaniei.

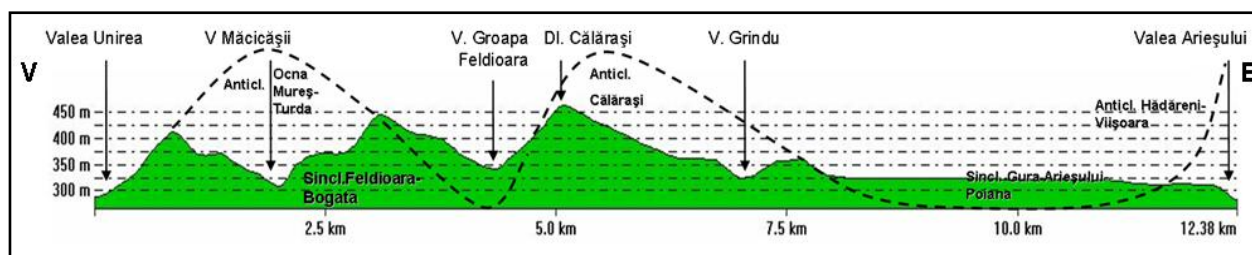


Fig. 20. Profil geomorfologic exagerat în corelație cu structura între Valea Unirea și Valea Arieșului

Influența diapirismului se reflectă în endogeomorfosistemul Podișului Măhăceni prin următoarele caracteristici: devierea axului anticlinalelor spre est; cutarea și înălțarea depozitelor post-sare; schimbarea orientării anticlinalelor Călărași și Ocna Mureș - Turda, care primesc o direcție nord-vest sud-est, față de dispunerea nord-est, sud-vest a restului de cute, imprimată de ridicările Apusenilor.

În concluzie, geotectonica Podișului Măhăceni, se reflectă pregnant în sistemul morfostructural, prin următoarele caracteristici:

- registrul sedimentar Miocen afișează în benzi relativ paralele, Badenianul, Pannonianul și Sarmațianul;

- stratigrafia Podișului Măhăceni aparține celor trei formațiuni: Formațiunea de Măhăceni, Formațiunea de Pietroasa, Formațiunea de Lopadea și cuprinde depozite friabile, care au permis o eroziune puternică;

- morfostructura Podișului Măhăceni suportă atât cutările miocen-pliocene determinate de ridicările Apusenilor cât și boltirile generate de manifestarea diapirismului;

- limita de pătrundere vestică a cutelor diapire cu sămbure de sare este dată de culoarul tectonic-morfologic al Văii Unirea, care urmează o falie badeniană din fundament și care separă cute normale la vest și cute diapire la est;

- influența diapirismului în Podișul Măhăceni se reflectă în morfostructură, prin anticlinalele: Ocna Mureș-Turda și Călărași;

- ridicările Apusenilor se regăsesc în cutele anticlinale normale de la vest de Valea Unirea: anticlinalul Ciugud-Măhăceni-Bădeni, anticlinalul Mirăslău-Ciugudu de Sus-Dealul Plăiești, cuta anticlinală Aiud-Mirăslău-valea Mirăslăului;

- înclinarea vestică a axului anticlinalelor poate explica migrarea miocen-pliocenă a sării pe direcție est-vest;

- prezența sistemului de fracturi și falii are o importanță majoră în sistemul morfostructural al Podișului Măhăceni;

- profilele seismice au scos în evidență prezența tufului de Hădăreni și a tufului de Ghiriș, ca markere stratigrafice în cadrul depozitelor Sarmațiene;
- cutele anticlinale au fost identificate în teren, pe baza Tufului de Hădăreni-în anticlinalul Călărași și a Tufului de Ghiriș-în bazinele Măcicășii, Lenceș și în interfluviul Măhăceni-Stejeriș;
- datele oferite de profilele seismice, alături de suportul cartografic și tehnic existent și verificările din teren, au permis o bună corelare cu morfologia Podișului Măhăceni.

5. Relieful Podișului Măhăceni

5.1. Caracterizare morfologică și morfometrică

5.1.1. Morfologia

Relieful Podișului Măhăceni ordonează principalele subunități morfo-structurale și geolito-logice, de la vest la est, sub formă de fâșii care afișează o simetrie a dispunerii relativ paralele, față de aliniamentul munților Trascău, iar la exterior față de Arieș și Mureș.

Se pun în evidență de la vest la est, trei sectoare morfologice și structurale principale: sectorul de bordură, în care se realizează contactul morfostructural, tectonic și petrografic cu Munții Trascău, sectorul deluros propriu-zis, cu relief cutat și suprafețe de nivelare plane (intens erodate spre înșeuări) și sectorul periferic, de trecere spre Mureș și Arieș, marcat prin prezența glacisurilor și mai ales a teraselor întinse ale Arieșului și Mureșului (Anexa 1).

Sunt aliniate 4 suprafețe de eroziune: nivelul înalt de contact (650m), nivelul piemontan (550m), nivelul interfluvial mediu (450m), nivelul deluros inferior (360-400m), la care se adaugă sectorul teraselor și luncilor aferente Arieșului și Mureșului (200-300m).

Versanții prezintă o dinamică intensă, cea mai mare axindere având-o versanții cu modelare complexă, unde predomină deplasările în masă (în special alunecări de teren), eroziunea torențială și eroziunea în suprafață (Anexa 1). Glacisurile se desăoară pe suprafețe întinse, la exteriorul arealului în studiu, marcând trecerea spre nivelele de terasă sau luncă. Terasalele pun în evidență evoluția Podișului Măhăceni spre morfologia contemporană, odată cu perfectarea rețelei hidrografice din Pleistocen până în Actual. Se păstrează în relieful actual un nivel de terasă a Arieșului de 25-30m, bine pus în evidență de podul terasei, care este continuu pe o distanță de 72 km (Anexa 1).

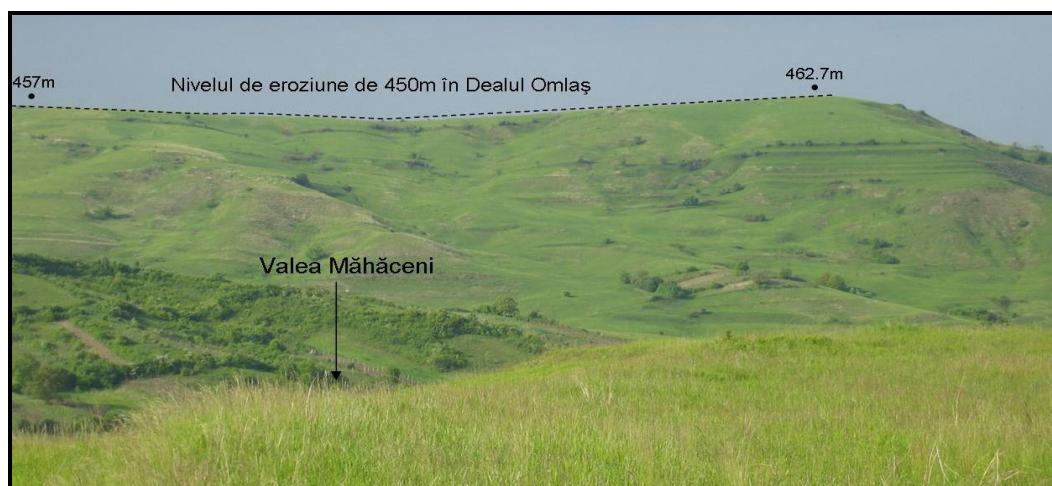


Fig. 24. Nivelul de eroziune de 450m la est de localitatea Măhăceni

5.1.2. Morfometria

5.1.2.1. Adâncimea fragmentării

Adâncimea fragmentării are o puternică legătură cu generațiile văilor, intensitatea ridicărilor tectonice, litologia și condițiile hidro-climatice diferențiate gradual în teren. Valorile cele mai mari (200-260m/km²) se regăsesc pe mici porțiuni și se încadrează în jurul valorii de 1% (0.95%) din arealul total al zonei de studiu. Cele mai mari suprafețe (exceptând zona de terasă și luncă) se substituie valorilor de 100-150m/km², însumând 33.18%.

Tabel 7. Ponderea claselor energiei de relief

Adâncime fragmentare	Arie (km ²)	Pondere (%)
0-50 m\km ²	142,21	33,72
50-100 m\km ²	98,44	23,34
100-150 m\km ²	139,93	33,18
150-200 m\km ²	37,21	8,82
200-260 m\km ²	4,00	0,95

5.1.2.2. Densitatea fragmentării

La nivelul întregului areal studiat, valori mari ale densității fragmentării se întâlnesc pentru un areal de peste 20km², corespunzător fâșiei mai înalte dinspre latura de contact cu muntele. Porțiunea cea mai mare (peste 340km²) este reprezentată de valori mici ale densității fragmentării, care corespunde sectoarelor de terase și luncă ale Arieșului și Mureșului, respectiv glacisurilor, reversurilor de cuestă și suprafețelor slab înclinate.

Tabel 8. Ponderea claselor de densitate a fragmentării

Densitate fragmentare	Arie (km ²)	Pondere (%)
<1 km/kmp	233,26	55,30
1-2km/kmp	116,57	27,64
2-3km/kmp	50	11,85
3-4km/kmp	18,97	4,50
>4 km/kmp	3	0,71

5.1.2.3. Geodeclivitatea

Cea mai mare parte a pantelor (40.58%) se încadrează în intervalul 6-17° (Fig. 27), fapt care favorizează desfășurarea proceselor de modelare actuală, mai ales alunecările de teren și eroziunea torențială.

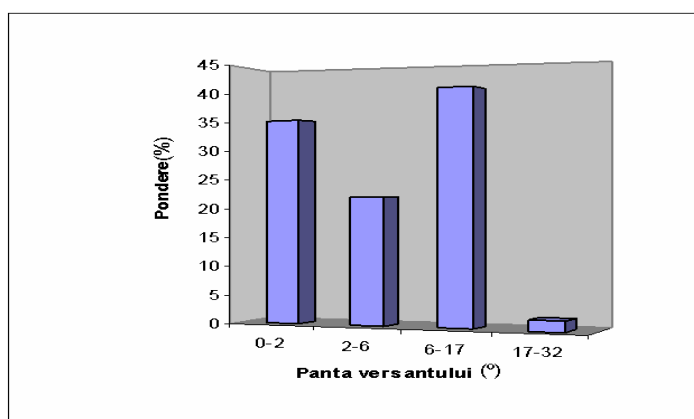


Fig. 27. Ponderea categoriilor de pantă

5.1.2.4. Expoziția versantului

Din totalul arealului în studiu predomină versanții cu expoziție nord-estică (19.26%) și estică (16.06%), urmați apoi de cei sud-estici (14.84%) și nordici (13.24%). Pentru expozițiile sudică, sud-vestică, respectiv vestică și nord-vestică, suprafețele reprezintă sub (11%), valorile fiind destul de apropiate (Fig. 29).

Expoziție	Arie (km ²)	Pondere(%)
N	55,84	13,24
NE	81,23	19,26
E	67,74	16,06
SE	62,57	14,84
S	46,04	10,92
SV	46,19	10,95
V	30,20	7,16
NV	31,99	7,58

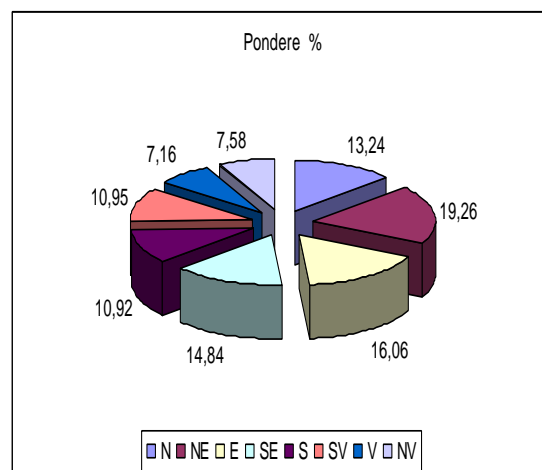


Fig. 29. Ponderea suprafețelor în cadrul expoziției versanților

5.1.2.5. Profile geomorfologice

Evoluția morfo-tectonică a Podișului Măhăceni la poalele munților Trascău reflectă schimbările miocen-pliocene din regiunea de bordură vestică a Depresiunii Transilvaniei. Acest teritoriu a fost intens modelat exogen prin agenții externi și prin mișcări de ridicare și cutare.

Figura 31 surprinde o secțiune transversală pe direcție VSV-ENE, care surprinde întreaga lățime a Podișului Măhăceni, între sectorul de contact cu Trascăul și Valea Arieșului.

Sectorul vestic, de contact morfologic, cuprinde culoarul văii Văleni (cu micul sector de defileu la ieșirea spre Arieș), depresiunile de contact, cum este și depresiunea Podeni și dealurile înalte aparținând nivelului de eroziune de 650m (DI. Dumbrava - 662m).

Urmează sectorul piemontan propriu-zis, care corespunde nivelului de eroziune de 550m (Vf. Feții - 543m) și se păstrează în relieful actual printr-o fâșie continuă pe toată lungimea Podișului Măhăceni, la contactul cu dealurile înalte de la poalele Trascăului. Sectorul deluros de "podis" efectiv al Măhăceniilor se substituie nivelului de 450m (DI. Omlaș - 473,1m), care este cel mai fragmentat, cu eroziune în suprafață, deplasări în masă și eroziune torențială. Acesta trece apoi în nivelul de 360-400m și el foarte fragmentat, cu interfluvii erodate spre muchii. La est de Valea Unirii se remarcă influența manifestării diapirismului, cu prezența celor două cute cu sâmbure de sare: anticlinalul Ocna Mureș - Turda și anticlinalul Călărași.

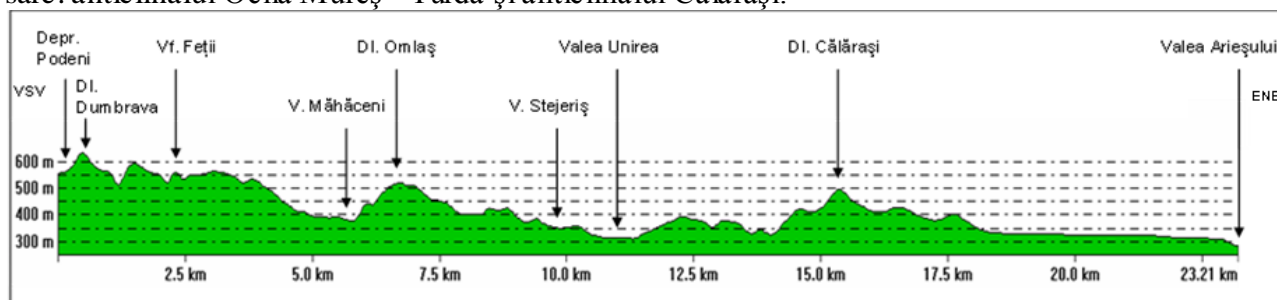


Fig. 31. Profil geomorfologic VSV-ENE între depresiunea Podeni și Valea Arieșului

5.2. Tipuri genetice de relief

5.2.1. Relief structural și petrografic

Relief structural este reprezentat de suprafețe structurale, care s-au păstrat pe porțiuni înguste în relieful actual, datorită eroziunii intense, trepte structurale, cueste, depresiuni de contact, rețeaua de cute anticlinale și sinclinale. Suprafețe structurale reduse se mai pastrează pe calcare badeniene (Pietroasa, Podeni) sau susținute de tufuri sarmațiene (ex. pe aliniamentul anticlinalului Ciugud - Bădeni - Măhăceni). Cueste se întâlnesc mai ales pe versanții de dreapta ai văii Văleni, în anticlinalul Călărași (Coasta Călărașilor), sectoare de adâncire cu aspect de defileu se găsesc în sectorul inferior al văii Văleni. Depresiunile de contact marchează sectorul de contact cu muntele (Pietroasa, Podeni, Rachiș), iar rețeaua de cute anticlinale și sinclinale se imprimă pregnant în morfologie prin 11 cute, din care 2 anticlinale sunt diapire: Ocna Mureș - Turda și Călărași.

Relief petrografic

Migmatitele mezozoice (bazalte melafire și diabaze) apar pe o porțiune restrânsă, la ieșirea văii Văleni spre localitatea Moldovenești, marcând limita dintre Munții Trascău și Podișul Măhăceni. Calcarele badeniene se întind pe o fâșie îngustă, la limita Podișului Măhăceni cu Munții Trascău, marcând transgresiunea marină și se impun în relief prin suprafețe sau platouri structurale, trepte structurale, care se găsesc la est și sud de Pietroasa și la sud de Lopadea Veche. Gresiile, marnele nisipoase și nisipurile aparținând Sarmațianului au fost intens erodate de către rețeaua hidrografică primară și de afluenții acestora, formând și ele bazine depresionare secundare (Meghieși, Dumbrava, Lenceș, Măcicășii, Feldioara, Grindu). Tufurile vulcanice sarmațiene (Tuful de Ghiriș și tuful de Hădăreni) susțin suprafețele de nivelare aparținând nivelului de 450m, ce s-au păstrat sub forma unor porțiuni înguste, pe aliniamentul anticlinalului Ciugud - Bădeni - Măhăceni, iar dincolo de Valea Unirii, pe aliniamentul anticlinalului Ocna Mureș - Turda și Călărași. Depozitele panoniene, dominate de roci friabile (nisipuri, argile marnoase, pietrișuri), suportă un relief marcat de eroziune și fragmentare, în care văile s-au adâncit repede, perpendicular pe axul anticlinalilor, creând bazine depresionare.

5.2.2. Relief sculptural

5.2.2.1. Relief denudațional

Apa ca agent modelator principal, acționează asupra versanților atât prin scurgere neorganizată (spălări în suprafață, eroziune areolară, etc), cât și organizată (eroziune liniară, eroziune torențială). Relieful denudațional din Podișul Măhăceni este foarte bine reprezentat, prin toate formele specifice: fâgașe, rigole, ogașe, ravene și torenți, pe fondul unui substrat friabil și un grad redus de acoperire cu covor vegetal, desemnând o puternică dinamică torențială contemporană.

Cea mai mare răspândire o au ravenele care se cantonează, majoritatea în treapta de altitudine de 300-500m și pe pantele cu valori de 6-17°. Acestea se află în diferite stadii de evoluție: de la incipient-intermediar (la est de valea Unirea - ex. bazinele Măcicășii, Lenceș), la cel avansat și de torent (la vest de valea Unirii - ex. bazinele Măhăceni, Ciugud, Mirăslău, Aiud).

În zona de studiu s-au identificat 144 ravene de diferite forme (liniare, dendritice, compuse, continue și discontinue), afectând terenurile pe o suprafață de 350,46ha, care reprezintă 0,83% din suprafața totală a zonei în studiu. În studiul ravenelor s-au delimitat cinci bazine hidrografice unde acestea au frecvența cea mai mare: Dumbrava, Măcicășii, Stejeriș, Mirăslău și Aiudului. Aici s-au făcut măsurători pentru 43 ravene, în privința principalelor elemente morfometrice pentru cele aflate în stadiu incipient și a ratei de avansare pentru cele dezvoltate. Ravenele din aceste bazine ocupă o suprafață de 1120658,82m², o lungime cumulată, de 19170,66m și o lungime medie de 445,83m. Cele mai multe sunt ravene lungi (300m-1000m lungime) - 24 ravene, urmează cele scurte (sub 300m) - 17 organisme, și două ravene foarte lungi (peste 1000m).

