

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE GEOGRAFIE
SPECIALIZAREA CARTOGRAFIE

LUCRARE DE LICENȚĂ

Coordonator științific:

Prof. univ. dr. NEDELEA Alexandru

Absolvent:

VODĂ-MARC L.A. Ioan-Andrei

BUCUREȘTI

2018

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI
FACULTATEA DE GEOGRAFIE

Domeniul: Geografie

Specializarea: Cartografie

Programul de studii: Licență IF

**Studiul Munților Căliman
utilizând tehnici GIS și de teledetecție**

Coordonator științific:

Prof. univ. dr. NEDELEA Alexandru

Absolvent:

VODĂ-MARC L.A. Ioan-Andrei

BUCUREȘTI

2018

Cuprins

Introducere	7
Capitolul 1 – Aspecte generale	9
1.1. Poziția geografică și delimitarea masivului	9
1.2. Istoricul cercetărilor geografice și geologice.....	11
1.3. Istoricul GIS-ului și al teledetecției	12
1.4. Aspecte metodologice.....	17
Capitolul 2 – Cadrul Natural	19
2.1. Geologia.....	19
2.1.1. Fundament, activitate vulcanică și evoluție	19
2.1.2. Ciclurile efuzive.....	24
2.1.3. Manifestări postvulcanice	25
2.1.4. Analiza geologiei prin intermediul secțiunii geologice	26
2.2. Relieful	28
2.2.1. Caracteristici generale.....	28
2.2.2. Morfometria	31
2.2.2.1. Hipsometria	31
2.2.2.2. Geodelivitatea.....	33
2.2.2.3. Energia de relief	36
2.2.2.4. Densitatea fragmentării reliefului.....	38
2.2.2.5. Expoziția versanților	40
2.2.2.6. Expunerea versanților.....	41
2.2.2.7. Orientarea versanților (Aspect-Slope).....	42
2.2.2.8. Alți indicatori morfometrici	43
LS Factor	43
Indicele Topografic al Umidității (Topographic Wetness Index – TWI).....	43
Indicele convergenței/divergenței.....	45
Curbura în plan	45

Curbra în profil	46
2.2.2.9. Analiza morfometrică prin intermediul profilelor geomorfologice	47
2.2.3. Modelarea reliefului analizând diverse modele numerice ale terenului – studiu de caz, bazinul hidrografic Voievodeasa	49
2.2.3.1 Analiza morfometrică a reliefului, pe baza hărților, planurilor topografice și imaginilor radar satelitare, provenite de pe diverse datumuri și proiecții cartografice	49
2.3. Clima	55
2.3.1. Temperatura	55
2.3.1.1. Temperatura aerului	55
2.3.1.1.1. Temperatura medie multianuală	55
2.3.1.2. Temperatura suprafeței topografice pe baza imaginilor satelitare	57
2.3.2. Precipitațiile atmosferice	60
2.3.3. Presiunea atmosferică	62
2.3.4. Stratul de zăpadă	63
2.3.5. Temperatura solului	65
2.3.6. Indici climatici ecometrici	66
2.3.6.1. Indicele hidrotermal	66
2.3.6.2. Indicele de ariditate De Martonne	67
2.3.6.3. Indicele Gams	67
2.4. Vegetația și utilizarea terenurilor	68
2.4.1. Caracteristici generale	68
2.4.2. Indicele Normalizat al Vegetației – NDVI	71
2.4.3. Utilizarea terenurilor – CLC	72
2.4.4. Clasificarea pixelilor	73
2.4.4.1. Clasificarea nesupervizată	73
2.4.4.2. Clasificarea supervizată	75
2.5. Solurile	77
2.5.1. Caracteristici generale	77
2.5.2. Potențialul morfodinamic al solurilor	78

2.5.3. Soil-adjusted Vegetation Index	79
2.6. Hidrografia.....	81
2.6.1. Caracteristici generale.....	81
Capitolul 3 – Cadrul antropic	84
3.1. Populația	84
3.2. Economia	85
3.2.1. Agricultura	85
3.2.2. Silvicultura	86
3.2.3. Turismul – geomorfositurile din Căliman.....	88
3.3. Așezările umane	111
Concluzii.....	113
Bibliografie.....	115

Tatălui meu, pentru pasiunea inspirată față de geografie și față de Căliman...

Introducere

Doi munți sunt falnici în Moldova: Ceahlăul și Călimanii. Pustietatea și singurătatea Ceahlăului n-au păreche decât dincolo, în înfățișarea aspră a Călimanilor. Și-n Ceahlău și-n Călimani poporul și-a pus legendele din preistorie. Misterul lor stăruiește încă. În pîcla lor vînată se strecoară fantasmele bourilor domnești pe lângă turma împietrită unde veghează stîncă Dochiei. Aceeași amintire de basm leagă Călimanii de Ceahlău: șoapta amintirilor curge pe cetina codrilor venind din Călimani și din trecutul cel mai adînc. – în acest fel de basm descria Mihail Sadoveanu Masivul Călimanului în „Istorisiri de vînătoare”.

Lucrarea de față își propune o analiză cât mai complexă a Munților Căliman (de la partea fizico-geografică la partea umană), utilizând mijloacele geomatice (Sisteme Informaționale Geografice – SIG/GIS, teledetecția, programe de grafică vectorială, modele statistice etc), pentru a obține rezultate cât mai clare și care să fie valide cu realitatea din teren.

Unul dintre motivele realizării acesteia este că până în prezent, nu s-a mai realizat o astfel de lucrare, cele mai multe scrieri s-au axat pe partea de geologie, geomorfologie, biologie și puțin turism și tot până în prezent neexistînd un studiu fizico-geografic complex (aceasta este o direcție viitoare de cercetare a acestui masiv montan).

Totodată, în realizarea acestei lucrări, pe lângă informația științifică și interpretările pe baza hărților/imaginilor obținute, s-a *simțit prezența* sentimentelor față de acești munți, prin prisma faptului că pe o bună parte din Căliman (versantul sudic mai ales), mi-am petrecut copilăria, hoinărind și descoperind frumusețile văilor și dealurilor ce conturează acest areal de studiu, ca mai apoi, studiind geografia și particularitățile acestuia, pasiunea față de munții copiăriei mele să se tot alimenteze. Această pasiune a fost inspirată și de tatăl meu, un adevărat iubitor al Călimanului care își dorea realizarea unui studiu fizico-geografic.

Munții Căliman sunt cu adevărat impresionanți, vulcanismul puternic caracterizat prin curgeri de lave bazice, explozii violente dar și erupții mixte din Neogen, au creat și modelat aici un relief rezidual, care din punct de vedere turistic reprezintă un avantaj pentru zonă și aici putem da ca exemplu Grupul Statuar *Cei Doisprezece Apostoli*, formele de vulcanokarst (Grotele Luanei, peșterile de mulaj în rocă vulcanică – unice în lume), Megalitul gravat de la Gura Haitii, caldeira cu diametru de 10 km – cea mai mare din Europa de Est, tafonii și alte geomorfosituri de referință.

Referitor tot la partea de relief, în paginile ce vor urma, se poate observa că morfodinamismul Călimanului este în alternanță cu celelalte elemente naturale de aici – climă, vegetație, hidrografie, soluri; ca mai apoi să putem ajunge la concluzia că tot ce înseamnă cadru antropic este puternic influențat de cadrul natural.

Pe de altă parte, această lucrare de licență are și un obiectiv de promovare turistică a Munților Căliman. În comparație cu alte masive montane din țară, aceștia nu sunt atât de ”căutați” de turiști, un motiv este distanța relativ ridicată față de marile orașe ale țării.

Într-o discuție cu un prieten meteorolog de la stația meteorologică din Rețitiș, 2021 m, spunea că există anumiți ani în care turiștii străini (preponderent cehi și polonezi) sunt mai numeroși decât cei români.

Acestea fiind spuse, sperăm că rândurile de mai jos vă vor trezi o *pasiune* pentru Căliman în a-i înțelege tainele și frumusețile ce-l fac unic între alte sisteme montane cunoscute și necunoscute.

Nu în ultimul rând, adresez o serie de mulțumiri următoarelor persoane care m-au ajutat cu date, informații științifice și opinii în realizarea acestei lucrări: tatălui meu Vodă-Marc Lică-Adrian; coordonatorului profesor universitar doctor Nedelea Alexandru și asistentului universitar doctorand Bărsoianu Iulian-Andrei (Universitatea din București, Facultatea de Geografie, dep. Geomorfologie – Pedologie – Geomatică); conferențiar universitar doctor Cruceru Nicolae (Universitatea Spiru Haret, Facultatea de Geografie); prietenei mele, stud. Anghel Manuela-Ana-Maria (Universitatea din București, Facultatea de Geografie, master EISM II); meteorolog Balint Laurențiu (stația Rețitiș); meteorolog Pășcan Dumitru (stația Toplița); profesorului doctorand Hîrlav Costin (doctorand în cadrul UBB Cluj, Facultatea de Geografie).

Capitolul 1 – Aspecte generale

1.1. Poziția geografică și delimitarea masivului

Munții Căliman se situează în partea nord-vestică a Grupei Centrale a Carpaților Orientali sau Carpaților Moldo-Transilvani (denumire atribuită de Vintilă Mihăilescu în anul 1965).

Călimanul face parte din lanțul vulcanic vestic al Carpaților Orientali, caracterizat prin erupții puternice neogene, în prezent cu cratere stinse, desfășurat pe o lungime de aproximativ 450 de kilometri (cea mai extinsă zonă vulcanică din Europa).

Lanțul vulcanic din România are orientarea NV-SE, între Țara Oașului și defileul Oltului de la Tușnad și Racoș și are o lungime de 350 km (ceilalți 100 de km regăsindu-se în zona Ucrainei). Totuși, acest impresionant lanț vulcanic este despărțit prin cristalinul Munților Rodnei, Bârgău și Lăpușului. (Tr. Naum et al, 1962)

Astfel, Naum Traian, Butnariu Emil și Giurescu M., în “Vulcanokarstul din Masivul Călimanului” publicat în Analele Universității din București, secția Geografie-Geologie din anul 1962, împart lanțul vulcanic în trei mari subunități:

1. Grupa Nordică (Văratec, Gutâi – Oaș), care se continuă dincolo de Tisa, pe teritoriile Ucrainei. Este mai puțin masivă și se caracterizează prin prezența neck-urilor și altitudini mai reduse (800 – 1300 m).
2. Grupa Centrală (Munții Bârgău – Țibleș), sedimentarul paleogen de aici a cauzat altitudinile reduse. Aici se regăsesc roci subvulcanice, dyke-uri. În fond, această zonă este reprezentată prin sedimentarul-vulcanic, caracterizată prin martori izolați (dyke-uri și neck-uri).
3. **Grupa Sudică (Căliman – Harghita)**, acest sector este dispus de-a lungul liniilor de fractură, care marchează limita cristalinului Carpaților Moldo-Transilvani cu Depresiunea Transilvaniei. Lanțul eruptiv Căliman – Gurghiu – Harghita ocupă o suprafață de câteva mii de km², cu o lungime de aproximativ 150 de kilometri din nordul Călimanului până la Tușnad (Masivul Ciomatu), lățimea maximă regăsindu-se tot în Căliman (aproximativ 60 kilometri lățime). De asemenea, important de menționat este faptul că în această grupă se situează munții cu altitudinile cele mai mari din tot lanțul vulcanic amintit, cu cote altimetrice care scad de la nord la sud. Astfel, amintim: 2100 m vf. Pietrosu Căliman (M-ții Căliman), 1777 m vf. Saca (M-ții Gurghiu), 1801 m vf. Mădăraș – Harghita (M-ții Harghita) și 1300 m în Masivul Ciomatu. Tot aici întâlnim cele mai mari caldeire vulcanice (foste cratere), și anume: diametru de 10 km în Munții Căliman (altitudine medie de peste 2000 de metri),

printre cele mai largi și impunătoare caldeire din Europa și caldeira cu un diametru de 5 km în Gurghiu, în vârful Bătrâna cu o altitudine de 1684 m. (Tr. Naum et al, 1962)

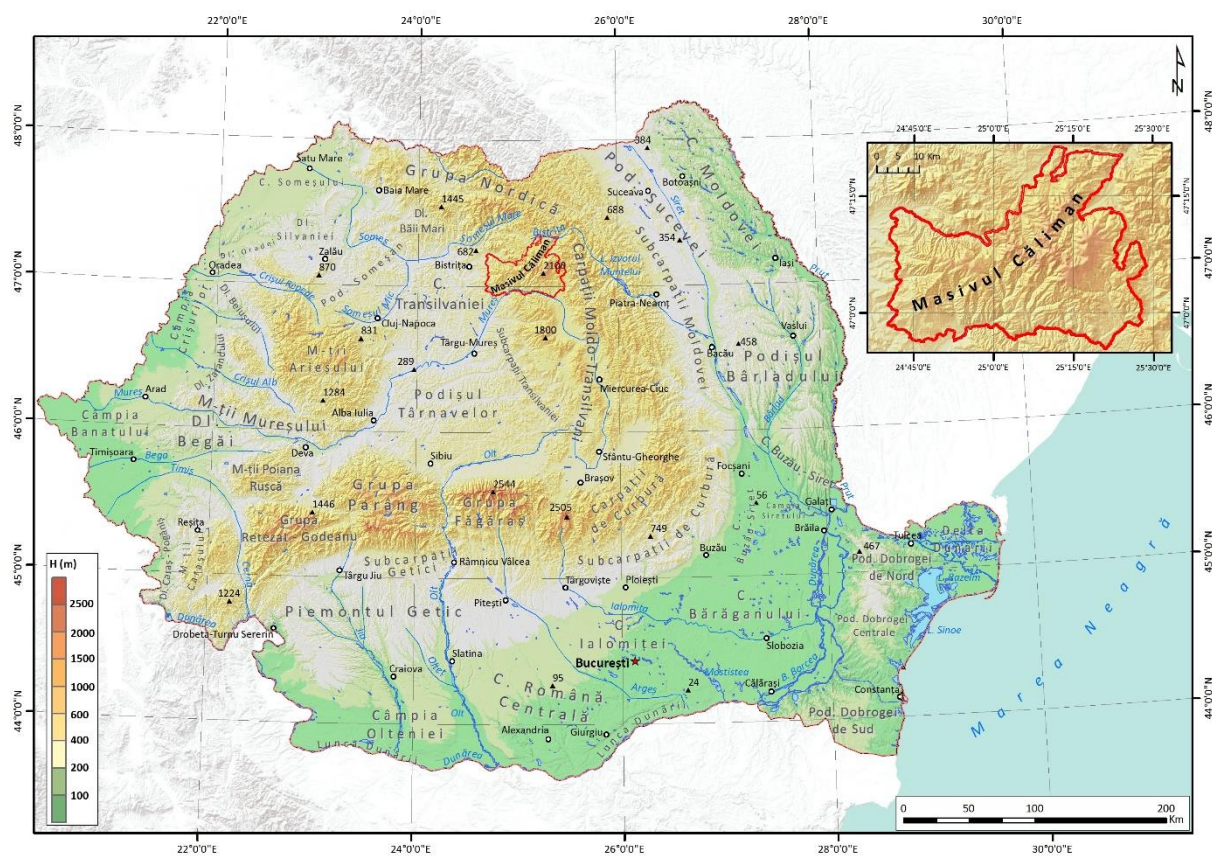


Fig. 1 – Localizarea Munților Căliman în cadrul țării

(mențiune: grupele de relief corespund regiunii geomorfologice realizate de prof. univ. dr. Grigore Posea și cerct. princ. dr. Lucian Badea în anul 1984)

Din punct de al delimitării arealului masivului, diferiți autori care au mai realizat studii aici, au stabilit diverse limite în funcție de argumentele proprii, însă nu diferite de cele existente.

Astfel, în stabilirea limitelor Munților Căliman pentru această lucrare s-au luat în considerare factorii geologici și topografici (interfluvii, culmi) precum și rețeaua hidrografică care desparte unitățile și principalele formațiuni geologice.

Acestea fiind spuse, limitele Călimanului în punctele cardinale, sunt următoarele:

- În nord, limita Călimanului ajunge până la zona depresionară a Dornelor și relieful vulcanic relativ mic din al Bârgăului.
- În sud, limita este foarte ușor de trasat - râul Mureș, prin Valea Mureșului Superior (sau Defileul Toplița-Deda), separă Călimanul de Munții Gurghiu, care constituie continuarea sudică a lanțului vulcanic.

- În partea estică, șirul de depresiuni Drăgăoiasa – Bilbor – Secu și o parte din Depresiunea Borsec, separă Munții Căliman de cristalinelul Bistriței, iar râul Toplița (sau “Valea” cum este cunoscută de localnici) delimitează Călimanul de Munții Giurgeului.
- În vest, limita este destul de greu de trasat, aproape fiecare cercetător care a scris despre Căliman, a stabilit o altă limită. În cazul acestei lucrări, limita a fost trasată prin nordul comunei Deda, către Lacul Colibița, deoarece în aceste zone există lahare. Laharele sunt formațiuni specifice reliefului vulcanic și constau în curgeri noroioase provenite din erupția vulcanului – magma se amestecă cu sedimente și cu apă.

1.2. Istoricul cercetărilor geografice și geologice

Munții Căliman au constituit zone importante de cercetare datorită aspectului regiunii, existând o serie de teorii și ipoteze asupra formării și evoluției zonei.

În lucrările geologilor F. Hauer, G. Stache (1863), F. Herbich (1878) și A. Roch (1900) regăsim referiri privind această zonă vulcanică (Căliman- Gurghiu).

În anul 1915, Zoltan Török întreprinde cercetări în zona defileului Mureșului până în 1946, în urma cărora subliniază caracterul vulcanic al regiunii, identificând centrele de erupție (vulcanii adventivi), Tarnița în mod special și face unele observații asupra tectonicii și vulcanologiei regiunii.

Între anii 1948 – 1954, Z. Török își identifică cercetările în zona Munților Căliman, ajungând la concluzia că în fundamentul propriu-zis pe care s-a desfășurat activitatea vulcanică din Miocenul Mediu până la sfârșitul Pliocenului, se regăsesc diorite, diorit-porfirite și andezite subvulcanice, care ca suprafață se întind pe 100 km².

În 1954, I. Treiber, cercetând zona văii Zebracului prezintă un studiu petrografic al formațiunilor subvulcanice.

În anul 1958, geologul Ion Băncilă publică “Geologia Carpaților Orientali”, unde amintește de formațiunile vulcanice din zona noastră de studiu, realizând totodată și un rezumat al tuturor scrierilor de până atunci despre vulcanismul Călimanului.

O echipă de cercetare din Comitetul Geologic, au realizat o serie de studii între anii 1959 – 1962, care au contribuit la elucidarea problemelor neclarificate până atunci, privitoare la structura geologică a masivului vulcanic. Amintim cercetările făcute de S. Peltz (1964) și D. Rădulescu, privind studiul complex ale Călimanului și Gurghiului.

O nouă etapă marcantă de cercetare a regiunii este începută în anii '70, când, pe întreg teritoriul național s-au efectuat prospecțiuni geologice geo-tehnice pentru întocmirea hărților geologice naționale, la o scară unitară de 1:200.000. Totodată, în anii '60, geologul Emil Butnaru

a întreprins studii de fezabilitate în interiorul caldeirei, în Muntele Negoiul Românesc, pentru a afla dacă acea zonă este propice dezvoltării unei exploatări de sulf și după cum se cunoaște, din 1971 exploatările miniere au început, decopertând muntele.

Studii asupra reliefului, de ordin geomorfologic au fost întreprinse de H. Wagher (1929), I. Someșan (1938) și mai recent, Vintilă Mihăilescu (1963), Mihai Iancu și Traian Naum (1972) care dau explicații asupra genezei și evoluției văii transversale a Mureșului.

Din punct de vedere al turismului, prima lucrare de acest fel a fost publicată în anul 1962 de Tr. Naum, Butnaru E. și Giurescu M., care a vizat formațiunile carstice formate pe reliefului volcanic – vulcanokarstul, o adevărată premieră în geografie pe plan mondial. Lucrarea acestor autori s-a intitulat “Vulcanokarstul din Masivul Călimanului (Carpații Orientali)”.

Mai târziu apare lucrarea cu caracter monografic „Monografia Munților Călimani” de Traian Naum și E. Butnaru (1989).

Din 1990, au fost întreprinse multe studii aici, foarte multe lucrări de licență, disertații, câteva teze de doctorat și articole științifice. Publicații ca și cărți însă nu foarte multe.

1.3. Istoricul GIS-ului și al teledetecției

Deoarece această lucrare care are ca scop de studiu principal Munții Căliman, care se va folosi de mijloace geomatice (**GIS și teledetecție**), considerăm că este necesară și o prezentare a termenilor și un scurt istoric al lor.

Astfel, **GIS-ul** (*Geographic Informational Systems*) sau în limba română, **SIG-ul** (*Sistem Informațional Geografic*), constituie un ansamblu de programe, destinate pentru culegerea, prelucrarea, integrarea, stocarea, extragerea, prezentarea și furnizarea datelor și informațiilor geografice. Aceste sisteme funcționează în cadrul calculatoarelor electronice, sub formă de aplicații, programe, unde informația geografică se integrează sub forma unor baze de date (C. Nițu et al, 2002).

De regulă, aceste baze de date nu sunt unele obișnuite, ci au caracter “spațial”, adică au o anumită referință geografică în spate, o serie de coordonate. Deoarece prin aceste programe se poate urmări spațial un anumite element geografic, fiecare tip de date are o proiecție cartografică. Bineînțeles, în urma utilizării acestor programe, se pot realiza produse cartografice și diverse analize spațiale.

Datele cu care se operează un sistem GIS sunt de două feluri: raster și vector. Datele raster constau în matrici de pixeli, adică imagini care pot fi: hărți și planuri topografice scanate, imagini satelitare etc; iar datele de tip vector sunt forme geometrice simple (punct, linie și poligon), care se folosesc în cartografiere și analize spațiale.

Datele raster și vector sunt dispuse într-un GIS sub forma unor strate tematice, după următoarea schemă:

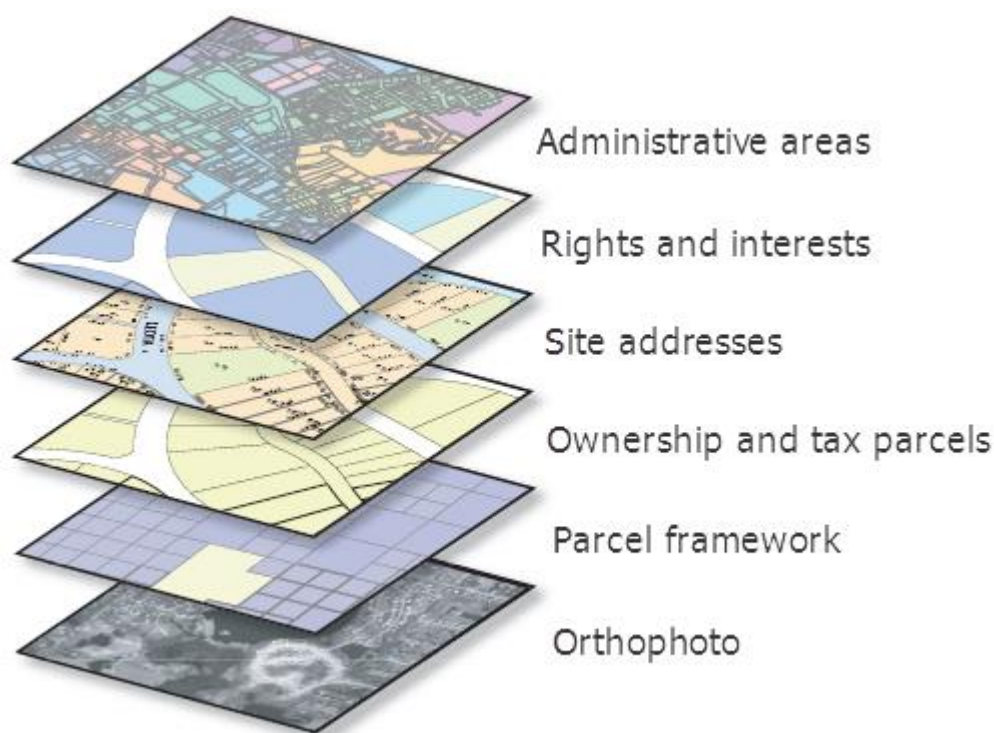


Fig. 2 – Principiul ordonării stratelor de date într-un GIS

(Sursă: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/an-overview-of-geodatabase-design.htm>)

Ideea de a transpune realitatea geografică pe o hartă a apărut cu mult timp înainte de inventarea calculatorului. Ca o paranteză, cartografii de acum câteva secole aveau o muncă mult mai grea față de cartograful din prezent, și anume, trebuiau să aibă și cunoștințe foarte bune de geodezie, spre exemplu, pentru a cartografia o anumită zonă de interes la cele mai înalte standard, mai ales că munca de teren era mai mult decât necesară. Totuși, în pofida tehnicii de demult, cartografii de atunci reușeau să realizeze hărți foarte frumoase, unele fiind chiar opere de artă.

Astfel, odată cu apariția calculatorului, s-a pus și problema realizării unui sistem digital de cartografie/topografie/geodezie, fapt ce l-a determinat pe geograful American Waldo Tobler să implementeze în anul 1959 modelul simplu numit “MIMO”, care avea principiul “map in – map out” în cartografie digitală. “MIMO” a făcut posibilă convertirea hărților cu ajutorul calculatorului din format analogic în format digital precum și stocarea și obținerea unei hărți noi pe baza cele scanate.

În 1960 a apărut tehnologia LIDAR (Light Detection And Ranging), despre care putem afirma că a însemnat un adevărat progres în acest domeniu. Această tehnologie este folosită cu succes și astăzi.

De-a lungul anilor au existat mai multe progrese, unul dintre cele mai importante este fondarea celei mai mari companii de GIS, și anume ESRI (Environmental Systems Research Institute), de Jack și Laura Dangermond în anul 1969. Tot atunci, Gim Meadlock înființează și Integraph Corporation.

În 1982, ESRI creează ARC/INFO 1.0, primul program complex și comercial de GIS de la acea vreme. Tot acum, Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory (CERL) începe implementarea GISGRASS – Geographic Resources Analysis Support System – program destinat pentru analiza și administrarea terenului în scop militar.

Patru ani mai târziu, în 1986, este formată compania MapInfo și este publicată prima lucrare ce abordează principiile de GIS – “Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment” de Peter Burrough.

Un punct important în evoluția GIS-ului îl reprezintă anul 1995, când ESRI lansează Spatial Database Engine (SDE), un instrument care stochează și manipulează date spațiale sub formă de DBMS (Database Management System). (F. Iosub, 2008).

Începând cu sfârșitul anilor '90, domeniul Sistemelor Informaționale Geografice cunoaște o expansiune uriașă, se dezvoltă o multitudine de programe de GIS care reușesc să aducă o contribuție semnificativă în aproape domeniile, de la administrație publică până la securitate și apărare națională. Câteva exemple de astfel de softuri pot fi: ArcGIS (fostul ARC/INFO mult, mult mai îmbunătățit), cel mai bun program GIS pe piața actuală din lume; QGIS; gvSIG; Global Mapper; MapInfo; AutoCAD Map 3D etc.

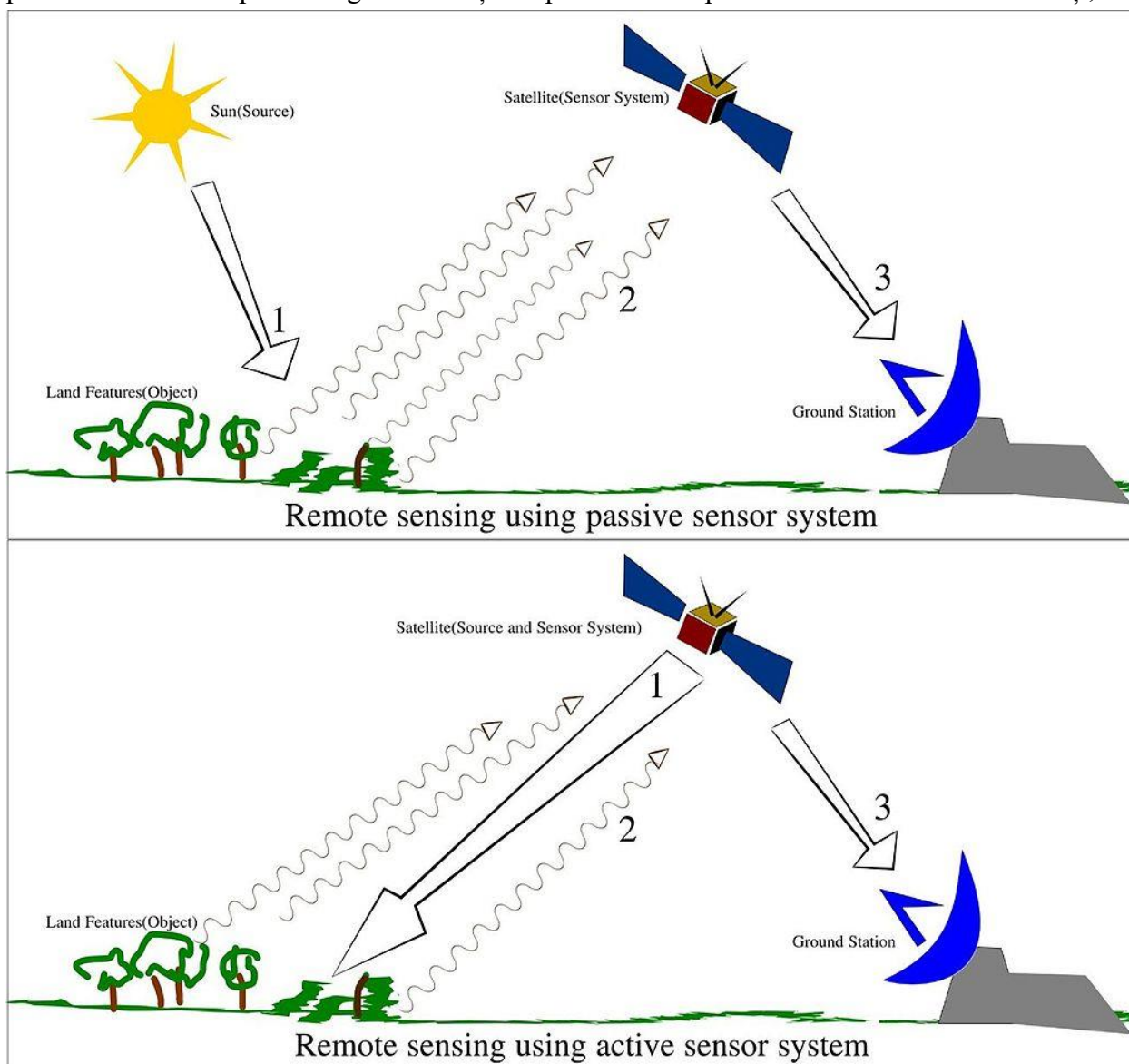
Teledetecția (din englezul *remote sensing* care înseamnă a detecta ceva de la o anumită distanță) este un domeniu tehnic cu aplicabilitate atât în geografie cât și în alte activități. (Mihai B., 2010)

De-a lungul timpului, i s-au atribuit diverse denumiri, spre exemplu, Sabins în 1997, considera că teledetecția este știința obținerii, procesării și interpretării imaginilor ce înregistrează interacțiunea dintre energia electromagnetică și materie.

În altă ordine de idei, Lillesand și colaboratorii săi, menționau în anul 2004 că teledetecția este știința și arta obținerii de informații legate de un obiect, regiune sau fenomen, pe baza analizei datelor primite de la sisteme speciale care nu intră în contact cu obiectul sau fenomenul respectiv.

În România însă, definițiile teledetecției au apărut încă din 1979 odată cu Zegheru și Albotă, Donisă et al în 1980 și 1998; aceștia menționând că teledetecția este un proces complex de activități ori o aplicație, care se ocupă cu captarea de la distanță a radiațiilor sau semnalelor emise de obiecte și fenomene, respectiv transformarea acestora în imagini de diverse tipuri. (Mihai B., 2009).

Concluzionând, putem afirma că indiferent de anul formulării definiției, toate denumirile se află în jurul aceleași idei principale și anume aceea că acest domeniu tehnic se ocupă cu înregistrarea radiațiilor/semnalelor electromagnetice și transpunerea lor sub formă de imagini, de pe urma cărora se pot extrage informații importante cu aplicabilitate în diverse activități, iar



imaginile de teledetecție se obțin de la diferite aparate cu diverși senzori, precum: sateliți în primul rând, sonde, elicoptere, avioane etc.

Fig. 3 – Principiul teledetecției

(Sursa: https://en.wikipedia.org/wiki/Remote_sensing#/media/File:Remote_Sensing_Illustration.jpg)

În această lucrare vor fi folosite produse de teledetecție ce provin de la sateliții optici și radar. Cei optici utilizați sunt: Landsat 4 – 5 Thematic Mapper; Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+); Landsat 8 The Operational Land Imager (OLI) și Thermal Infrared Sensor (TIRS), pentru analize în timp și Sentinel 2A-MSI; iar pe partea de radar, doar Modelul Numeric al Terenului (MNAT) oferit de satelitul radar ASTER, utilizat pentru o comparație a seturilor de date MNAT provenite din mai multe surse.