Tabel 19. Elementele morfometrice ale ravenelor din bazinul Măcișii

Bazinul Măcișii	Nr. ravenă	Lungime (m)	Lățime (m)	Perimetru (m)	Suprafață (m ²)	Adâncime (m)	Pantă (°)	Expoziție
	1	1284.02	44.60	2786.04	23480.63	3	2-6	S
	2	297.6	13.93	853.14	3506.79	2	6-17	SV
	3	243.82	10.23	502.78	1610.32	1.5	6-17	S
	4	169.51	12.60	393.79	1672	1.9	6-17	SV
	5	159.86	13.07	352.03	1458.78	2.3	6-17	SV
	6	497.87	27.96	1203.16	7220.22	2	6-17	V
	7	120.06	9.95	249.40	942.56	1.2	6-17	SE
	8	664.25	32.30	1365.61	12701.45	4.1	6-17	N
	9	242.98	14.47	508.45	2304.82	1.8	6-17	NE
	10	329.09	15.85	765.14	5262.40	1.5	6-17	NE
	11	346.22	39	938.21	7905.10	6	6-17	V
	12	274.72	16	577.09	3650	2.7	6-17	V
	13	182.55	20.96	407.59	2985	2	6-17	SV
	14	114.96	14.7	251.24	1603.38	2	6-17	SV
	15	176.40	82.43	509.52	9300.03	22	6-17	S
	16	123.88	6,7	311.79	725.51	1,7	6-17	SE
17	451.37	35.93	927.52	6451.18	3.3	6-17	N	



Fig. 41. Avansarea ravenelor în bazinul Mirăslău

5.2.2.2. Relieful fluviatil

Relieful fluviatil este foarte slab reprezentat în Podișul Măhăceni, râurile având debite foarte reduse (multe având caracter sezonier) și caracteristici morfometrice care le includ în categoria pâraurilor. Evoluția rețelei hidrografice în arealul Măhăcenilor este una destul de complexă, fiind determinată atât de structură, cât și de evoluția paleogeomorfologică a regiunii, care a suferit pe lângă ridicări și cutări, o ușoară înclinare subsidentă sudică a cuvetei bazinului Transilvan. Rețeaua hidrografică tributară Arieșului ce curgea pe direcție vest-est și-a schimbat ulterior orientarea spre sud, adaptându-se la nivelul de bază mai scăzut al Mureșului.

Rețeaua hidrografică din Podișul Măhăceni a fost urmărită prin prisma a 15 bazine hidrografice, care se substituie celor doi mari colectori: Arieșul și Mureșul. Majoritatea cursurilor de apă din arealul studiat au debite reduse și unele au caracter semipermanent.

Tabel 12. Elementele morfometrice ale râurilor din Podișul Măhăceni

Râu	F bazin (km ²)	L (km)	i (‰)	H med (m)	Q mediu (m ³ /s)
Plăiești	17,29	11	23	460	0,070
Bădeni	13,54	9	17	450	0,033
Unirea	130,78	15	12	392	0,324
Stejeriș	11,88	7	30	425	0,026
Măhăceni	18,25	10	32	445	0,044
Grind	37,53	18	8	349	0,083
Groapa Feldioara	14,95	8	18	366	0,021
Ciugud	35,30	15	22	420	0,075
Mirăslău	15,55	8	29	411	0,031
Lopadea	16,32	8	42	405	0,037

Sursa: (A.N.A.R., 2009)

În ceea ce privește ierarhizarea rețelei de râuri în sistem Horton-Strahler, s-au delimitat 3 bazine de ordin 4 (Unirea, Măhăceni, Mirăslău), 10 bazine de ordin 3 (Plăiești, Grindu, Stejeriș, Groapa Feldioara, Măcicășii, Dumbrava, Ciugud, Ormeniș, Lopadea, Meghieși) și 2 bazine de ordin 2 (Bădeni, și Lenceș). În ceea ce privește coeficientul de formă al bazinelor, s-a calculat raportul de formă după formula $R_f = F/(P/4)^2$ (Zăvoianu, 1978). Toate bazinele hidrografice din Podișul Măhăceni intră în categoria celor alungite. Singurele bazine care se apropie de forma rotundă sunt bazinul Măcicășii și Meghieși (Tabel 13).

Tabel 13. Raportul de formă al bazinelor hidrografice din Podișul Măhăceni

Bazin hidrografic	Suprafață (m ²)	Perimetru (m)	Raport de formă
Bădeni	13541300	20113,50	0,54
Plăiești	17289300	25062,20	0,44
Unirea	130780000	57055,04	0,64
Grind	37530000	28460,59	0,74
Lenceș	8964100	13093,00	0,84
Stejeriș	11878200	16623,20	0,69
Groapa Feldioara	14953900	20008,20	0,60
Măcicășii	5164910	9477,87	0,92
Măhăceni	18253300	24021,90	0,51
Dumbrava	6440320	11092,60	0,84
Ciugud	35295000	32745,40	0,53
Meghieși	3973240	8095,68	0,97
Mirăslău	15545900	19790,40	0,64
Ormeniș	12373300	15980,40	0,78
Lopadea	16321700	19186,50	0,71

6. Morfodinamica actuală în Podișul Măhăceni

Procesele de modelare actuală relevă o dinamică foarte bine exprimată în relief, având premise favorabile de apariție și dezvoltare, atât naturale cât și de factură antropică. Acestea se interrelaționează și se asociază în modelarea reliefului, având un grad ridicat de agresivitate și dezvoltare pentru anumite bazine.

6.1. Procese de modelare contemporană

Termenul *proces de modelare contemporană/actuală* se înscrie în cadrul demersurilor de intensificare a studiilor asupra geomorfologiei cantitative și experimentale (Maria Rădoane, Rădoane. N. 2007), cuprinzând perioada ultimelor sute de ani în cadrul experienței umane, în care s-a mărit și diversificat volumul măsurătorilor asupra proceselor naturale.

6.2. Modelarea contemporană - componentă a regiunii geomorfologice

Studiul proceselor de modelare actuală în Podișul Măhăceni are două caracteristici majore: funcționalitatea și viabilitatea. Funcționalitatea a urmărit: procesele predominante (ex. alunecările de teren, torențialitatea), morfodinamica și interrelațiile proceselor, respectiv modul cum se intercondiționează reciproc în apariția și evoluția lor (relații de agresivitate a factorilor morfodinamici, relații procesuale și relații sistemice). Viabilitatea a urmărit: aplicabilitatea modelului în cadrul relației sistem natural - sistem antropic, urmând tendințele actuale de monitoring teritorial, predicția pe termen scurt și mediu și riscurile geomorfologice induse de procesele actuale de modelare, în contextul dezvoltării durabile.

Studiile de geomorfologie regională se înscriu în demersurile actuale de planning teritorial, prin acțiuni predictive, care să reducă efectele negative ale proceselor de modelare actuală, care se manifestă tot mai agresiv, pe fondul intervenției antropice și schimbărilor climatice la nivel global.

6.3. Premise de apariție și dezvoltare ale proceselor actuale de modelare

6.3.1. Factorul geolitic și paleorelieful

Substratul geologic și paleorelieful constituie premise pentru dezvoltarea actuală a acestor procese, implicându-se în caracterul și specificitatea lor. Factorul geologic determină o anumită specificitate a regiunii nu doar din punct de vedere litologic, dar mai ales după structură și tectonică. Trăsăturile caracteristice ale arealului studiat scot la iveală complicațiile zonei cutate de bordură vestică a Depresiunii Transilvane, în a cărei evoluție intervin trei factori majori: evoluția bazinului post-cretacic Transilvan în legătură cu cel Panonic, mișcările Carpaților și prezența sării. Acest teritoriu a fost intens modelat exogen, prin agenții externi și endogeni, prin mișcări de ridicare și cutare, reflectând schimbările miocen-pliocene din regiunea de bordură vestică a Depresiunii Transilvane.

6.3.2. Factorul climatic

Pentru Podișul Măhăceni factorul climatic se impune într-o mare măsură asupra proceselor actuale de eroziune și mai ales asupra deplasărilor în masă și eroziunii torențiale, atât prin temperaturi, dar mai ales prin regimul precipitațiilor.

Temperatura aduce influențe semnificative asupra proceselor actuale de modelare, fiind un factor care înlesnește dinamica acestora. Analiza datelor de observație de la stația principală a zonei în studiu (Turda), pe perioada 1971-2001, scoate în evidență o valoare a temperaturii medii multianuale de 8,86°C, cu o tendință de scădere înspre contactul cu zona muntoasă. Amplitudinea medie lunară multianuală pentru stația Turda este de 24,2°C.

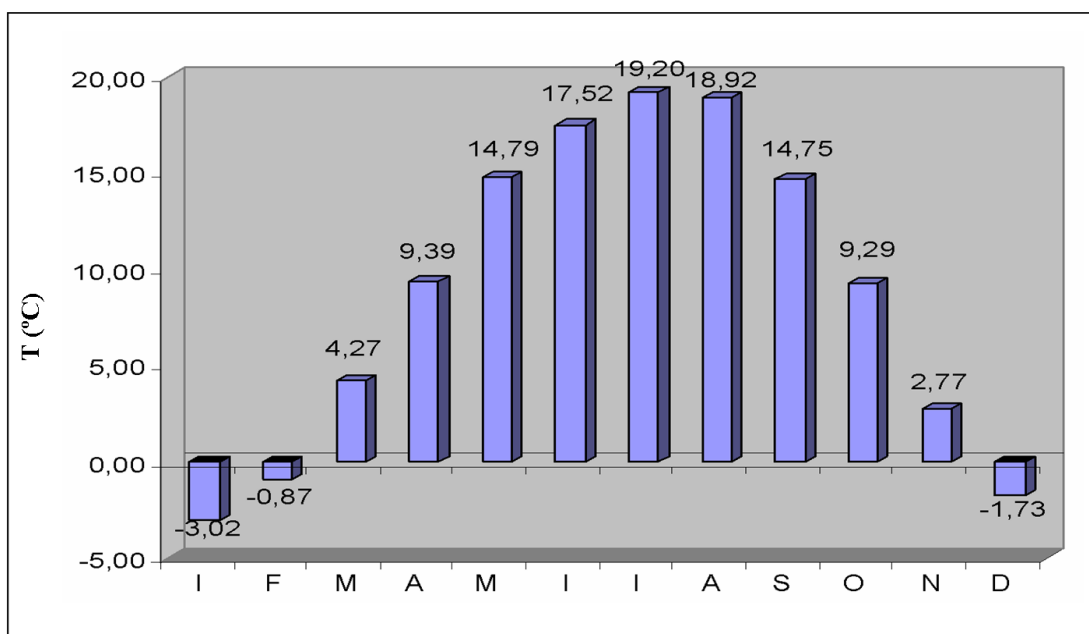


Fig.51. Variația temperaturilor medii lunare multianuale la Stația Turda (1971-2001)

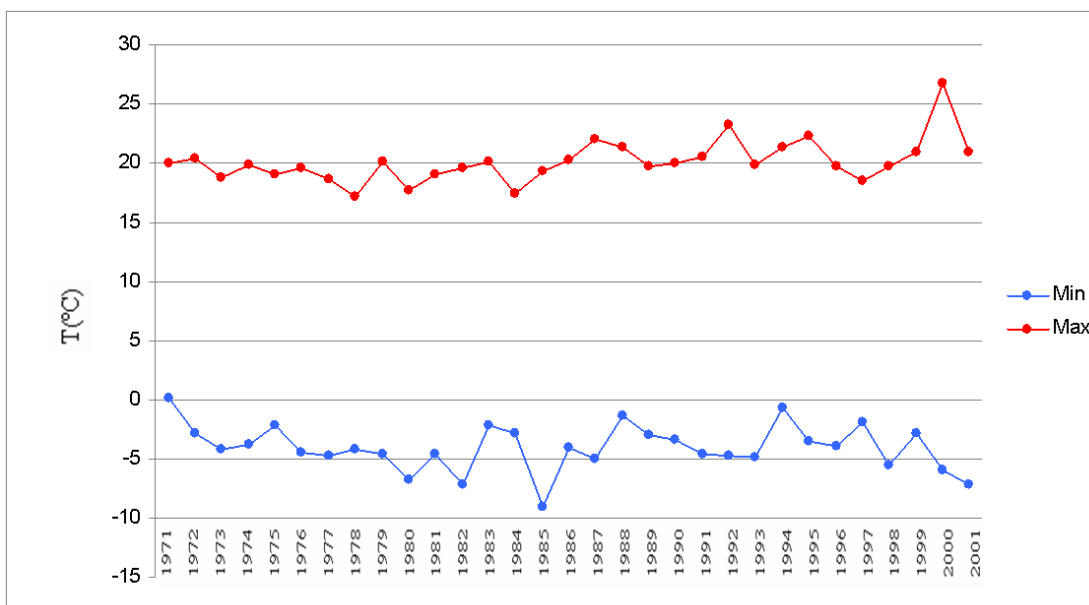


Fig. 52. Variația temperaturilor anuale maxime și minime la Stația Turda (1971-2001)

Factorul precipitații se reflectă în morfodinamica actuală a versanților din Podișul Măhăcești în special prin regimul multianual, dar și prin cel lunar-sezonier. Acest factor își pune amprenta în morfodinamica actuală prin două căi majore: ciclicitatea și valorile oscilațiilor (Fig. 53-55).

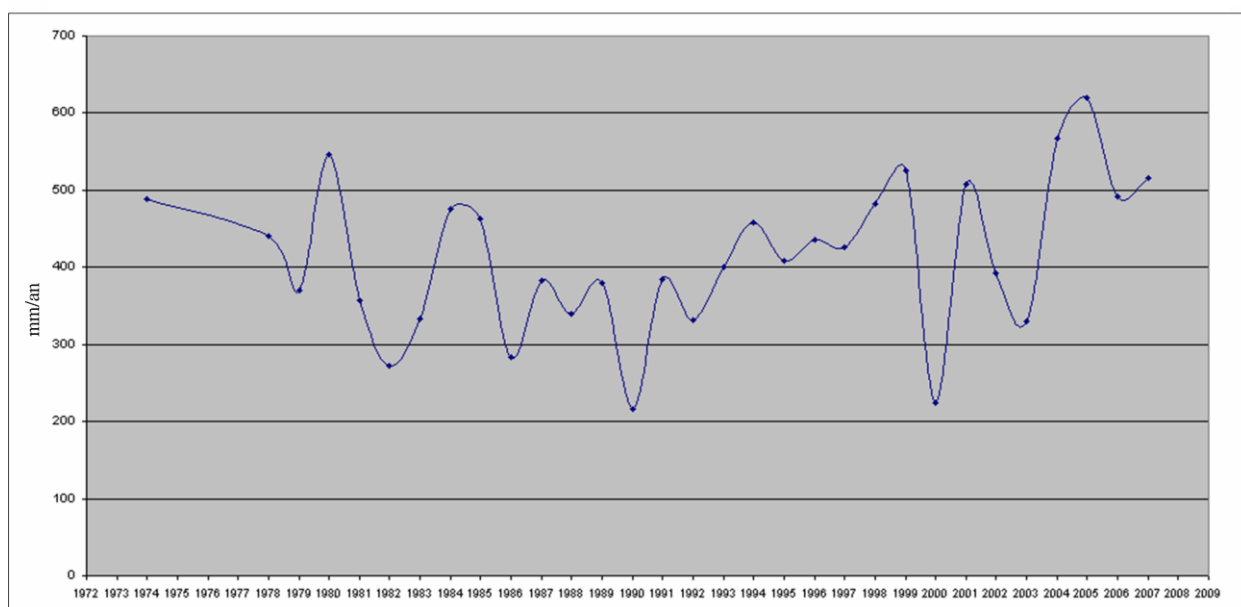


Fig. 53. Podișul Măhăceeni - variația precipitațiilor medii multianuale în intervalul: 1974-2007 (Stația Turda)

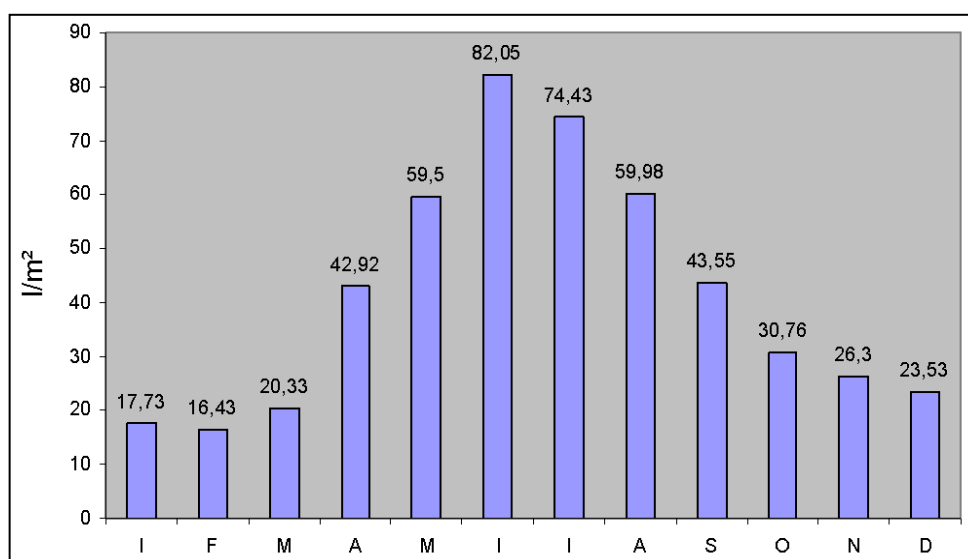


Fig. 56. Variația lunară medie multianuală a precipitațiilor la stația Turda (1974-2007)

6.3.3. Factorul Hidrologic

Factorii hidrologici se manifestă prin valoarea forțelor hidrodinamice pe care le conțin, devenind factori cauzali în declanșarea și menținerea proceselor de modelare a versanților și albiilor. Apa, ca agent modelator, se impune în cadrul morfodinamicii actuale ca element major în dinamica proceselor desfășurate, în special în sectorul versant-albie, având un rol multiplu: de modelare, de coordonare și de declanșare (în cazul deplasărilor în masă). Acțiunea de modelare are caracter complex și îmbracă forme specifice: scurgere în suprafață, activitate torențială, procese fluviatile, intercondiționându-se cu acțiunea factorului antropic.