Ca și evoluție în timp a teledetecției, 1957 este anul în care URSS lansează în spațiu primul satelit artificial, iar trei ani mai târziu, în 1960, SUA lansează primul satelit meteorologic, TIROS 1, continuat de NOAA. (Mihai B., 2009).

Tot în 1960, americanii trimit în spațiu primul program de spionaj cu ajutorul teledetecției, *CORONA Satellita Imagery*, satelit optic cu o rezoluție spațială excepțională, 1 metru sau chiar 0,5 metri! Imaginile Corona au fost utilizate în Războiul Rece și desecretizate în anul 1996.

Mai târziu, în 1969, în cadrul misiunii Apollo 9, se realizează la nivel experimental primele imagini de teledetecție cu senzori multispectrali.

În 1972, SUA lansează programul ERTS (Earth Resources Technology Satellite 1), care deschide succesul misiunii sateliților Landsat, cea mai longevivă misiune de teledetecție, fiind lansați până în prezent șase astfel de sateliți, cu rezoluții spațiale din ce în ce mai bune (15, 30, 60, 120 m).

Între 1980 și 1990 sunt lansați și alte tipuri de sateliți cu rezoluții spațiale relativ medii, de referință acum este satelitul SPOT, lansat de ESA (1986), IRS al Indiei (1989) sau Radarsat din Canada (1996). Important de menționat este faptul că în 1980 au fost desecretizate imaginile Landsat și oferite publicului larg, până atunci, doar armata avea acces la Landsat, scopul inițial al acestuia a fost pentru domeniul apărării și al securității statului american.

În 1999 este inițiată misiunea satelitului IKONOS (rezoluție spațială de 1-4 metri) și lansarea lui Landsat 7 ETM+, iar în 2001 misiunea QuickBird va aduce imagini de teledetecție, comerciale, cu rezoluții spectaculoase, de 0,65 și 2,5 metri.

Anul 2008 este marcat de lansarea lui GeoEye, care aduce imagini cu rezoluții de 0,41 m în pancromatic și 1,65 m în multispectral, bineînțeles imagini tot comerciale. (Mihai B., 2009).

În 2013 a fost lansat și Landsat 8 Oli și TIRS, primul din seria Landsat care are o rezoluție spațială de 15 metri în pancromatic, pe lângă 30 în multispectral precum predecesorii lui (excepție făcând Landsat 1-4, care aveau o rezoluție de 60 metri).

Agenția Spațială Europeană (ESA), lansează în anul 2014 Sentinel-1A, satelit radar de înaltă precizie, iar Sentinel-1B apare peste doi ani mai târziu, în 2016.

Tot ESA, în 2015, dă start misiunii Sentinel 2A-MSI, cu o rezoluție spațială de 10 metri; 2016 este lansat Sentinel 3A, iar în martie 2017 apare și Sentinel 2B.

România, prin Agenția Spațială din România (ROSA), a avut un proiect de a lansa în spațiul cosmic un satelit numit **Goliat**, care din păcate a eșuat. Acesta era planificat pentru lansare în anul 2009 prin intermediul unei rachete ESA, însă lansarea a fost amânată pentru 2010 și apoi pentru 2012.

Astfel, a fost lansat la data de 13 februarie 2012, însă la scurt timp după lansarea pe orbită, Goliat s-a pierdut în spațiu, deoarece era planificat pentru o anumită orbită, dar date fiind amânarea, a fost lansat pe o altă orbită, deloc prielnică lui și care a cauzat pierderea și distrugerea lui.

Totuși, din anii '50-'60 și până în prezent, în România se execută activități specifice fotogrammetriei pentru lucrările de cadastru, observare a mediului, riscurilor naturale etc, dar și din interesele specifice activității Agenției Naționale de Cadastru și Publicitate Imobiliară (ANCPI), Direcției Topografice Militare (DTM) sau statului român în sine.

1.4. Aspecte metodologice

Din punct de vedere metodologic, s-au aplicat tehnici de preprocesare, perfecționare, extragere de informații și analiză a datelor geospațiale, fie că vorbim de imagini satelitare, date geostatistice sau simpli vectori; ca mai apoi rezultatele să fie cartografiate și interpretate.

Acest subcapitol prezintă doar o introducere a metodologiei, fiecare hartă/imagini satelitară sau analiză spațială din această lucrare, va avea o parte de explicare a tehnicii de lucru.

Toate tipurile de date amintite mai sus au fost procesate în programe speciale de GIS, teledetecție, grafică vectorială și statistică (Excel, unde era cazul). Astfel, programele utilizate au fost următoarele: ArcGIS 10.4.1 (ArcMap, ArcScene, ArcGlobe); Global Mapper 17; Envi 5.3.1; Erdas Imagine 2015; SNAP Desktop; SAS Planet; Adobe Illustrator; Corel Draw X7; Google Earth și Microsoft Excel.

Sursele datelor sunt diverse și diferă de la un tip de date la altul.

Tip de date	Sursă
Imagini satelitare Landsat (1-4 MSS, 4-5 TM, 8 Oli și TIRS)	Platforma EarthExplorer (USGS) (https://earthexplorer.usgs.gov/)
Imagini satelitare Sentinel 2A-MSI	Hub-ul ESA (https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home)
Imagini satelitare radar AsterDEM	LP-DAAC (NASA) (https://lpdaac.usgs.gov/)
Planurile Directoare de Tragere, scara 1:20.000 cu vectorii aferenți (nivelment, râuri)	(http://www.geo-spatial.org/download/planurile-directoare-de-tragere)
Rețeaua de nivelment și rețeaua hidrografică, de pe harta topografică 1:25.000	Direcția Topografică Militară (DTM)

Ortofotoplanuri 2005, 2012 și vectorii obținuți pe baza acestora (ex.: geometria localităților sau drumurile)	Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară (ANCPI)
Geologia Călimanului în format vectorial, scara 1:200.000	Institutul Geologic al României (IGR)
Solurile din Căliman, în format vectorial, scara 1:200.000	Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie (ICPA)
Date meteorologice de la trei stații meteorologice: stația Toplița, stația Reșițiș și stația Poiana Stampei	Datele ROCADA ale Administrației Naționale de Meteorologie (https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.833627)
Vectorii cu privire la infrastructura rutieră	Obținuți atât prin vectorizare, cât și prin descărcarea de pe Open Street Map (OSM) și corectarea lor unde era cazul (https://www.openstreetmap.org/)
Datele vectoriale cu utilizarea terenurilor și vegetație	Mai multe surse: clasificări supervizate și nesupervizate pe baza imaginilor satelitare; realizare indicelui de vegetație NDVI, prelucrarea datelor Corine Land Cover (CLC, https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover) și corelarea acestora cu standardele CNGCFT

Capitolul 2 – Cadrul Natural

2.1. Geologia

2.1.1. Fundament, activitate vulcanică și evoluție

Așa cum menționam în localizare, Munții Căliman fac parte din lanțul vulcanic al Carpaților Orientali: Oaș – Gutâi – Țibleș – Căliman – Gurghiu – Harghita, iar conform lui Traian Naum și Emil Butnaru, Călimanul aparține grupei sudice a acestui lanț, mai exact al *arcului andezitic*, apărut la zona de subducție dintre Placa Pannonică și Placa Moldavă. Această “ciocnire” a plăcilor a dat naștere aici unei intense activități vulcanice din Neogen care a creat impresionante forme de relief, care își au originea din masele vulcanice, iar grupa sudică a lanțului vulcanic se caracterizează prin cea mai mare dezvoltare a vulcanismului carpatic. (Tr. Naum et al, 1989)

Din punct de vedere al fundamentului Călimanului, există două ipoteze. Prima, aparține geologului Zoltan Torok, citat de Ion Băncilă în *Geologia Carpaților Orientali* (1958), care susține că în soclu se găsește un mare corp subvulcanic alcătuit din diorite, diorite-porfirite și andesite sub-vulcanice, care ar depăși ca suprafață 100 km².

Pe de altă parte, geomorfologul Traian Naum și geologul Emil Butnaru, în lucrarea *Munții Căliman* din seria *Monografii montane* (1989), afirmă că fundamentul Călimanul este constituit din șisturi cristaline carpatice și formațiuni sedimentare triasice ce aparțin zonei cristalino-mezozoice, depozite ale flișului transcarpatic și formațiuni sedimentare și pannoniene din Depresiunea Colinară a Transilvaniei. Probabil această teorie vine pe seama transgresiunilor Mării Thetis din aceste părți.

Din punct de vedere evolutiv, putem diferenția două etape, prima a avut loc în Pliocenul Inferior, ale cărei produse au fost erodate în Dacian și s-au acumulat în condiții subacvatic, împreună cu materialul nevulcanic, formând formațiuni no-sedimentare.

A doua fază a avut loc în Pliocenul Superior, care s-a caracterizat prin edificarea produselor din prima fază, acest compartiment este unul stratovulcanic ce se remarcă prin aproximativ 12 aparate vulcanice bine conservate.

Ioan Seghedi, în 1995 menționa că primele explozii au avut loc la Drăgăoiasa, în urmă cu 9,3 - 9 milioane de ani, cu explozia dacitelor, însă acesta mai consideră că formarea inițială a Călimanului a avut loc înainte de începerea vulcanismului, aproximativ acum 12 – 9,5 milioane de ani.

Un strato-vulcan din Căliman interesant este Lucaciu și Tămău, format acum 9-8 milioane de ani, alcătuit din formațiuni bazaltice și andezitice. (Seghedi I., 1995)

Formațiunile vulcano-sedimentare din Căliman ocupă o parte destul de consistentă din acesta și sunt alcătuite dintr-un material prioclastic, precum: breccii, microbreccii, aglomerate vulcanice, andezite cu amfiboli, andezite cu amfiboli și piroxeni, care alternează cu gresii și nisipuri andezitice. Toate acestea provin din erodarea rocilor vulcanice în perioadele de calm geologic; această formațiune vulcano-sedimentară atinge o grosime de 100 – 500 metri, iar în harta geologică atașată mai jos se poate observa distribuția spațială a acestei formațiuni geologice.

Peste fundamentul cristalin, conform lui Tr. Naum și E. Butnaru, stau dacitele de la Drăgăioasa, care provin din a doua etapă a vulcanismului. În interiorul caldeirei (diametru de aproximativ 10 kilometri) și în nordul Călimanului se mai întâlnesc andezite cu amfiboli, însă pe suprafețe restrânse. Tot în interiorul fostului crater, întâlnim andezitele cu amfiboli și piroxeni, care conform prospecțiunilor geologice făcute aici, prezintă alterări hidrotermale cu formare de sericit, caolinit, calcit etc.

Andezitele cu piroxeni se regăsesc sub forma sub forma curgerilor de lavă și prin forme intruzive, mai ales la est de caldeiră. În timp ce andezitele cu biotit, amfibol și piroxeni marchează, în partea centrală și nordică stingerea activității vulcanice; andezitele bazaltoide reprezintă încheierea activității magmatice și apar tot sub formă de curgeri de lavă, însă pe suprafețe mai restrânse.

Piroclastitele au însă o distribuție spațială mai ridicată și sunt ușor identificabile prin breccii, conglomerate sau tufuri vulcanice; piroclastitele din Negoii Românesc, datorită fostei exploatare de sulf, au fost afectate de soluții hidrotermale și în prezent au acumulări de sulf. (Tr. Naum et al, 1989)



Fig. 5 – Piroclastite din Negoii Românesc

(arhivă personală)

Geomorfologul Traian Naum și geologul Emil Butnaru, citați și mai sus, au identificat trei unități geologice pe o orientare N-S, care individualizează Călimanul, și anume:

- a) **Zona axială centrală**, acoperită din podișuri/platouri andezitice și piroclastice, peste care se suprapun într-un peisaj superb conurile vulcanice;
- b) **Zona vulcano-sedimentară**, care înconjoară partea centrală a masivului, zonă foarte bine păstrată mai ales în Defileul Mureșului Superior (Culoarul Toplița – Deda), continuându-se către vest și făcând trecerea către munții mici ai Bârgăului și Depresiunea Dornelor;
- c) **Depozitele de lahar**, care se situează între zona vulcano-sedimentară și cele sedimentare; făcând trecerea către Depresiunea Colinară a Transilvaniei, constituind totodată și o bună parte din limita vestică a masivului;



Fig. 6 – Plăci andezitice pe zona marginală a calderai
(arhivă personală)

Una dintre cele mai interesante părți ale vulcanismului de aici îl constituie caldera (fostul crater) al Călimanului cu diametrul de 10 kilometri. Aceasta s-a format în urma unui proces de prăbușire al vulcanului care a fost activ, datorită reducerii presiunii din rezervorul magmatic. (Tr. Naum et al, 1989)

În comparație cu alte aparate vulcanice din lanțul eruptiv, caldera din Căliman este mai erodată. Spre exemplu, craterul Fâncel din Gurghiu sau lacul Sfânta Ana, crater al Ciomadului se păstrează mult mai bine, spre deosebire de caldera din Căliman care a fost erodată în partea nordică de pârâul Neagra.

Totuși, și așa, caldera își păstrează granditatea și oferă o deschidere impresionantă către Munții Rodnei și Bârgăului, exemplu în fotografia atașată mai jos.



Fig. 7 – Deschiderea calderii către nord
(arhivă personală)

În erele geologice ce au urmat, masivul nu și-a modificat foarte mult fizionomia și structura cu excepția erelor glaciare, unde s-au înregistrat procese de șiroire și torențialitate, dezagregări și alterări ale rocilor.

2.1.2. Ciclurile efuzive

Citat de Ion Băncilă în *Geologia Carpaților Orientali*, geologul Zoltan Torok distinge în Masivul Călimanului patru cicluri efuzive, prin care andezitele au fost scoase la suprafață, iar în ordinea cronologică ele sunt:

- a) Ciclul efuziv I, s-a format din andezite cu piroxeni, fără hornblendă și îi este caracteristic faciesul de Bîtca;
- b) Ciclul efuziv II (faciesul de Toplița), este format din andezite cu hornblendă și piroxeni, dominând în părțile estice și centrale ale regiunii, cu o suprafață de aproximativ 450 km²;
- c) Ciclul efuziv III se întinde pe o suprafață de aprox. 700 km² și este cel mai dezvoltat în acest masiv, cuprinde patru faciesuri și reprezentativ îi este faciesul de Tihu;

- d) Ciclul efuziv IV este format în schimb din andezite cu constituții foarte variate, nu sunt deloc omogene, iar exemple bune aici sunt domul vulcanic Pietricelul și scutul Drăgușului; (I. Băncilă, 1958)

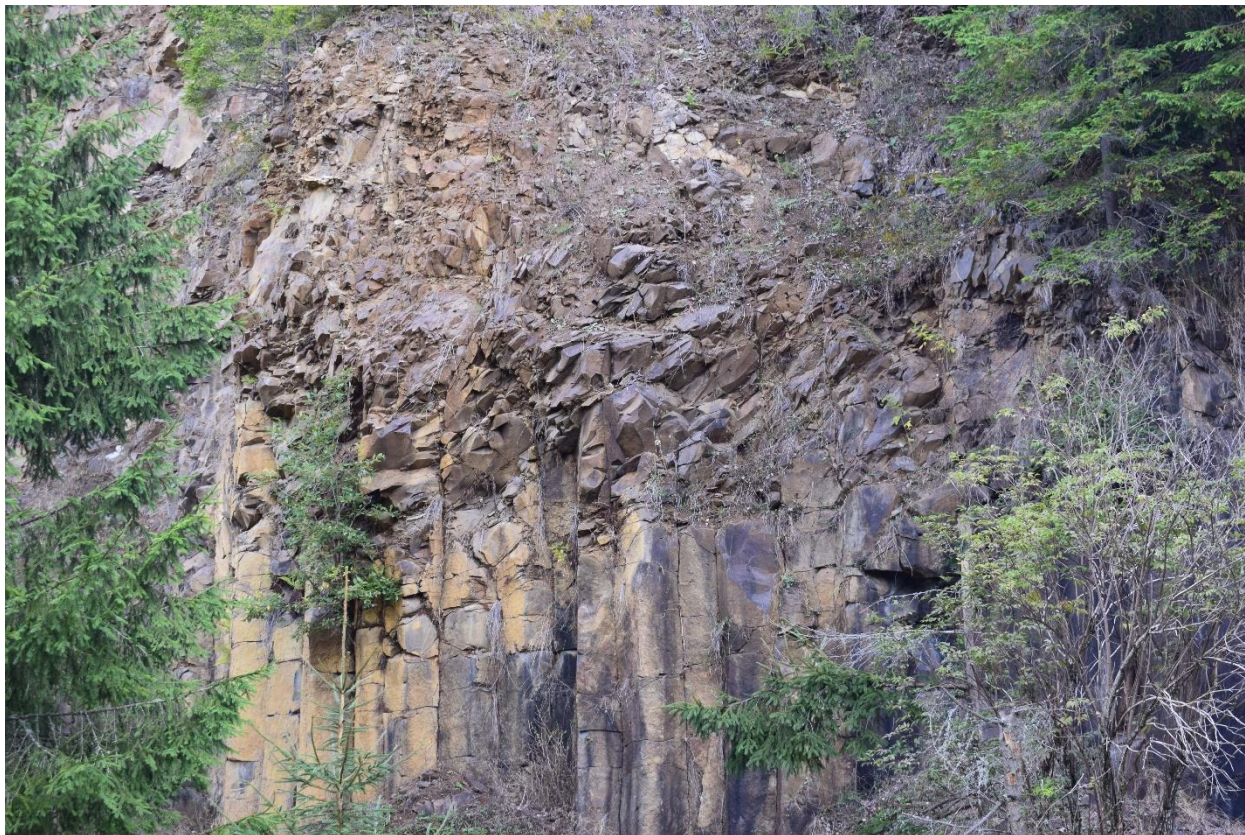


Fig. 8 – Coloane de bazalt în Căliman
(arhivă personală)

2.1.3. Manifestări postvulcanice

Chiar dacă masivele vulcanice din țara noastră nu mai sunt active, în ele se regăsesc manifestări postvulcanice, caracterizate prin activități solftariene. În Munții Călimanului, aceste activități sunt îmbibate cu sulf nativ rocile piroclastice, atât în acest masiv cât și în arealul său se regăsesc întinse depozite de geysere, alcătuite din silice cu conținut de oxizi de fier.

Un tip interesant și valoros din punct de vedere turistic și economic din aceste manifestări, îl reprezintă manifestările mofetice. Acestea provin din cantități mari de CO_2 care se degazeifică în arealul masivului vulcanic. Acest dioxid de carbon se dezivolează în ape vadoase, dând naștere astfel izvoarelor carbonatate. Aceste ape se mineralizează în funcție de putere de dizvolare a CO_2 .

Totuși, aceste izvoare carbonatate sau borvizuri, au apărut și în afara masivului vulcanic, în zona flișului sau cristalino-mezozoică (exemplu foarte bun aici: Borsec sau Vatra Dornei),

fapt care atestă o activitate susținută până în timpuri recentă și cu acoperire mai mare decât a arealului masei eruptive. (I. Băncilă, 1958)



Fig. 9 – Exemplu de mofetă în stațiunea balneo-climaterică Borsec, jud. Harghita
(arhivă personală)

Aceste manifestări postvulcanice ale vulcanismului din țara noastră, prin intercalațiile de cinerite din Miocen și Pliocen au însemnat unul din criteriile de stabilire a vârstei erupțiilor.

Astfel, pentru Munții Căliman, Ion Băncilă în *Geologia Carpaților Orientali* identifică următoarele etape:

1. Cele mai vechi efuziuni sunt dacitele din Mediteranul II, lavele lor se găsesc însă doar pe marginea masivului, fiind acoperite de masele andezitice mai noi;
2. În Sarmațianul Inferior a avut loc erupția andezitului cu hornblendă de tip Gura Haitii;
3. Exploziile din meotic au constat în andezite bazaltice cu piroxeni și olivină. Aceste erupții au dat naștere cenușilor andezitice;
4. În Pontic se consideră că au avut loc erupții liniștite, bazice de lave fluide care au dat naștere bazinelor unde s-au acumulat depozitele daciene;
5. În Pontianul Superior și în Dacian au erupt în Căliman andezitele din seria mai acidă (andezite amfibolice);

2.1.4. Analiza geologiei prin intermediul secțiunii geologice

Secțiunile geologice reprezintă materiale grafice, asemănătoare cu profilele topografice sau geomorfologice, într-un anumit spațiu pe o anumită distanță și adâncime (în funcție de foraj) ce oferă informații prețioase cu referire la ceea ce se află în subsolul reliefului.

Totuși, aceste secțiuni au grad destul de dificil de realizare, față de profilele geografice cunoscute care pot fi făcute și în programe de GIS, acestea se realizează de către inginerii geologi doar pe teren prin foraje la adâncimi ridicate.

Secțiunea geologică ce va fi prezentată mai jos a fost adaptată după foaia de hartă geologică L-35-VIII (Toplița), întocmită de Comitetul de Stat al Geologiei, Institutul Geologic din România, în anul 1968; pe direcția Stânceni – Glodu (orientare SV – NE) și o distanță de aproximativ 30 de kilometri.

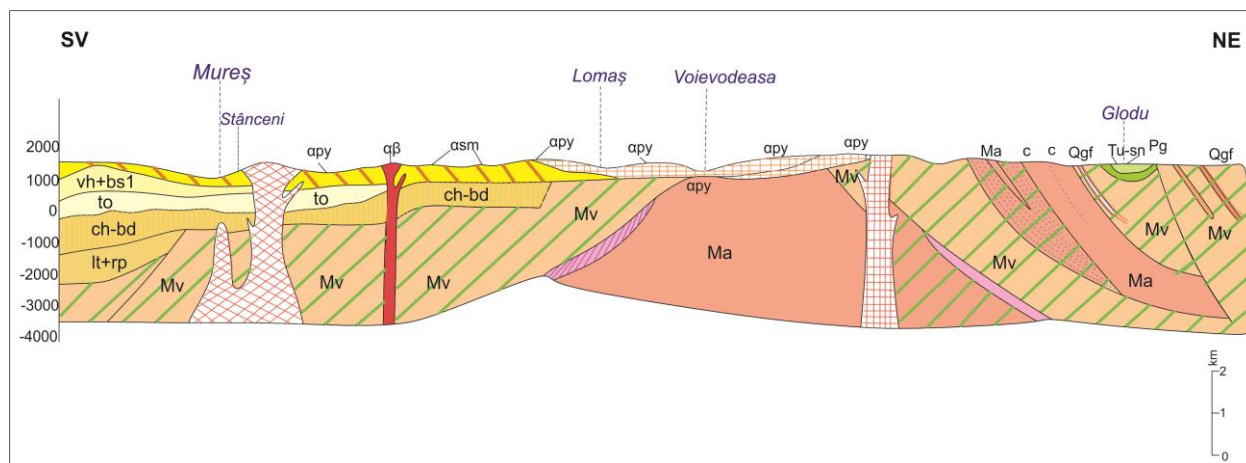


Fig. 10 – Secțiune geologică între Stânceni și Glodu – Munții Căliman

(după foaia de hartă geologică L-35-VII); pentru legenda secțiunii se recomandă analiza hărții geologice de mai sus

Abrevierile de pe secțiune semnifică tipul de formațiune geologică:

- **β** – Bazalte, grosime de 50 – 460 m (Pleistocen – CUATERNAR);
- **αβ** – Andezite bazaltoide, grosime de 50 – 460 m (Pleistocen – CUATERNAR);
- **apy** – Andezite cu piroxeni, grosime de 500 – 1500 m (Panonian – Pliocen – NEOGEN);
- **αam** – Andezite cu amfiboli, grosime de 500 – 1500 m (Panonian – Pliocen – NEOGEN);
- **vh+bs1** – Argile marne, gresii nisipoase, conglomerate (forajul Stânceni), grosime de 400 – 600 m (Volhin-Bessarab – Miocen – NEOGEN);
- **to** – Argile cu *Spiralis*, nisipuri, gresii și pietrișuri, tufuri andezitice, grosime de 400 – 500 m (Tortonian – Miocen – NEOGEN);
- **ch-bd** – Gresii de tip Borșa: gresii microconglomerate, gresii masive, grosime de 800 – 1800 m (Chattian-Burdigalian – Oligocen – PALEOGEN);
- **lt+pr** – Conglomerate, calcare cenușii, gresii calcaroase cenușii și brun-roșcate, grosime de 600 – 800 m (Lutețian Priabonian – Eocen – PALEOGEN);
- **Pg1** – marne, argile roșii și verzi și gresii cu hierogliffe (Paleocen – PALEOGEN);
- **tu+sn** – Marnocalcare și marne roșii, gresii cenușii (sinclinal de Glodu), grosime de 60 m (Turonseon – CRETACIC Superior);

- **Qgf** – Cuarțite grafitoase, grosime de 3000 m (PROTEROZOIC SUPERIOR – PALEOZOIC);
- **c** – Calcare și 3000 m (PROTEROZOIC SUPERIOR – PALEOZOIC);
- **Mv** – Șisturi sericitoase, șisturi sericito – cloritoase, șisturi sericito – grafitoase, adâncime de 3000 m (PROTEROZOIC SUPERIOR – PALEOZOIC);
- **Ma** – Micașisturi și paragneise, adâncime de 1000 m (ANTE – PROTEROZOIC SUPERIOR);

Astfel, conform direcției secțiunii, putem identifica și chiar confirma ipoteza formulată de geomorfologul Traian Naum și geologul Emil Butnaru, conform căreia fundamentul Călimanului se sprijină pe formațiuni de șisturi cristaline carpatice, micașisturi și paragneise care se găsesc la adâncimi destul de mari (între 1000 și chiar 3000 de metri), iar vârsta acestora este proterozoică, dar și ante-proterozoică, deci de acum aproximativ 2030 milioane de ani.

Datorită ciocnirii Microplăcii Moldave cu cea Transilvană în orogeneza alpină (crearea Carpaților Orientali), din NEOGEN – Miocen (23,5 – 5 mil. de ani, faza stirică și moldavă), au avut loc o serie de mișcări de subducție între cele două microplăcii în latura vestică a Orientalilor și au dat naștere vulcanismului din Neogen.

Acest vulcanism și erupțiile vulcanice aferente au scos la suprafață diverse roci vulcanice, vizibile și pe profil, precum: bazalte, andezite bazaltoide, andezite cu piroxeni etc, care au adâncimi variabile, de la 50 – 460 de metri, până la 400 sau chiar 600 de metri. Adâncimile sunt relativ mici, deoarece erupțiile au fost recente, fapt pentru care unele roci sunt la zi și pot fi întâlnite și pe teren.

Analizând secțiunea, putem observa că la finalul ei, în zona Glodu, care se află la marginea nord-estică a Călimanului, se face tranziția către calcare, marnocalcare și marne roșii, gresii cenușii, care sunt în principiu de vârstă cretacică; mai exact către zona flișului carpatic.

2.2. Relief

2.2.1. Caracteristici generale

Cu altitudinea maximă de 2100 m în Pietrosul Căliman, acest masiv domină atât întreaga regiune cât și grupa din care face parte – Grupa Centrală a Carpaților Orientali.

Munții Căliman au formă aproximativă de dreptunghi, cu lungime de 60 km și o lățime de 30-40 km, ocupând o suprafață totală de circa 2000 km².

Tr. Naum și colaboratorii săi identifică aici trei zone cu aspecte diferite:

1. un relief interfluvial crestat, format din aglomeratele vulcanice, în zona centrală fiind puternic fragmentat de rețeaua hidrografică;
2. podișul vulcanic care se sprijină pe o stivă de aglomerate și curgeri de lavă;
3. caldera înconjurată de versanții abrupti de deasupra podișului vulcanic;

Versanții Călimanului au aspecte variate. Spre exemplu, cel nordic, spre izvoarele Dornei și Negrei Șarului este mai fragmentat, mai abrupt și cu circuri glaciare de unde își au obârșia diverse pârauri.



Fig. 11 – Circuri glaciare pe latura estică a calderei vulcanice (Sentinel 2A-MSI)

Tot versanții estici se înalță treptat pe podișul de lave cu măguri vulcanice, deasupra depresiunii Drăgăioasa și Bilbor, în timp ce versantul sudic are aspect relativ neted și scade altitudinal către Defileul Mureșului Superior.

Cel mai interesant aspect din punct de vedere al reliefului îl constituie aliniamentul Negoiul Unguresc – Pietrosul Căliman, deoarece se caracterizează printr-o creastă cu orientare NV- SE cu o lungime de patru kilometri, alcătuită din stive andezitice care se află într-o stare de dezagregare ce duce la acumulări de grohotișuri. Vârful Pietrosul (2100 m) se înalță ca un pisc

semeț, iar fragmentele de andezite din acest platou coboară către sud-vest, iar în partea sud-estică panta este foarte abruptă, stratele de lavă având o dispoziție orizontală și chiar ușor înclinată în cazul altitudinilor ce depășesc 1800 metri.

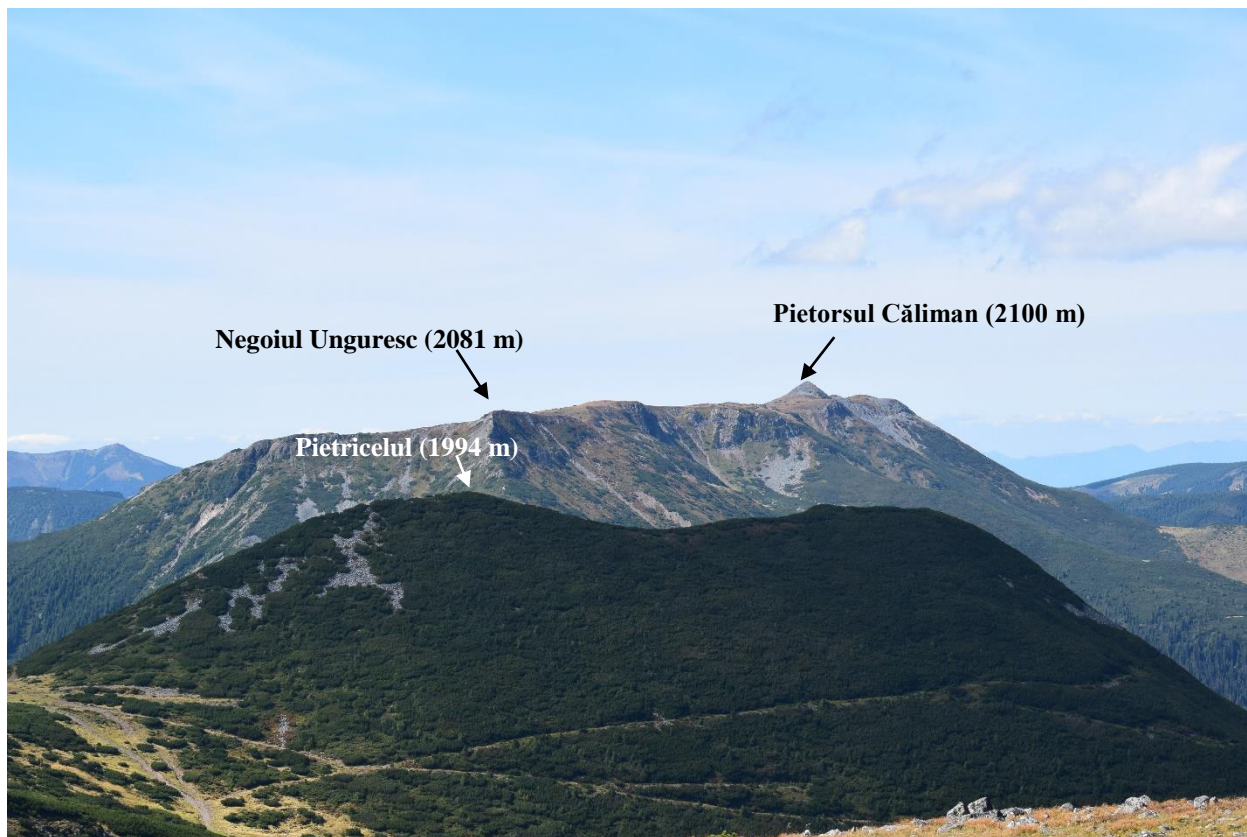


Fig. 12 – Creasta Negoiul Unguresc – Pietorsul Căliman
(arhivă personală)

Domul vulcanic Pietricelul (1994 m) este format din lave mai rezistente, fiind ultimul aparat vulcanic din caldera Călimanului.



Fig. 13 – Vf. Bradul Ciont (1899 m)
(arhivă personală)

Creasta nord-estică a masivului este formată din vârfurile Căliman-Izvor (2031 m) și Călimanul Cerbului (2012 m), care scade altitudinal către Vf. Bradul Ciont (1899 m) și întinsele dealuri ale Voievodesei (1825 m) (Tr. Naum et al, 1989).

O caracteristică importantă de menționat a reliefului din Căliman este că aici se găsesc forme vulcanokarstice (o premieră în geografia națională și mondială). Termenul de vulcanokarst a fost introdus în țara noastră de Traian Naum în 1962, odată cu articolul său și al colaboratorilor săi, *Vulcanokarstul din Masivul Călimanului (Carpații Orientali)*, premiat la acea vreme de Ministerul Educației.

Revenind, acest tip de relief constituie un valoros potențial turistic, fiind tratat în partea de turism a lucrării, iar formele rezultate pot fi considerate **geomorfosituri**. Cele mai întâlnite forme vulcanokarstice se întâlnesc în calderă și zona din proximitatea ei, iar pentru identificarea lor se poate consulta schița geomorfologică de mai jos.

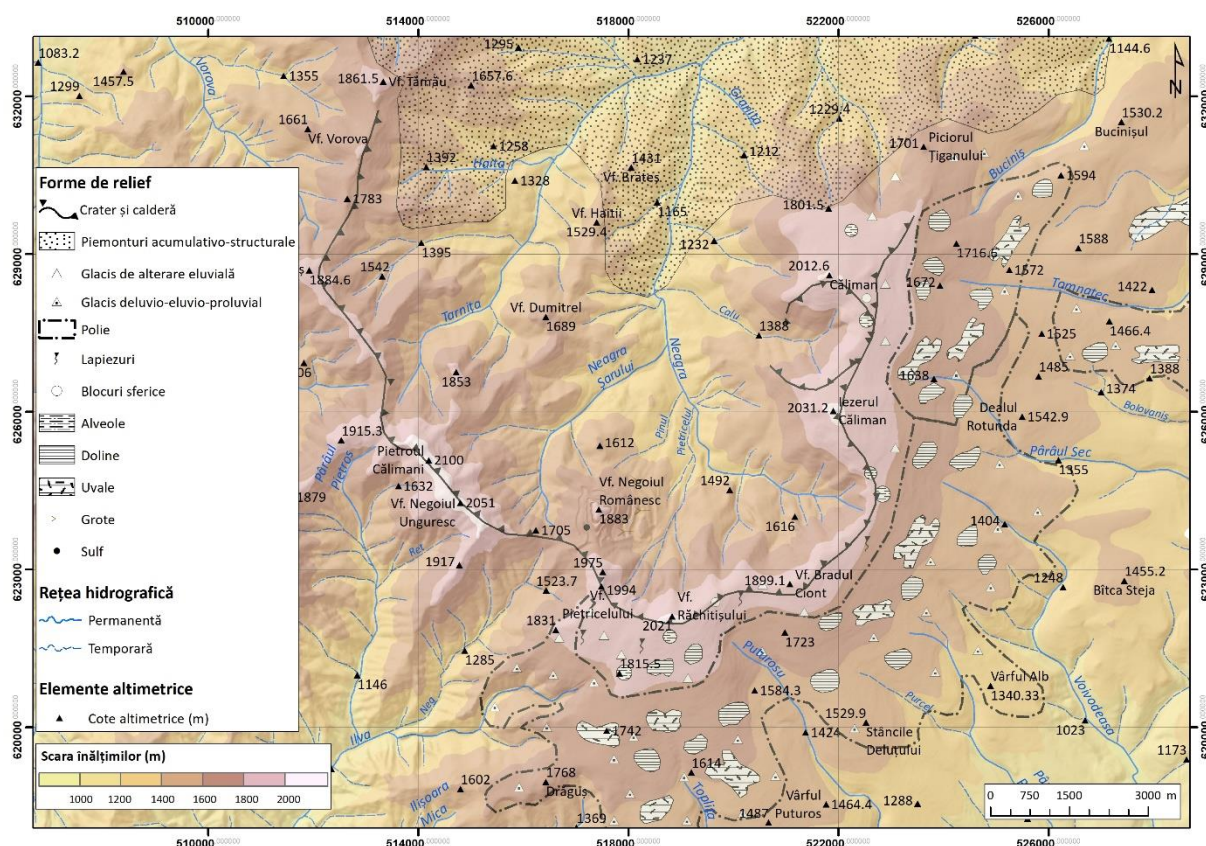


Fig. 14 – Schița geomorfologică a calderiei
(după Tr. Naum, 1989)

2.2.2. Morfometria

2.2.2.1. Hipsometria

Din punct de vedere altitudinal și conform limitei stabilite, cea mai joasă altitudine este o curbă de nivel cu cota de 450 de metri și cea mai înaltă cotă este un punct din rețeaua geodezică

națională – Vârful Pietrosul Căliman, 2100 de metri, iar ecartul altitudinal din Căliman este 1650 metri (2100-450).

Morfologia complexă a Călimanului a fost și este modelată în primul rând de formațiunile geologice pe care se sprijină, cât și de constituirea (vârsta, formarea), distribuția spațială a nivelelor de bază locale. (Tr. Naum et al, 1962)

În harta hipsometrică atașată mai jos se poate observa cum altitudinile cresc din zonele marginale către caldera vulcanică, iar datorită vârstei tinere atât a muntelui, cât și a erupțiilor vulcanice, încă se poate observa direcția de curgere a lavelor.

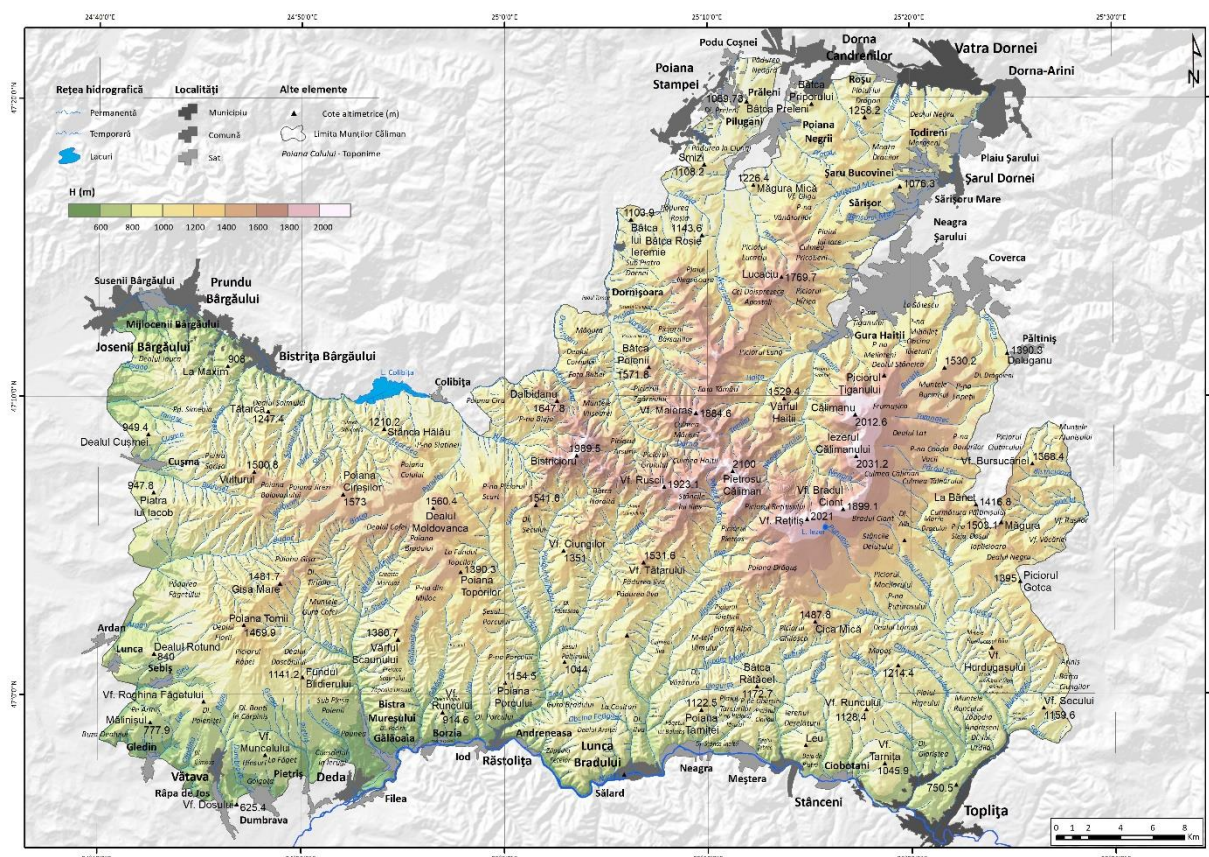


Fig. 15 – Harta hipsometrică a Munților Căliman

Tot pe baza acestui material cartografic putem observa că rețeaua hidrografică este prezintă un tip radial cu văi de tip barancos și planeze, caracteristice reliefului vulcanic.

Vârfurile care domină masivul și care delimitează bazinul hidrografic al râului Neagra (cel care a erodat caldera) sunt: Pietrosul Căliman (2100 m), Negoiul Unguresc (2081 m), Căliman Izvor (2031), Călimanul Cerbului (2012 m), Reșițiș (2021 m) și Bradul Ciont (1899 m).

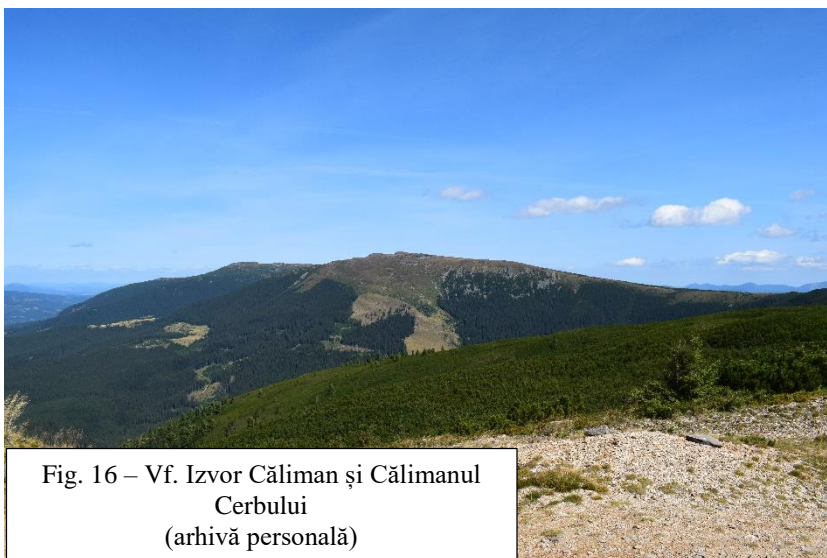


Fig. 16 – Vf. Izvor Căliman și Călimanul Cerbului
(arhivă personală)

Relieful rezidual nu lipsește nici aici, care a fost modelat de eroziunea torențială, glaciară și nivală, precum și de procese criogenetice, iar cele mai “afectate” areale sunt cele ale vârfurilor Călimanul Cerbului, Bradul Ciont, Izvor Căliman și Rețitiș, formate din andezite

cu piroxeni.

În schimb, în zona periferică a masivului apar suprafețe tabulare, ușor ondulate cu altitudini de până la 1100 metri, trepte uriașe dispuse în amfiteatru și reziduuri din vechile pânze suprapuse de lavă, intens atacate de dezagregare și nivație. Tot la periferia masivului, văile sunt adânci, cu profilul transversal îngust, iar relieful este foarte variat.

Platformele de eroziune din Căliman sunt destul de complexe, iar în interiorul lor s-au dezvoltat platforme structurale cu dimensiuni și altitudini variate. Platformele de eroziune cele mai înalte se situează în jurul cotelor de maxim 1750 metri, însă cele mai reprezentative sunt cele de la 1300 – 1450 m, în timp ce cea mai coborâtă platformă se găsește la altitudini de 750 – 950 metri. (Tr. Naum et al, 1962)

Acest masiv prezintă aspectul unui platou rezidual ce coboară în pante foarte domoale spre est și în pante abrupte către pâraul Neagra, iar acest aspect va fi prezentat în următoarea secțiune, dedicată geodeclivității masivului.

2.2.2.2. Geodelivitatea

Geodeclivitatea reprezintă o caracteristică morfometrică ce exprimă gradul de înclinare al suprafeței topografice care intră în componența formelor de relief. Gradul de înclinare al unui areal este puternic influențată atât de factorii naturali (geologie, soluri, vegetație) cât și antropici, prin modelarea versanților de către activitățile umane.

Una dintre cauzele de fond ale caracteristicilor declivității reliefului dintr-o regiune constituie raporturile dinamice extrem de multiple și variabile care se stabilesc între densitatea și adâncimea fragmentării reliefului, pe de o parte și procesul de evoluție al suprafețelor morfologice înclinate face parte integrată din cerințele cercetării fundamentale și aplicative a reliefului.

Panta (inclusiv valoarea acesteia) nu este o componentă de natură geomorfologică, adică o parte distinctă care intră în alcătuirea formelor de relief, ea îndeplinește funcția de noțiune geometrică, fiind o expresie cantitativă (ca valoare matematică materializată pe teren printr-un potențial dinamic, care între anumite limite asigură deplasarea materialelor care sunt mobile), dar și cantitativă (în sensul transformărilor pe care le condiționează, rezultând procese și forme distincte în peisajul geografic). În ansamblul lor, suprafețele care alcătuiesc formele de relief prezintă anumite trăsături morfografice care sunt considerate că aparțin pantelor. (M. Grigore, 1979)

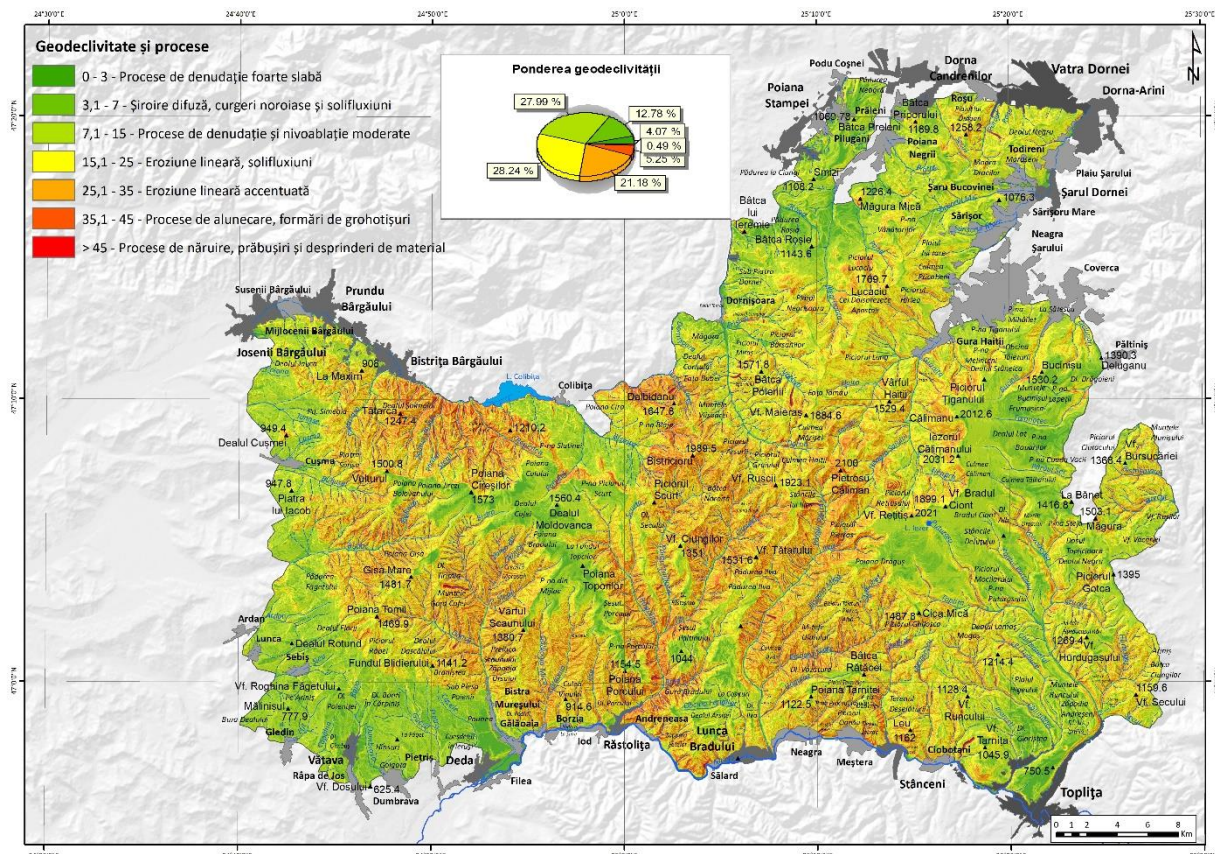


Fig. 17 – Harta geodeclivității Munților Căliman

Ca și aspect metodologic, această hartă morfometrică se realizează pe baza Modelului Numeric al Terenului (MNAT), obținut pe baza nivelmentului (curbelor de nivel și elementelor de altimetrie) de pe Harta Topografică a României, scara 1:25.000. În funcție de caracteristicile reliefului și al altitudinilor, conform regulilor internaționale, clasele valorice ale pantelor se împart în diferite cantități.

Astfel, în cazul Călimanului, claselor li s-au atribuit și procesele specifice (consultați harta de mai sus), precum și ponderea acestora:

- 0 – 3° – pondere de 4,07%;
- 3,1 – 7° – pondere de 12,78%;
- 7,1 – 15° – pondere de 27,99%;

- 15,1 – 25° – pondere de 28,24%;
- 25,1 – 35° – pondere de 21,18%;
- 35,1 – 45° – pondere de 5,25%;
- > 45° – pondere de 0,49%;

Astfel, conform calcului, cea mai mare parte a Călimanului este acoperită de pante între 7 și 35°, fapt ce generează procese de pluviudenundație și nivoablație accentuate, asociate cu eroziune lineară relativ redusă, care, crescând cu panta, crează eroziuni lineară intese - la peste 25° – solifluxiuni frecvente și rapide. 35° reprezintă limita accesibilității mașinilor forestiere (în Căliman se practică industria prelucrării lemnului). În schimb, alunecările de teren lipsesc în acest masiv, chiar dacă geodeclivitatea este ridicată, deoarece rocile vulcanice nu sunt susceptibile la astfel de hazarde și/sau riscuri.

Pantele cele mai reduse și la înălțimi ridicate (peste 1500 m) se întâlnesc pe marginea sud-estică a calderei, unde se găsește platoul neogen întins și relativ neted, cu pante de până în 15°.



Fig. 18 – Platoul vulcanic cu geodeclivități reduse din marginea sud-estică a calderei
(arhivă personală)

Cele mai abrupte pante se regăsesc în cadrul calderei, platforma înaltă a Negoiului Unguresc – Pietrosul are în partea nordică o înclinare de 81°, cea mai mare valoare din tot masivul, care cauzează năruiri, prăbușiri de plăci andezitice, rostogoliri și formări de grohotiș, pe fondul retragerii interne a versanților. De la peste 45° terenurile sunt greu accesibile și inaccesibile.

2.2.2.3. Energia de relief

Energia de relief este expresia numerică a capacității de adâncire a proceselor denudative în opoziție cu tendința de înălțare a scoarței terestre, sau mai bine zis a raportului dintre agenții interni și cei externi. (Posea G., Cioacă A., 2003) Mai exact, înseamnă amplitudinea altitudinală pe unitate de suprafață, în cazul de față este km².

Precum ceilalti parametrii morfometrici, arealul de studiu se împarte în mai multe zone.

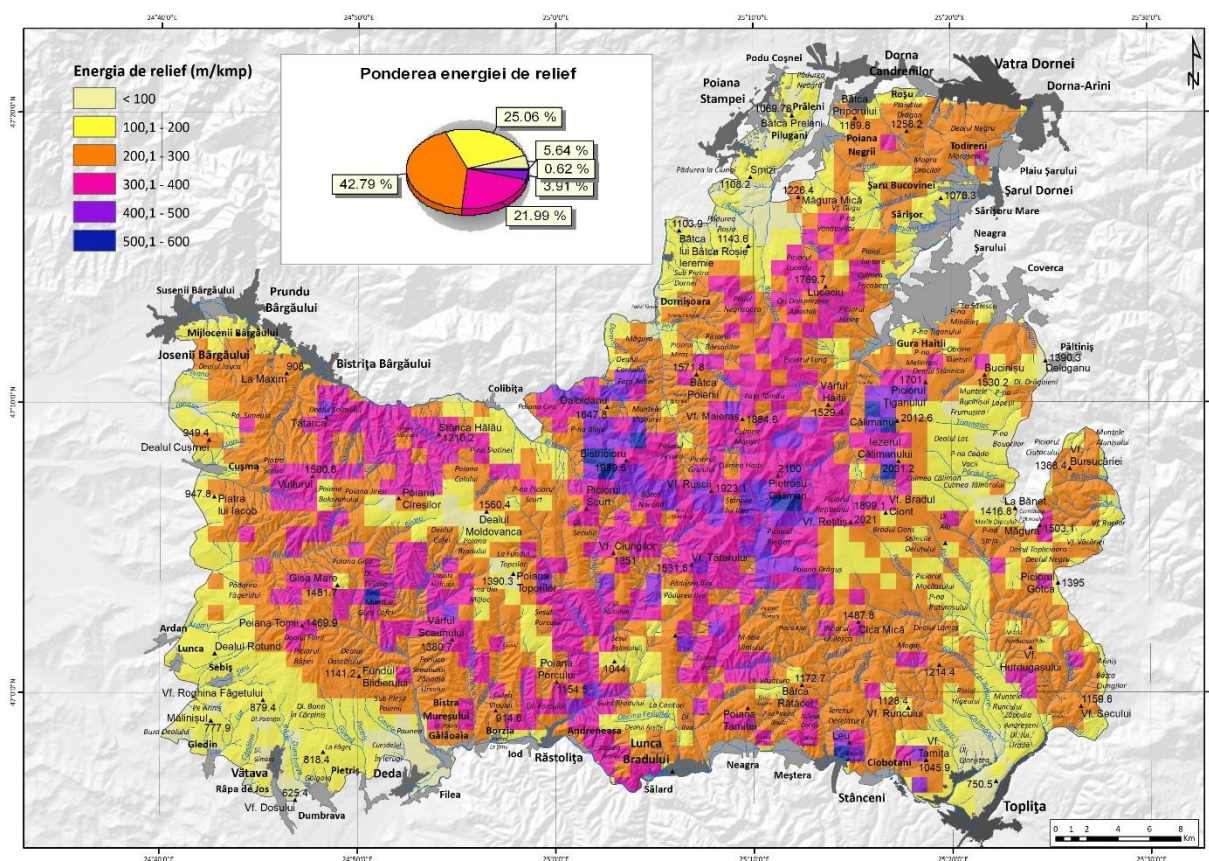


Fig. 19 – Harta energiei de relief, prin metoda carioajelor

Zonele sub **100 m/kmp** ocupă doar 5,64% din masiv, acestea descriu netezimea și uniformitatea reliefului, ceea ce rezultă că sunt favorabile pentru amenajări antropice și sunt specifice înălțimilor relativ joase.

Zonele cuprinse între **100 și 200 m/kmp** ocupă 25,6% din suprafața totală și se suprapune în mare parte zonelor depresionare, unde relieful este oarecum vălurit, până la altitudinile de 1000 de metri, cu mici excepții în funcție de geodeclivitate. În cazuri restrânse, se mai întâlnesc și la peste 1000 de metri.

Zonele cuprinse între **200 și 300 m/kmp**, sunt cele care domină Călimanul, cu un procent de 42,79% și începând cu aceste valori, favorabilitatea pentru amenajările antropice scade, de exemplu pentru căile de comunicație sunt necesare construcția acestora pe ramblee, deblee, inclusiv poduri. Zonele acestea sunt favorabile pentru pășunat.

Zonele cuprinse între **300 și 400 m/kmp**, cu o pondere de 21,99%, se corelează și suprapun cu suprafețele unde înclinarea pantelor atinge maxim 35°. Aceste zone sunt favorabile activităților forestiere, iar pentru dezvoltarea de activități ce țin de infrastructura de transport, sunt necesare amenajări speciale.

La peste **400 m/kmp** ponderea este mai scăzută, de 3,91% și respectiv 0,62%, datorită geodeclivității și înălțimilor nu foarte ridicate în comparație cu alte masive din țară – de exemplu în Făgăraș sau Bucegi aceste valori sunt mult, mult mai ridicate. Revenind, această clasă reprezintă un indicator important pentru determinarea abrupțiilor structurale. Ca și procese specifice, aici procesele de eroziune în adâncime sunt intense și nu sunt deloc favorabile construirii de locuințe sau dezvoltarea de activități antropice.

Însă, mai există o metodă de reprezentare a energiei de relief, prin metoda combinată:

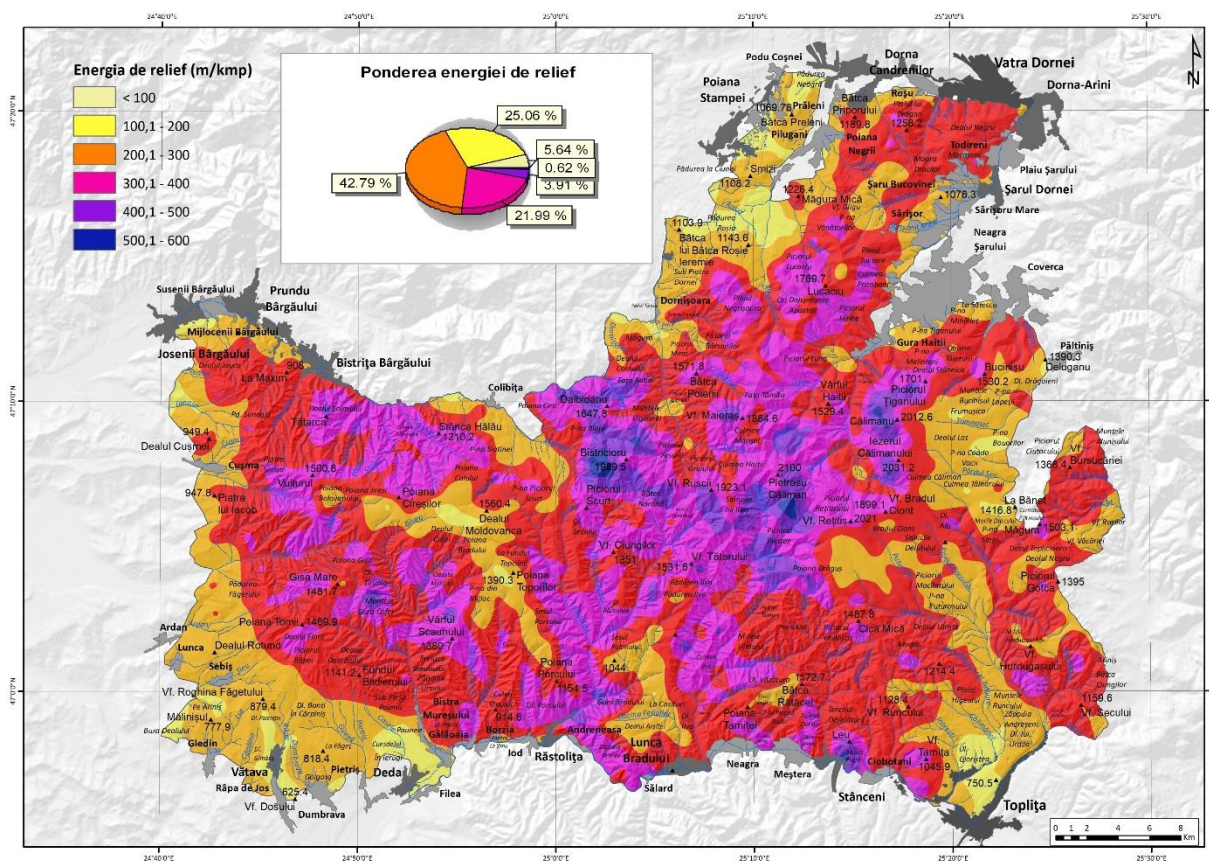


Fig. 20 – Harta energiei de relief prin metoda combinată (caroiaje și izolinii)

În concluzie, energia de relief descrie accentuarea proceselor geomorfologice și cu cât valorile acesteia cresc, cu atât potențialul morfodinamic este mai mare și în același timp și restrictivitatea reliefului pentru activități antropice crește; este valabilă și inversa acestor idei.

Bineînțeles, indiferent de modul de cartografiere și analiză (caroiaje sau combinată), rezultatul este același.

2.2.2.4. Densitatea fragmentării reliefului

Analiza densității fragmentării reliefului sau aprecierea fragmentării în suprafață a reliefului, se face prin calcularea tuturor formelor negative de relief create de procesele geomorfologice de eroziune de pe o suprafață anumită și raportarea lor la aceasta. Expresia matematică a raportului dintre lungimea formelor de relief create de eroziune și suprafața luată în considerare devine astfel unul din indicatorii de bază în definirea potențialului morfodinamic al reliefului. (Posea G., Cioacă A., 2003)

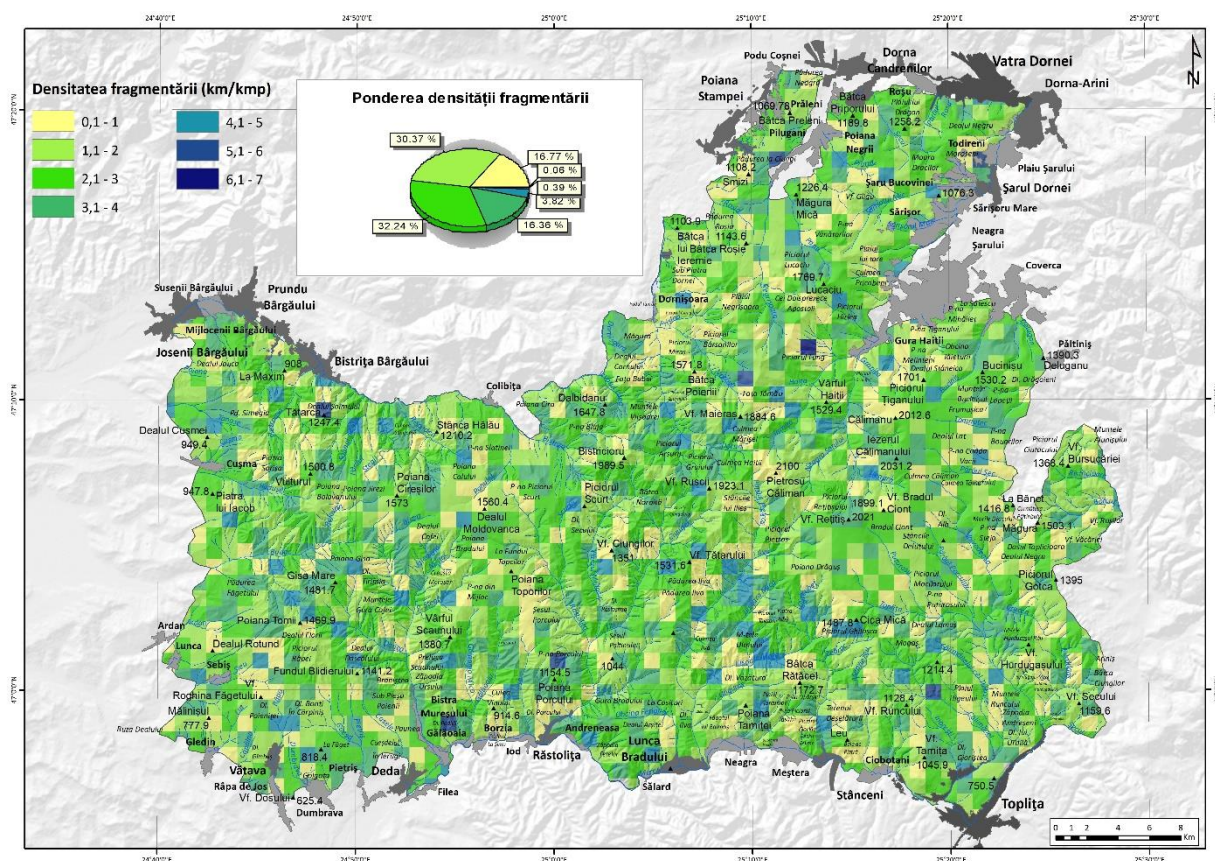


Fig. 21 – Harta densității fragmentării reliefului prin metoda carioajelor

În Căliman, relieful nu este foarte fragmentat, dovada stând în clasele de până în 3-4 km/kmp, care au o pondere totală de 79,38%.

Cele mai ridicate valori se înregistrează preponderent în zonele centrale – sud-estice ale masivului.

Acest parametru este important pentru aflarea potențialul morfodinamic al masivului, reprezentând totodată și o analiză cheie în posibilitatea dezvoltării activităților antropice, putând fi corelat și cu alte caracteristici sau alți factori ai reliefului.