6.3.4. Factorul fitoedafic

Solurile caracteristice arealului Măhăcenilor sunt reprezentative pentru o mare parte din Câmpia Transilvaniei, care își datorează multe din caracterele actuale intervenției omului. Așadar, în această regiune unde ar fi trebuit să predomină solul de pădure și silvostepă, s-au format treptat soluri de silvostepă-stepă, care în mod normal se găsesc la noi în țară, la latitudini și altitudini mai joase. Grupa cea mai mare a solurilor din regiunea studiată o formează faeoziomurile (Fig.59.). Ele se găsesc în asociații cu preluvosoluri și eutricambosoluri.

Vegetația naturală este reprezentată momentan doar prin pășuni degradate, situate pe versanții vestici și sudici, fiind caracterizată prin asociații de plante xerofite, iar în partea inferioară a versanților și pe lunci se găsesc fânețe umede alcătuite din asociații higrofile.

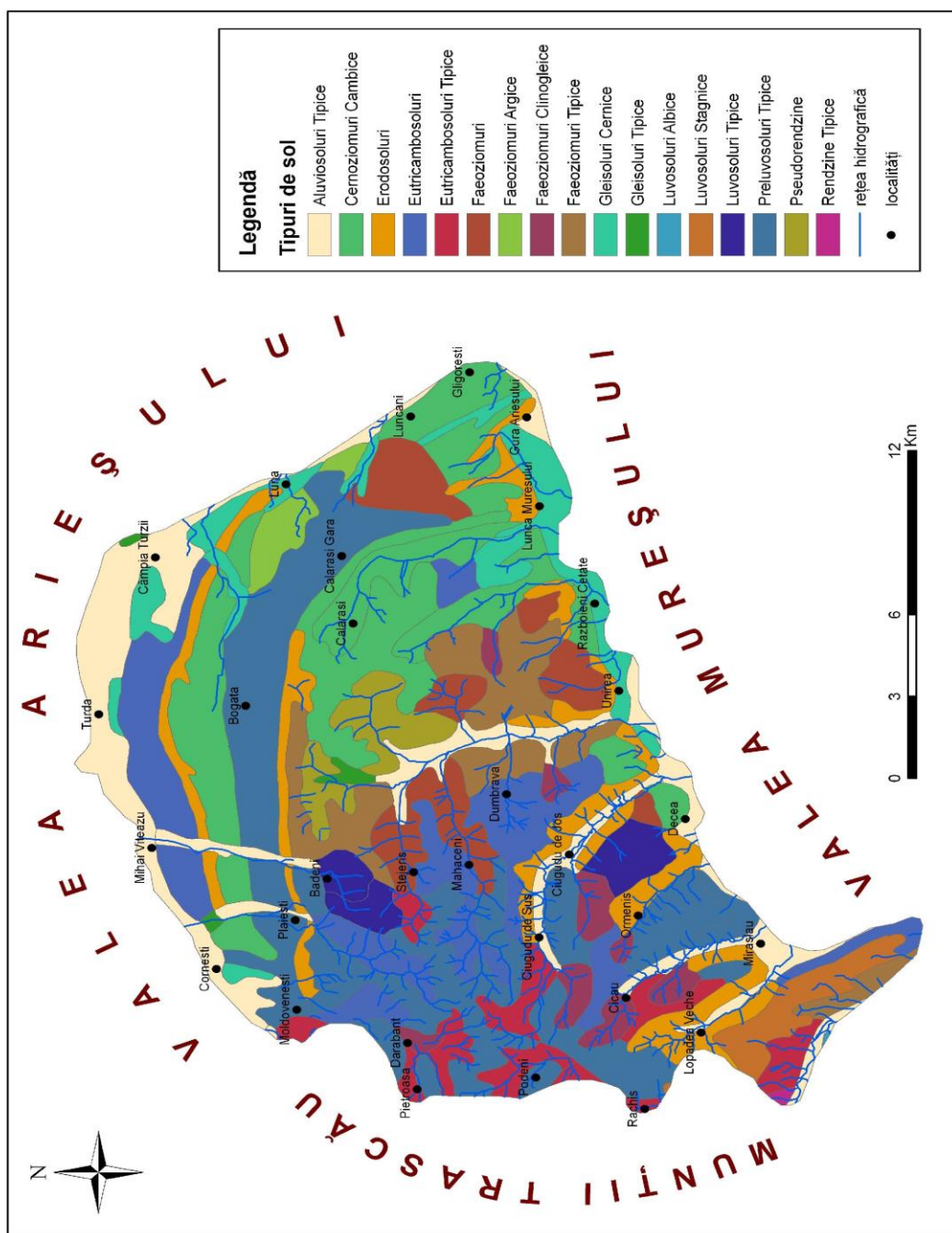


Fig. 59. Podișul Măhăceni - Harta solurilor

6.3.5. Factorul antropic

Ațiunea factorului antropic s-a desfășurat în manieră complexă cu diferite grade de intensitate, în general în funcție de interesul economic, însă efectul materializat pe termen lung s-a simțit atât în structura, cât și în dinamica proceselor de modelare contemporană. În Podișul Măhăceni se remarcă un mod neadecvat de utilizare a terenului, la care se mai adaugă și alte acțiuni care facilitează dezvoltarea proceselor actuale de eroziune: drumurile pentru căruțe, exploatările de nisip, argilă și pietrișuri, activitățile militare și activitățile legate de producerea și neutralizarea deșeurilor.

6.4. Interrelații dintre procesele de modelare contemporană

Procesele de modelare sunt active și se desfășoară prin relații sistemice de tip proces-formă, prin bucle de feed-back cu caracter regresiv și progresiv. Caracteristica dominantă a dinamicii proceselor de modelare contemporană în arealul Măhăcenilor o reprezintă larga desfășurare a acestora în teritoriu (în special procesele de degradare a versanților) și mai puțin dominanța clară a unui anumit proces în cadrul sistemelor și subsistemelor, ci mai mult *corelarea și intercondiționarea proceselor* de modelare, fapt care asigură astfel funcționarea și evoluția acestora. Pentru exemplificare, s-au considerat trei bazine hidrografice (Dumbrava, Lenceș și Măcicașii), care sunt reprezentative pentru morfodinamica actuală din arealul studiat.

În *bazinul Măcicașii* se observă de asemenea o strânsă legătură și asociere între procesele de modelare actuale. Aici se remarcă o nouă generație de organisme torențiale, care s-au format în depozitele deluviale ale alunecărilor stabilizate, depuse la baza versantului și înaintază regresiv spre partea superioară a acestuia. De asemenea, sunt situații în care ravenele s-au instalat în cadrul alunecărilor și evoluează regresiv, spre nivelul de eroziune de 450m. (Fig. 79).



Fig. 79. Bazinul Măcicașii-interrelații dintre procesele de modelare actuală
(alunecări de teren și ravinație)

6.5. Procese de mișcare în masă

6.5.3. Dinamica alunecărilor de teren din Podișul Măhăceni

În Podișul Măhăceni alunecările de teren au o mare răspândire (Fig. 81). S-au identificat în total 324 alunecări active și stabilizate, care ocupă o suprafață totală de 3,33km², din care cele mai multe sunt stabilizate sau parțial stabilizate (89%), iar 11% sunt active, afectând o suprafață de 0,37km².

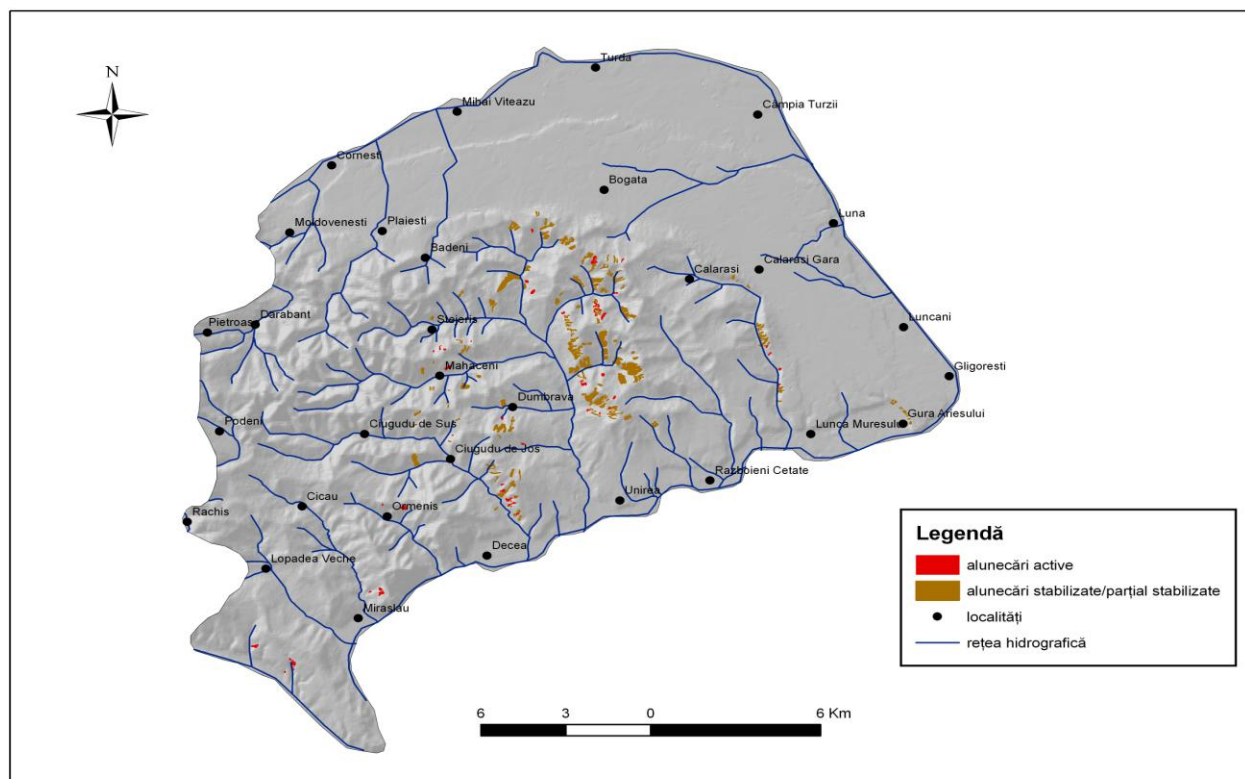


Fig. 81. Podișul Măhăceni - Harta distribuției a alunecărilor de teren

În prezenta lucrare, măsurătorile asupra elementelor morfometrice ale alunecărilor urmează nomenclatura propusă de IAEG (International Association on Engineering Geology) în 1990 (Bulletin no. 41). Aceasta conține termeni care se referă la principalele elemente componente identificabile în teren: cornișa de desprindere, corpul alunecării, piciorul și baza alunecării (Fig. 82).

Pentru evidențierea caracteristicilor morfometrice s-au ales 9 bazine hidrografice unde predomină procesele de alunecare (Aiud, Măcicășii, Stejeriș, Măhăceni, Dumbrava, Ormeniș, Ciugud, Lenceș, Unirea), în care s-au efectuat măsurători pentru 37 alunecări active, cu privire la principalele elemente morfometrice: suprafață (S), înălțime (Hm), înălțimea cornișei (Hc), lungimea masei deplasate (Ld), lungimea suprafeței de ruptură (Lr), lățimea suprafeței de ruptură (Wr), lățimea masei deplasate (Wd).

În cazul alunecărilor parțial-stabilizate/stabilizate, datorită diferitelor deformări suferite până în prezent, nu s-au putut identifica toate elementele morfometrice, astfel că s-au făcut măsurători parțiale, în cazul a 16 alunecări, pentru lungimea maximă, suprafața și lățimea masei deplasate.

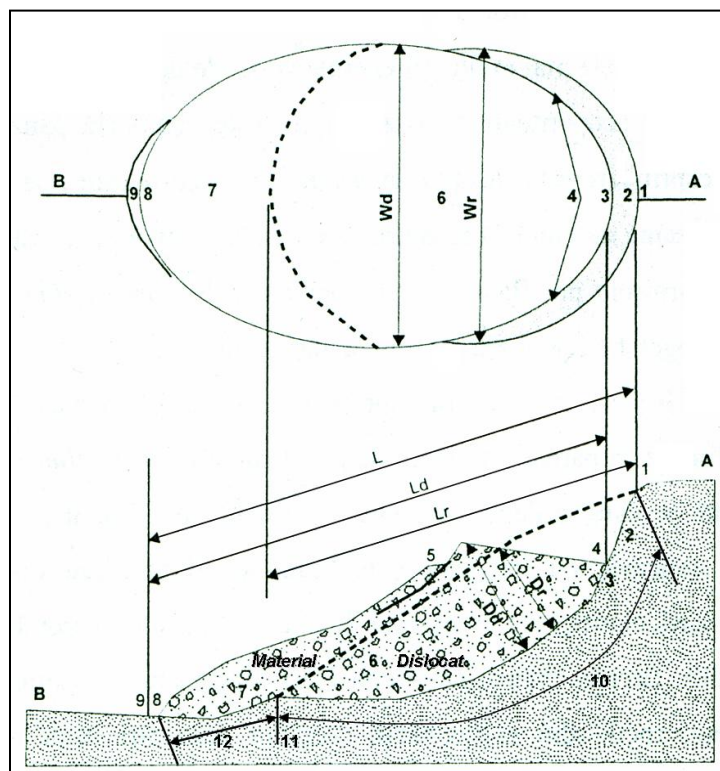


Fig. 82. Nomenclatura alunecărilor propusă de IAEG (1990)

Wd - lățimea masei deplasate; Wr - lățimea suprafeței de ruptură; Dr - adâncimea suprafeței de ruptură; Dd - adâncimea masei deplasate; Lr - lungimea suprafeței de ruptură; Ld - lungimea masei deplasate; 1. fruntea alunecării; 2. zona de desprindere principală; 3. extremitatea alunecării (amonte); 4. capul alunecării; 5. zonă de desprindere secundară; 6. corpul alunecării; 7. piciorul alunecării; 8. extremitatea alunecării (aval); 9. frontul alunecării; 10 suprafața de ruptură; 11. frontul suprafeței de ruptură; 12. suprafața de separare.

Tabel 18. Elementele morfometrice ale alunecărilor de teren din bazinul Măhăceni

Bazinul Măhăceni	Nr. Alunecare	Lmax (m)	Hc (m)	Hm (m)	S (m ²)	Ld (m)	Lr (m)	Wr (m)	Wd (m)
	1	61,8	3	27	1547,75	38,14	23,36	12,48	22,96
	2	155,78	18	49	7656,86	116,74	66,33	79,64	89,51
	3	316,16	77,82	53	53529,37	228,9	146,19	38,88	252,86
	4	118,99	3	35	4737,86	100,26	32,31	52,26	51,26
	5	40	1,2	12	720,03	29,9	12,09	16,58	23,67
	6	24,27	1,5	10	278,71	17,06	14,36	7,72	16,14

Cu privire la alunecările de teren în profunzime, în literatura de specialitate se remarcă o lipsă de date pentru zona Podișului Măhăceni, fiind sugerată lipsa glineelor în acest areal. Totuși, s-a identificat în teren un areal cu glinee, în care s-au delimitat 39 corpuri de alunecare, care ocupă o suprafață totală de 16619,66m² și sunt desfășurate pe o distanță medie de 315m față de suprafața de desprindere. Cornișa de desprindere se află în suprafața de nivelare de 360-400m, în dealul La Șezuinți (424,5m), iar corpurile de alunecare au o orientare nord-vest – sud-est, conformă cu orientarea generală a pantei versantului.

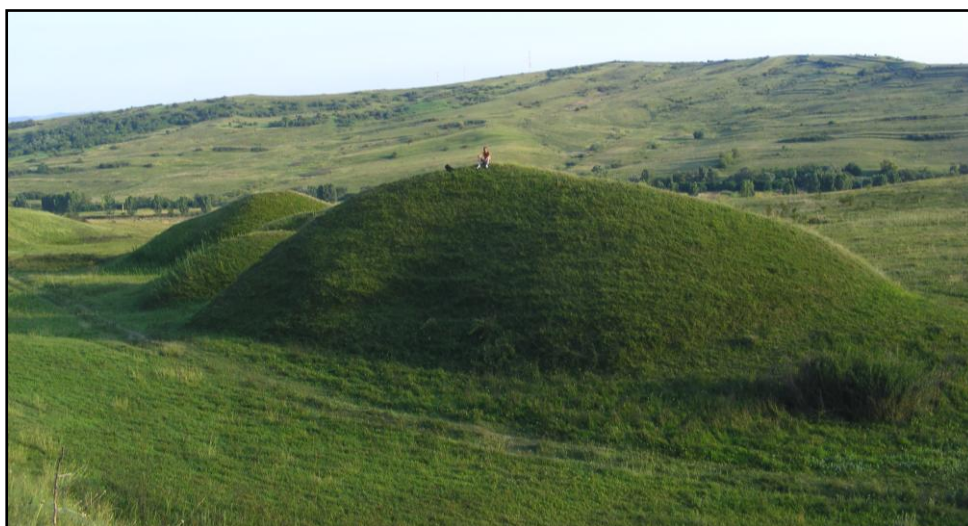


Fig. 84. Alunecări de tip glimee în dealul La Șezuinți

Cauzele apariției și evoluției glimeelor din acest sector sunt greu de identificat, însă în dinamica acestora în timp s-ar putea considera cel puțin trei elemente cu o influență majoră: geolitoția (alternanța de depozite sarmațiene friabile cu tufuri- tuful de Ghiris), înclinarea versantului (2-6°) și structura (revers de cuestă).

6.6. Susceptibilitatea terenurilor la procese actuale de degradare

În Podișul Măhăceni, procesele de modelare actuală au o dinamică puternică și se interrelaționează și intercondiționează reciproc, având un grad ridicat de degradare pentru anumite areale. *Alunecările de teren, eroziunea torențială și eroziunea în suprafață* sunt procesele cele mai active și cu cel mai mare potențial de producere a pagubelor. Aceste condiții contribuie la scăderea capacității de producție a terenurilor agricole și la deprecierea calității solului.

Demersul de studiere a susceptibilității terenurilor la procese actuale de degradare, a avut ca scop identificarea arealelor cu terenuri amenințate de deteriorare în urma proceselor contemporane de eroziune și deplasare în masă și determinarea principalelor direcții în abordarea dinamicii actuale a proceselor de versant din Podișul Măhăceni.

Acest subcapitol oferă un model analitic de evaluare a predispoziției terenurilor la procese actuale de degradare, cu scopul de a elabora harta susceptibilității terenurilor la aceste procese, pentru Podișul Măhăceni.

În general, în predicția asupra proceselor actuale de modelare este necesar a considera că apariția acestora este definită de anumiți factori determinanți și că acestea vor apărea în condiții asemănătoare ca și cele vechi. În determinarea susceptibilității terenurilor la alunecări de teren și eroziune torențială s-a folosit modelul probabilistic al ratei de frecvență (frequency ratio model - LRM, Aykut A. et al., 2007), iar pentru determinarea eroziunii în suprafață s-a folosit modelul U.S.L.E (Universal Soil Loss Equation), adaptat după varianta ROMSEM (Moțoc M, Sevastel M., 2002). În final, s-au obținut prin reclasificare valorile susceptibilității pentru toate cele trei procese cumulate, realizându-se astfel harta susceptibilității terenurilor la procese actuale de degradare pentru Podișul Măhăceni. Cu ajutorul GIS s-au calculat indicii de susceptibilitate corespunzători claselor fiecărui factor ce influențează cele două procese: alunecări de teren și eroziune torențială, la care s-au adăugat valorile eroziunii în suprafață, calculate după modelul USLE. Faza finală a demersului, a însemnat regrouparea și reclasificarea în GIS a indicilor pentru toate cele trei procese, pentru a se obține o nouă clasă superioară de susceptibilitate a terenurilor la procese actuale de degradare (Fig. 107).