2.2.2.5. Expoziția versanților

Expoziția versanților este un factor geomorfologic care la aceeași altitudine determină condiții climatice diferite. Prin aceasta se creează condiții diferite de creștere a vegetației forestiere, comparabile cu cele care, pe aceeași expoziție, se realizează la diferențe apreciabile de altitudine. Aceste schimbări sunt rezultatul modificării unghiului dintre razele solare și suprafața topografică, funcție de care, suprafața topografică, primește o cantitate mai mare sau mai mică de căldură. Pe un versant cu expoziție sudică, cantitatea de căldură primită pe unitatea de suprafață este de 1,6 până la 2,3 ori mai mare decât pe un versant cu expoziție nordică. Aceste variații ale regimului de căldură și insolație se răsfrâng și asupra proceselor pedogenetice și umidității solului. Totodată, în zilele însorite, versanții cu expoziție vestică se caracterizează printr-un plus de căldură în comparație cu cei estici, deoarece aici insolația de după ora 12 găsește un mediu cald, pe când pe cei estici, o mare parte din energia calorică se folosește pentru evaporație. (Elroza M. G., 2008)

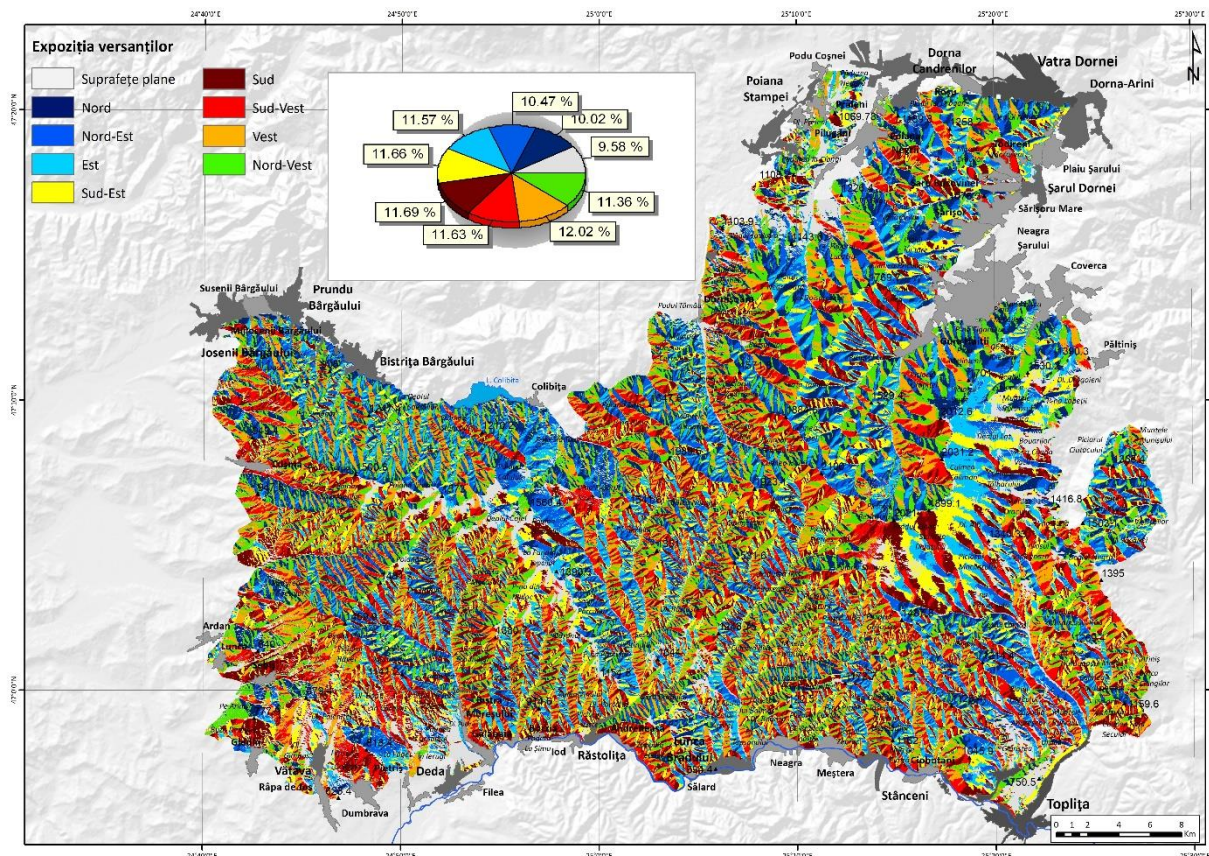


Fig. 23 – Harta expoziției versanților

După cum se poate observa, în Căliman există o interesantă proporționalitate în ceea ce privește expoziția și orientarea în sine a versanților, cea mai mică pondere fiind cea a suprafețelor plane - de 9,58% și sunt cei mai favorabili la dezvoltarea de activități antropice, spre exemplu, aici se pot întreprinde activități agricole fiind totodată pretabile și pentru construirea infrastructurii rutiere.

Versanții însoriți (sudici și sud-vestici) ocupă cca. 23,32% din masiv și pentru dezvoltarea infrastructurii de transport, de exemplu, au o pretabilitate medie; sunt foarte favorabili horticulturii.

Versanții umbriți (nordici și nord-estici) cu pondere de 20,49% sunt caracterizați prin prezența umidității, care este crescută tot timpul anului și favorizează procesele de pluviudenudare și solifluxiune, iar vegetația forestieră lipsește. Însă, acest tip de versanți favorizează dezvoltarea de domenii schiabile, la altitudini de peste 800 de metri, unde zăpada rămâne conservată mai mult timp în lipsa radiației solare. (Moise C., 2015)

2.2.2.6. Expunerea versanților

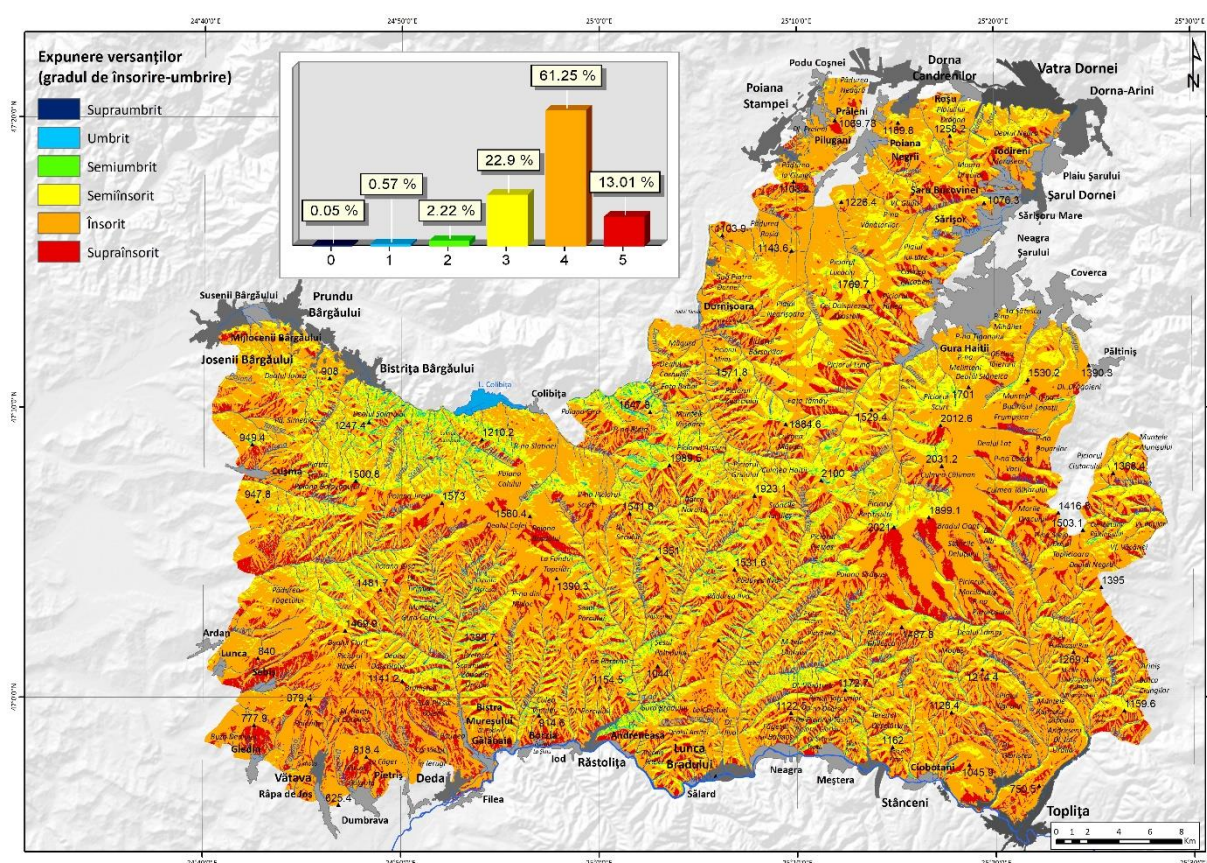


Fig. 24 – Expunerea versanților Munților Căliman

Energia radiantă primită de o anumită suprafață a unei forme de relief depinde de mărimea unghiului de incidență al razelor solare cu planul suprafeței respective. Pe versanții cu expoziție sudică sau sud-estică, odată cu mărirea înclinării terenului, se mărește unghiul sub care

2.2.2.8. Alți indicatori morfometrici

LS Factor – Factorul lungime (L) și panta versantului (S – slope) constituie un indicator morfometric esențial în analiza reliefului și determină influența acestuia asupra eroziunii solului și constă în determinarea lungimii (L) și pantei versanților (S).

Eroziunea solului este un proces de degradare al solului care afectează o serie de funcții importante al mediului (biodiversitatea, servicii ecosistemice etc), iar evaluarea atât cantitativă cât și calitativă a acesteia poate fi modelată prin acest indice conceput în SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses), pe modelul digital de elevație al Munților Căliman, la o rezoluție de 10 metri (conform echidistanței de 10 metri dintre curbele de nivel).

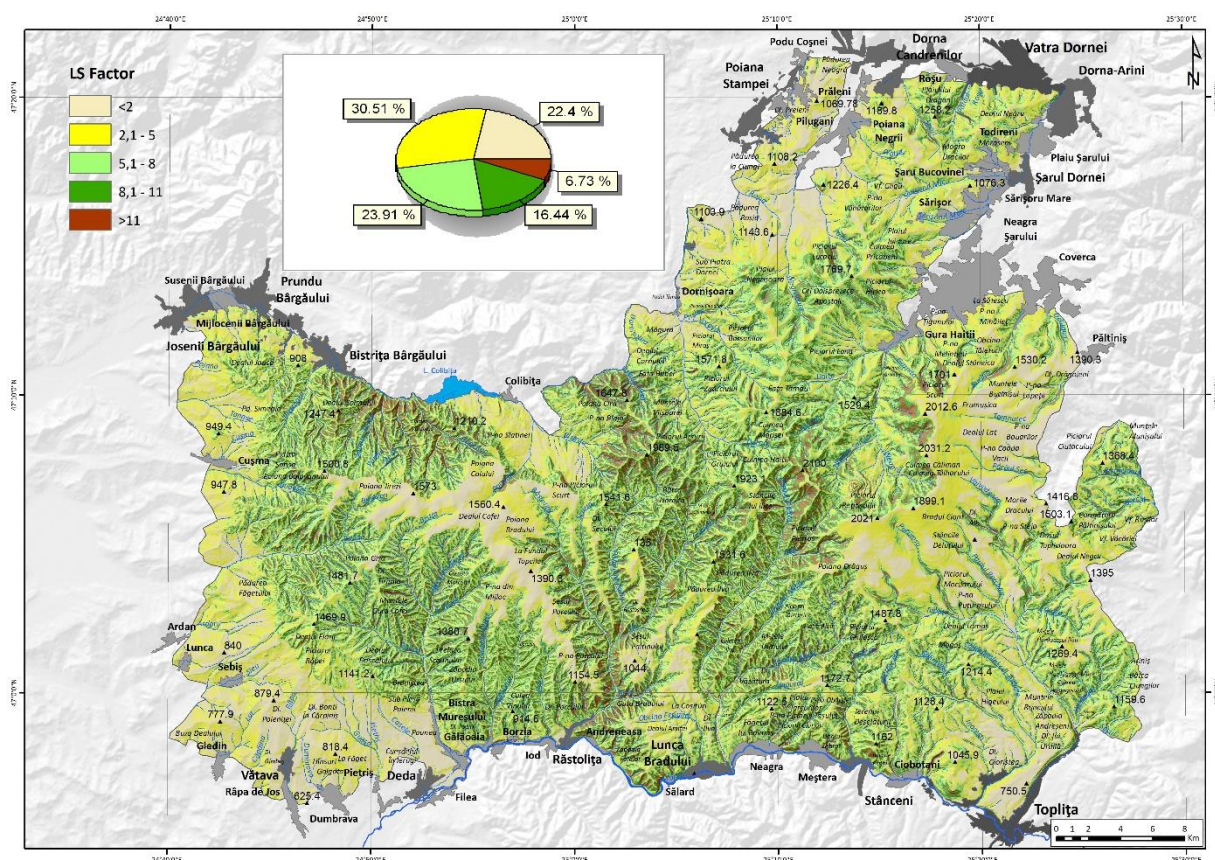


Fig. 26 – Factorul LS (Length-Slope) aplicat Munților Căliman

Indicele Topografic al Umidității (Topographic Wetness Index – TWI)

Acest indice redă efectul suprafeței topografice asupra acumulării apei, mai exact, cu cât o zonă este mai plană, cu atât valorile vor fi mai ridicate.

La fel ca și ceilalți indicatori prezentați mai sus, TWI, are rol important în analiza, calcularea și interpretarea potențialului morfodinamic al masivului.

Pentru realizarea acestui indice se iau în calcul mai mulți factori fizico-geografici și ai reliefului, precum: geodeclivitatea, densitatea rețelei hidrografice, dar și orientarea versanților și are următoarea formulă de calcul: $W = \ln \frac{As}{\tan \beta}$

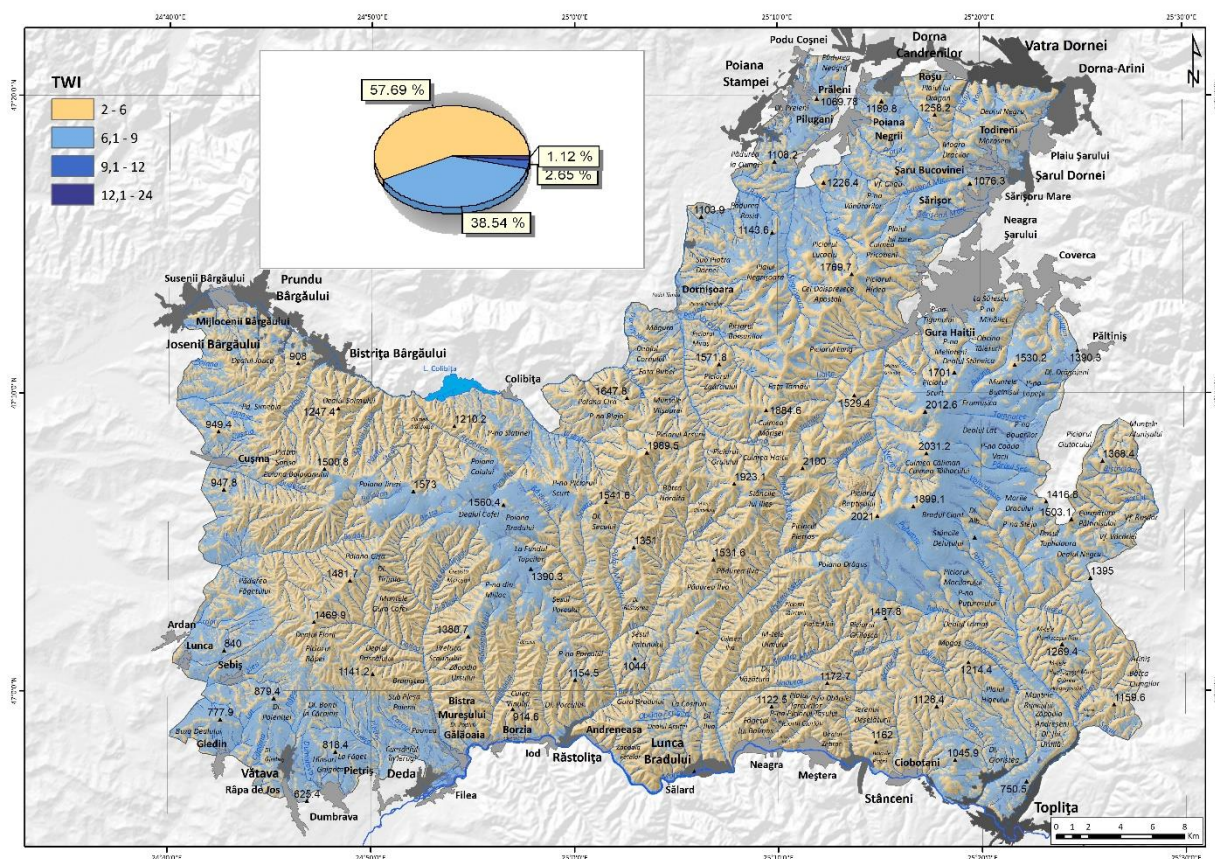


Fig. 27 – Indicele Topografic al Umidității

Analizând aplicabilitatea indicelui asupra Călimanului, putem observa că predomină suprafețele de sub 6 valori, care nu pot reține apa în cantități mari, cu o pondere de 57,69%; acest lucru datorându-se fragmentării ridicate ale reliefului. Tot în aceste zone, apa se infiltrează prin crăpăturile versanților și poate produce dezagregări ale rocilor.

Putem afirma că în aceste zone eroziunea în adâncime este foarte mare, deoarece apa nu stagnează pe versanți.

Celelalte zone, care nu au o geodeclivitate tocmai ridicată, până în 10-15°, prezintă un potențial mai ridicat la infiltrarea apei, cele mai mari valori se înregistrează în lunca Mureșului, din partea sud-vestică a Călimanului (zona Deda – Dumbrava – Vătava) aici și hipsometria este relativ mică în comparație cu restul masivului, altitudinile medii variază în jurul a 500 – 600 metri.

Indicele convergenței/divergenței

Acest indice reflectă determinarea scurgerii în suprafață, a vizualizării interfluviilor și al văilor, exprimând sistemele hidrografice. (Ș. Constantinescu, 2006)

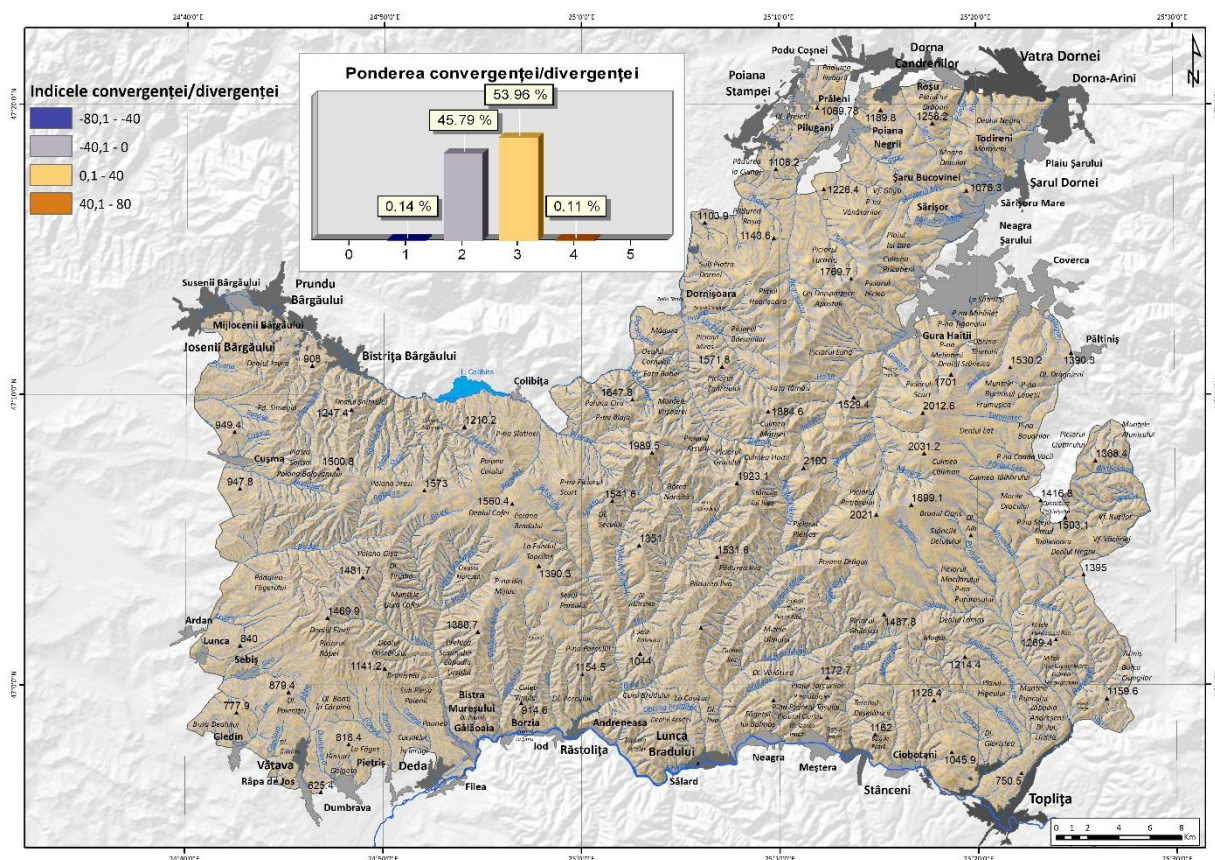


Fig. 28 – Indicele de convergență/divergență aplicat în Masivul Călimanului

Analizând harta de mai sus, putem observa că sectoarele plane, cu geodeclivitate redusă pe care nu se realizează scurgerea au valoarea de 0, în timp ce divergența maximă este științific de 100, în cazul nostru urcă până la 80, de la 40 cu o pondere de 0,11%.

Concluzionând, Munții Căliman sunt echilibrați din punct de vedere al scurgerii apelor.

Curbura în plan

Acest indice evidențiază sectoarele de curgere divergentă, cu valori negative, și convergente cu valori pozitive.

Acesta mai reprezintă și o cuantificare a gradului de curbura în funcție de schimbarea orientării suprafeței topografice. (Ș. Constantinescu, 2006)

Curbura în plan este clasificat în valori de radiani.

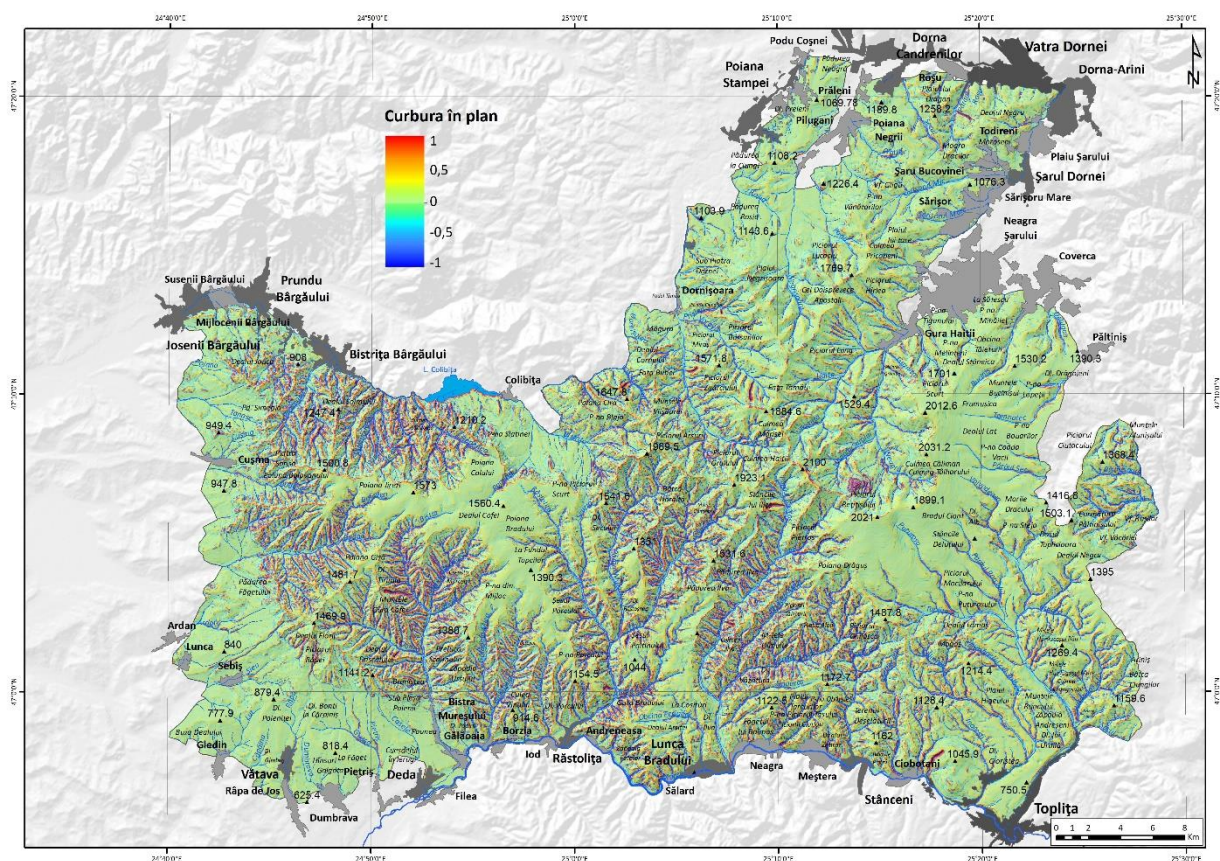


Fig. 29 – Harta curburii în plan a Călimanului

Curbura în profil

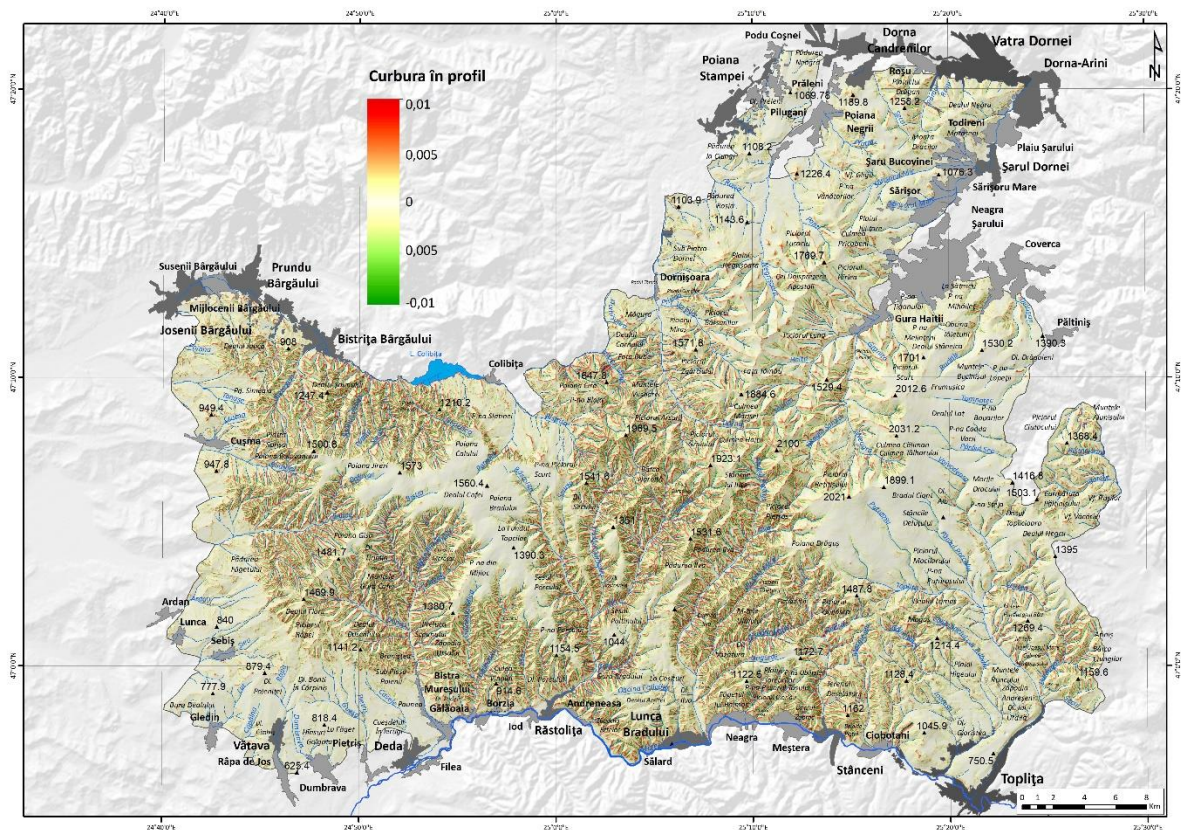


Fig. 30 – Harta curburii în profil

În comparație cu curbura în plan, cea în profil determină suprafețele concexe și concave, care sunt importante în analiza potențialului morfodinamic a masivului. Pe versanții convecși se înregistrează o curgere ridicată, accelerată (valori negative), în timp ce pe versanții concavi curgerile sunt mai lente, reprezentați prin valori pozitive.

Bineînțeles, acești indici pot fi analizați mult mai bine la scări mai mari (scara hărții masivului este relativ mică, 1:200.000) însă poate reprezenta un punct de pornire în interpretarea și analiza tuturor formelor de relief din arealul de studiu, care pot fi corelate cu alți indicatori și factori genetici ai reliefului.

În final, analizând toți indicatorii morfometrici prezentați mai sus, putem afirma că Munții Căliman sunt „echilibrați” din punct de vedere al reliefului, prezintă atât platouri și podișuri netede și întinse, cât și versanți abrupti, masivi, încadrându-se în tipologia reliefului vulcanic, care a fost intens modelat în primul rând de substratul geologic, cât și de agenții externi care și-au lăsat aici amprenta de-a lungul erelor.

2.2.2.9. Analiza morfometrică prin intermediul profilelor geomorfologice

Profilele geomorfologice reprezintă secțiuni prin relieful unui anumit areal de studiu și pe o direcție stabilită de cercetător, pentru a analiza formele de relief întâlnite. Pentru relieful Călimanului s-au realizat două profile, unul pe direcție N-S și unul pe direcția V-E.

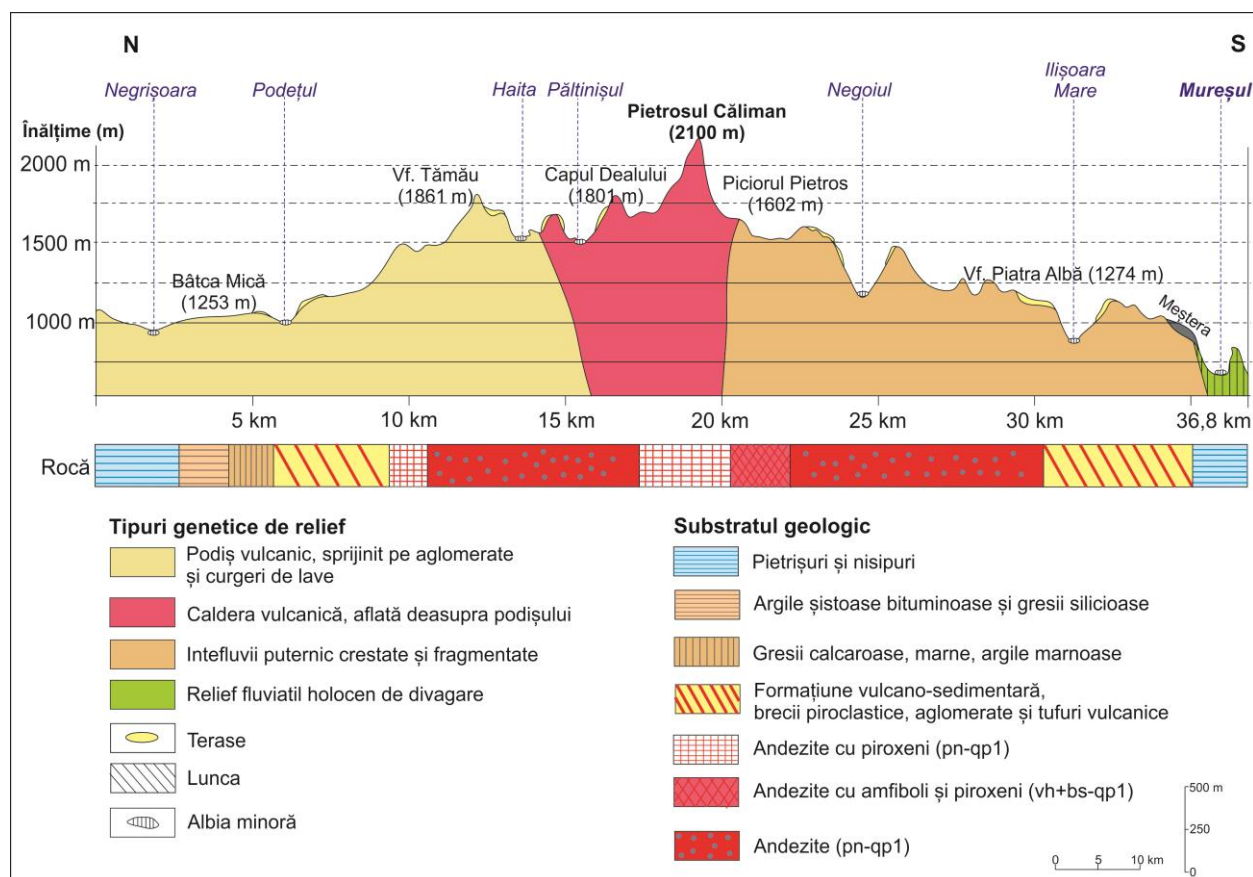


Fig. 31 – Profil geomorfologic pe direcția N-S (nord-sud)

Profilul geomorfologic atașat mai sus a fost realizat pe direcția nord-sud, începând aproape din amonte de râul Negrișoara, din apropierea localității Poiana Negrii și a continuat pe o linie dreaptă către sud, până în lunca Mureșului.

Scopul principal al acestui profil a fost de a evidenția cele trei categorii principale de tipuri de relief identificate în Căliman: podișul vulcanic, caldera vulcanică și interfluviile fragmentate din sudul calderei. Pe lângă harta hipsometrică se poate observa cum conul principal al Călimanului (fostul crater) se înalță în centrul masivului, dominând întreaga zonă cu cei 2100 metri în Pietrosul Căliman și totodată, se observă cum aglomeratele, formațiunile vulcano-sedimentare și câteva argile și gresii calcaroase (dată fiind apropierea față de Bârgău, la începutul profilului), au influențat morfologia podișului vulcanic.

Pe profil se mai poate observa și un alt tip de relief, și anume cel fluviatil holocen de divagare specific luncii Mureșului, râu care a și despărțit Călimanul de vulcanismul din Gurghiu. Fiind vorba de relief de montan, terasele râurilor sunt numeroase, de 7-8 terase/vale.

În următorul profil realizat, pe direcția vest-est, s-a urmărit fragmentarea puternică a reliefului din zona centrală a masivului, deoarece reprezintă o particularitate interesantă și chiar o excepție a reliefului vulcanic, care în general este mai domol.

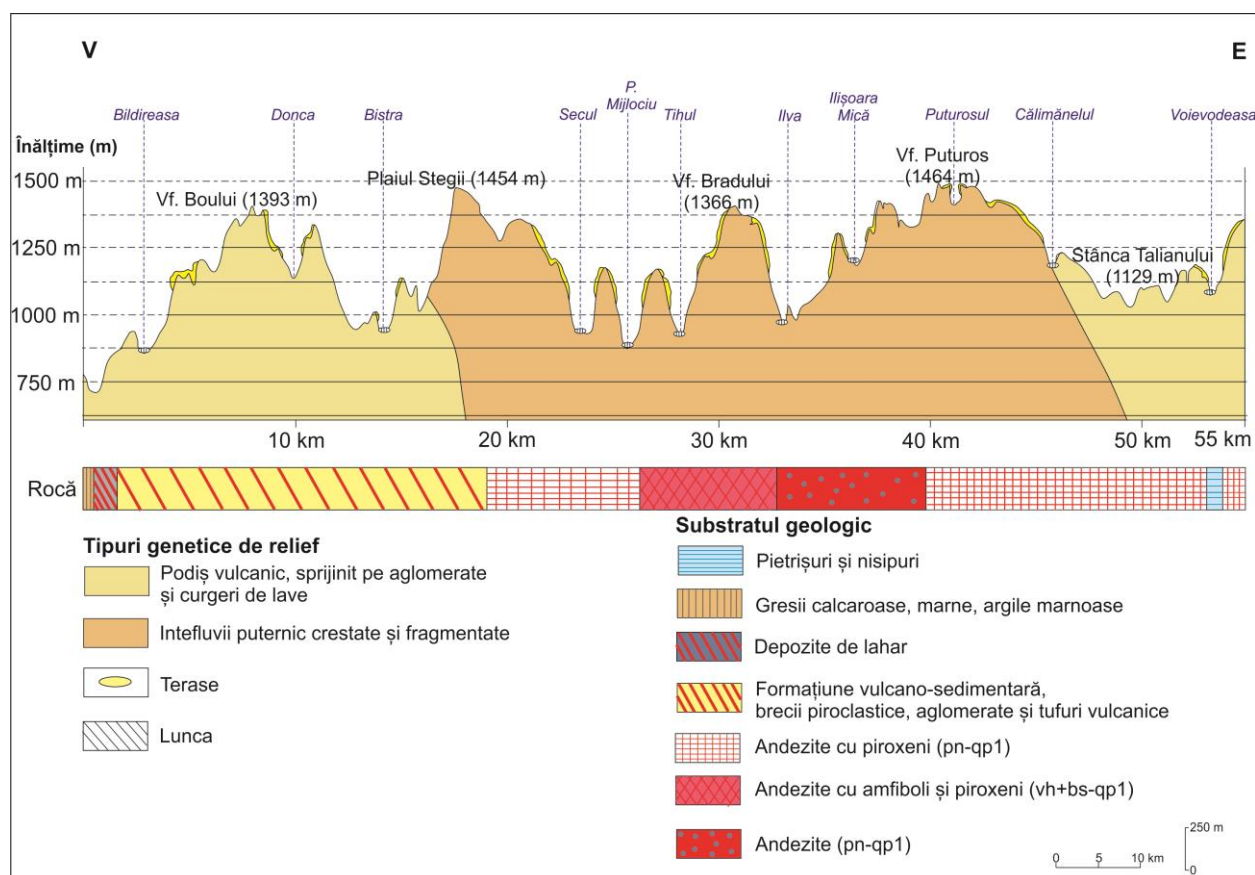


Fig. 32 – Profil geomorfologic pe direcția V-E (vest-est)

Profilul începe din limita vestică a masivului cu Dealurile Bistriței și Mureșului (Depresiunea Colinară a Transilvaniei) și se termină la contactul cu Depresiunea Bilborului, în bazinul hidrografic al Voievodesei.

Aici se pot observa foarte bine văile de tip barancos și planeze, rețeaua hidrografică având un caracter radiar. După cum se poate observa, hipsometria analizată nu este foarte ridicată, deoarece în jurul altitudinilor de aproximativ 1200 – 1500 metri se identifică arealele cu fragmentarea reliefului și energia de relief cu valori însemnate și mari.

Caracteristic zonei marginale vestice, în substratul geologic se regăsesc și depozitele de lahar, însă pe areale foarte restrânse. Tot referitor la tipul de rocă, putem afirma că formațiunea geologică modelează tipul de relief – podișul vulcanic se sprijină pe formațiune vulcano-sedimentară, în timp ce interfluviile crestate și fragmentate se situează pe andezite cu piroxeni și amfiboli, iar în cazul acestei zone, terasele sunt destul de dese (aproximativ opt).

2.2.3. Modelarea reliefului analizând diverse modele numerice ale terenului – studiu de caz, bazinul hidrografic Voievodeasa

2.2.3.1 Analiza morfometrică a reliefului, pe baza hărților, planurilor topografice și imaginilor radar satelitare, provenite de pe diverse datumuri și proiecții cartografice

Datele geospațiale prelucrate în programe GIS reprezintă un important punct de plecare în cercetarea geografică, fiind chiar esențiale pentru analize cât mai precise.

Pentru studiul reliefului se utilizează MNAT-urile (Model Numeric al Terenului), care este, la fel cum am menționat și mai sus, o sursă de dată raster, care pe lângă coordonatele X și Y, care și coordonata Z care constă în date referitoare la altitudinile dintr-o anumită suprafață.

MNAT-urile sau DEM-urile (Digital Elevation Model – Model Digital de Elevație) se obțin prin mai multe procedee tehnice, de la interpolări de curbe de nivel obținute prin ridicări topogeodezice, la înregistrări ale terenului cu sateliți și senzori radar (exemplu: Aster Global DEM, EU-DEM, TanDEM, TerraSAR-x etc). Aceste mijloace tehnice se realizează la o anumită precizie – în cazul curbelor de nivel este importantă echidistanța curbelor de nivel (distanța care separă planurile imaginare de secționare a reliefului), iar în cazul imaginilor radar cu suprafața terestră este esențială rezoluția spațială exprimată în metri.

Pe teritoriul României s-au realizat de-a lungul timpului diferite ridicări topografice la nivel național încă din secolele trecute, care în principiu erau din interese strategice/militare. Produsele rezultate în urma ridicărilor, hărți și planuri topografice, sunt foarte importante în analiza mediului geografic.

Pentru a reprezenta cât mai bine suprafața terestră, hărțile și planurile topografice se realizează într-o anumită proiecție cartografică.

Din considerentul că ultimele ridicări topografice mai de seamă din țara noastră (și aici mă refer în primul rând la planurile de tragere din anii '20 – '40 – '50 de către Institutul Geografic al Armatei (IGAR) și harta topografică a României din anii '80, de către Direcția Topografică Militară (DTM) fost IGAR), au fost realizate în proiecții cartografice diferite ale căror parametrii nu sunt deloc la fel, se pot remarca niște aspecte destul de interesante în reprezentarea plană a unui areal, care pe două hărți în alte proiecții nu-i corespunde chiar aceeași realitate geografică – în special morfometria reliefului.

Pentru a exemplifica cele afirmate mai sus, am ales un bazin hidrografic din Căliman, și anume bazinul hidrografic al râului Voievodeasa din estul masivului, iar pentru analiza morfometrică a reliefului (hipsometrie, geodeclivitate, expoziția versanților, densitatea fragmentării și energia de relief) s-au luat în considerare următoarele surse de date:

- Planurile Directoare de Tragere întocmite în 1931 pe zona indicată mai sus, acestea au fost ridicate pe proiecția Lambert-Cholensky (o variantă din proiecția conică Lambert), cu scara 1:20.000, echidistanța curbelor de nivel fiind de 20 de metri, însă cu datumul și geoidul necunoscut. (V. Crăciunescu, 2010)
- Harta Topografică a României, ediția din 1980 – proiecția cilindrică transversală Gauss-Kruger cu scara 1:25.000. Particularitățile acesteia sunt acelea că o anumită porțiune din suprafața terestră se reprezintă pe suprafața unui cilindru tangent și transversal cu elipsoid la Krasovski 1940, datum Pulkovo (port la Marea Baltică) și sistemul de referință pentru cote – Marea Neagră 1975.
Însă, în ultimele decenii, de la trecerea la Proiecția Stereografică 1970 (cea oficială a României), hărțile topografice au reproiectate în Stereo 70, dar acestei noi proiecții i s-au păstrat caracteristicile elipsoidului Krasovski, iar sistemul de cote a rămas același (Marea Neagră 1975).
- Setul de date EU-DEM (European Union – Digital Elevation Model) realizat în 2013 de către Uniunea Europeană printr-un satelit radar (mijloace de teledetecție) prin furnizarea datelor de către SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) și Aster Global DEM, la rezoluție inițială de 30 de metri, însă pentru teritoriul României a fost reclasificat/modificat la 25 de metri. Proiecția pe care se sprijină acest EU-DEM este proiecția oficială europeană, ETRS89-LAEA (Lambert Azimuthal Equal-Area).

Această sursă de date altimetrice diferă față de hărți și planuri topografice, deoarece nu s-a obținut prin ridicări topogeodezice, ci prin scanări ale suprafeței

terestre cu ajutorul senzorilor radar ale sateliților din spațiul cosmic. Deci, se poate spune că precizia nu este tocmai una foarte bună în comparație cu hărțile topografice, mai ales că rezoluția spațială este de 25 de metri.

Important de precizat este și datumul acestor date. Deoarece provin de pe sateliți Aster și SRTM, datumul lor este WGS 84 (World Geodetic Datum), în care cotele măsurate față de Stereo 70 sunt cu aproximativ 10-20 metri în minus.

Astfel, obținând datele de mai sus – pentru hărți și planuri, vectorizarea curbilor de nivel și interpolarea cu funcția *Topo to Raster* din ArcGIS și descărcarea EU-DEM-ului de pe site-ul celor EEA (European Environmental Agency) s-au realizat hărțile și analizele morfometrice, iar rezultatele sunt foarte surprinzătoare! Altfel se prezintă hipsometria sau expoziția versanților pe planuri, pe hărți sau pe EU-DEM, exemplificările se vor atașa mai jos.

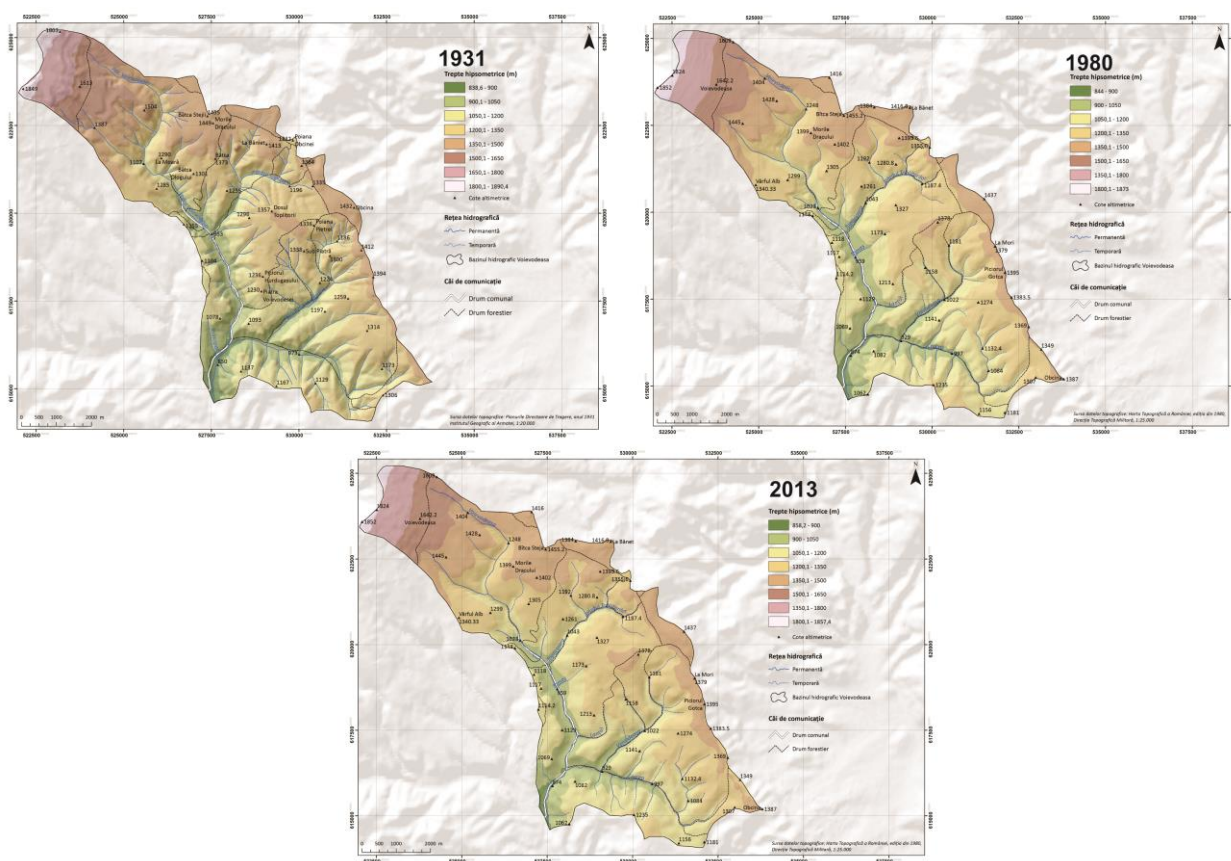


Fig. 33 – Hipsometria bazinului Voievodesei pe planurile de tragere (1931), harta topografică (1980) și EU-DEM (2013)

Putem observa astfel cum bazinul de 50 km² prezintă altă hipsometrie pe cele trei hărți cu surse de date diferite. Acest fapt se datorează în primul rând particularităților fiecărei proiecții pe care au fost întocmite hărțile și felul în care s-au obținut altitudinile. Spre exemplu, pe plan (1931) avem cote de la 838,4 până la 1890,4; pe harta topografică (1980) cote de la 844 până la 1873, în timp ce pe EU-DEM (2013) cotele se află între 858,2 și 1857,4 metri.

Un alt indicator cu rezultate interesante este geodeclivitatea.

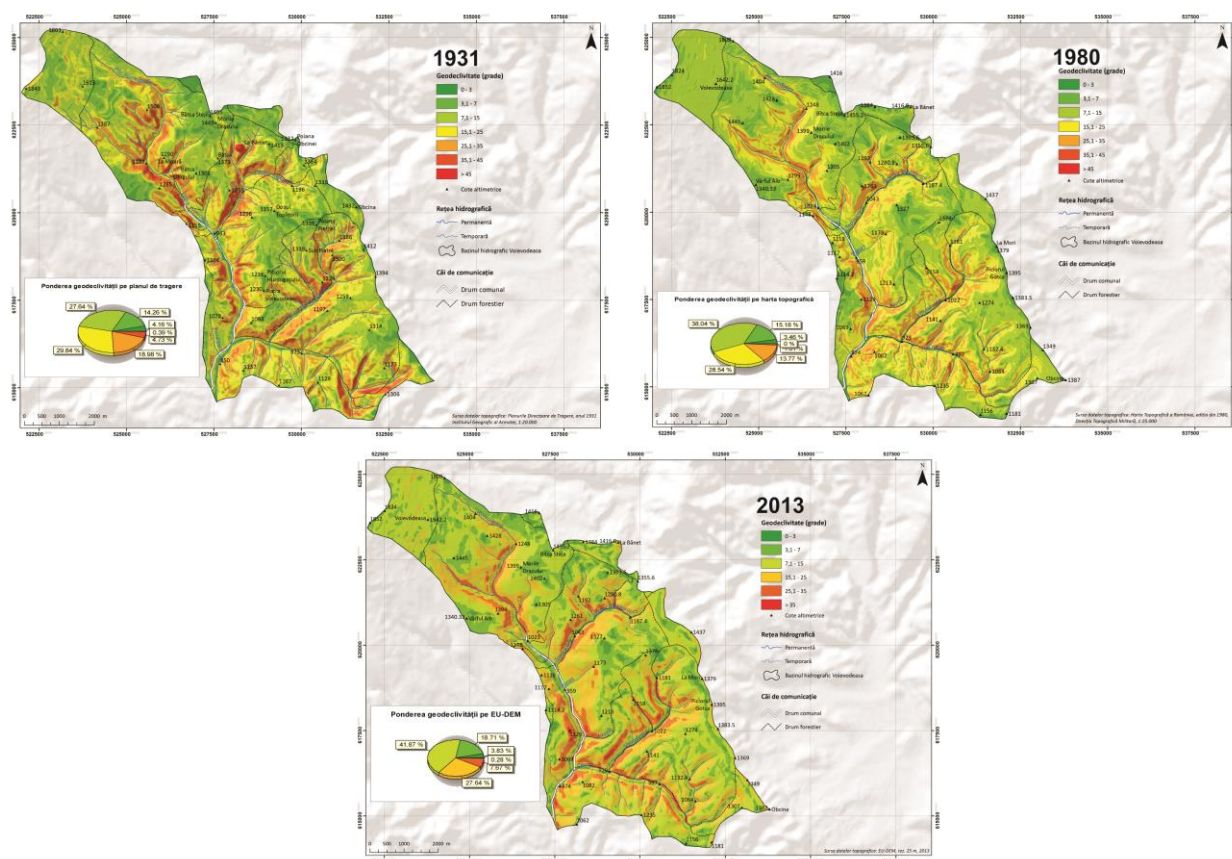


Fig. 34 – Geodeclivitatea Voievodesei pe cele trei surse de date

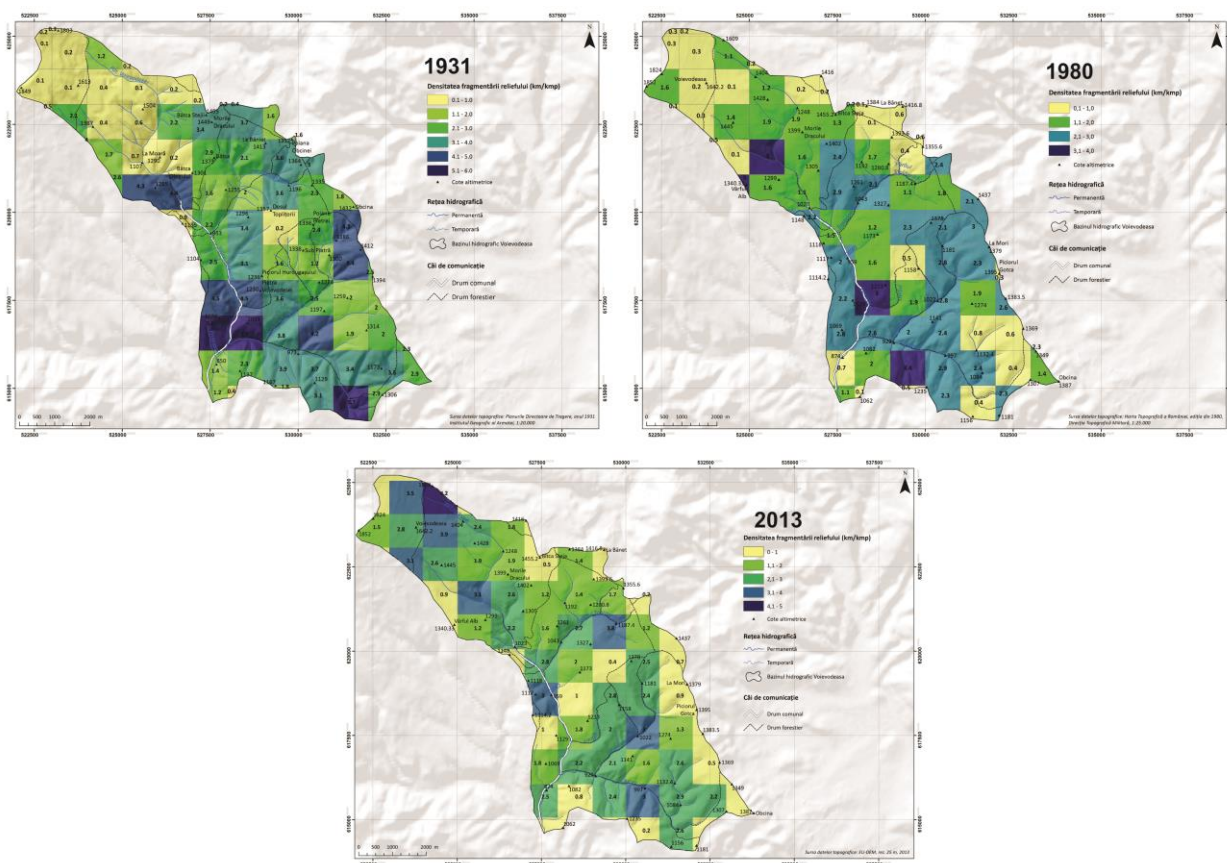


Fig. 35 – Densitatea fragmentării reliefului pe bazinul Voievodeasa din trei surse de date diferite

Atât densitatea fragmentării reliefului cât și geodeclivitatea au valori mai ridicate pe planul de tragere și relieful pare mai crestat, asta deoarece și dispunerea curbelor de nivel este diferită față de harta topografică de exemplu.

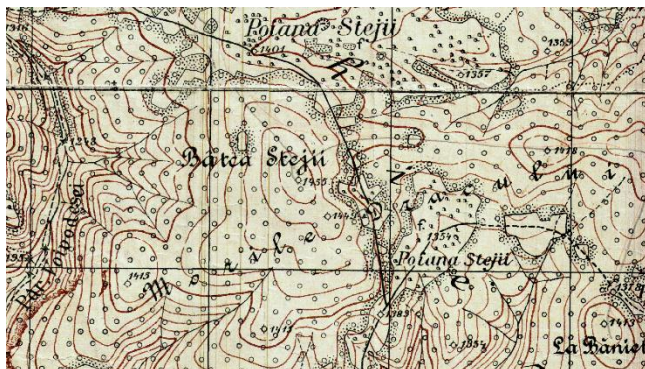


Fig. 36 – Dispunerea curbelor de nivel pe plan

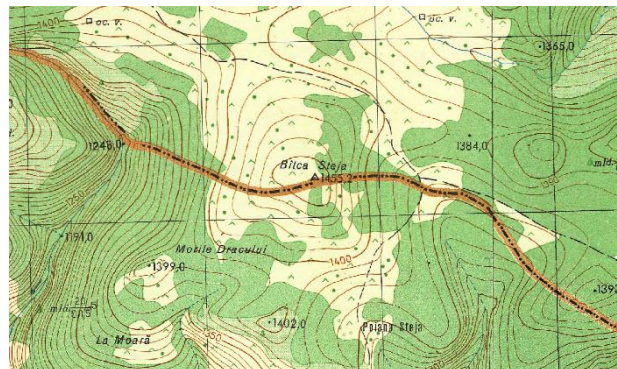


Fig. 37 – Dispunerea curbelor de nivel pe hartă

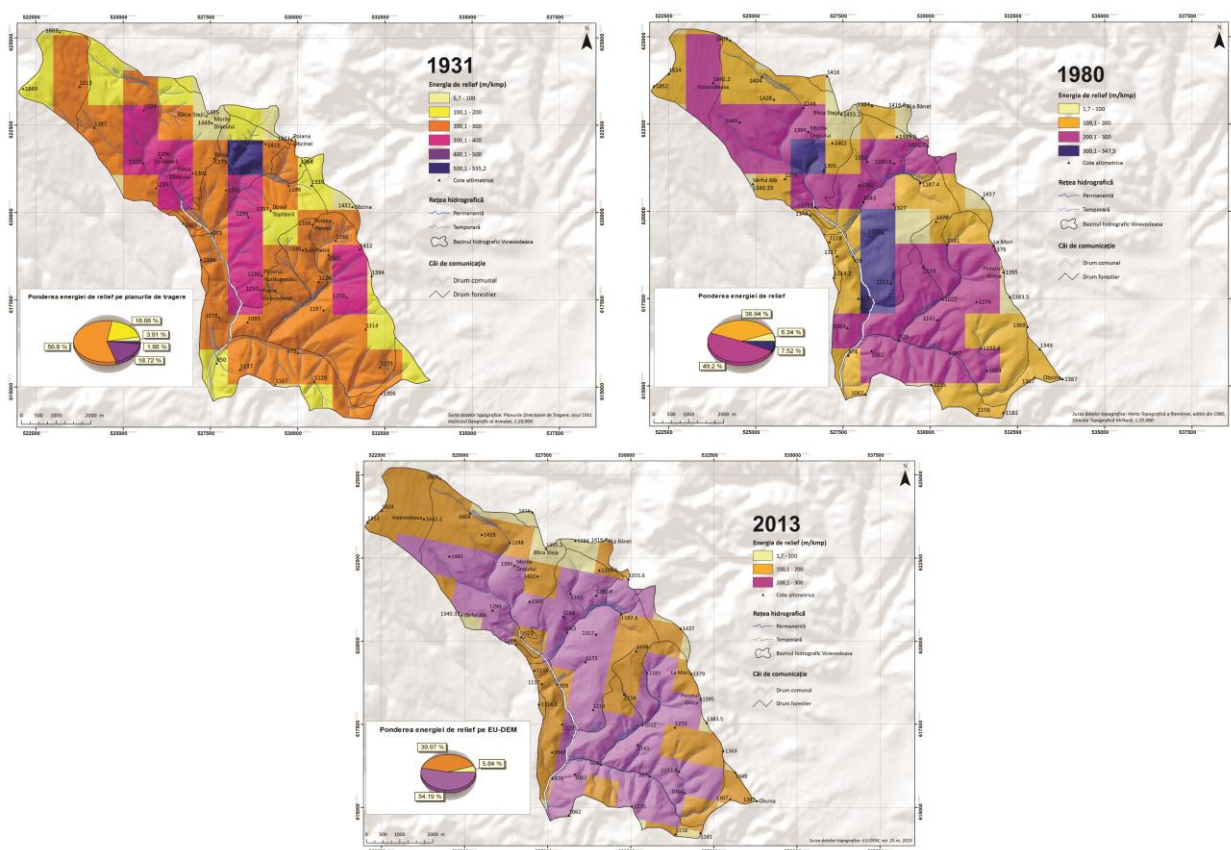


Fig. 38 – Energia de relief aplicată bazinului Voievodesei pe cele trei surse de date

Pe cele trei reprezentări cartografice de mai sus putem observa că cea mai complexă energie de relief se găsește în MNAT-ul provenit de pe planurile de tragere.

Interesant este faptul că pe baza EU-DEM-ului energia este foarte restrânsă, se identifică doar trei clase 1,7 – 100, 100,1 – 200 și 200,1 – 300, față de celelalte hărți unde valorile ating chiar 500, în cazul planurilor. Valorile pe baza EU-DEM-ului nu sunt corecte și reale, bazinul hidrografic studiat chiar dacă se încadrează în categoria reliefului de tip podiș vulcanic, este destul de fragmentat și cu o energie de relief relativ mare. Aceste afirmații indică totodată și

precizia slabă a EU-DEM-ului aplicată unor areale mici (aici vorbim de 50 km² – cât are bazinul). EU-DEM-ul se recomandă a fi folosit pentru analiza doar pe zone mari, unde detaliile nu sunt chiar semnificative.

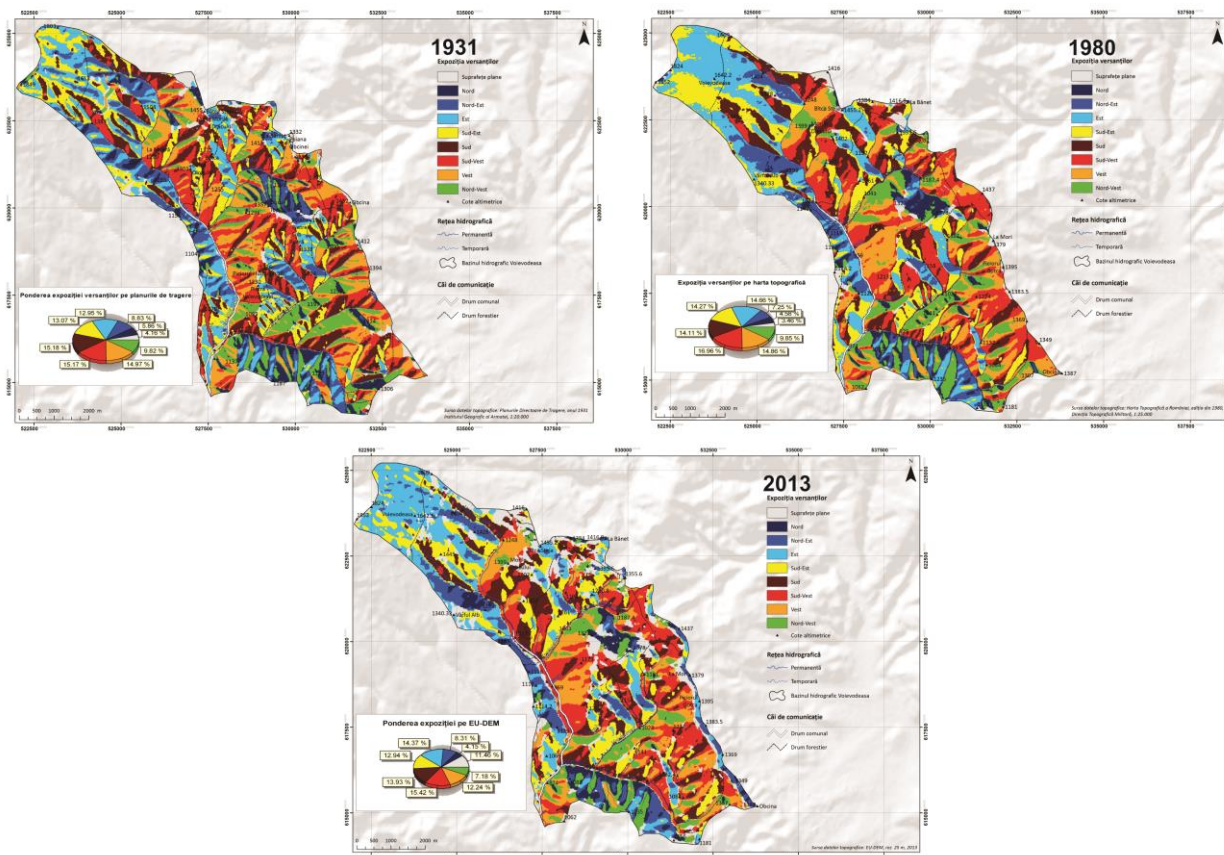


Fig. 39 – Expoziția versanților pe toate cele trei surse de date altimetrice

Expoziția versanților are și ea valori diferite în cea mai mare parte pe toate hărțile. Încă o dată putem observa precizia slabă a EU-DEM-ului, deoarece el indică că în acest bazin se găsesc multe suprafețe plane. Total neadevărat, deoarece geodeclivitatea și densitatea fragmentării analizate mai sus contrazic acest fapt. Chiar și procentul suprafețelor plane este cel mai însemnat pe EU-DEM, cu 11,46%, în timp ce pe plan procentul suprafețelor plane se oprește la 4,18%, iar pe harta topografică la 3,46%.

În concluzie, chiar dacă tehnica de lucru și metodologia aplicată este aceeași și seturile de date diferă, se pare că și rezultatele diferă. Important de precizat este că în intervalul 1931 – 2013 nu au avut loc modificări ale dinamicii reliefului în bazinul hidrografic Voievodeasa.