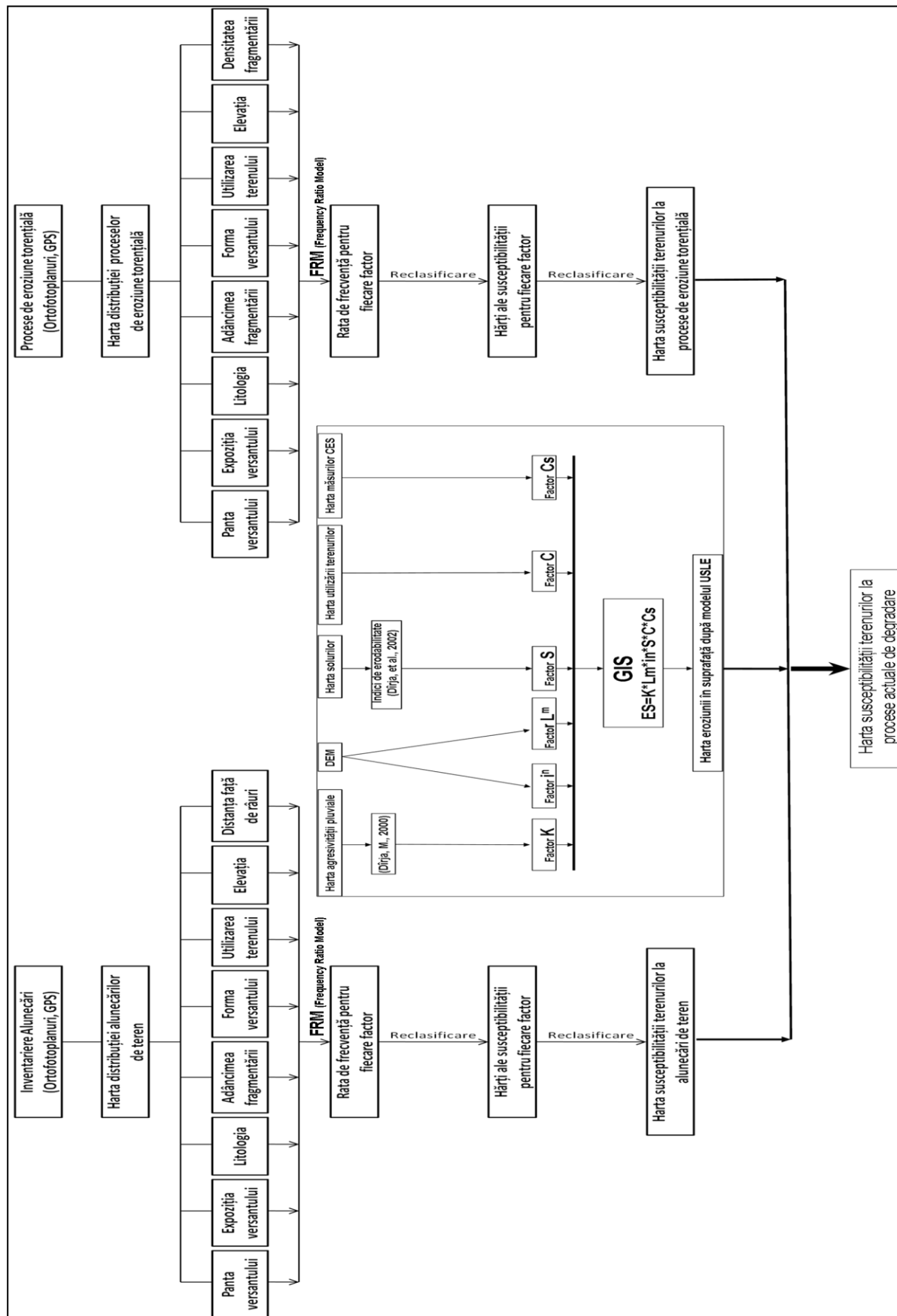


Fig. 107. Metodologia de analiză a susceptibilității terenurilor din Podișul Măhăceni la procese actuale de degradare (alunecări de teren, procese de eroziune torențială, eroziune în suprafață)

Modelul ratei de frecvență se bazează pe relațiile studiate între distribuția produselor eroziunii și fiecare parametru determinant în apariția acestora, pentru a reliefa corelația dintre localizarea alunecărilor/formelor de eroziune torențială și parametri care controlează apariția acestora în zona de studiu.

Frecvența proceselor este dată de raportul dintre arealul de apariție al proceselor și arealul total, astfel încât o valoare de 1 este o valoare medie. Dacă valoarea este peste 1 înseamnă că procentajul alunecărilor/proceselor torențiale este mai mare decât cel al zonei și se referă la o corelație mai mare, în timp ce valorile mai mici decât 1 relevă o corelație mai mică.

În studiul de față, s-au considerat opt parametri în zonarea alunecărilor de teren și a produselor torențiale din arealul studiat: panta versantului, litologia, elevația, expoziția versantului, modul de utilizare a terenului, distanța față de rețeaua de drenaj, adâncimea fragmentării (respectiv densitatea fragmentării pentru procesele torențiale) și forma versantului.

6.6.1. Susceptibilitatea terenurilor la alunecări de teren

Pentru calcularea ratei de frecvență s-a determinat rata areală de apariție a alunecărilor pentru clasa fiecărui parametru care influențează apariția acestora (tabel 29). Astfel, harta inventarierii alunecărilor (realizată cu un GPS Magellan Explorist 600) a fost suprapusă cu strate tematice și s-a calculat o rată areală pentru fiecare clasă a fiecărui parametru, raportat la arealul total (fig. 93)..

După harta susceptibilității la alunecări de teren, 54.3% din arealul total indică susceptibilitate mică și foarte mică. Ariile cu susceptibilitate medie și mare constituie 28.2% respectiv 14.9% din arealul total. Zonele cu susceptibilitate foarte mare reprezintă 2.5% din totalul arealului studiat, iar 17,4% din arealul total, unde indicele de susceptibilitate a avut un grad ridicat (susceptibilitate mare și foarte mare), ar putea explica 97.03% din totalul alunecărilor.

Tabel 29. Calcularea susceptibilității la alunecări de teren în funcție de factorii determinanți în apariția și distribuția acestora

Litologie	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
nisipuri, argile marnoase, pietrișuri	90386550	21,43	7625	15,08	0,70
pietrișuri, nisipuri	179655875	42,59	4950	9,79	0,23
bazalte	7193725	1,71	0	0,00	0,01
conglomerate, calcare, gipsuri, sare, tufuri, gresii	23824300	5,65	0	0,00	0,01
gresii, marne nisipoase	22179850	5,26	1025	2,03	0,39
marne, marne nisipoase, nisipuri	98546775	23,36	36975	73,11	3,13
Pantă	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
0-2°	149560800	35,46	0	0,00	0,01
2-6°	93173175	22,09	3525	6,97	0,32
6-17°	171159500	40,58	45100	89,17	2,20
17-32°	7894900	1,87	1950	3,86	2,06
Expoziție	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
nord	55844325	13,24	18375	36,33	2,74
nord-est	81225725	19,26	7475	14,78	0,77
est	67735650	16,06	75	0,15	0,01
sud-est	62573600	14,84	0	0,00	0,01
sud	46039850	10,92	7850	15,52	1,42
sud-est	46185600	10,95	1825	3,61	0,33
vest	30195125	7,16	7350	14,53	2,03
nord-vest	31988500	7,58	7625	15,08	1,99
Adâncime fragmentare	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
0-50 m/km ²	142205650	33,72	0	0,00	0,01
50-100 m/km ²	98444900	23,34	7375	14,58	0,62
100-150 m/km ²	139929525	33,18	20725	40,98	1,24
150-200 m/km ²	37213100	8,82	14625	28,92	3,28
200-260 m/km ²	3995200	0,95	7850	15,52	4,00
Curbură versant	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
concav	182522250	43,27	27175	53,73	1,24
plan	60039100	14,23	2650	5,24	0,37
convex	179227025	42,49	20750	41,03	0,97
Utilizarea terenului	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
Zone urbane	40592650	9,62	0	0,00	0,01
Arabil neirigat	220767625	52,34	0	0,00	0,01
Livezi	4848275	1,15	0	0,00	0,01
Pășuni	101723675	24,12	49525	97,92	4,06
Păduri de foioase	44872300	10,64	0	0,00	0,01
Păduri de conifere	34700	0,01	0	0,00	0,01
Păduri mixte	892475	0,21	0	0,00	0,01
Vegetație arbustivă de tranziție	7919600	1,88	1050	2,08	1,11
Terenuri mlăștinoase	135775	0,03	0	0,00	0,01
Elevație	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
236-300 m	52695600	12,49	0	0,00	0,01
300-400 m	247529100	58,69	35050	69,30	1,18
400-500 m	86191650	20,43	15525	30,70	1,50
500-600 m	27697625	6,57	0	0,00	0,01
600-731 m	7674400	1,82	0	0,00	0,01
Distanță față de rețeaua de drenaj	Arie (m²)	Pondere(%)	Arie alunecări(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
0-200 m	119404025	28,31	32975	65,20	2,30
200-400 m	99582175	23,61	11900	23,53	1,00
400-600 m	75266750	17,84	5700	11,27	0,63
600-800 m	47454000	11,25	0	0,00	0,01
> 800 m	80080125	18,99	0	0,00	0,01

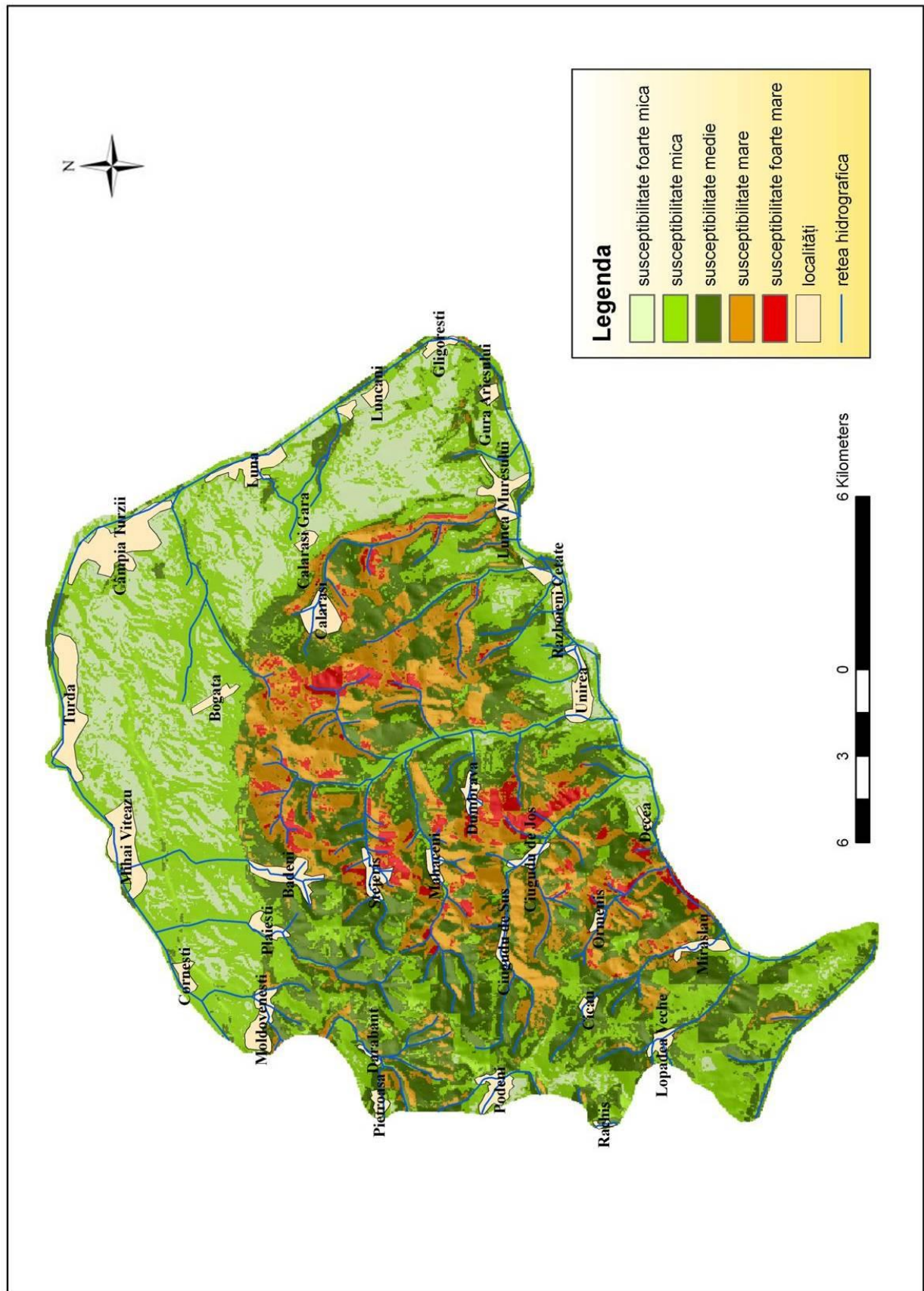


Fig. 93. Podișul Măhăceeni - Harta susceptibilității terenurilor la alunecări de teren

6.6.2. Susceptibilitatea terenurilor la procese de eroziune torențială

Pentru a se determina probabilitatea de apariție și dezvoltare a organismelor torențiale s-a calculat rata de frecvență a acestora, în funcție de opt factori cu rol determinant în apariția și distribuția organismelor torențiale (Tabel 25): panta versantului, substrat, altitudine, expoziția versantului, adâncimea fragmentării, forma versantului, densitatea fragmentării și utilizarea terenului. În urma calculării ratei de frecvență pentru fiecare factor și pentru fiecare clasă corespunzătoare (Tabel. 25), s-au obținut valorile ponderii claselor de susceptibilitate la procese de eroziune torențială. Hărțile ratei de frecvență pentru clasele însumate, respectiv ale ratei de frecvență a factorilor, au fost suprapuse și în final s-a obținut harta susceptibilității la procese de eroziune torențială în Podișul Măhăceni (Fig. 103). Conform acesteia, 73,9% din totalul arealului în studiu reprezintă areale cu susceptibilitate mică și foarte mică, iar 21,6%, cuprinde teritoriile cu susceptibilitate medie. Terenurile cu grad de susceptibilitate mare și foarte mare, reprezintă 4,5% din totalul suprafeței Podișului Măhăceni, ocupând 19,19 km².

Tabel 25. Calcularea frecvenței proceselor de eroziune torențială în funcție de factorii determinanți în apariția și distribuția acestora

Litologie	Arie(m ²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m ²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
nisipuri, argile marnoase, pietrișuri	90386550	21,43	2162450	62,22	2,90
pietrișuri, nisipuri	179655875	42,59	200525	5,77	0,14
bazalte	7193725	1,71	9650	0,28	0,16
conglomerate, calcare, gipsuri, sare, tufuri, gresii	23824300	5,65	479200	13,79	2,44
gresii, marnă nisipoase	22179850	5,26	124525	3,58	0,68
marnă, marnă nisipoase, nisipuri	98546775	23,36	499025	14,36	0,61
Pantă	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
0-2°	149560800	35,46	50625	1,46	0,04
2-6°	93173175	22,09	781625	22,49	1,02
6-17°	171159500	40,58	2523575	72,61	1,79
17-32°	7894900	1,87	119450	3,44	1,84
Expoziție	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
nord	55844325	13,24	244875	7,05	0,53
nord-est	81225725	19,26	340725	9,80	0,51
est	67735650	16,06	324575	9,34	0,58
sud-est	62573600	14,84	508950	14,64	0,99
sud	46039850	10,92	529625	15,24	1,40
sud-vest	46185600	10,95	821500	23,64	2,16
vest	30195125	7,16	502225	14,45	2,02
nord-vest	31988500	7,58	202800	5,84	0,77
Adancime fragmentare	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
0-50 m/km ²	142205650	33,72	6275	0,18	0,01
50-100 m/km ²	98444900	23,34	621825	17,89	0,77
100-150 m/km ²	139929525	33,18	1819125	52,34	1,58
150-200 m/km ²	37213100	8,82	918000	26,41	2,99
200-260 m/km ²	3995200	0,95	110050	3,17	3,34
Curbură versant	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
concav	182522250	43,27	2454350	70,62	1,63
plan	60039100	14,23	85925	2,47	0,17
convex	179227025	42,49	935000	26,90	0,63
Utilizarea terenului	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
Zone urbane	40592650	9,62	55400	1,59	0,17
Arabil neirigat	220767625	52,34	1141425	32,84	0,63
Livezi	4848275	1,15	46025	1,32	1,15
Pășuni	101723675	24,12	1402750	40,36	1,67
Păduri de foioase	44872300	10,64	6400	0,18	0,02
Păduri de conifere	34700	0,01	0,00	0,00	0,00
Păduri mixte	892475	0,21	29875	0,86	4,06
Vegetație arbustivă de tranziție	7919600	1,88	793500	22,83	12,16
Terenuri mlăștinoase	135775	0,03	0,00	0,00	0,00
Elevație	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
236-300 m	52695600	12,49	71400	2,05	0,16
300-400 m	247529100	58,69	2501650	71,98	1,23
400-500 m	86191650	20,43	808450	23,26	1,14
500-600 m	27697625	6,57	81725	2,35	0,36
600-731 m	7674400	1,82	12050	0,35	0,19
Densitate fragmentare	Arie(m²)	Pondere(%)	Arie procese torențiale(m²)	Pondere(%)	Rata de frecvență
<1 km/kmp	233257775	55,30	601000	17,29	0,31
1-2km/kmp	116565025	27,64	1093825	31,47	1,14
2-3km/kmp	49997850	11,85	572275	16,47	1,39
3-4km/kmp	18966425	4,50	901425	25,94	5,77
>4 km/kmp	3000000	0,71	306850	8,83	12,41