Acum întrebarea pe care trebuie să ne-o punem este care dintre produsele altimetrice prezentate este cea mai precisă? Răspunsul este oarecum simplu, și anume că harta topografică din 1980 este cea mai corectă și de precizie ridicată, deoarece MNAT-ul atunci se realiza atât cu ridicări topografice din teren cât și prin activități de topografie aeriană (fotogrammetrie de ex.), în timp ce planurile au fost realizate doar din studii pe teren, iar EU-DEM-ul prin scanarea suprafeței terestre nu prezintă o precizie ridicată la rezoluția de 25 de metri.

2.3. Clima

2.3.1. Temperatura

2.3.1.1. Temperatura aerului

2.3.1.1.1. Temperatura medie multianuală

Masivul Călimanului se încadrează în sectorul cu climat temperat montan, specific reliefului muntos al Carpaților adânc fragmentat, cu văi și depresiuni numeroase.

Analizând clima Călimanului, putem identifica două regiuni importante:

- Clima munților joși – se localizează în partea inferioară a masivului, la altitudini de până la 1700 metri. Prin caracteristicile importante amintim de: temperaturi medii anuale de 4 – 6°C; radiația globală ajunge la 110 kcal/cm²; durata medie de strălucire a soarelui este de 1800 – 1900 de ore, precipitații de aproximativ 600 - 700 mm;
- Clima munților înalți – în regiunile de peste 1700 metri, aici întâlnim o climă relativ aspră datorită altitudinilor ridicate, cu temperaturi medii anuale 0-3°C și precipitații bogate 650 – 850 mm, durata de strălucire a soarelui scade sub 1800 ore, iar anual zilele senine sunt în număr de aproximativ 40; (Tr. Naum et al, 1989)

Pentru analiza particularităților climatice ale Călimanului s-au utilizat datele meteorologice pe intervalul 1961 – 2010 din seria ROCADA ale ANM (Administrația Națională de Meteorologie), de la cele două stații ce intră în componența masivului – stația Toplița (situată la 720 m), respectiv stația Reșițiș (situată la 2021 metri).

Astfel, referitor la temperatura aerului, media anuală de la stația Toplița este de 6,36 °C, iar de la stația Reșițiș de 3,60 °C. Cea mai mică temperatură medie se înregistrează la Reșițiș, de -6,91 °C. Valorile sunt tipice pentru climatul țării noastre, iar datorită amplitudinilor termice, în sezoanele amintite mai sus se produc procese precum gelivație și gelifracție ale rocilor, care produc contracții puternice ale acestora încât rocile își pierd din rezistență și într-un final, crapă.

Maxima temperaturii medii se înregistrează în luna iulie la Toplița cu 17,06 °C, iar în această perioadă au loc procese de dezagregare termică pe versanții însoriți și cu vegetație slabă, roca se dilată și începe să se fisureze. Totodată, și versantul influențează temperatura aerului și calculând temperaturile de la cele două stații meteorologice, gradientul termic este 0,22 °C/100 de metri.

În următoarele grafice atașate de la ambele stații, putem observa distribuția temperaturilor medii ale aerului.

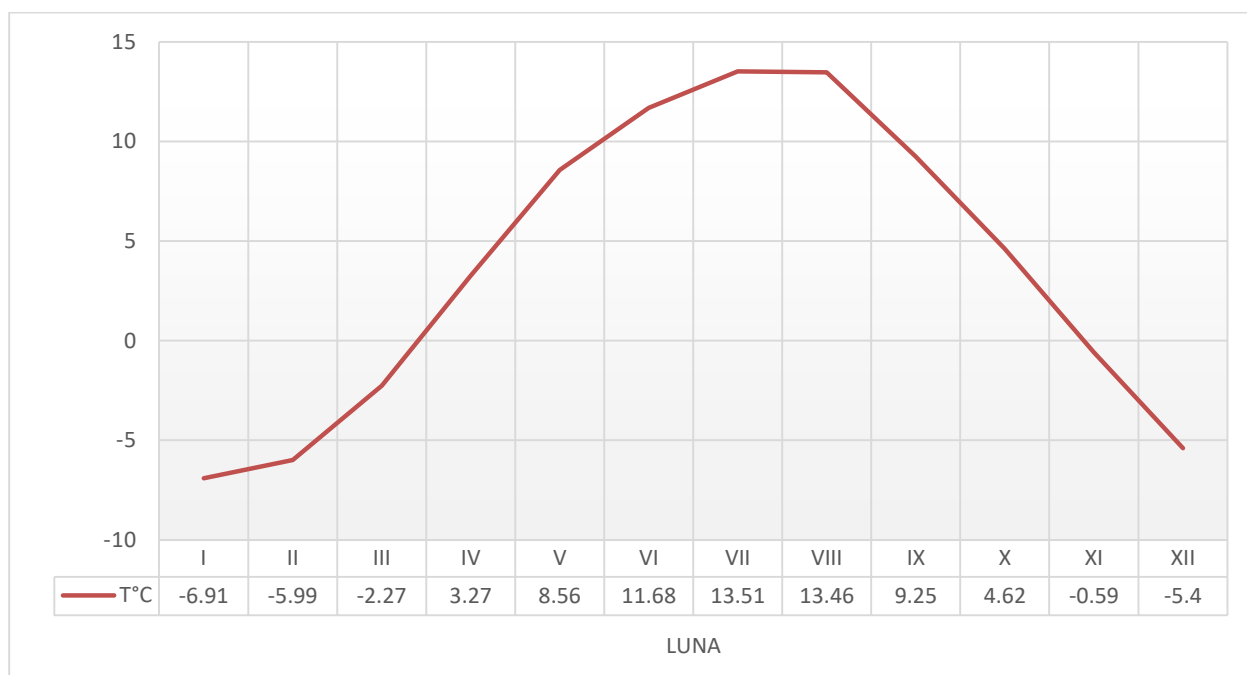


Fig. 40 – Regimul anual al temperaturii a aerului la stația Rețitiș (1961 – 2010)

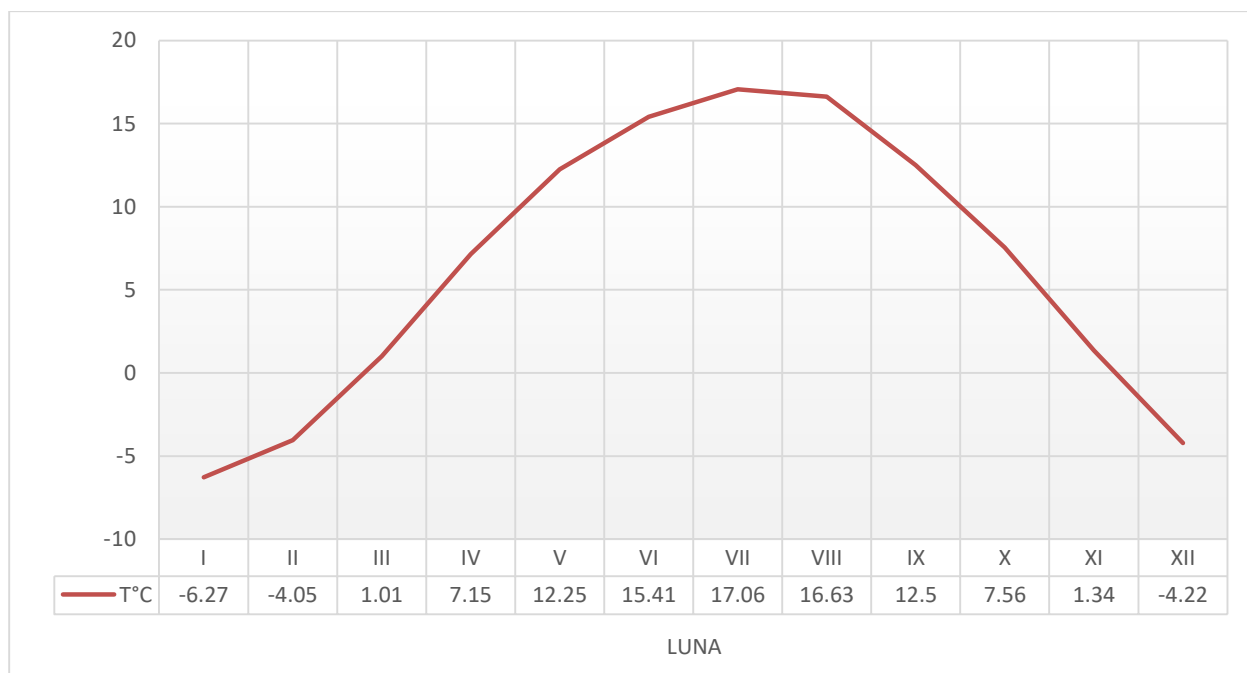


Fig. 41 – Regimul anual al temperaturii medii a aerului la stația Toplița (1961 – 2010)

Un aspect important de menționat asupra temperaturii medii a aerului este faptul că inversiunile termice din Depresiunea Giurgeu își fac simțită prezența la stația Toplița, fapt ce determină temperaturi medii asemănătoare stației Rețitiș, care este situată la o diferență de nivel de 1300 metri și tocmai din acest considerent nu există diferențe semnificative între temperaturile lunilor ianuarie și iulie de la cele două stații.

Interpolând gradientul termic pe baza curbelor de nivel cu echidistanța de 100 de metri, a fost obținută următoarea hartă.

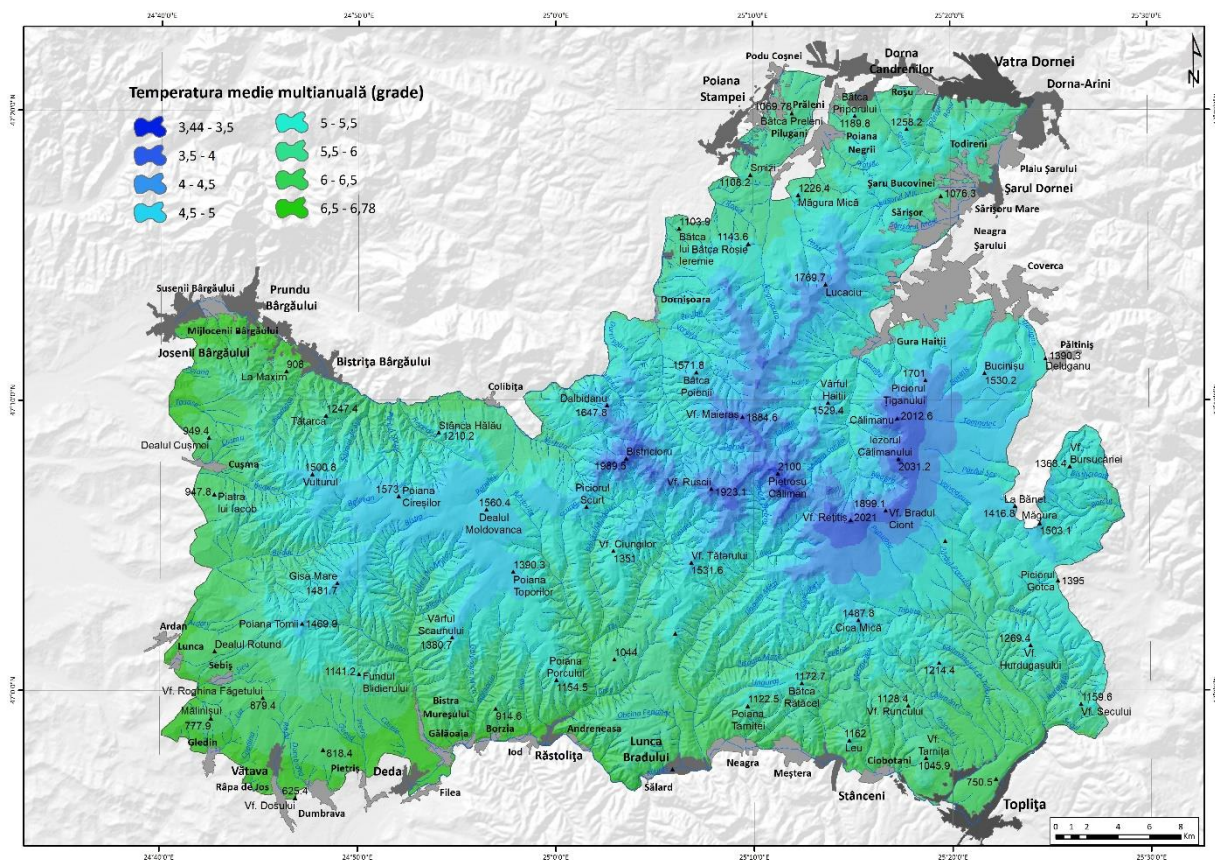


Fig. 42 – Harta temperaturii medii anuale exprimată în grade Celsius (1961 – 2010)

2.3.1.2. Temperatura suprafeței topografice pe baza imaginilor satelitare

Mijloacele de teledetecție și produsele imaginilor satelitare oferă o gamă largă de utilizare și analiză a mediului dintr-un anumite spațiu, iar printre aceste posibilități, se pot extrage și temperaturile suprafeței topografice (adică toate elemente de la sol – vegetație, hidrografie, spații construite etc), datorită benzilor termale de care dispune satelitul Landsat 8, și anume benzile 10 și 11 (TIR 1 și TIR 2) – Infraroșu Termic. Aceasta variază în funcție de scena satelitară, de vreme și de intensitatea radiației suprafeței topografice.

Din punct de vedere al selecției imaginilor satelitare, acestea trebuie să fie lipsite de nori, pentru a putea analiza tot teritoriul, criteriu dificil de aplicate, deoarece datorită evapotranspirației ridicate, nori sunt aproape tot timpul prezenți. Totuși, am ales o imagine din iarnă – 3 februarie 2014 și din început de toamnă, când încă temperatura aerului era caldă – 18 septembrie 2015; pentru a observa modul de distribuție al temperaturilor în anotimpuri diferite.

Primul pas în realizarea/obținerea temperaturii suprafeței terestre este pre-procesarea, și anume realizarea corecțiilor atmosferice asupra benzilor 10 și 11 (pentru că doar acestea sunt

utilizate). Astfel, cu ajutorul coeficienților de rescalizare radiometrici din metadatele scenei satelitare descărcate, se extrage radianța benzilor TIR 1 și TIR 2, iar mai apoi, în programe de specialitate (Envi sau ArcMap), se definește TOA Radiance and Reflectance (Top of Atmosphere).

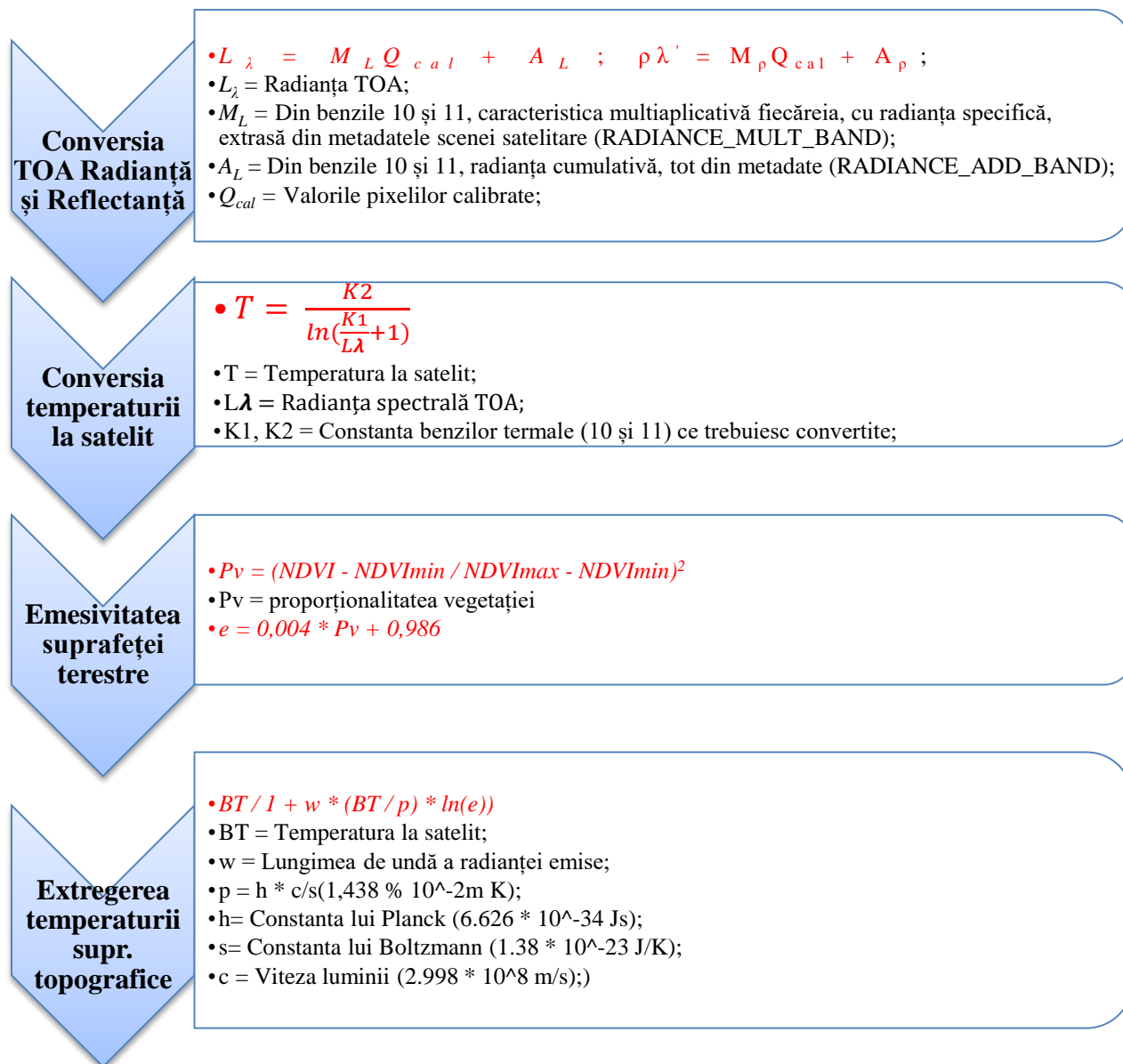


Fig. 43 – Metodologia și formulele aplicate pentru extragerea temperaturilor, conform standardelor NASA

Calcularea acestor formule stabilite de NASA s-a utilizat modulul ArcPy din ArcGIS, pentru utilizarea și crearea unor script-uri Python. Câteva exemple de scripturi folosite:

- `arcpy.gp.RasterCalculator_sa("0.0003342 * "b11" + 0.1", "D:/GIS /R/L8_15_03_17/Proces_SATTEMP/B11_Rad")` – extragerea radianței;
- `arcpy.gp.RasterCalculator_sa("1321.0789 / Ln(774.8853 / "b10_radiance" + 1) - 272.15", "D:/GIS /R/L8_15_03_17/Proces_SATTEMP/B10_SATTEMP")` – extragerea temperaturii la satelit;

- $\text{arcpy.gp.RasterCalculator_sa}(\text{"b10_sattemp"} / 1 + \text{"b11"} * (\text{"b10_sattemp"} / 14380) * \text{Ln("lse")}$, "D:/GIS /R/L8_15_03_17/Proces_SATTEMP/Surface_Temp") – obținerea temperaturii suprafeței terenului;

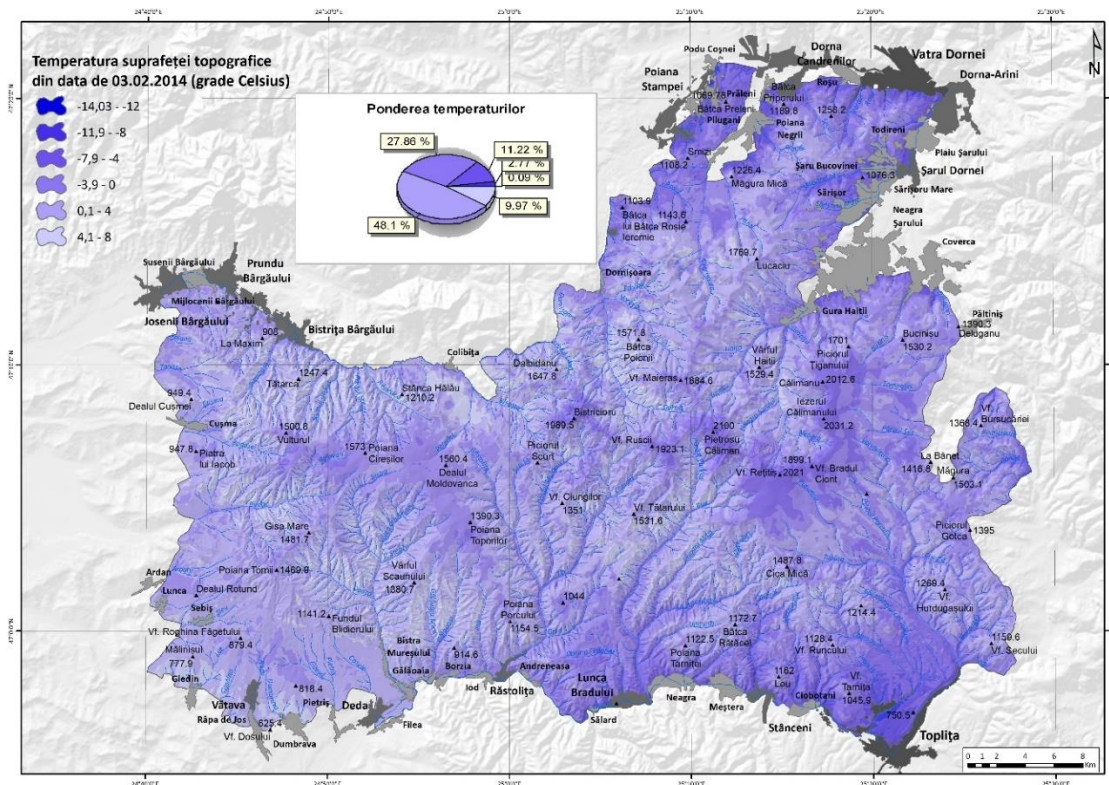


Fig. 44 – Temperatura suprafeței topografice în februarie 2014

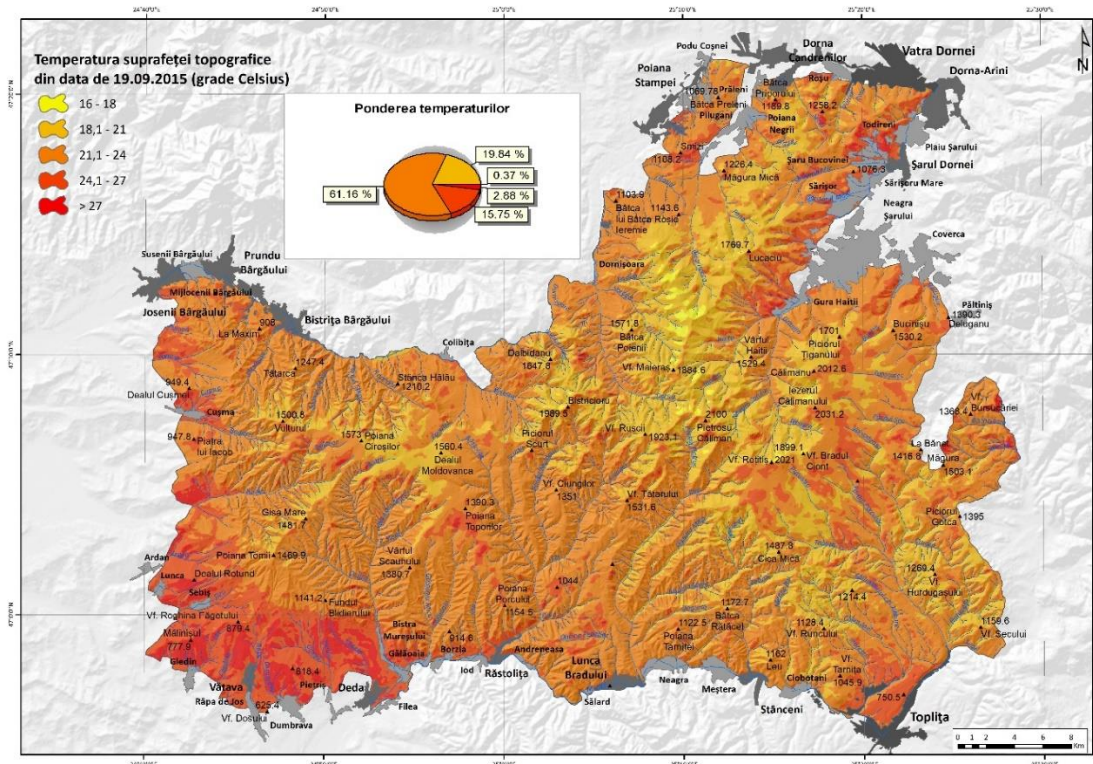


Fig. 45 – Temperatura suprafeței topografice în septembrie 2015

Aceste analize sunt pe cât de interesante, pe atât de importante pentru a înțelege mai bine modul în care elementele de la sol interacționează cu factorii genetici ai climei și clima în sine, modelând și contribuind la modificările reliefului.

2.3.2. Precipitațiile atmosferice

Precipitațiile atmosferice reprezintă principalul factor climatic în declanșarea proceselor de versant.

Ca și în cazul temperaturii aerului, între versanți și precipitații există o relație reciprocă și se observă cum etajarea climatică are o influență asupra cantității de precipitații.

Astfel, în cazul stației de la Toplița, în intervalul 1961 – 2010 cantitatea de precipitații este de 635,87 mm, în timp ce la stația Reșițiș, în același interval este 836,44 mm; iar gradientul calculat pe baza acestora este de 15,45/100 de metri.

Mai sus menționam că precipitațiile atmosferice declanșează procese de versant, pentru a exemplifica, ne putem referi la procesul de termoconvecție, care vara este foarte activ, versantul favorizând acest proces, adică, evapotranspirația pe un versant cu o geodeclivitate ridicată este mai mare decât pe un versant plan. Acesta ne indică că se produc precipitații orografice sub formă de averse, care sunt favorabile în procesele de versant, inclusiv în zonele împădurite, astfel intensificându-se procesele de eroziune în suprafață, torențialitate și ravenare, totodată și râurile sunt alimentate mai bine.

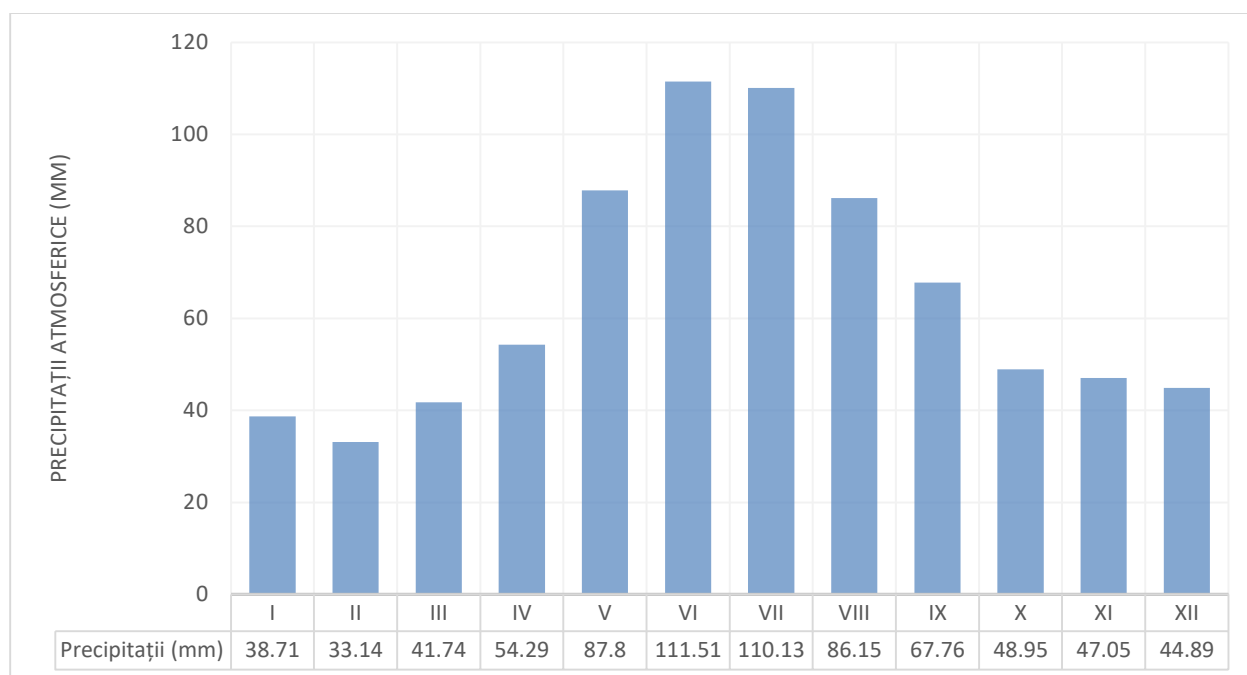


Fig. 46 – Regimul anual al precipitațiilor atmosferice la stația Reșițiș (1961 – 2010)

2.3.3. Presiunea atmosferică

Presiunea atmosferică este un indicator important în climă, care constă în presiunea exercitată de aerul din atmosferă asupra scoarței terestre și influențează, în cazul Călimanului, convecțiile de aer. Aceasta este influențată în cea mai mare parte de altitudine, deoarece la stația Reșițiș media multianuală este de 875,62 mmHg, iar la Toplița de 952,38 mmHg.

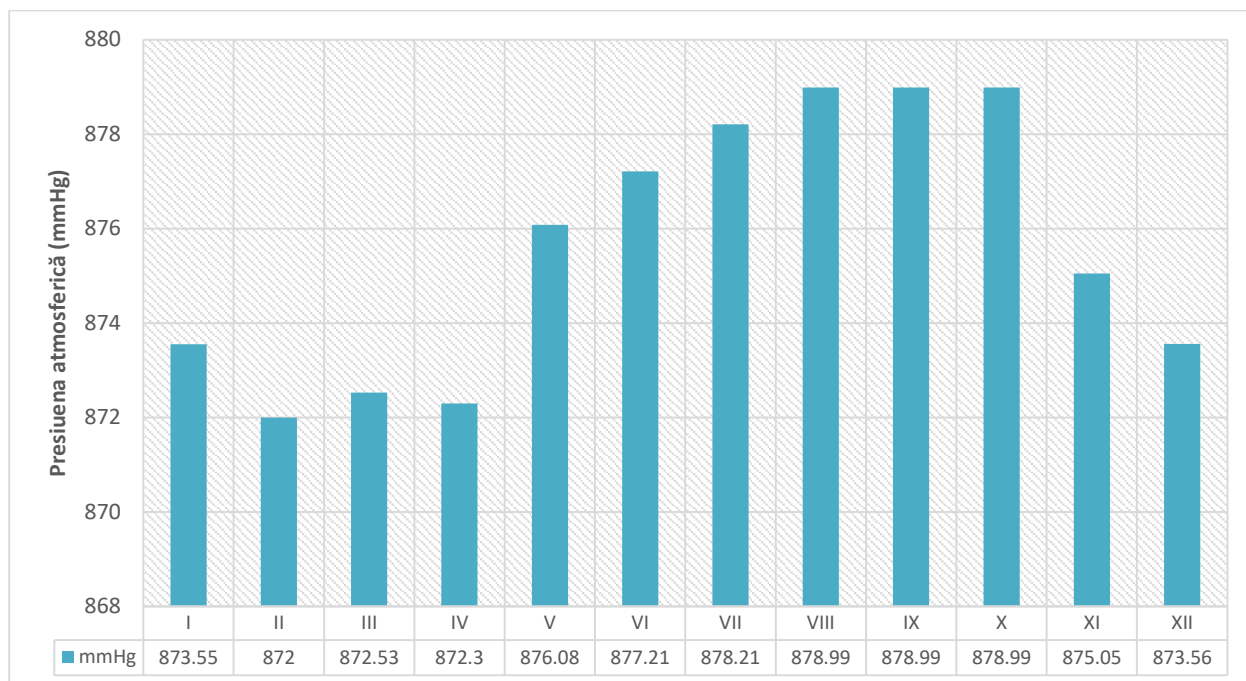


Fig. 49 – Presiunea atmosferică înregistrată la stația Reșițiș (1961 – 2010)

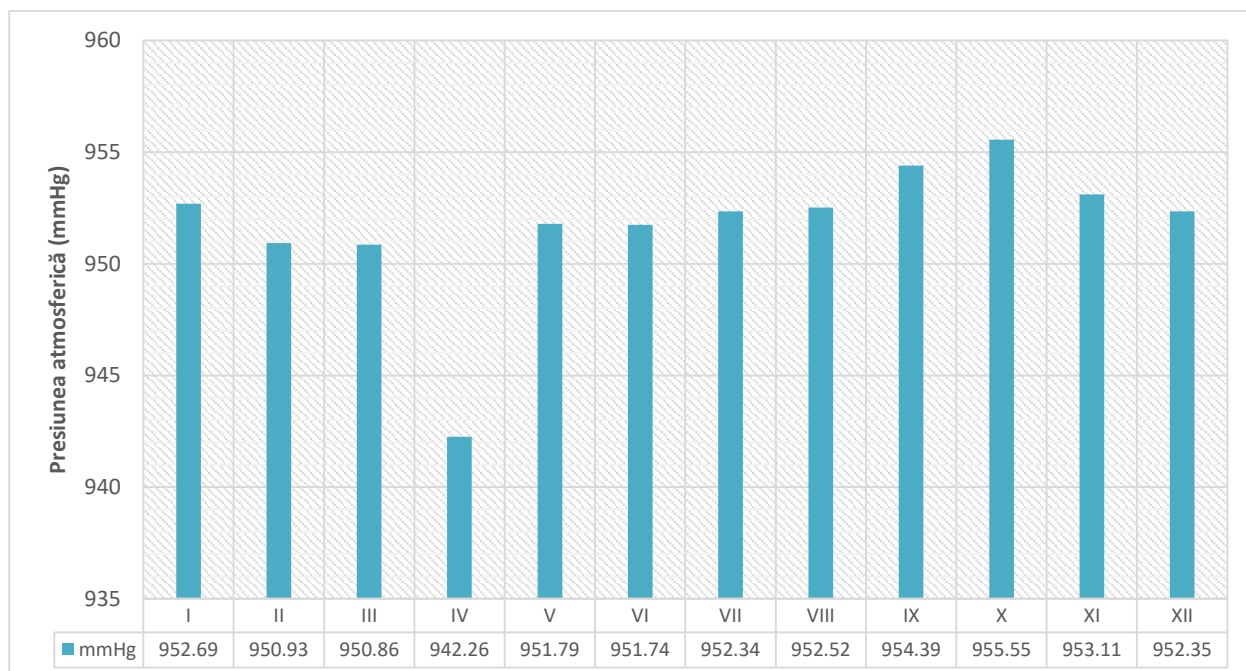


Fig. 50 – Presiunea atmosferică înregistrată la stația Toplița (1961 – 2010)

Presiunea atmosferică influențează starea climei – spre exemplu, scăderea acesteia cauzează înrăutățirea vremii, în schimb, scăderea ei este relevantă pentru înfrumusețarea vremii.