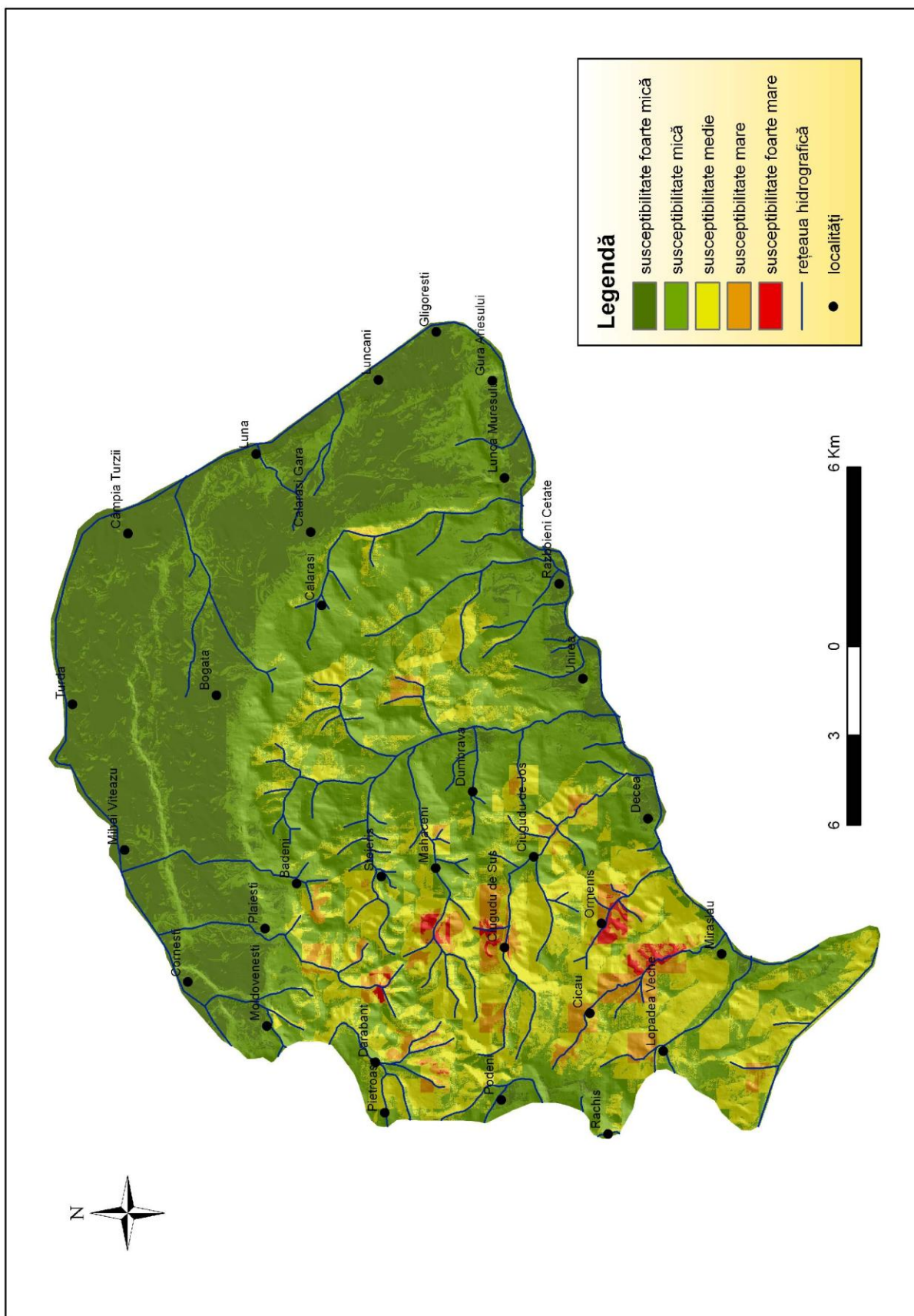


Fig. 103. Podișul Măhăceni - Harta susceptibilității la procese de eroziune torențială

6.6.3. Susceptibilitatea terenurilor la eroziune a în suprafață

Pentru determinarea vulnerabilității terenului la procesele de eroziune în suprafață în Podișul Măhăceni, s-a folosit modelul U.S.L.E (Universal Soil Loss Equation), la noi în țară fiind adaptat de o echipă condusă de Mircea Moțoc, care au propus în anul 1979 modelul ROMSEM (Romanian Soil Erosion Model), varianta cea mai bună pentru România fiind reconfirmată și în 2002 (Moțoc M, Sevastel M., 2002). Această formulă matematică se exprimă astfel:

$$ES=K*L^m*i^n*S*C*Cs$$

Unde:

Es- cantitatea de sedimente generată de eroziunea de suprafață ca medie multianuală, estimată în tone/ha

K- coeficient de corecție în funcție de agresivitatea climatică;

L^m - lungimea versantului

i - panta versantului

S- coeficient de corecție în funcție de erodabilitatea solului;

C- coeficient de corecție în funcție de utilizarea terenului și structura vegetației;

Cs - coeficient de corecție în funcție de măsurile și lucrările antierozionale

În general se consideră ca valoare medie tolerabilă a eroziunii de suprafață, valoarea de 3t/ha/an. Valorile obținute arată că doar 3,7% din teritoriu este afectat de eroziune de >3 t/ha/an. Cea mai mare parte a teritoriului în studiu (92,2%) cuprinde valori ale eroziunii în suprafață, sub 2t/ha/an, iar pe 4% din teritoriu s-au înregistrat valori între 2-3t/ha/an. Totuși, pe anumite sectoare de versant se găsesc valori ridicate ale eroziunii în suprafață în arealul bazinelor: Stejeriș, Bădeni, Mirăslău, Cicău, Ciugud, Aiud, bazinul Unirea, Feldioara (Fig. 105).

Pentru bazinele de la est de valea Unirii este vorba de situații în care s-au făcut defrișări mai vechi sau în care s-a îndepărtat covorul arboreal din livezile de pomi fructiferi, rămânând un teritoriu vulnerabil proceselor erozionale. La est de valea Unirii se întâlnesc suprafețe mai extinse cu eroziune puternică în suprafață, afectând suprafețe cu pășuni. Aici este o zonă tipică de suprapășunat.

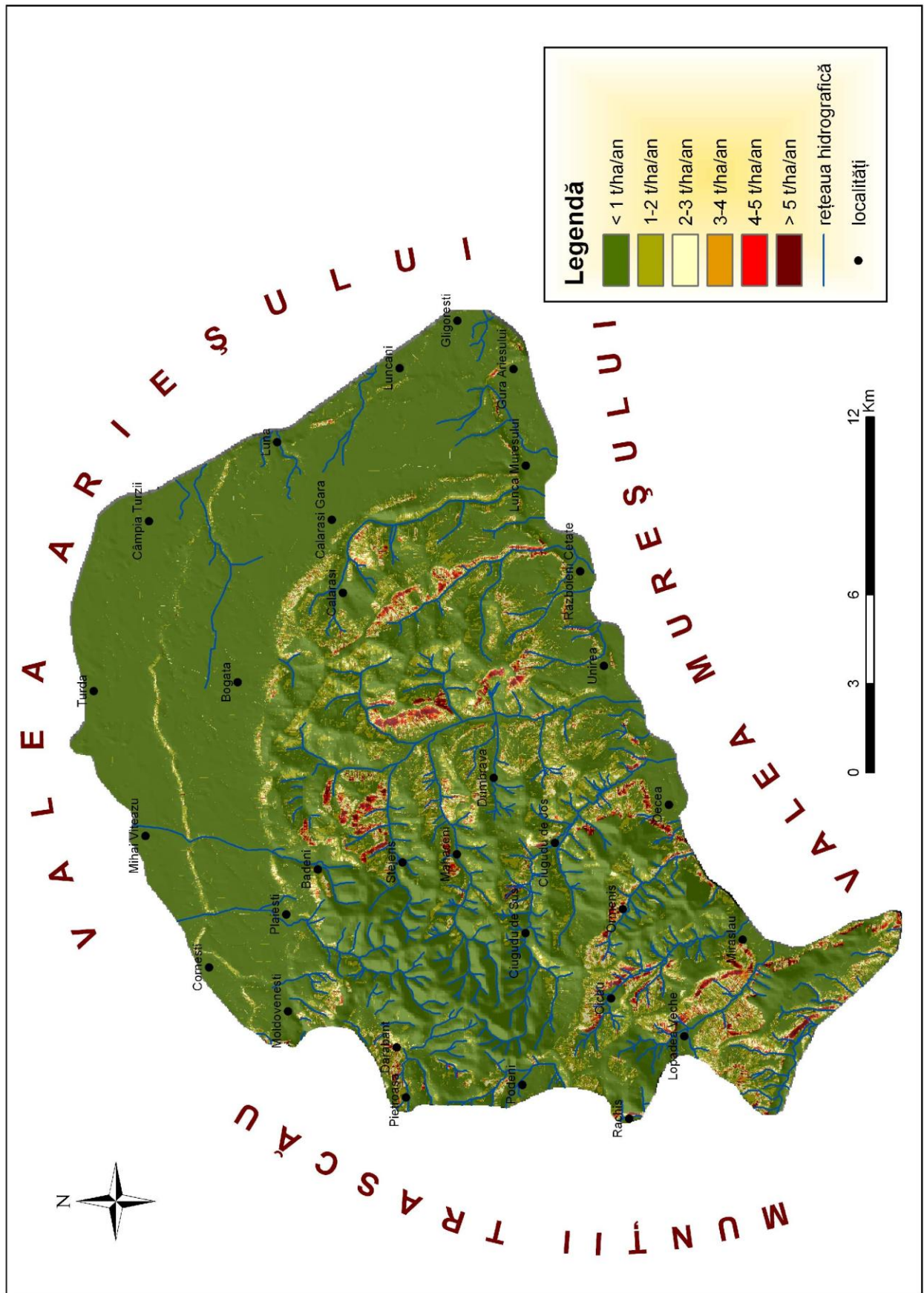


Fig. 105. Podișul Măhăceni - Harta eroziunii în suprafață după modelul USLE

6.6.4. Concluzii

S-au calculat valorile susceptibilității totale, pentru toate cele trei procese combinate, acestea fiind apoi redistribuite sub forma a cinci clase de susceptibilitate (Fig. 106).

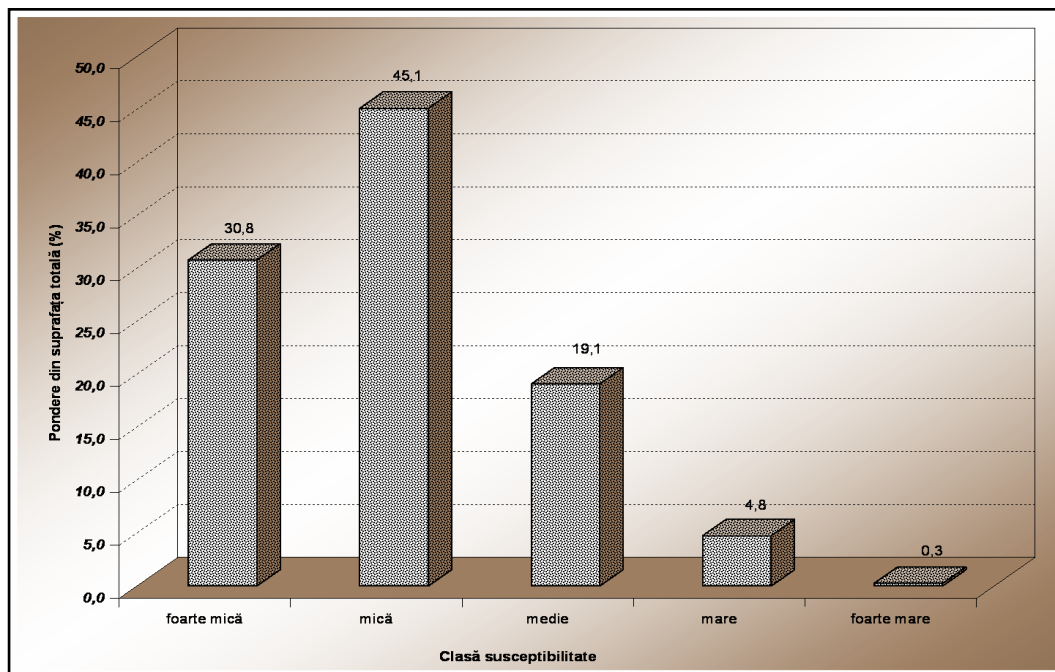


Fig. 106. Ponderea claselor de susceptibilitate la procese actuale de degradare (alunecări, eroziune torențială, eroziune în suprafață)

S-a obținut așadar o nouă hartă a susceptibilității terenurilor din Podișul Măhăceni, la procese actuale de degradare: alunecări de teren, eroziune torențială și eroziune în suprafață (Fig. 108). Conform acesteia, din suprafața totală de 421,7 km² a Podișului Măhăceni, terenurile cu susceptibilitate mare ocupă o suprafață de 21,11 km², reprezentând 5,1% din totalul arealului în studiu, valorile medii se regăsesc pentru 19,1% din teritoriu, acoperind 80,45 km², iar pentru 75,9% din totalul zonei studiate s-au găsit valori mici ale susceptibilității la procesele actuale de degradare, reprezentând 320,05 km².

În urma validărilor din teren s-a confirmat că la nivel de areal se delimitează anumite sectoare cu un grad crescut de degradare a terenurilor: bazinul Ciugud - sectorul median-inferior, partea superioară a bazinului Mirăslău, bazinul Stejeriș, bazinul Măhăceni, versanții de stânga ai văii Unirea, Bazinul Măcicășii, versanții de stânga ai văii Feldioara și Aiud.

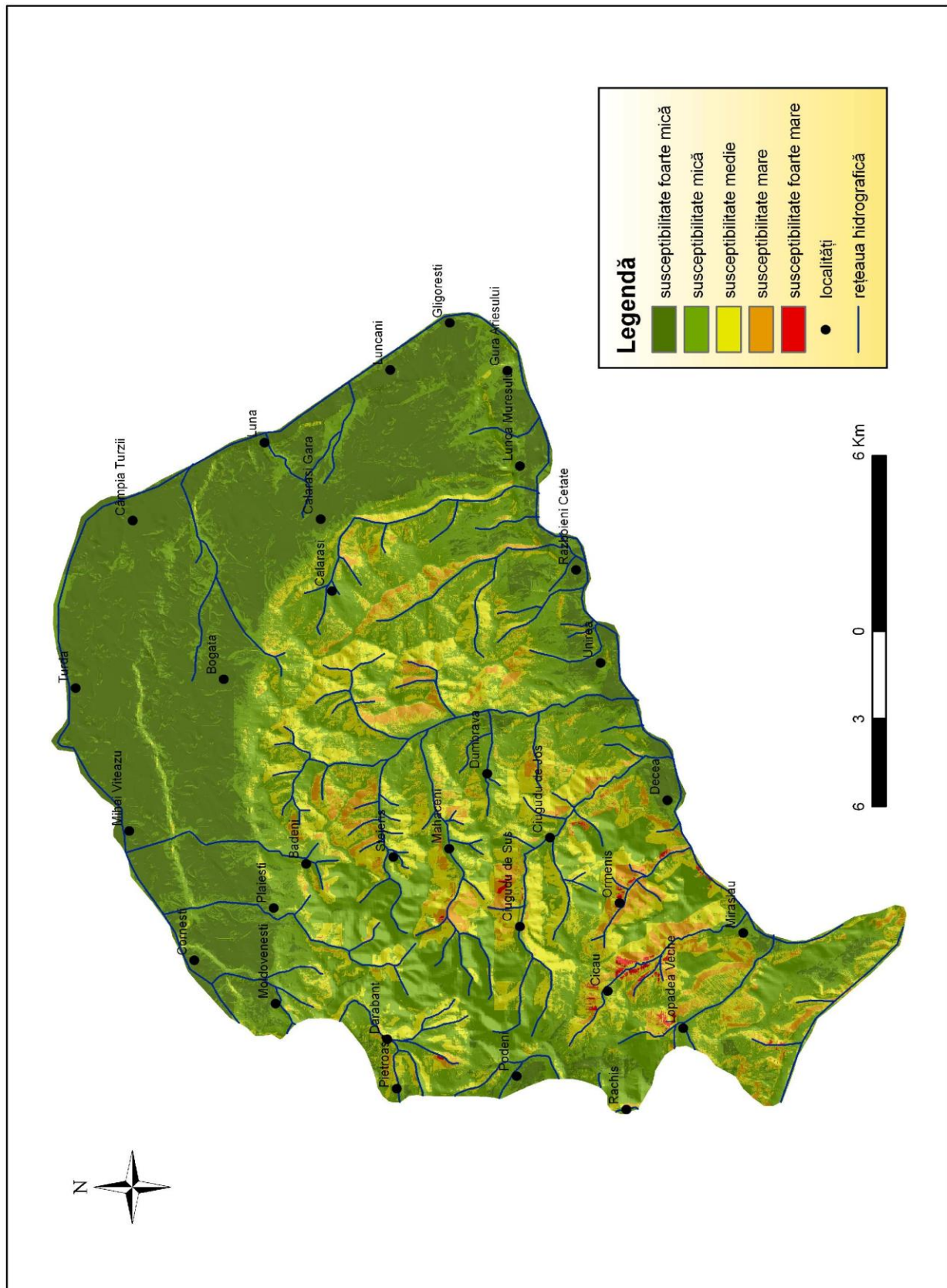


Fig. 108. Podișul Măhăceeni - Harta susceptibilității terenurilor la procese actuale de degradare (alunecări de teren, eroziune torențială, eroziune în suprafață)

7. Reflectarea componentei morfologice în sistemul teritorial al Podișului Măhăceni în contextul dezvoltării durabile

Abordarea reflectării caracteristicilor morfologice ale Podișului Măhăceni în sistemul teritorial constituie partea aplicativă a lucrării, prin referirea la componenta socială, în virtutea relației dintre sistemul natural și cel social al arealului studiat, în contextul dezvoltării durabile. În acest sens, s-a urmărit impactul antropic asupra componentei morfologice și impactul modelării actuale asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni.

7.1. Peisaj geografic și dezvoltare durabilă - delimitare noțională

În accepțiunea modernă, caracterul interdisciplinar impune geomorfologiei trecerea de la o disciplină cu rol de gestionare a cunoștințelor spre una explicativă, cu rol de prognoză a proceselor și fenomenelor geografice. Astfel apar în literatura geografică termeni ca: ecosistem, mediu geografic, geosistem, peisaj, stabilind pe de o parte relația geografiei și geomorfologiei cu alte științe, iar pe de altă parte, delimitându-și mai clar obiectul de studiu și metodologia de cercetare.

Peisajul geografic este o unitate spațială caracterizată prin interacțiunea factorilor abiotici, biotici și antropici, având o structură și fizionomie proprie, percepută diferit și utilizată în raport cu modul de percepție. Peisajul geografic este un element de sinteză, rezultat prin interacțiunea tuturor componentelor mediului, așadar, peisajul geografic apare concretizat prin ceea ce este vizibil, palpabil și exprimat într-un teritoriu sau spațiu geografic.

Conceptul de *dezvoltare durabilă* desemnează totalitatea formelor și metodelor de dezvoltare socio-economică, al căror fundament îl reprezintă în primul rând asigurarea unui echilibru între sistemele socio-economice și elementele capitalului natural.

La noi în țară a fost introdus în sistemul legislativ de către Marcian Bleahu - în calitate de ministru, după Summit-ul de la Rio din 1992, unde a participat ca vicepreședinte ales în board-ul Conferinței Mondiale pentru Mediu și Dezvoltare. La întoarcerea în țară, prof. Bleahu a introdus principiul de dezvoltare durabilă în programul de dezvoltare economică al guvernului dar și în Legea Mediului.

În evaluarea conceptului de dezvoltare durabilă, în lucrarea de față, se disting trei direcții majore: dezvoltarea durabilă la nivel mondial, la nivelul UE și din perspectiva României. La nivelul Podișului Măhăceni, acest concept s-a urmărit având la bază anumite *concepte-cadru noi*, întâlnite în literatura geografică de specialitate, în ceea ce privește *relația mediu natural-mediul social, prin prisma dezvoltării durabile*:

- încălzirea globală și efectele sale;
- planificarea teritorială;
- anticiparea, flexibilitatea și inteligența societății, pentru a nu-și submina propriul fundament fizic și social;
- echilibrul dinamic al sistemului social, cu mediul înconjurător;
- intervenții în caz de dezastre;
- amenajarea teritoriului;
- aprofundarea politicii de amenajare în vederea menținerii echilibrelor între numeroasele dinamici care afectează zonele rurale (diversificarea locurilor de muncă, schimbări în producțiile agricole, împăduriri, turism, protecția naturii);
- conservarea diversității biologice;
- încercarea de punere în practică și instituționalizare a deprinderilor de *analiză, predicție și management al riscului* în procesul de monitoring teritorial, din punct de vedere al interacțiunii: societate - mediu natural, în contextul dezvoltării durabile.

7.2. Suportul geomorfologic al Podișului Măhăceni și influența acestuia în dezvoltarea sistemului teritorial

7.2.1. Suportul natural

Peisajul geomorfologic al Podișului Măhăceni a evoluat în baza a două componente majore: particularitățile mediului natural și modificările în urma acțiunii antropice. Sistemul teritorial al arealului în studiu, s-a dezvoltat în baza acestor două direcții majore, pe linia unui dublu-impact: sistemul natural asupra mediului social și impactul factorului social asupra mediului natural.

7.2.2. Suportul antropic al Podișului Măhăceni și reflectarea activităților umane în morfodinamica actuală a zonei

Factorul antropic se impune în special prin modul de utilizare al terenului, care favorizează instalarea și evoluția proceselor actuale de degradare. Alte activități se leagă de transportul și deplasarea cu căruțele, exploatarea de materiale de construcții, activități militare și activități de poluare.

7.2.2.1. Modul de utilizare a terenului și influența acestuia în declanșarea și dezvoltarea proceselor actuale de degradare

La ora actuală, modul de utilizare a terenului în Podișul Măhăceni (Tabelul 26) indică cea mai mare pondere pentru suprafețele cu terenuri arabile (52.34%), urmate de pășuni (24.12%).

Tabel 26. Clasele de utilizare a terenului în Podișul Măhăceni

<i>Utilizarea terenului</i>	<i>Suprafață(ha)</i>	<i>Procent (%)</i>
Zone construite	4059,26	9,62
Arabil neirigat	22076,76	52,34
Livezi	484,82	1,15
Pășuni	10172,37	24,12
Păduri de foioase	4487,23	10,64
Păduri de conifere	3,47	0,01
Păduri mixte	89,25	0,21
Vegetație arbustivă de tranziție	79,16	1,88
Terenuri mlăștinoase	13,58	0,03

O particularitate în ceea ce privește modul de utilizare al terenului o reprezintă plantațiile de pomi fructiferi. În anii 70-80, s-au efectuat o serie de terasamente (mai ales în bazinele Stejeriș, Măhăceni, Aiud), pentru a servi plantațiilor de pomi fructiferi (măr, prun). După anii 90, aceste livezi au fost lăsate în paragină, nu s-au mai efectuat lucrări agrotehnice, mulți arbori au fost tăiați, iar versanții s-au degradat rapid. În momentul actual, acești versanți unde au existat livezi sunt cei mai afectați de procese intense de eroziune: alunecări și torențialitate.

S-au luat în considerare două bazine edificatoare pentru Podișul Măhăceni: Aiud și Stejeriș, în care s-a urmărit evoluția suprafețelor arboricole pentru o perioadă de 21 ani (1984-2005), corelată cu distribuția și dezvoltarea actuală a proceselor de versant: alunecări de teren și ravinație.

Bazinul văii Aiud a suferit din perioada anilor 80 până în prezent o scădere mare în ceea ce privește suprafața ocupată de vegetația arboricolă: de la 346,69 ha în 1984, la 66,4ha în 2005 (Fig. 110).

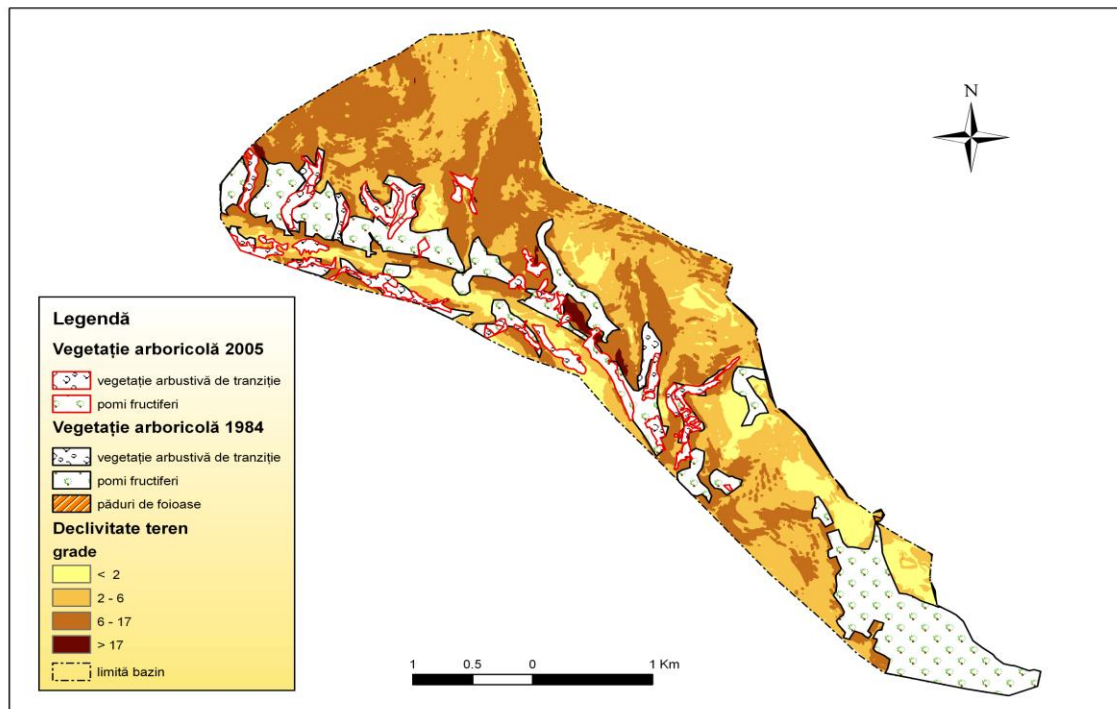


Fig. 110. Bazinul văii Aiuș - gradul de acoperire cu arbori în anul 1984 și 2005

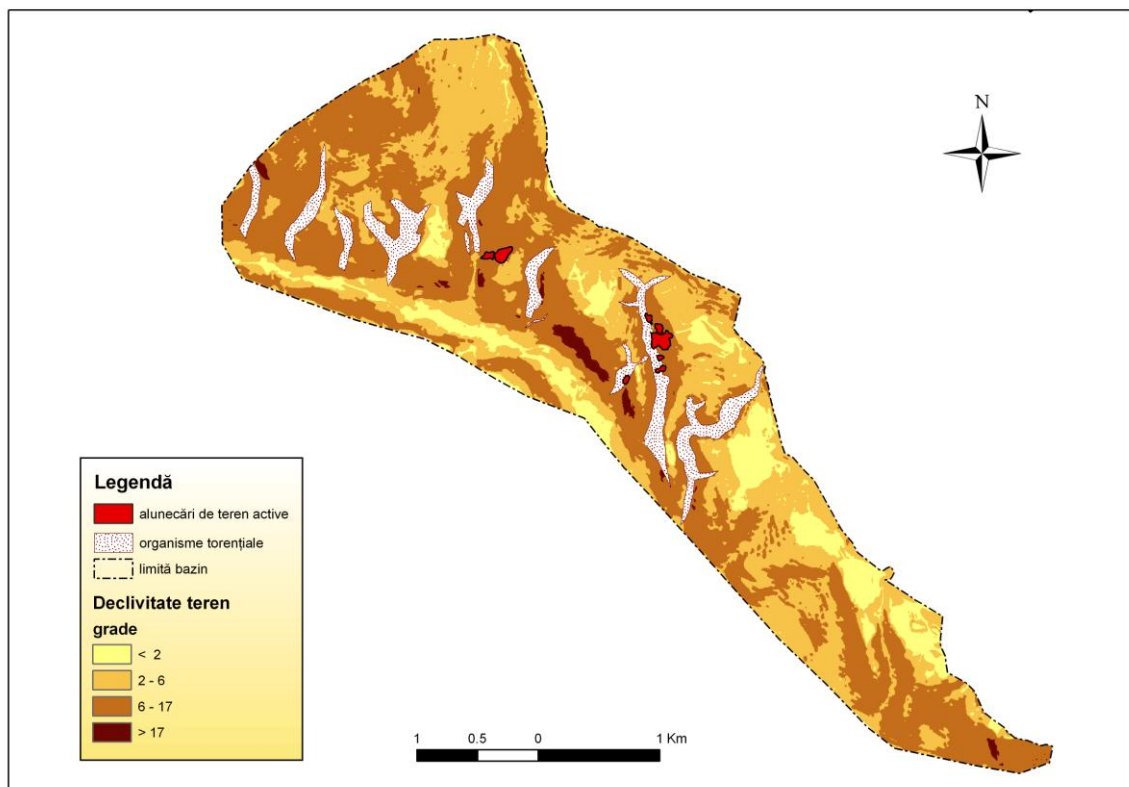


Fig. 111. Bazinul văii Aiuș - localizarea proceselor actuale de versant (ravene, alunecări)

O situație asemănătoare, însă de proporții mai reduse, se găsește în bazinul Stejeriș. Aici, suprafețele acoperite cu pomi fructiferi erau în anul 1984, de 178,15ha, iar la nivelul anului 2005 suprafața s-a diminuat de aproape 5 ori (Fig. 112).

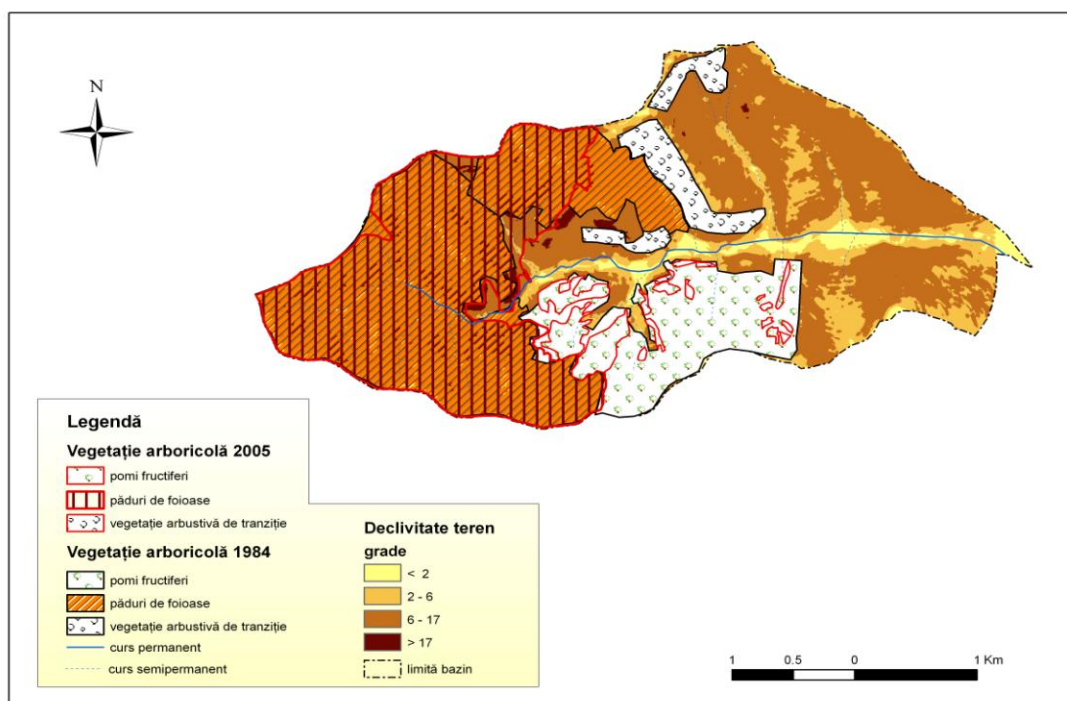


Fig. 112 Bazinul Stejeriș - gradul de acoperire cu vegetație arborică în anul 1984 și 2005

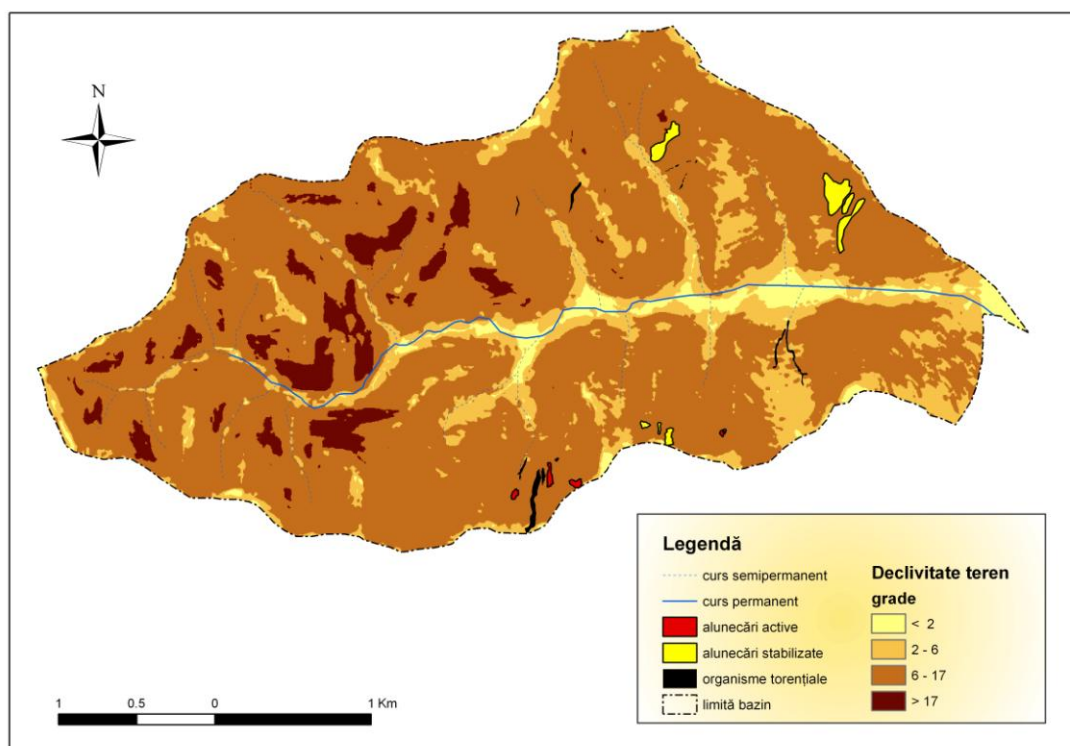


Fig. 113. Bazinul Stejeriș - localizarea proceselor erozionale actuale (ravene, alunecări)



Fig. 114. Instalarea proceselor actuale erozionale în urma modului de utilizare al terenului pe versanții de dreapta ai bazinului Stejeriș

7.3. Impactul proceselor de modelare actuală asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni

Schimbările recente în cadrul mediului geografic - atât în *sistemele naturale* (încălzire globală, schimbări climatice), cât și *antropice* (globalizare, extindere teritorială, etc) se răsfrâng și asupra modului de manifestare a proceselor de modelare contemporană (înmulțirea hazardelor, a dezastrelor, etc). În acest sens se naște o anumită relație: *sistem natural- sistem antropic*, în care accentul se pune pe studierea proceselor de modelare pe spații tot mai reduse și pe perioade scurte și medii. Se simte așadar nevoia de regionare a studiilor de geomorfologie aplicată, care vin să sprijine demersurile de analiză și monitoring teritorial pe termen scurt, mediu și lung.

7.3.1. Procese de modelare actuală cu impact negativ asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni.

În Podișul Măhăceni modelarea actuală este puternică, atât în urma dinamicii naturale cât mai ales în urma influenței antropice. Procesele de modelare actuală sunt active și induc pagube, cele mai însemnate fiind înregistrate în urma alunecărilor de teren și a proceselor torențiale.

Elementele sistemului teritorial al arealului în studiu (căi de acces, construcții, terenuri) sunt afectate în mod negativ de aceste procese, care produc pagube materiale, care nu ar trebui neglijate, având în vedere că este vorba de comunități mici și slab dezvoltate.

7.3.2. Problema riscului, rolul predicției asupra hazardelor naturale și măsuri de combatere a efectelor acestora

Dintre procesele de modelare actuală cu potențial de producere a pagubelor, se detașează *alunecările de teren*, care la nivelul Podișului Măhăceni ocupă o suprafață totală de 3,33km², din care 11% sunt alunecări active iar 89% sunt alunecări parțial-stabilizate/stabilizate, care se pot reactiva, în perioadele cu maxim pluviometric.

Concentrarea acestor procese în arealele cu așezări și căi de comunicație, implică necesitatea evaluărilor și studierii acestora din punctul de vedere al posibilității de producere a pagubelor. Impactul alunecărilor de teren asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni se răsfrânge asupra așezărilor omenești și a căilor de comunicație.

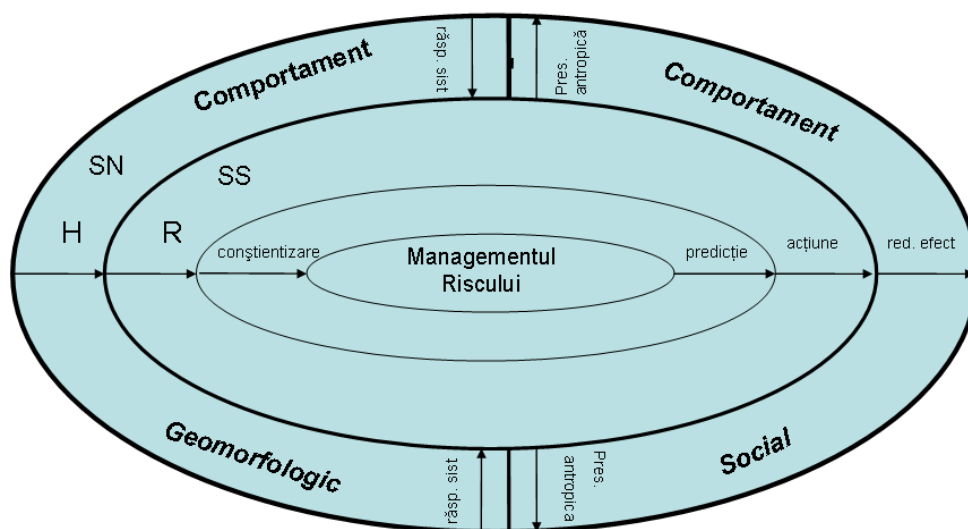


Fig. 122. Conștientizarea riscului în relația sistem natural - sistem social.
SN= sistem natural; SS= sistem social; H= hazard; R= risc

7.3.2.1. Evaluarea riscului la alunecări de teren în Podișul Măhăceni

Managementul riscului urmează termeni ca: susceptibilitate, vulnerabilitate, hazard, risc, dezastru. Predicția asupra alunecărilor ca și hazarde naturale, este precedată de obținerea informațiilor probabilistice legate de dinamica procesului și de extensiunea spațială a lui.