Pe de altă parte, dacă instabilitatea atmosferică se accentuează și apar nori de furtună, presiunea scade brusc, semn clar al apariției furtunilor și dezvoltarea norilor pe vertical.

2.3.4. Stratul de zăpadă

Conform măsurătorilor meteorologice, stratul de zăpadă se menține (și sub formă de pâlcuri în luna mai de exemplu) timp de 80 – 120 de zile pe platoul vulcanic iar la altitudini de peste 1700 de metri, timp de aproximativ 200 de zile.

Și acest indicator are un rol important în procesele de versant, deoarece în cazul zăpezii înmuiate din cauza temperaturilor cu tendință de creștere și în locurile cu geodeclivitate ridicată, se pot produce avalanșe (ex.: avalanșa din 1 decembrie 2017 de pe Pietrosul Căliman, în care doi oameni și-au pierdut viața).

Există areale unde stratul de zăpadă atinge chiar și 200 cm (2 metri), însă la stațiile meteorologice grosimile nu sunt foarte mari, considerăm că valorile relativ mici se datorează vitezelor vântului ridicate care spulberă zăpada, având în vedere că masele de aer care vin dinspre vest nu se opresc nicăieri în fața Călimanului, dată fiind altitudinea ridicată din zonă a masivului studiat.

Astfel, stratul de zăpadă înregistrat la stația Rețitiș este de 14,16 cm, în timp ce la Toplița este de 4,30, iar gradientul stratului este 0,75/100 – o valoare destul de mică, însă acestea sunt măsurătorile înregistrate.

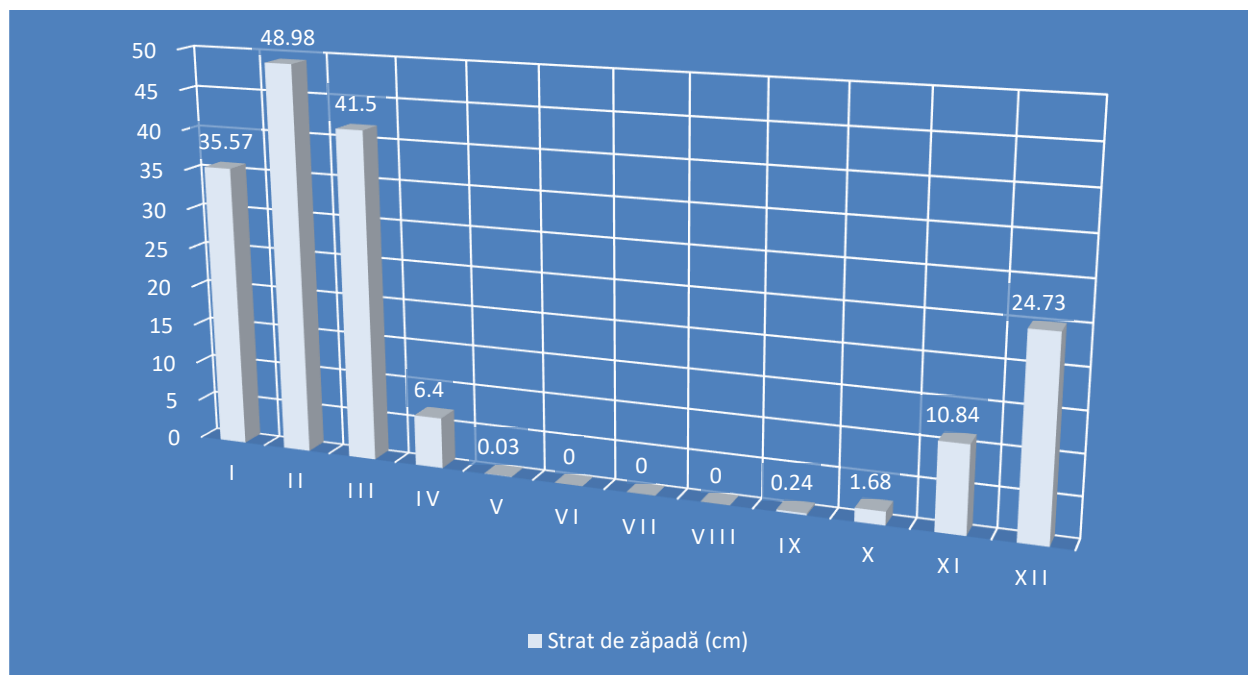


Fig. 51 – Stratul de zăpadă înregistrat la stația Rețitiș (1961 – 2010)

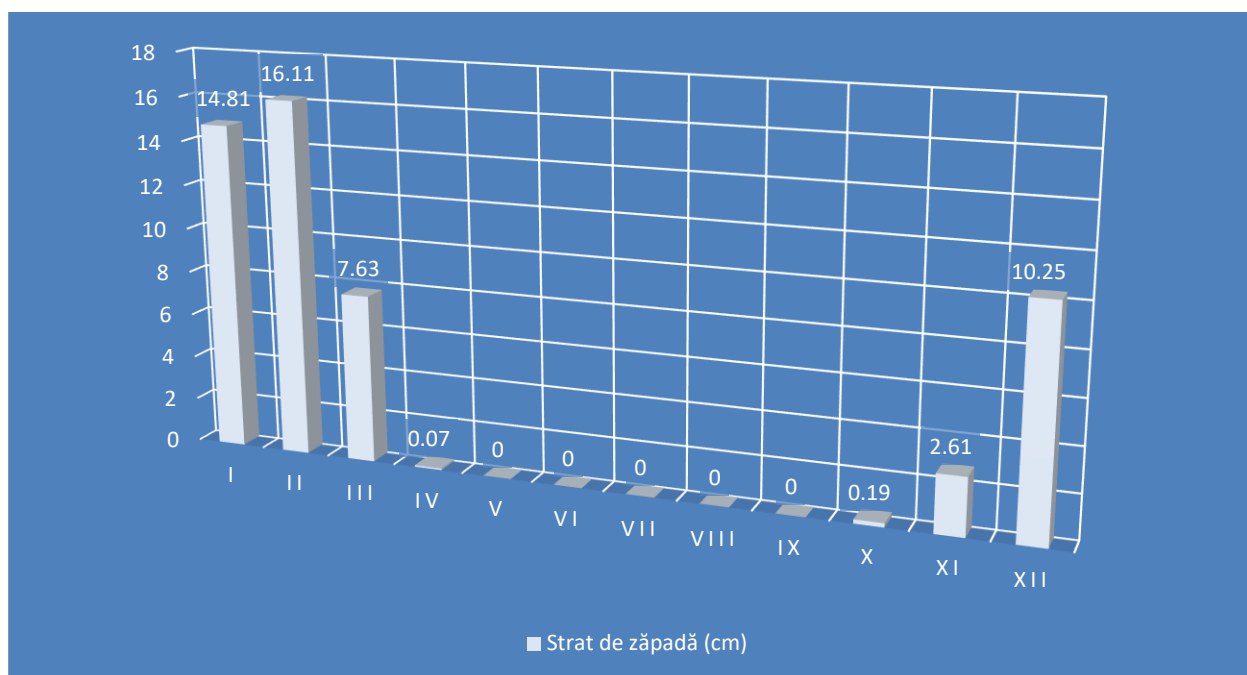


Fig. 52 – Stratul de zăpadă înregistrat la stația Toplița (1961 – 2010)

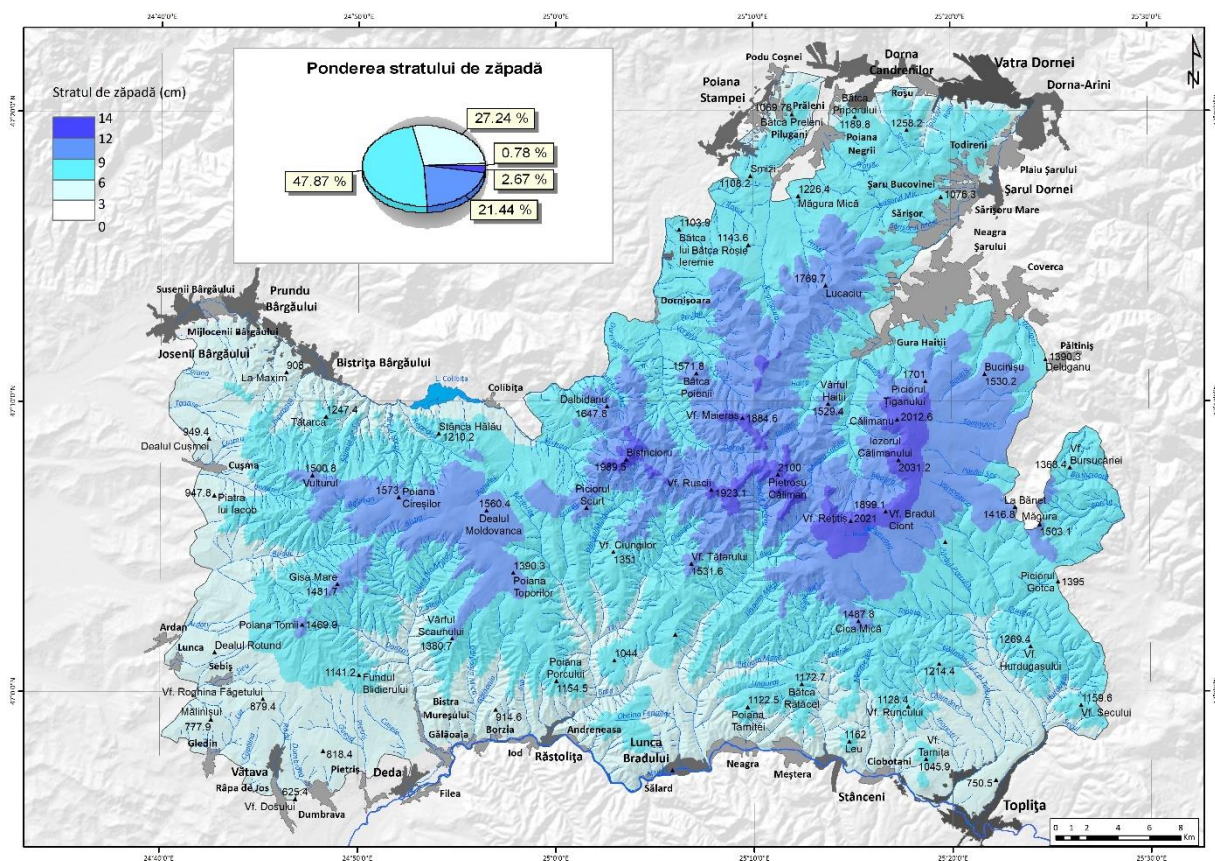


Fig. 53 – Distribuția spațială a stratului de zăpadă în Munții Căliman

2.3.5. Temperatura solului

Temperatura solului exprimată în grade Celsius constituie un indicator în primul rând foarte important pentru agricultură și corelat cu elementele bio-pedogeografice.

Conductibilitatea solului este influențată în cea mai mare parte de apele de infiltrație și de temperatura aerului, însă și textura și tipul de sol contează în evaluarea acestui parametru. Spre exemplu, solurile nisipoase se răcesc mai rapid decât cele argiloase, în timp ce solurile umede se încălzesc mai puțin decât cele uscate. Fiind vorba de relief montan, adâncimile solului nu sunt foarte mari, iar degradarea acestora este puternic legată de climă, de variațiile de temperaturi din sol.

Astfel, la stația Reșițiș temperatura multianuală a solului este de 2,76 °C (1961 – 2010), în timp ce la Toplița este de 7,33 °C. În acest caz nu se poate calcula un gradient, deoarece temperatura solului este puternic influențată de expoziția versanților și valorile radiației solare.

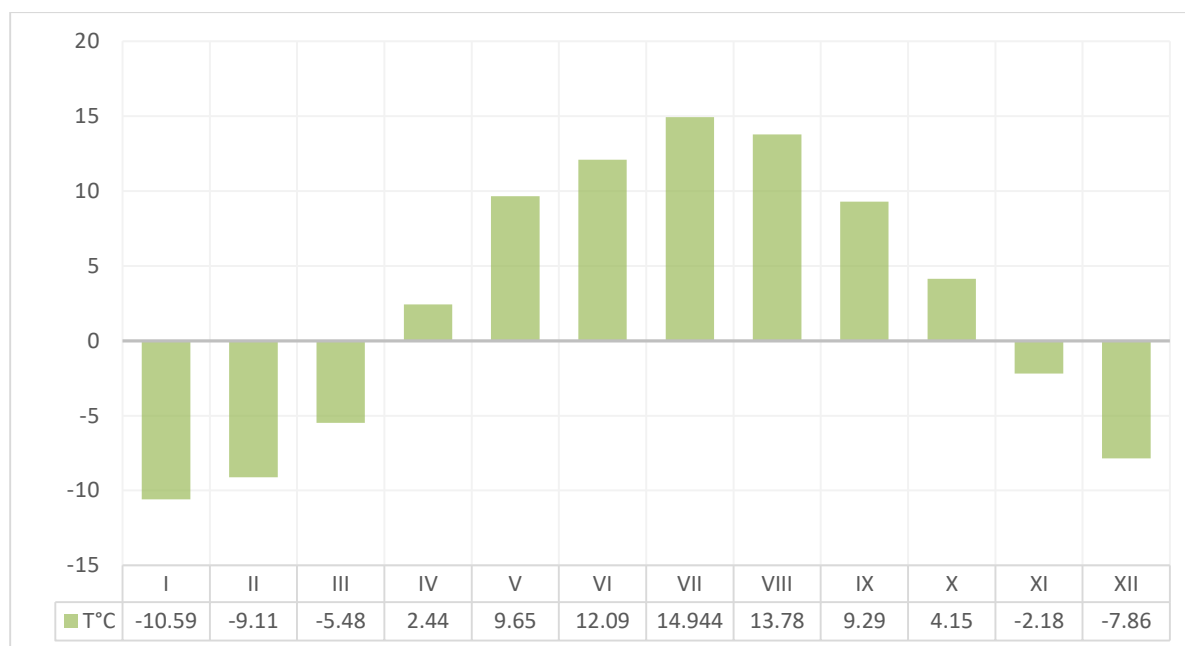


Fig. 54 – Temperatura solului înregistrată la stația Reșițiș (1961 – 2010)

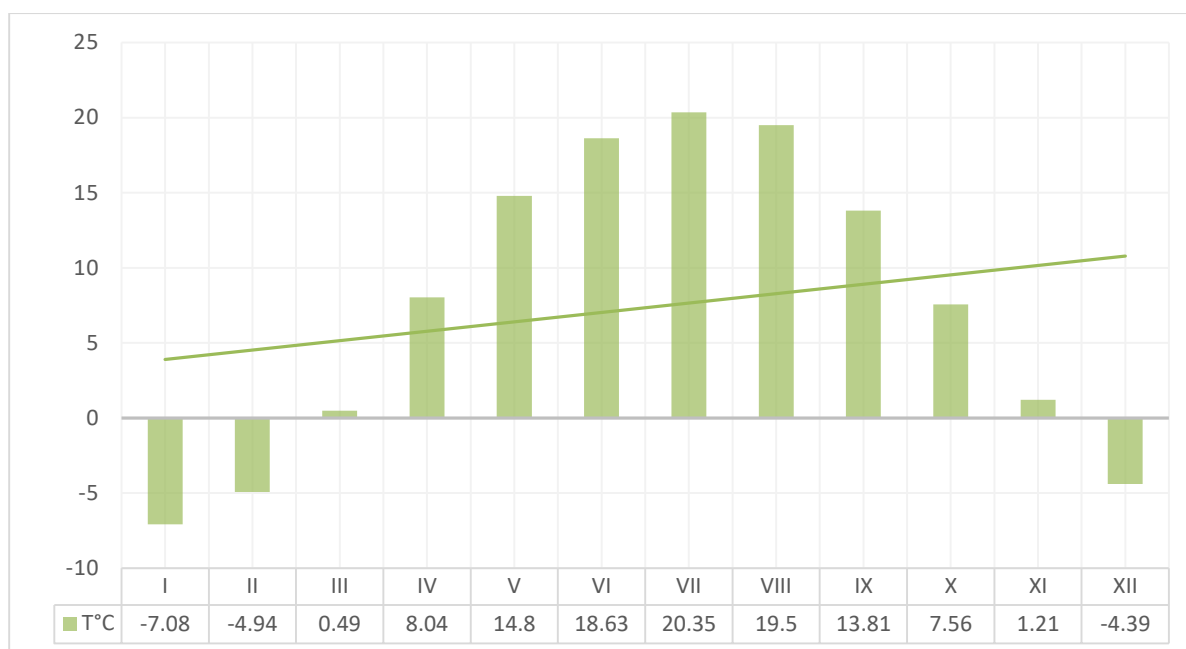


Fig. 55 – Temperatura solului înregistrată la stația Toplița (1961 – 2010)

2.3.6. Indici climatici ecometrici

2.3.6.1. Indicele hidrotermal

Indicele hidrotermal se calculează după următoarea formulă:

$P \times T/100$, unde P = valoarea medie anuală a precipitațiilor (mm); T = temperatura medie anuală (în grade Celsius). (Nedelea et al, 2009)

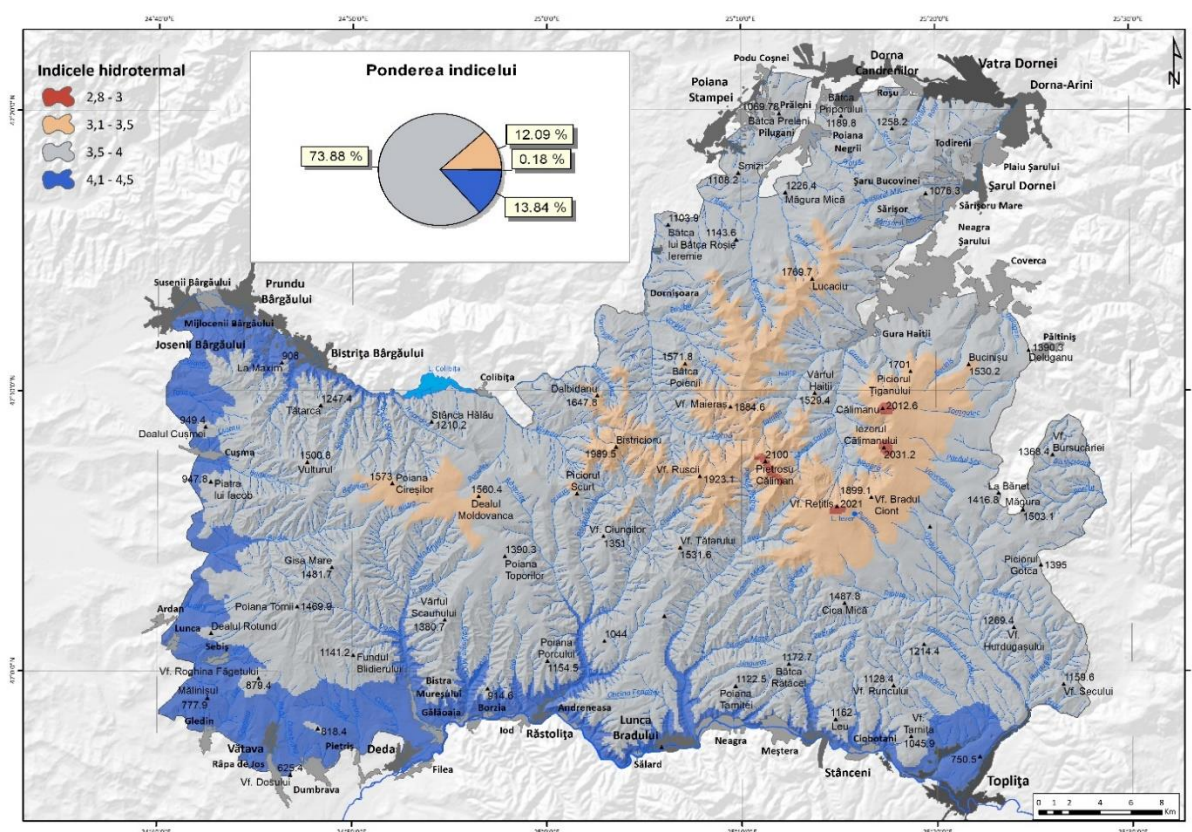


Fig. 56 – Indicele hidrotermal aplicat Călimanului

În Căliman, acest indice variază între 2,8 și 4,5, valorile mari descriind condițiile optime pentru dezvoltarea vegetației forestiere.

Valorile mici indică specii mezoxerofile, în timp ce valoarea 4 predomină cu o pondere de 73,88%, ceea ce înseamnă că arealul valorii 4 este propice dezvoltării vegetației de conifere (tip specific acestei regiuni).

2.3.6.2. Indicele de ariditate De Martonne

Formula de calcul a acestui indice este:

$P/T + 10$ și indică gradul de uscăciune al unui teritoriu, valorile fiind direct proporționale cu altitudinea și reflectă un grad de uscăciune mai redus. Astfel, valorile obținute prin calcularea acestui indice, cel puțin cele 100 – 200, indică faptul că zona nu este aridă. Ca medii lunare, cele mai mari valori sunt în lunile de iarnă, în timp ce vara poate să scadă, ceea ce înseamnă că activitatea biologică este maximă și ar reprezenta un factor restrictiv pentru anumite activități agricole. (M. Panait, 2010)

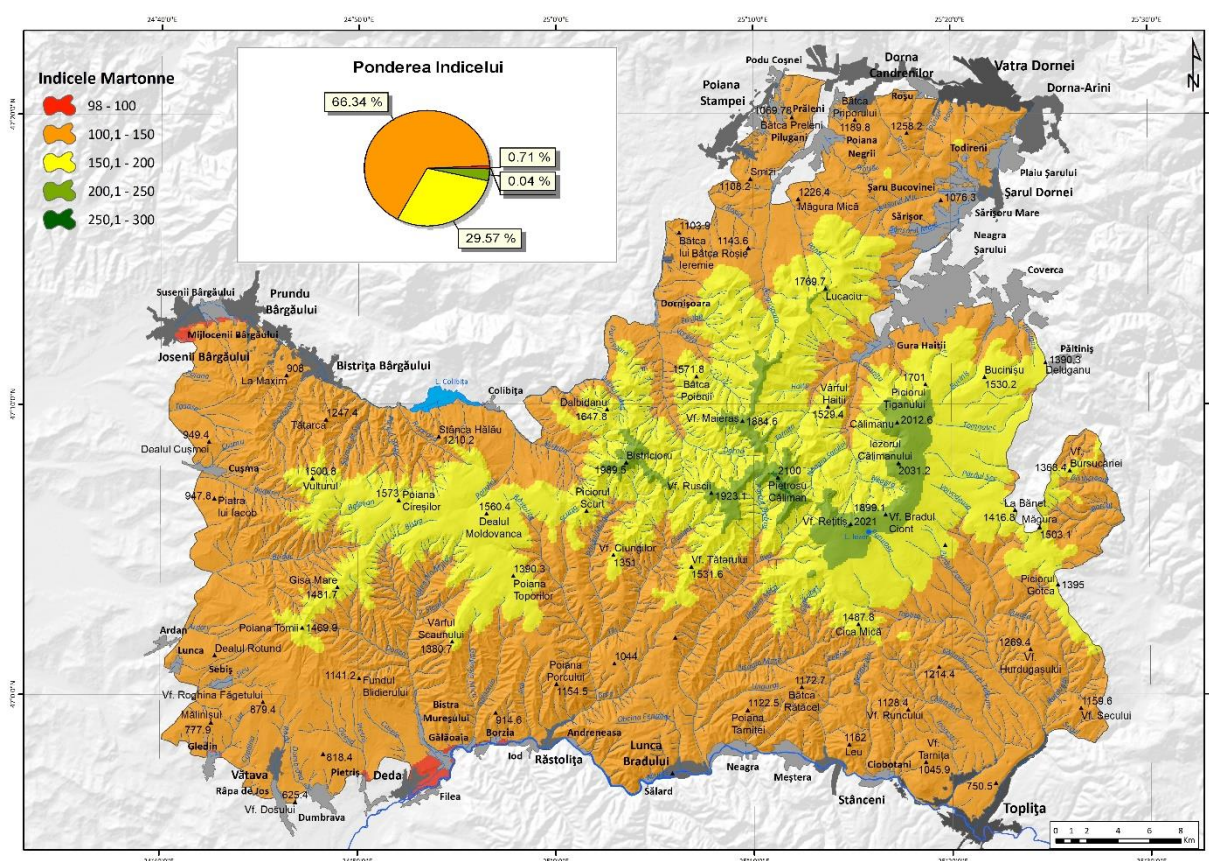


Fig. 57 – Harta Indicelui De Martonne

2.3.6.3. Indicele Gams

Indicele Gams, numit și indice de continentalism exprimă preponderența tipului de influență climatică și se calculează după formula:

P/H , unde P = cantitatea anuală/multianuală de precipitații (mm) și H = altitudinea zonei de studiu (exprimată în grade).

Rezultatele acestui indice sunt relevante pentru stabilirea arealelor favorabile pentru dezvoltarea formațiunilor vegetale de foioase.

Specific reliefului montan, aceste valori scad odată cu creșterea altitudinii, cele mai favorabile zone dezvoltării vegetației de foioase se regăsesc în Toplița – proximitatea cu Depresiunea Giurgeu, limita vestică la contactul cu Dealurile Bistriței și Defileul Mureșului Superior (Culoarul Toplița – Deda), datorită altitudinilor relativ mici.

Astfel, cu cât indicele are valori mai mici, cu atât gradul de continentalism este și el mai redus.

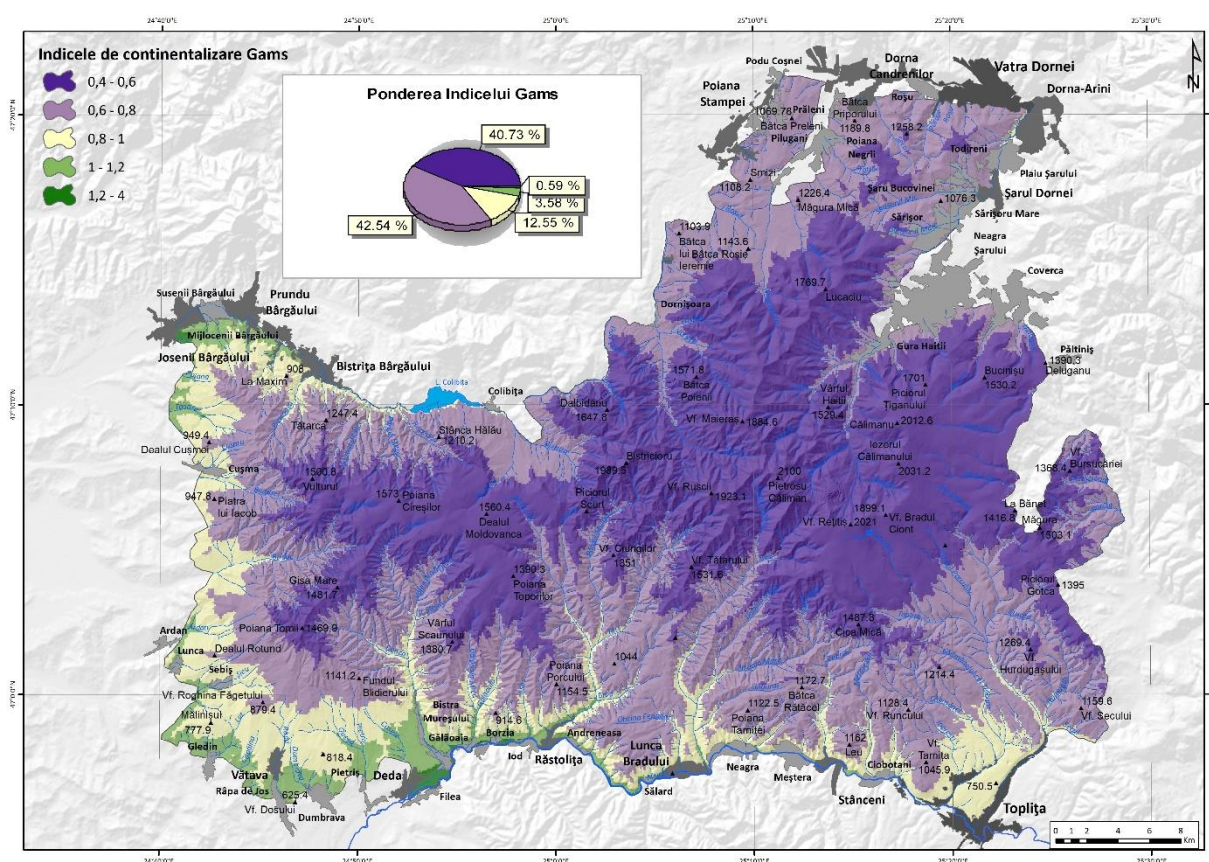
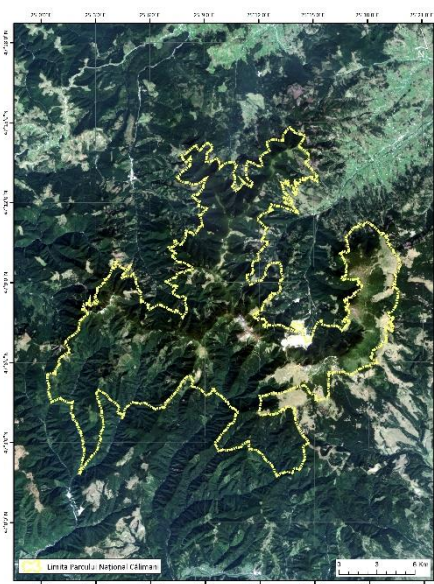


Fig. 58 – Indicele Gams aplicat masivului Căliman

2.4. Vegetația și utilizarea terenurilor

2.4.1. Caracteristici generale

Vegetația din Căliman se prezintă foarte complexă, de la pășuni, fânețe și păduri de molid până la specii rare de formațiuni vegetale, ce reprezintă interes național și internațional. Tocmai datorită acestor specii vegetale, care vor fi enumerate mai jos, o parte din masiv a fost declarată parc național.



Astfel, Parcul Național Călimani (figura 59 alăturată) se situează în centrul masivului, de-a lungu calderei și se extinde pe suprafața a patru județe: Suceva, Mureș, Bistrița și Harghita. Acesta se întinde pe o suprafață de 24.041 ha, din care 16.211 ha fond forestier, 7.517,3 ha pășune, 14,5 ha fânețe, 297,7 ha perimetru minier și 0,5 ha construcții-teren administrativ.

Zona a fost propusă parc național în anul 1975 de către Centrul de Cercetări Biologice Cluj, studiul de constituire a fost elaborat în anul 1976. Parcul a fost declarat prin Ordinul nr. 7/1990 al M.A.P.P.M. (15.300 ha) și a fost oficializat prin Legea 5/2000 (24.041 ha) și prin H.G. 230/2003 a fost încadrat în categoria I I.U.C.N.

Totodată, în cadrul P.N.C. (Parcului Național Călimani) întâlnim și următoarele trei rezervații naturale:

- Rezervația de jnepeniș *Pinus cembra*, categoria I I.U.C.N.;
- Rezervația *12 Apostoli*;
- Rezervația *Lacul Iezer*, categorie IV I.U.C.N.;

Scopul principal pentru care a fost înființat P.N.C. este cel de conservare al biodiversității. (Vodă-Marc L. A., 2010).