Demersul de evaluare a riscului la alunecări de teren pentru Podișul Măhăceni, a urmat: evaluarea susceptibilității, vulnerabilitatea și riscul la alunecări, elementele la risc considerate fiind așezările și căile de acces. Acest demers reprezintă un model de predicție pe termen scurt și mediu, a dinamicii alunecărilor de teren și a impactului acestora asupra sistemului teritorial al Podișului Măhăceni.

În prima fază s-a creat o bază de date a alunecărilor (inventarierea a 324 alunecări stabilizate/parțial-stabilizate și active, folosind un GPS Magellan explorist 600). Apoi datele au fost transformate în GIS și s-a construit, pe baza modelului ratei de frecvență, harta susceptibilității la alunecări de teren în funcție de opt factori majori în declanșarea alunecărilor (gradul de înclinare al versantului, expoziția versantului, litologia, adâncimea fragmentării, forma versantului, utilizarea terenului, elevația, distanța față de râuri).

În determinarea vulnerabilității la alunecări pentru așezări (construcții) și drumuri s-au urmărit câțiva parametri majori: distanța elementelor la risc față de arealul-sursă, tipul pagubelor, structura construcțiilor, tipul și intensitatea alunecărilor (Fig. 123, 124).

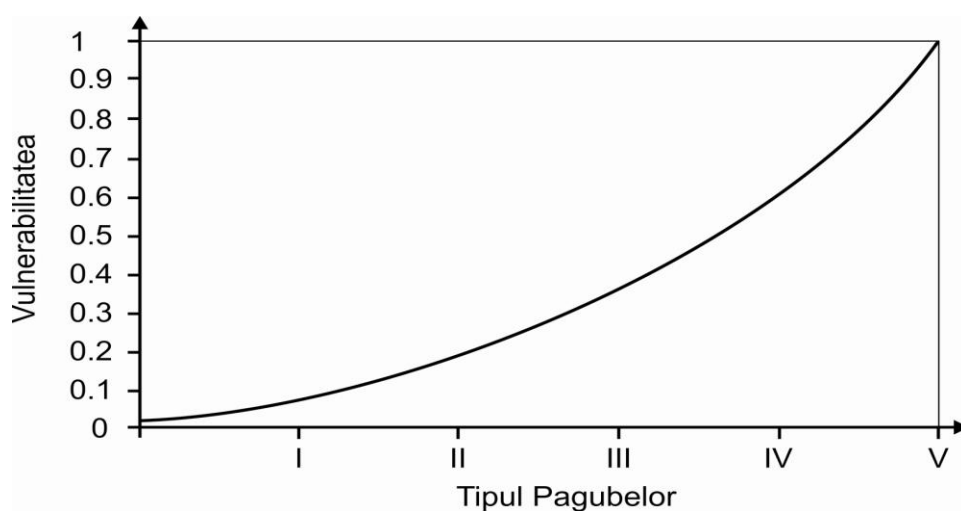


Fig. 123. Vulnerabilitatea la alunecări de teren pentru construcții în Podișul Măhăceni, în funcție de tipul pagubelor (modificare după Leone et. al., 1996 și Glade, 2003). I- ($V= 0.01- 0.1$): pagube superficiale (crăpături mici în pereții laterali); stabilitatea nu e afectată. II- ($V= 0.2- 0.3$): crăpături mari doar în pereții laterali ai construcției; stabilitatea nu e afectată; reparațiile nu sunt urgente. III- ($V= 0.4- 0.6$): deformări puternice; crăpături mari în zid; crăpături în structura de rezistență; stabilitate afectată; uși și geamuri neutilizabile; evacuare necesară. IV- ($V= 0.7- 0.8$): rupturi structurale (pereții laterali ruși, rupturi la îmbinarea pereților, rupturi în fundație); parțial distrusă; evacuare necesară; reconstrucția părților distruse. V- ($V= 0.9- 1$): distrugere parțială sau totală; evacuare necesară; reconstrucție completă.

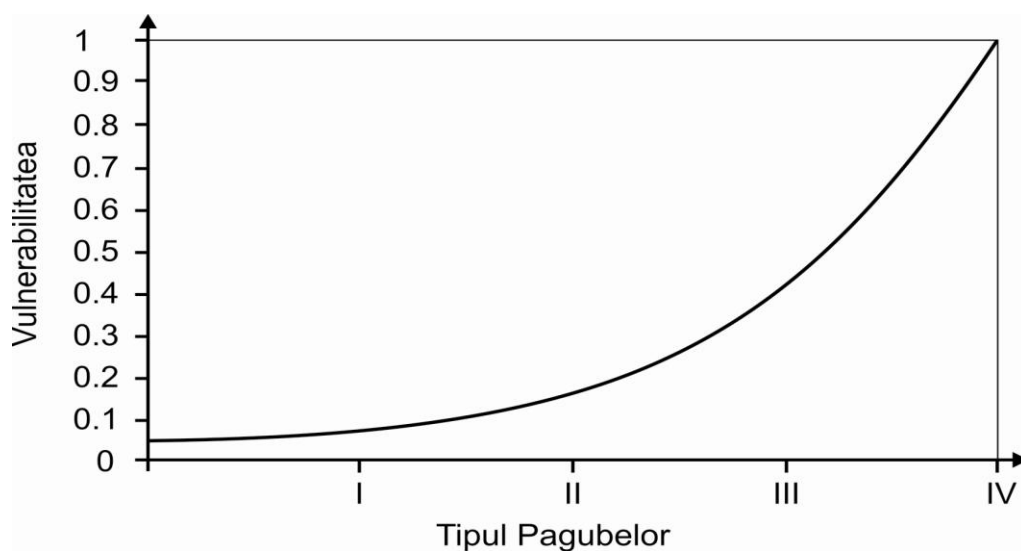


Fig. 124. Vulnerabilitatea la alunecări de teren pentru căi de acces în Podișul Măhăceni, în funcție de tipul pagubelor (modificare după Leone et. al., 1996 și Glade, 2003). I- ($V= 0.05- 0.3$): pagube superficiale asupra drumului; II- ($V= 0.3- 0.6$): pagube asupra carosabilului; reparațiile necesită 10m^3 material; III- ($V= 0.6- 0.8$): pagube asupra carosabilului; reparațiile necesită 100m^3 material; IV- ($V= 0.8- 1$): distrugerea drumului.

S-au calculat valorile vulnerabilității la alunecări de teren, considerându-se factorul distanță față de alunecări, ca fiind pregnant în determinarea gradului de vulnerabilitate, aceasta diminuându-se odată cu creșterea distanței față de arealul sursă. S-a stabilit o distanță prag de 50 m, astfel încât gradul de vulnerabilitate scade de la foarte mare la mic din 50 în 50 m, la peste 250 m impactul fiind considerat neglijabil, deoarece magnitudinea procesului este redusă. Valorile vulnerabilității pentru așezări și căi de comunicație, s-au calculat în funcție de tipul pagubelor.

Într-o fază finală, pe baza valorilor susceptibilității și vulnerabilității, s-a construit în GIS harta riscului la alunecări de teren în Podișul Măhăceni pentru așezări și căi de acces (Fig. 125), după relația: $R = H \times V$ (UNISDR, 2004).

La nivelul arealului studiat, aproximativ 10% (9,99%) reprezintă zone cu risc mare la alunecări de teren (Tabel 30), corespunzătoare unei suprafețe totale de 42.12 km², din care: 35,62 km² acoperă zone cu risc mare, iar 6,5 km² prezintă areale cu risc foarte mare la alunecări de teren, reprezentând 1,54% din arealul total al Podișului Măhăceni. Pentru 15,98% din teritoriu s-au găsit valori medii ale riscului la alunecări (67,36km²), iar 74,04% din arealul total indică valori mici ale riscului la alunecări de teren.

Cel mai mare grad de risc pentru așezări se întâlnește în cazul a opt localități: Stejeriș, Măhăceni, Dumbrava, Ciugudu de Sus, Ciugudu de Jos, Mirăslău, Călărași, Ormeniș (nr. total de locuitori: 1750 loc.).

În aceste areale alunecările au afectat până în prezent un număr de 35 case (și un cimitir), din care șapte au fost total distruse și evacuate, iar restul prezintă crăpături și deformări ale pereților (Tabel 31) care pot fi remediate, însă la o reactivare a alunecărilor, acestea pot fi serios agravate.

Tabel 31. Podișul Măhăceni - localitățile cu risc mare și pagube produse la alunecări de teren

Loc. afectate	Stejeriș	Măhăceni	Dumbrava	Mirăslău	Călărași	Ormeniș
Nr. case afectate	3	11+1 cimitir	10	3	7	1
Nr. case cu crăpături	3	8	8	3	5	1
Nr. case distruse	-	3	2	-	2	-
Materiale de construcții folosite	Cărămidă; fundație de piatră	Cărămidă; fundație de piatră	Cărămidă; fundație de piatră	Cărămidă; fundație de beton	Cărămidă; fundație de beton	Cărămidă ; fundație de piatră

Referitor la rețeaua de căi de acces, riscul cel mai mare la alunecări de teren îl prezintă drumul European E81 (pe o lungime de aprox. 1.26 km) și două drumuri comunale care îl intersectează dinspre Ciugudu de Sus și Ormeniș (pe o lungime de aprox. 1.4 km) - costul estimativ de reabilitare în caz de afectare în urma alunecărilor fiind estimat la aprox. 360000 € (DRDP Cluj, 2008).

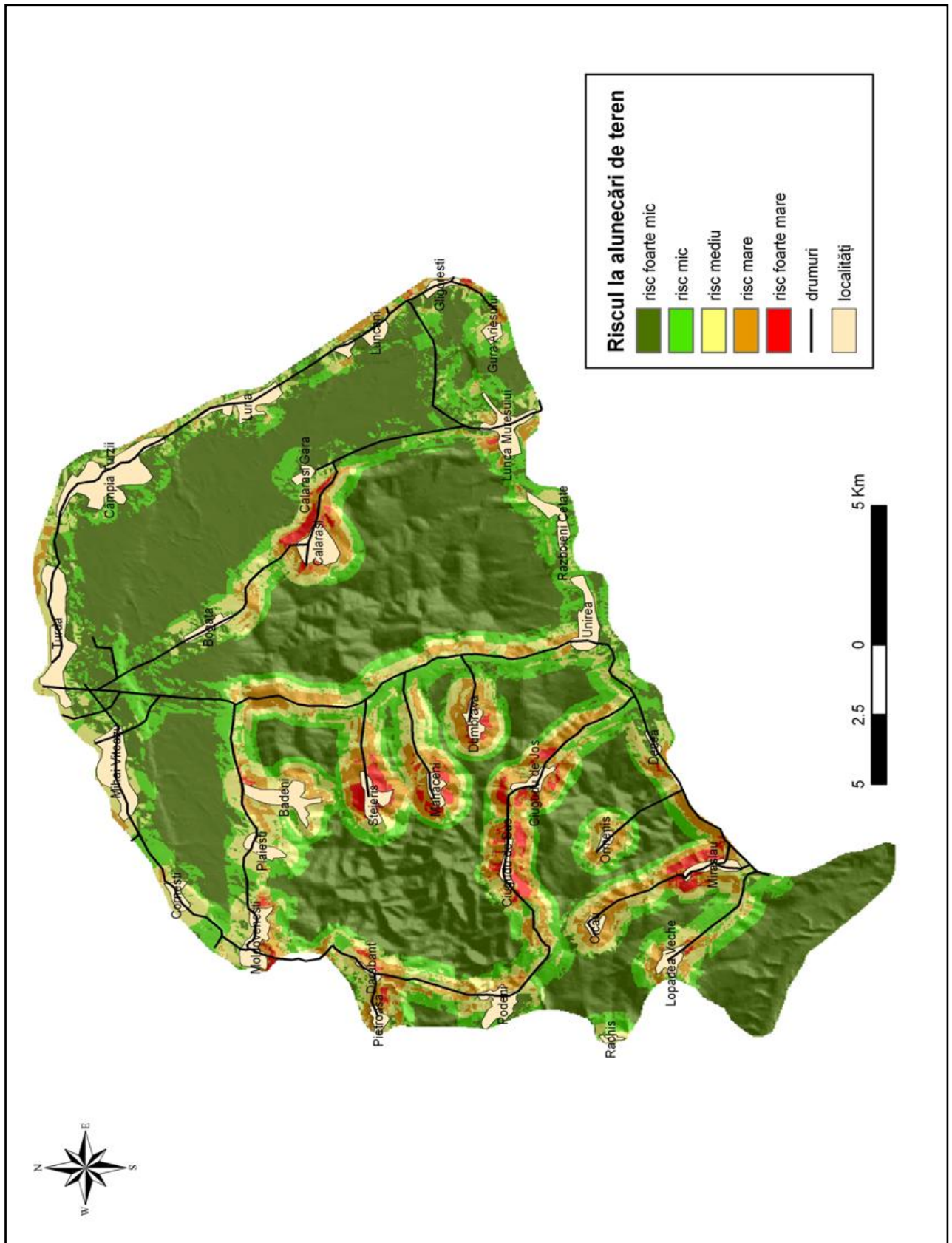


Fig. 125. Podișul Măhăceni - Harta riscului la alunecări de teren pentru așezări și căi de acces

7.3.2.2. Concluzii

Se remarcă lipsa la nivelul comunităților a unei informări adecvate și un interes scăzut manifestat de populație față de aceste hazarde și pagubele pe care le pot produce. Astfel că întâlnim situații cum ar fi: construcții de case noi în areale cu alunecări active și grad mare al vulnerabilității la alunecări, exploatarea de nisip în zone cu grad foarte mare al vulnerabilității, ceea ce duce la destabilizarea versantului și facilitează declanșarea alunecărilor. Se remarcă, de asemenea, lipsa la nivel de autorități a unui studiu de predicție și identificare a arealelor cu grad ridicat al riscului la alunecări.



Fig. 126. Alunecare de teren recentă (2005-2006) care afectează drumul European E81

Predicția asupra alunecărilor de teren pe termen scurt și mediu are următoarele scopuri principale: reducerea pagubelor potențiale materiale și omenești în caz de producere a hazardului, reducerea costurilor de reparații și scăderea gradului de risc, formarea de opinii corecte față de aceste hazarde, rezultând un comportament adecvat al societății (consolidarea zonelor afectate și cu grad mare al riscului la alunecări, evitarea exploatărilor și lucrărilor de construcție în arealele cu grad ridicat de risc, asigurarea terenurilor din astfel de zone, etc).

7.3.2.3. Măsuri de prevenire și combatere în declanșarea și evoluția alunecărilor de teren

Pentru creșterea stabilității versanților și combaterea efectelor negative ale alunecărilor de teren, sunt necesare lucrări de reabilitare, ca soluții tehnice pe termen scurt, mediu și lung, ce intră în următoarele categorii: lucrări mecanice și hidrotehnice, lucrări de nivelare și modelare a terenurilor alunecătoare și lucrări biologice de prevenire și combatere a alunecărilor de teren.

Tabel 32. Specii de vegetație forestieră care ajută la stabilizarea versanților afectați de alunecări de teren pentru zonele de tranziție stepă-silvostepă (după Dîrja, M., 2000)

Specie lemnoasă	Nr. Puieti/ha	Procedee de pregătire a terenului predispus la alunecări
<i>În stepă</i>		
Să, Sc, V.t, Lc	6700	Gropi de 40-40-30cm
Să, Sc	5000	Terase cu gardulețe la 2-3m din ax în ax; gardulețe rombice; mulcire; pământ vegetal; plantații cu puieti crescute în pungi de polietilenă
<i>În silvostepă</i>		
Sc, Pi.n, Fr, Ju, A.t, Mj, Sg, Lc, Sp	6700	Gropi de 40/40/30cm; terase late de 0.8-1m la distanță de 3m din ax în ax
Pi.n, Fr, Mj, Sp, Lc	5000	Gropi de 40-40-30cm;
Am.n, Fr		
V.t, Să, C.a	5000- 6700	Plantații în despicătură
C.a	6700	Terase cu gardulețe la 2-3m din ax în ax; gardulețe rombice; mulcire; pământ vegetal, puieti crescuți în pungi de polietilenă
Mj, V.t, Ca, Sp, Li	3000- 5000	Vetre cu diametrul de 0.5- 1m cu pământ vegetal

Să-sălcioară; Sc-salcâm; V.t-vișin; L.c-laptele câinelui; Pi.n-pin negru; Fr-frasin;

Ju-jugastru; A t-arțar tătăresc; Mj-mojdrean; Sg-sânger; Sp-scumpie; L.i-liliac;

Sa. A-salcie albă; Sa. P-salcie plesnitoare; An.n-arin negru; Cr-carpen; C.r-crușin;

Ple-plop euramerican; Co-corn.

Concluzii

Zona de bordură vestică a Depresiunii Transilvaniei este un teritoriu care încă ridică diverse probleme, legate de evoluția Bazinului Transilvan, în raport cu ridicările Carpaților. Ca zonă de contact între Munții Trascău și Depresiunea Transilvaniei, Podișul Măhăceni reflectă schimbările miocen-pliocene de la bordura transilvano-apuseană, fiind un teritoriu controversat și foarte puțin studiat până în prezent.

Lucrarea de față urmărește principalele aspecte ale sistemului morfogenetic al Podișului Măhăceni, oferind un model regional în cunoașterea structurilor pericarpatiche de pe latura vestică a Depresiunii Transilvaniei.

Sistemul morfogenetic al Podișului Măhăceni urmează complexitatea acestei zone de contact, în care factorul geotectonic are influența majoră ca suport de dezvoltare și evoluție a morfodinamicii actuale.

Procesele de modelare contemporană au o dinamică accelerată și nu se produc izolat, ci se asociază între ele, dezvoltarea lor fiind favorizată atât de condițiile naturale, cât și de activitățile antropice.

Morfodinamica actuală din Podișul Măhăceni se reflectă asupra sistemului teritorial, în special prin procesele de degradare a terenurilor - mai ales alunecări de teren - care prezintă și un potențial de risc pentru așezări și căi de comunicație. Se ridică problema demersurilor de analiză și predicție asupra hazardelor naturale, având ca scop reducerea pagubelor și combaterea eroziunii și degradării terenurilor. Lucrarea de față reprezintă un studiu de geomorfologie regională aplicată.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

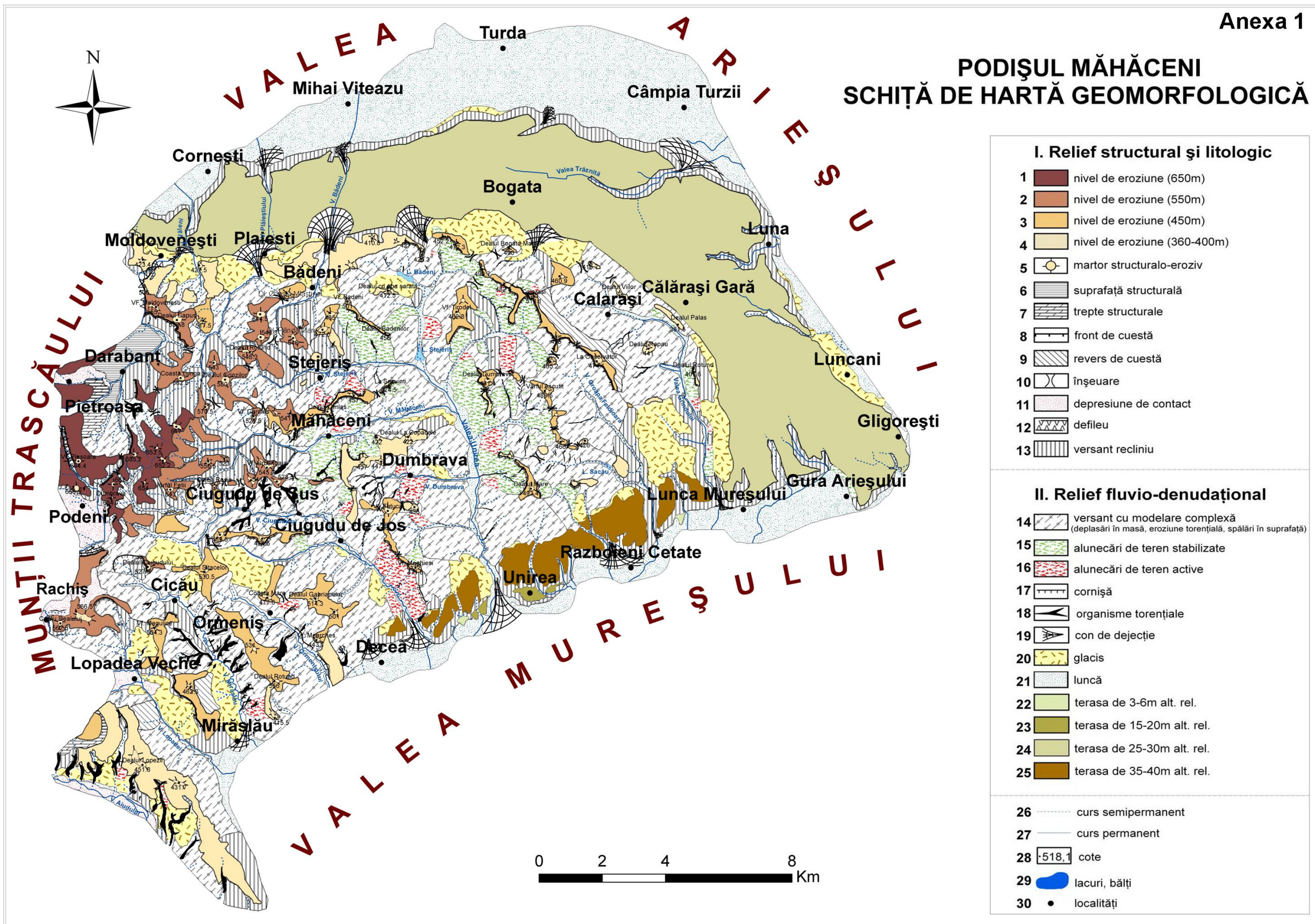
- Alexander, D. (2000), *Confronting Catastrophe - New Perspectives on Natural Disasters*. Oxford University Press, Oxford.
- Armaș, Iuliana (2006), *Risc și vulnerabilitate. Metode de evaluare în geomorfologie*, Editura Universității din București.
- Aykut A. et al. (2007), *Landslide susceptibility mapping for a landslide-prone area (Findikli, NE of Turkey) by likelihood-frequency ratio and weighted linear combination models*, *Environmental Geology*.
- Bălțeanu, D. (2002), *Cercetarea geografică și dezvoltarea durabilă*, Rev. Geogr., VIII.
- Brundsen, D., (1979), *Mass Movements*, in *Progress in Geomorphology*, Arnold, London.
- Brundsen, D., Thornes, J., (1979), *Landscape sensitivity and change: Transactions, Institute of British Geographers, New Series*, 4(4), 463-468.
- Brundsen, D. (1993), *The nature of Applied Geomorphology*, in *First European Intensive Course on Applied Geomorphology - Proceedings*, Instituto di Geologia, Università degli Studi di Modena.
- Chaçon, J., Irigaray, C., Fernández, T., Hamdouni, El, R., (2006), *Engineering geology maps: landslides and geographical information systems*, Bull. Eng. Geol., Springer.
- Chorley, R.J., Schumm, S.A., Sugden, D. E. (1985), *Geomorphology*, Methuen, London.
- Church, M. (1996), *Space, Time and the Mountain-How Do We Order What We See?*, *The Scientific Nature of Geomorphology: Proceedings of the 27th Binghamton Symposium in Geomorphology, 27-29 September 1996*. Edited by Bruce L. Rhoads and Colin E. Thorn, John Wiley & Sons Ltd.
- Ciulavu, D., Dinu, C., Szakacs, Al., Dordea, D. (2000), *Neogene Kinematics of the Transylvanian Basin (Romania)*, AAPG Bulletin, V. 84, No. 10, pp. 1589-1615.
- Ciupagea, D., Paucă, M., Ichim, Tr. (1970), *Geologia Depresiunii Transilvaniei*, Editura Academiei RSR, București.
- Cocan, P., Filip, S. (2008), *Geografia regională a României*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj- Napoca.
- Crozier, M. J., Glade, T. (2005), *Landslide Hazard and risk: issues, concepts and approach*, Edited by Thomas Glade, Malcolm Anderson & Michael Crozier, Publisher: John Wiley & Sons.
- Dai, F. C., Lee, C. F. (2002), *Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong*, *Geomorphology*, nr.42.
- Delmonaco, G., Falconi, L., Margottini, C., Spizzichino, D. (2007), *A novel procedure for exposure and vulnerability of Cultural Heritage at landslide risk*, European Geosciences Union.
- Dârja, M. (2000), *Combaterea eroziunii solului*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
- Dârja M., Budiș V., Tripon D., Păcurar I., Neag V. (2002), *Eroziunea hidrică și impactul asupra mediului*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 100 p.
- Falk, Isabela (2007), *Evoluția Terțiară a Depresiunii Transilvaniei cu privire la geneza capcanelor rupturale, flexurale și stratigrafice pentru hidrocarburi*. (Teza de doctorat), Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Biologie și Geologie, Cluj-Napoca.
- Filipescu, S. (1996), *Stratigrafia Neogenului de pe bordura estică a Munților Trascău, între Valea Arieșului și Valea Teiușului* (Teza de Doctorat), Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, Facultatea de Biologie și Geologie.
- Filipescu, S., Gîrbacea, R. (1997), *Lower Badenian Sea Level Drop on the Western Border of the Transylvanian Basin: Foraminiferal Palaeobathymetry and Stratigraphy*, *Geologica Carpathica*, 48, 5, Bratislava, 325-334.

- Florea, N., Munteanu, I. (2003), *Sistemul Român de taxonomie a solului*, Editura Estfalia, București.
- Galli, M., Guzzetti, F. (2007), *Landslide Vulnerability Criteria: A Case Study from Umbria, Central Italy*, Environ Manage, Springer.
- Glade, T. (2003), *Vulnerability assessment in landslide risk analysis*. Die Erde, 134(2): 121-138, Bonn.
- Glade, T., Anderson, M., Crozier, M. (2005), *Landslide hazard and risk*, Jonh Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 801 pp.
- Goțiu, Dana, Surdeanu, V. (2008), *Hazardele naturale și riscurile asociate din Țara Hațegului*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj- Napoca, 336 pp.
- Goudie A. (1994), *The Human Impact on the Natural Environment*, Blackwell, Oxford, Cambridge, U.S.A.
- Greco, C. (2009), *Evoluția regimului termic și pluviometric la Turda în perioada 1957-2008*, în *Agricultura - Știință și practică Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare Agricolă TURDA* nr. 1-2 (69 70)/2009.
- Greco, Florina (1997), *Fenomene naturale de risc-geologic și geomorfologie*, Editura Universitară, București.
- Greco, Florina (2002), *Mapping geomorphic hazards in Romania: small, medium and large scale representations of land instability*, Géomorphologie: relief, processus, environnement, nr. 2, pp. 197-206.
- Ielenicz, M., Laura Comănescu, Bogdan, M., Ileana Pătru, Nedelea, Al., Oprea, R. (1999), *Dicționar de Geografie Fizică*, Editura Corint, București.
- Ilie, M. (1958), *Podișul Transilvaniei*, Editura Științifică, București.
- Irimuș, I. A. (2003), *Geografia fizică a României*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Irimuș, I., A., Vescan, I., Man, T. (2005), *Tehnici de cartografiere, monitoring și analiză G.I.S.*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Irimuș, I. A. (2006), *Hazarde și riscuri asociate proceselor geomorfologice în aria cutelor diapire din Depresiunea Transilvaniei*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Krészek, Cs. (2004), *Salt-related gravitational gliding in Transylvania*, AAPG Regional Conference, Prague.
- Krészek, Cs., Filipescu, S. (2005), *Middle to Late Miocene Sequence Stratigraphy of the Transylvanian Basin (Romania)*, Tectonophysics 410 (1-4), Elsevier, Amsterdam.
- Krészek, Cs., Bally, W.A. (2006), *The Transylvanian Basin (Romania) and its Relation to the Carpathian Fold and Thrust Belt: Insights in Gravitational Salt Tectonics*, Marine and petroleum geology, Elsevier Science, Oxford.
- Lăcătușu, R., Rusu, C., Beatrice Kovacovics, Iuliana Breabăn, Mihaela Lungu (2005), *Heavy metals in urban soils of Bucharest*, Naukowyi Wisnyk Chernivetskoho Universitetu: Vypusk 251: Biologia– Chernivtsi, Ukraine, pp. 162 – 167.
- Leone, F., Asté, J. P., Leroi, E. (1996), *Vulnerability Assessment of Elements Exposed to Mass-Movement: Working Toward a Better Risk Perception*. Proceedings of The Seventh International Symposium on Landslides, Trodheim, 263-270.
- Lupu, M., Borcoș, M., Dumitrescu, R. (1967), *Notă explicativă la Harta Geologică a României 1:200000, Foaia Turda*, 18, 43 p., Institutul Geologic București.
- Mac, I. (1986), *Elemente de geomorfologie dinamică*, Editura Academiei R. S. R, București.
- Mac, I. (1990), *Peisajul geografic: conținut și semnificație științifică*, Terra, XXII (XLII), 1-4, București.
- Mac, I., Surdeanu, V., Ghizela Oлару, Irimuș, I., Sanda Zemianschi (1993), *Relations Between the Morphometric Features of The Măhăceeni Tableland and The Production of The Sediments*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geografia, Anul XXXVIII, 2, Cluj-Napoca.

- Mac, I. (1996), *Geomorfosfera și geomorfosistemele*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Mihăilescu, V. (1966), *Dealurile și câmpiile României*, Editura Științifică București.
- Mihăilescu, V. (1968), *Geografie teoretică*, Editura Academiei R.S.R., București.
- Mihăilescu, V. (1969), *Geografia Fizică a României*, Editura Științifică București.
- Morariu, T., Posea, Gr., Mac, I. (1980), *Regionarea Depresiunii Transilvaniei*, în Studii și cercetări de Geologie, Geofizică, Geografie, Tom XXVII, Editura Academiei RSR, București.
- Moțoc, M., Stănescu, P., Taloiescu Luminița (1979), *Modele de estimare a eroziunii totale și efluențe pe bazine hidrografice mici*, Buletin ICPA, București.
- Moțoc, M., Sevastel, M. (2002), *Evaluarea factorilor care determină riscul eroziunii hidrice în suprafață*, Editura Bren, București.
- Mureșan, A., Gabriela (2002), *Regiunea de bordură a Munților Apuseni cu Depresiunea transilvaniei (Sectorul Someșul Mic-Ampoi). Organizarea spațiului geografic* (Teza de Doctorat), Facultatea de Geografie, Catedra de Geografie Regională, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca.
- Oncu, M. (1999), *Culoarul Mureșului (sectorul Deva – Zam). Studiu geoecologic*, Editura Focul Viu, Cluj-Napoca.
- Petrea, Rodica, Petrea, D. (1994), *Tipurile genetice de relief din Dealurile de Vest*, Analele Universității din Oradea, Fascicula Geografie, tom IV, Oradea.
- Rădoane Maria, Dumitru, D., Ichim I. (2000), *Geomorfologie*, Editura Universității „Ștefan cel Mare”, Suceava.
- Rădoane Maria, Rădoane N., (2007), *Geomorfologie aplicată*, Editura Universității Suceava.
- Rasser, M., V., Harzhauser, M., Anistratenko, O. Y., Anistratenko, V. V., et. al. (2008), *Palaeogene and Neogene*, In McCann, T. (eds.), *The Geology of Central Europe*, The Geological Society, London.
- Rhoads, B., L., Thorn, E., C. (1996), *Observation in Geomorphology, The Scientific Nature of Geomorphology: Proceedings of the 27th Binghamton Symposium in Geomorphology held on 27-29 September 1996*. Edited by Bruce L. Rhoads and Colin E. Thorn, John Wiley & Sons Ltd.
- Rhoads, B., L. (2005), *Process/Form, in Questioning Geography*, Editura Blackwell.
- Ritter, D. (1986), *Process Geomorphology*, WCB, Dubuque, Iowa.
- Roșu Al., Ungureanu Irina. (1977), *Geografia mediului înconjurător*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Rusu, C. (2002), *Masivul Rarău. Studiu de geografie fizică*, Editura Academiei Române, București.
- Rusu, C., Stângă, C., Fiscutean, D. (2005), *The soils in the Oaş Mountains (Eastern Carpathians)*, Naukoviy Wisnyk Chernivetskoho Universitetu: Zbirnyk naukovykh prats. – Vypusk 259: Biologia – Chernivtsi, Ukraine, pp. 85 – 93.
- Savu, Al. (1980), *Depresiunea Transilvaniei (Regionare fizico-geografică) Puncte de vedere*, în Studia Universitaris Babeș-Bolyai, Anul XXV, nr. 2, Geologia-Geografia, Cluj-Napoca.
- Strahler, A.N., (1980), *Systems theory in physical geography*, Phys. Geogr.,1.
- Surdeanu, V. (1998), *Geografia terenurilor degradate*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Surdeanu, V., Sorocovschi, V. (2003), *Phenomenes geographiques de risque dans la Depression de la Transylvanie*, în Riscuri si Catastrofe, vol. II, editor V. Sorocovschi, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Surdeanu, V., Rădoane, Maria, Rădoane, N. (2004), *Eroziunea terenurilor prin ravenare în România*, în vol. „Geography within the Context of Contemporary Development”, Editura F&F Internațional, Cluj-Napoca.

- Teodorescu, Eliza., Andrei, Lavinia., Manafu, Al., Ciucă, Anca., Butnariu, Cristina., Bădila, A. (2007), *Managementul riscului de dezastru. Ghid de lucru pentru ONG-urile de mediu în prevenirea dezaștelor*, Proiect finanțat de Uniunea Europeană, prin Programul Phare 2004, *Societatea civilă, Componenta 1 – Dezvoltarea sectorului ONG*, editat de Asociația Alma-Ro, București.
- Tufescu, V. (1966), *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată*, Editura Academiei RSR, București.
- Tufescu, V. (1966), *Subcarpații și depresiunile marginale ale Transilvaniei*, Editura Științifică București.
- Vancea, A. (1960), *Neogenul din Bazinul Transilvaniei*, Editura Academiei, București.
- Vâlsan, G. (1939), *Sensul Geografiei Moderne*, în *Opere Postume*, Bul. S.R.R. de Geograf., T.LVII, București.
- Westen, van C. J. (2005), *Landslide hazard and risk assessment*, Refresher Course on Geo-Information for Natural Disaster Reduction in Eastern Africa, Department of Geography, Makerere University.
- *** (1991), UNDRO (Office of the United Nations Disaster Relief Co-Ordinator) - *Mitigating Natural Disasters. Phenomena, Effects and Options. A Manual for Policy Makers and Planners*.
- *** (1992), Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June, United Nations publication, Sales No. E.93.I.8 and corrigenda, vol. I: *Resolutions adopted by the Conference, resolution I, annex II*.
- *** (2006), *LESSLOSS Risk Mitigation for Earthquakes and Landslides Integrated Project*, Sixth Framework Programme, Priority 1.1.6.3, Global Change and Ecosystems.
- *** (2008), *Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă a României-Orizonturi 2013-2020-2030*, Centrul Național Pentru Dezvoltare Durabilă, București.
- *** (2009), *Profile Seismice*, SNGN Romgaz S.A.
- *** (2009), A.N.A.R. (Administrația Națională "Apele Române") Cluj.
- *** http://www.hazardero.home.ro/concepte_actuale.htm
- *** <http://www.sate-comune.ro>
- *** <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- *** <http://www.un-documents.net/a57r254.htm>

PODIȘUL MĂHĂCENI SCHIȚĂ DE HARTĂ GEOMORFOLOGICĂ



I. Relief structural și litologic

- 1 nivel de eroziune (650m)
- 2 nivel de eroziune (550m)
- 3 nivel de eroziune (450m)
- 4 nivel de eroziune (360-400m)
- 5 martor structuralo-eroziv
- 6 suprafață structurală
- 7 trepte structurale
- 8 front de cuestă
- 9 revers de cuestă
- 10 înșeuare
- 11 depresiune de contact
- 12 defileu
- 13 versant reclinii

II. Relief fluvio-denudațional

- 14 versant cu modelare complexă (deplasări în masă, eroziune torentială, spălări în suprafață)
- 15 alunecări de teren stabilizate
- 16 alunecări de teren active
- 17 cornișă
- 18 organisme torentiale
- 19 con de dejecție
- 20 glacis
- 21 luncă
- 22 terasa de 3-6m alt. rel.
- 23 terasa de 15-20m alt. rel.
- 24 terasa de 25-30m alt. rel.
- 25 terasa de 35-40m alt. rel.
- 26 curs semipermanent
- 27 curs permanent
- 28 cote
- 29 lacuri, bălți
- 30 localități