Asociația *Tășuleasa Social*, împreună cu o echipă de biologi au identificat toate speciile endemice din Parcul Național Călimani și au elaborat un ghid al acestora. Astfel, în P.N.C., identificăm următoarele:

1. Habitate de apă dulce:

- Râuri de munte și vegetație erbacee de pe malurile acestora (ex.: splină, stupitul cucului, pufuliță, horști);
- Cursuri de apă de la nivel de câmpie la nivel montan cu vegetație *Ranunculion fluitans* și *Callitriche-Batrachion* (ex.: piciorul cocoșului, mătreață, broscăriță, drențe, mușchi de apă);

2. Pajiști și tufărișuri din zona temperată:

- Pajiști alpine și boreale (ex.: părul porcului, vânturică, ienupăr pitic, horști, clopoței de munte, sisinei de munte, rogoz, afin, merișor, viorele galbene, ochiul găinii);

- Tufărișuri cu *Pinus mugo* și *Rhododendron hirsutum* (*Mugo-Rhododendretum hirsuti*) (ex.: jneapăn, clopoței, rotunjoare, merișor, afin, târsă, scoruș, măcrișul iepurelui);
- Tufărișuri subarctice cu *Salix* (ex.: anin verde, iovă, ciucurași, măceș de munte, timoftică, coada șoricelului, spălăcioasă, asmățui sălbatic, strigoaie, iarba ciutei, trestioară, clopoței, cărbuni, târsă, nu-mă-uita, jneapăn);

3. Formațiuni ierboase naturale și seminaturale:

- Pajiști boreale și alpine pe substrat silicios (mărțișor, păiuș, sclipeți, clopoței de munte, sisinei de munte, smirdar);
- Pajiști alpine și subalpine calcaroase (ex.: șopârlită, horști, clopoței de munte, rogoz, ochiul găinii);
- Formațiuni ierboase bogate în specii de *Nardus* dezvoltate pe substraturi silicioase în zone montane (și submontane) (ex.: clopoței, unghia păsării, siminic, ventrilică, sclipeți, clopoței, amăreală);
- Pajiști cu *Molinia* pe soluri calcaroase, turboase sau argilos-nămoloase (*Molinion caeruleae*) (ex.: iarbă albastră, garoafă, îngerea, brândușă de toamnă, cioroi);
- Liziere de ierburi înalte hidrofile de câmpie și de nivel montan până la alpin (ex.: ciucurași, ciutei, omag, trestioară, clopoței, asmățui sălbatic, viorele galbene, captalan, crețușcă, miera ursului, piciorul caprei);
- Pajiști aluviale inundabile, de *Cnidion dubii* (ex.: veninariță, rogoz, pipirig negru, răchitan);
- Fânețe montane (ex.: ovăscior auriu, iarba câmpului, golomăț, firuță, margarete, coada șoricelului, gușa porumbelului, garoafă);

4. Mlaștini oligotrofe, turbării și mlaștini alcaline:

- Turbării active (mușchi de turbă, ruginare, răchițele, roua cerului, bumbăcariță);
- Mlaștini alcaline (bumbăcariță, rogozuri, bumburez, odolean, Mâna Maicii Domnului);
- Formațiuni pioniere alpine de *Caricion bicoloris-atrofuscae* (ex.: rogoz, mușchi de turbă, stupitul cucului, trifoiște, bumbăcăriță, curechi de munte);

5. Habitate stâncoase și peșteri:

- Pante stâncoase silicioase cu vegetație chasmofită (ex.: pelin, spălăcioasă, părul porcului, clopoței de munte);

6. Păduri:

- Păduri de fag *Luzulo – Fagetum* (ex.: molid, fag, brad, horști, degețel galben, vinariță, gălbinele, ferigă de câmp, măcrișul iepurelui, ventrilică);
- Păduri de fag *Asperulo – Fagetum* (ex.: fag, brad, molid, Floarea Paștilor, gălbinele, vinariță, sânziene de pădure, mărgică);
- Păduri de pante, grohotișuri și ravene de *Tilio – Acerion* (ex.: paltin de munte, orblaț, frasin, lopătea, carpen, alun, stejari, tei pucios, tei cu frunza mare);
- Păduri aluviale cu *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (*Alno – Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) (ex.: anin alb, piciorul caprei, asmățui sălbatic, rotungioasă, captalan, cînsteț, bălbisă);
- Păduri de fag dacice (*Symphyto – Fagion*) (ex.: brustur negru, brebenei, crucea-voinicului, mierea ursului, laptele cucului, vulturică, păiuș);
- Păduri acidofile de *Picea* de la nivel montan la nivel alpin (*Vaccinio – Piceetea*) (ex.: molid, trestioară, târsă, rotunjoare, horști, ștevia stânelor, zmeur);
- Păduri alpine de *Larix* și/sau *Pinus cembra* (ex.: molid, zâmbru, jneapăn, ienupăr pitic, smirdar, clopoței, ciormoiag, măcrișul iepurelui, zmeur); (Asociația Tășuleasa Social, 2014);

2.4.2. Indicele Normalizat al Vegetației – NDVI

Indicele Normalizat al Vegetației (NDVI) este un parametru utilizat în analiza vegetației și scoate în evidență sănătatea vegetației din zona de studiu.

Acest indice se obține pe baza imaginilor satelitare și se recomandă ca imaginea satelitară să provină dintr-o lună de vară târzie, iar în cazul de față am utilizat o imagine Sentinel 2A-MSI din 2 august 2017, iar formula de calcul este următoarea:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Unde:

- NIR – Banda infraroșu apropiat, banda 8 pentru Sentinel 2 (rez. 10 m) – această bandă preia răspunsul spectral al vegetației;
- R – Banda roșie, banda 4 pentru Sentinel 2 (rez. 10 m);

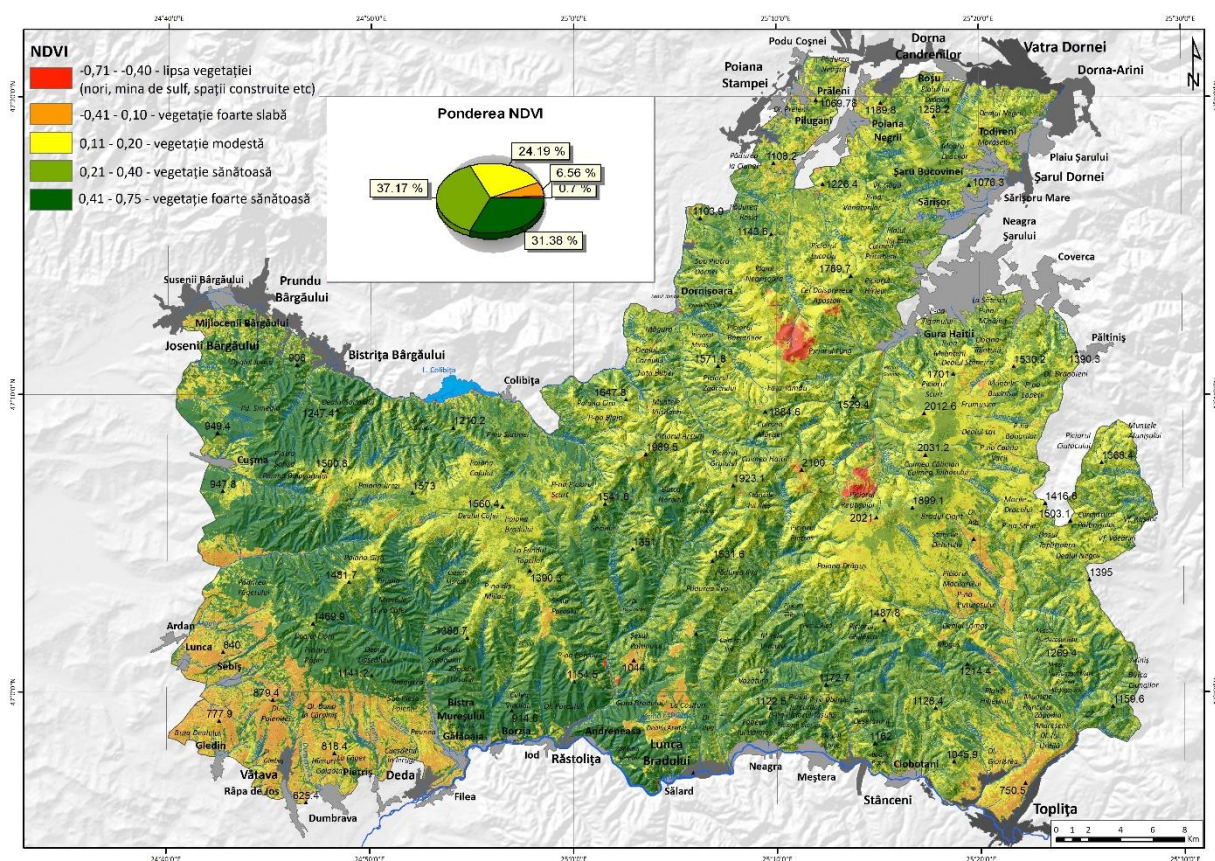


Fig. 60 – Indicele Normalizat al Vegetației (NDVI) aplicat Munților Căliman

Motivul pentru care se recomandă analiza sănătății vegetației într-o lună de vară târzie este acela că atunci atât culturile agricole cât și toate formațiunile vegetale sunt în plină dezvoltare.

2.4.3. Utilizarea terenurilor – CLC

Terenurile din Masivul Călimanului sunt specifice oricărei zone montane din țara noastră, cu distribuția spațială normală a gradului de utilizare. Însă, pentru a observa mai bine acoperirea terenurilor din Căliman, s-a arealizat o hartă a acestora utilizând datele CLC 2012 (Corine Land Cover), însă aceste date au fost actualizate conform standardelor de utilizare a terenurilor impuse de CNGCFT (Centrul Național de Geodezie, Cartografie, Fotogrammetrie și Teledetecție) din cadrul ANCPI și validate pe baza ortofotoplanurilor pentru aceste zone.

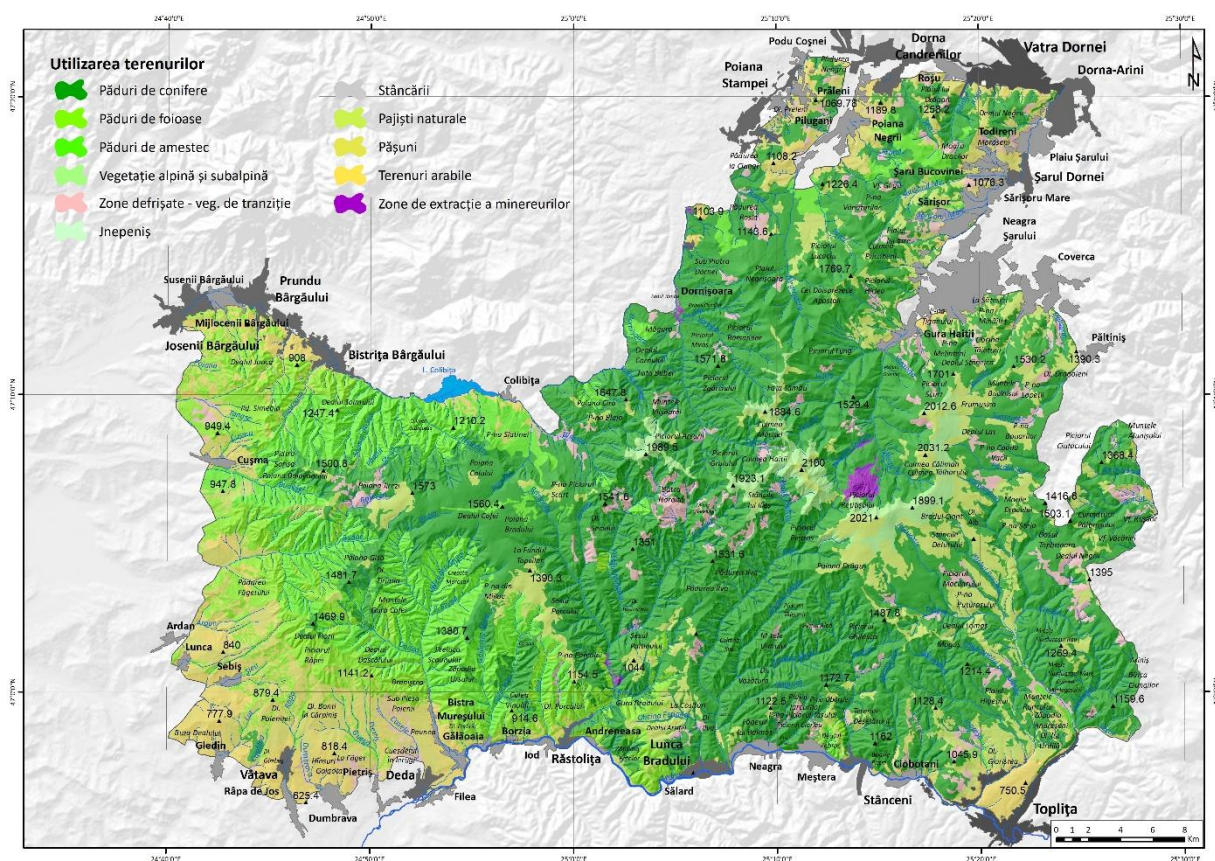


Fig. 61 – Utilizarea terenurilor în Munții Căliman

Conform așteptărilor, cele mai multe terenuri sunt acoperite de pădurile de conifere și cele de amestec (în zona sud-vestică mai ales), datorită topoclimatului de deal ce favorizează apariția formațiunilor de foioase.

Din punct de vedere al terenurilor agricole, Călimanul nu este foarte bogat în asemenea terenuri, deoarece hipsometria și alți factori morfometrici nu au permis dezvoltarea activităților agricole decât în zonele marginale, depresionare.

Din păcate nici din Căliman nu lipsesc defrișările forestiere, simbolizate cu un roșu deschis, acestea apar ca niște pâlcuri pe întreg arealul, distrugând ecosisteme din masiv.

2.4.4. Clasificarea pixelilor

2.4.4.1. Clasificarea nesupervizată

Un alt parametru geomatic care oferă informații importante în analiza gradului de utilizare al terenului, îl reprezintă clasificările de pixeli ale imaginilor satelitare.

Clasificările de pixel constituie *gruparea automată a pixelilor ce alcătuiesc imaginea digitală sub forma de clase sau teme de acoperire a terenului*. (Mihai B., 2007) Aceste clasificări sunt de două tipuri: **nesupervizate** și **supervizate**.

Clasificarea nesupervizată poate oferi diverse tipuri de date statistice obținute din benzile spectrale, dintre care unele pot fi corelate cu clasele separabile.

În altă ordine de idei, clasificarea nesupervizată se referă la extragerea *formelor* dominante de informația spectrală ce se găsește într-o anumită imagine satelitară și gruparea acestora în mai multe clase (asemănător clasificării orientate – obiect), fără ca programul care realizează clasificarea să cunoască ce reprezintă acea clasă în realitate, bineînțeles, utilizatorul poate redenumi apoi clasele în funcție de tipologia lor. Clasele respective poartă denumirea de **clustere**.

Există mai mulți algoritmi de clasificare nesupervizată precum: K-Means și ISODATA.

Pentru realizarea acestui parametru în cazul Călimanului s-a utilizat tot imaginea Sentinel 2A-MSI din 2 august 2017 și s-a rulat algoritmul ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis), deoarece, calculează deviația standard pentru clustere, clasele se pot combina, diviza și șterge și după fiecare iterație este calculat procentul de pixeli ce a rămas în aceeași clasă.

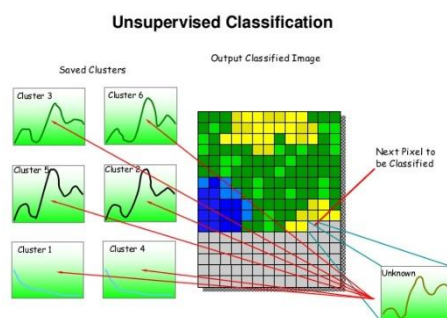


Fig. 62 – Principiul clasificării nesupervizate (sursă: <https://www.slideshare.net/civilenggverma/digital-image-processing-30660139>)

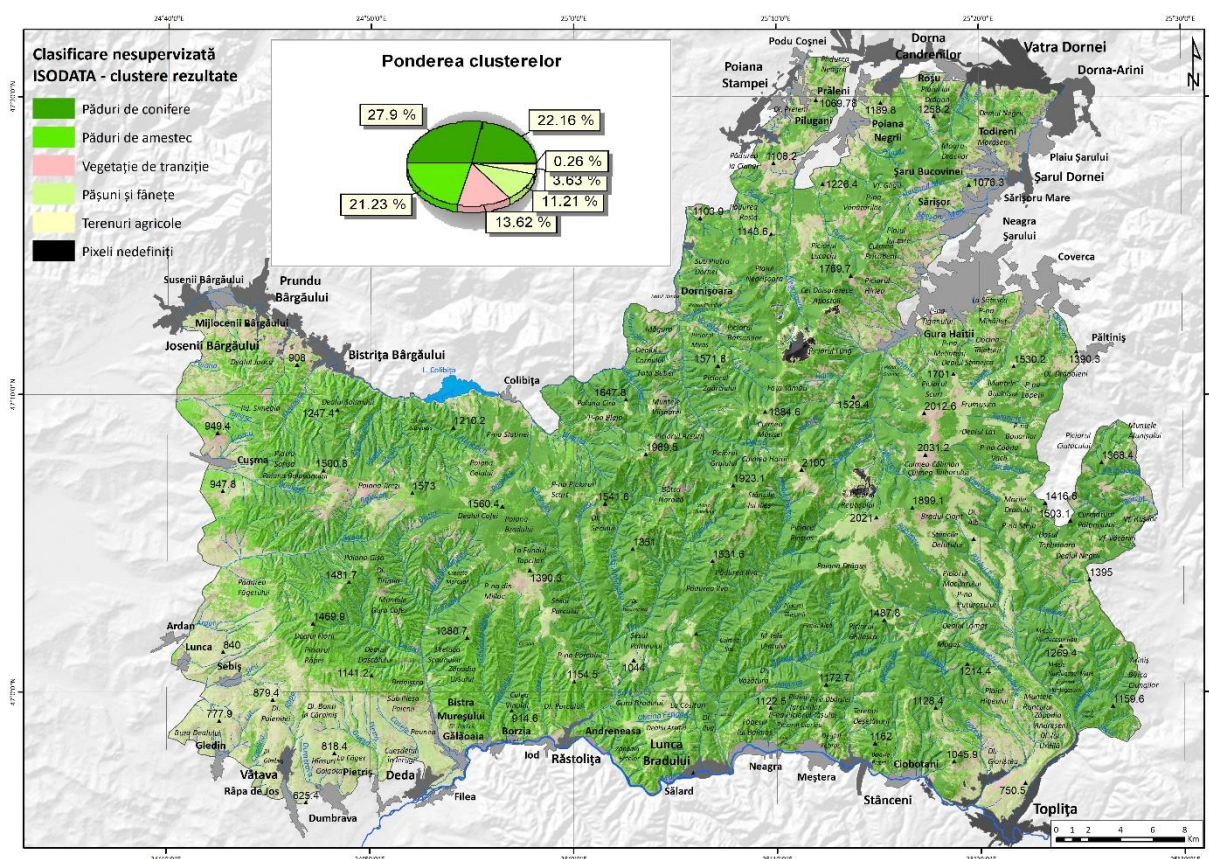


Fig. 63 – Clasificare nesupervizată utilizând algoritmul ISODATA, Munții Căliman

Putem observa cum utilizarea terenurilor a fost obținută printr-o metodă statistică, și câteva avantaje importante ale acestei clasificări îl reprezintă faptul că erorile umane sunt minimizate (față de clasificarea supervizată) și pixelii sunt separați din punct de vedere spectral, din păcate însă, un dezavantaj îl constituie controlul limitat asupra identității claselor.

2.4.4.2. Clasificarea supervizată

Acest tip de clasificare este realizat direct de către utilizator, care atribuie clasele fiecărui pixel în funcție de răspunsul spectral; constând de fapt în diferențieri numerice alcătuite din seturi de date ce au fost grupate și specificate prin asocieria fiecăruia cu o clasă în parte și a cărei identitate este cunoscută și de către program.

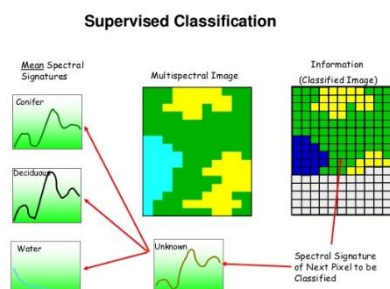


Fig. 64 – Principiul clasificării supervizate (sursă: <https://www.slideshare.net/civilenggverma/digital-image-processing-30660139>)

Tot pe baza aceleiași imagini a fost calculat și acest tip de clasificare, însă utilizând algoritmul Maximum Likelihood, specific clasificării supervizate. Acest algoritm se bazează pe probabilitate, presupune că toate clasele au o distribuție gaussiană și fiecare pixel este atribuit clasei cu probabilitatea cea mai mare de apartenență.

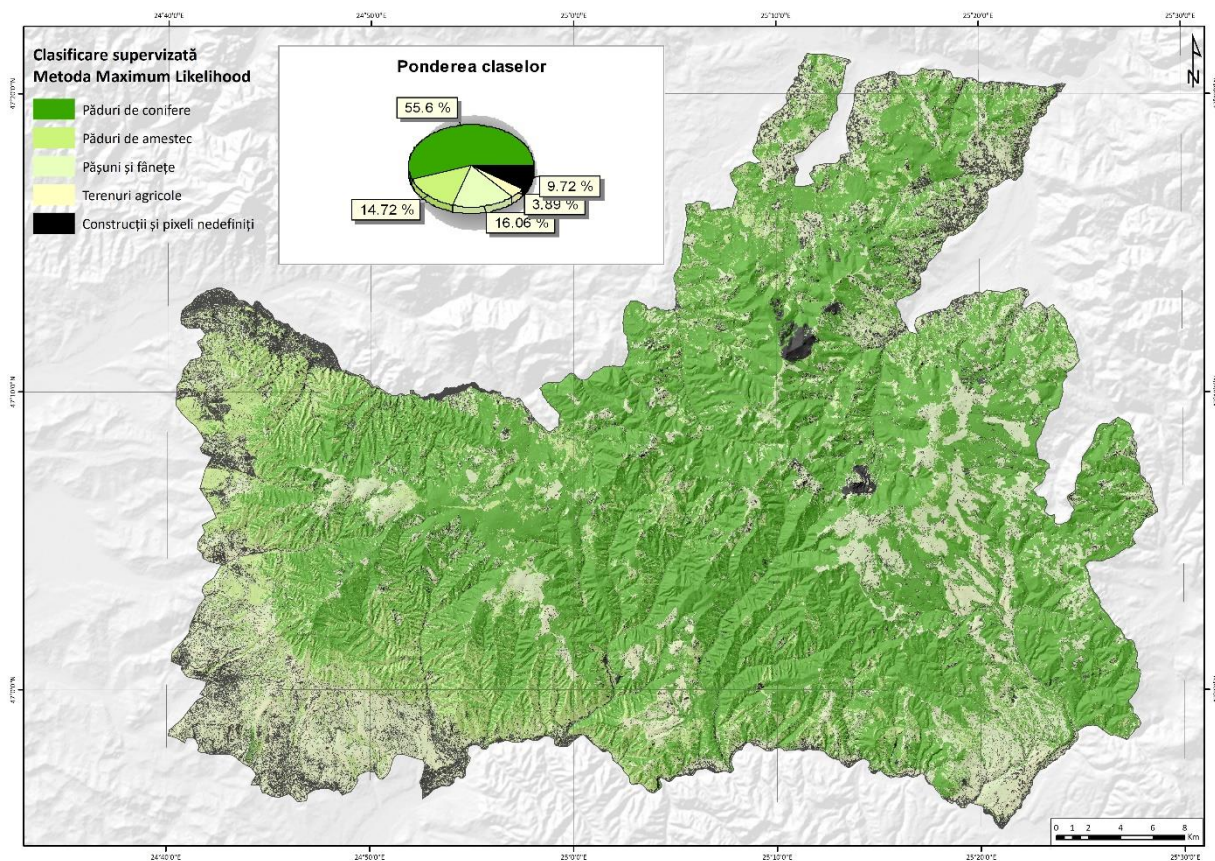


Fig. 65 – Clasificare supervizată utilizând algoritmul Maximum Likelihood, Munții Căliman

Față de clasificarea nesupervizată, acest tip de clasificare oferă controlul asupra identității claselor, pot fi detectate erorile de clasificare, însă din păcate există câteva dezavantaje care de multe ori constituie un impediment în realizarea acestei clasificări, precum faptul că unii pixeli au mai multe valori spectrale, ce corespund mai multor clase și tind ”să se piardă” la momentul rulării algoritmului, ROI-urile (Regions of Interest) – alegerea și definirea claselor pot să fie într-adevăr cele din teren, dar să nu corespundă cu proprietățile spectrale. Tot aici, este și posibilitatea cea mai mare ca unii pixeli să rămână nedefiniți în urma rulării algoritmului.

Concluzionând, aceste modele statistice de analiză atât a vegetației cât și a gradului de acoperire a terenului sunt elementari în cercetarea acestui masiv, deoarece informațiile extrase din imaginile satelitare pot fi corelate cu alți indicatori utilizați, din morfometrie sau climă de exemplu, ajutând într-un final la analiza complexă a Călimanului.

2.5. Solurile

2.5.1. Caracteristici generale

Solurile au un rol important pentru utilizarea terenurilor, unele sunt favorabile pentru livezi, culturi agricole, dar restrânse, altele sunt fertile pentru pășuni, fânețe și păduri.

În Munții Căliman predomină clasele de Andisoluri (tipul andosolurilor) și Spodisoluri (tip – podzoluri și prepodzoluri).

Andosolurile sunt specifice reliefului vulcanic, formate pe rocile vulcanice și sunt bogate în minerale amorfе. Acesta se localizează pe versanții cu expoziție sud-vestică la altitudini de 1200 – 1800 metri.

Andosolurile se caracterizează prin prezența unui orizont A molic, A umbric sau A ocric, urmat de un intermediar AC, AR sau Bv și sprijină pădurile de molid, brad, fag și de amestec, însă se mai poate găsi și sub vegetație subalpină (jnepeniș sau ienupăr).

Textura acestora este nediferențiată pe profilele de sol, structura este grăunțoasă, slab dezvoltată pe primul orizont și au un conținut ridicat de humus. Fertilitatea acestora este variabilă, în funcție de versant și de pantă.

Podzolurile și prepodzolurile se formează și se găsesc în zonele montane înalte, la altitudini de peste 1800 de metri, în cadrul cărora putem identifica orizontul eluvial Es și orizonturi iluviale Bs și/sau Bhs.

Roca pe care se sprijină aceste soluri este atât metamorfică acidă, cât și eruptivă: granodiorite, granite, șisturi cristaline.

Vegetația specifică acestor soluri este cea subalpină și alpină, însă se mai găsesc în cadru restrâns și păduri de molid cu brad.

Din punct de vedere pedogenetic, în condițiile climatului de munte rece și umed, podzolurile și prepodzolurile se descompun greu și se acumulează sub formă de humus brut. În urma acțiunii ciupercilor se formează însă un humus acid care dă naștere orizontului Bhs.

Un alt tip de soluri care se găsește în cantități moderate în Căliman, este **eutricambosolul**, acesta se localizează în regiunile depresionare și este fertil pentru culturile agricole (exemplu – zona Toplița). Însă, aceste soluri prezintă un potențial ridicat pentru erodare, tocmai pentru care este mai mult utilizat pentru culturile de meri sau pruni, precum și pentru pășuni și fânețe.

Aluvisolurile, identificate în regiunile marginale ale Călimanului – Toplița și contactul cu Depresiunea Colinară a Transilvaniei – constituie un avantaj pentru culturile agricole, datorită fertilității, motiv pentru care agricultura este dezvoltată în aceste regiuni. (Blaga Gh. Et al, 1996).

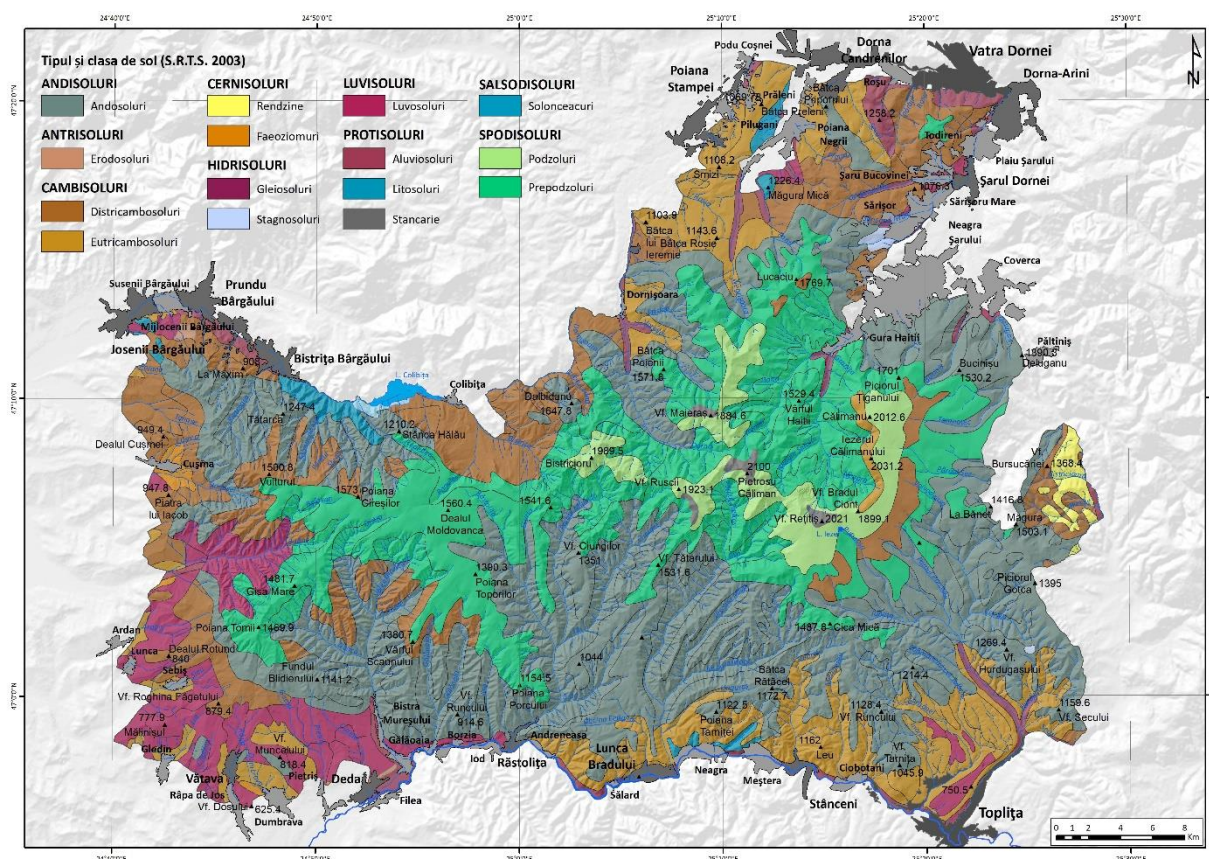


Fig. 66 – Harta pedologică a Munților Căliman

2.5.2. Potențialul morfodinamic al solurilor

Rocile care constituie suportul pedogenetic se alterează în mod diferit, în funcție de alcătuirea lor mineralogică. Aceasta condiționează direct procesul de solificare și tipul de sol, prin particulele minerale pe care roca le eliberează și care participă la formarea profilului de sol. Așașdar, partea minerală a solului rezultă în urma unui proces îndelungat de dezagregare și alterare în primul rând a rocilor metamorfice, iar în al doilea rând a rocilor sedimentare, rezultate pe seama celor dintâi prin procese diagenetice. (L. Tîrlă, 2011).

Pentru a realiza și analiza potențialul morfodinamic al solurilor s-a luat în considerare textura solului, deoarece ea reprezintă cel mai important factor în infiltrarea și scurgerea apelor meteorice și s-au realizat două grupări hidrologice de soluri – A și B.

Astfel, **gruparea hidrologică A** este cea mai răspândită în Căliman, cu o pondere de 78% din zona de studiu și are următoarele caracteristici:

- Rata mare de infiltrație atunci când aceste soluri sunt umede și un potențial mic de scurgere;

Grupa hidrologică B se întinde pe o suprafață mult mai restrânsă se localizează în lungul râurilor mai mari și se caracterizează prin:

- Scurgerea le este medie, în cea mai mare parte se găsesc în aluvisol și luvisoluri;
- Atunci când sunt umede, rata de infiltrație este mică și sunt soluri cu o textură medie (fină spre grosieră), adâncimile le sunt medii, soluri bine drenate. (V. Chendeș, 2011)

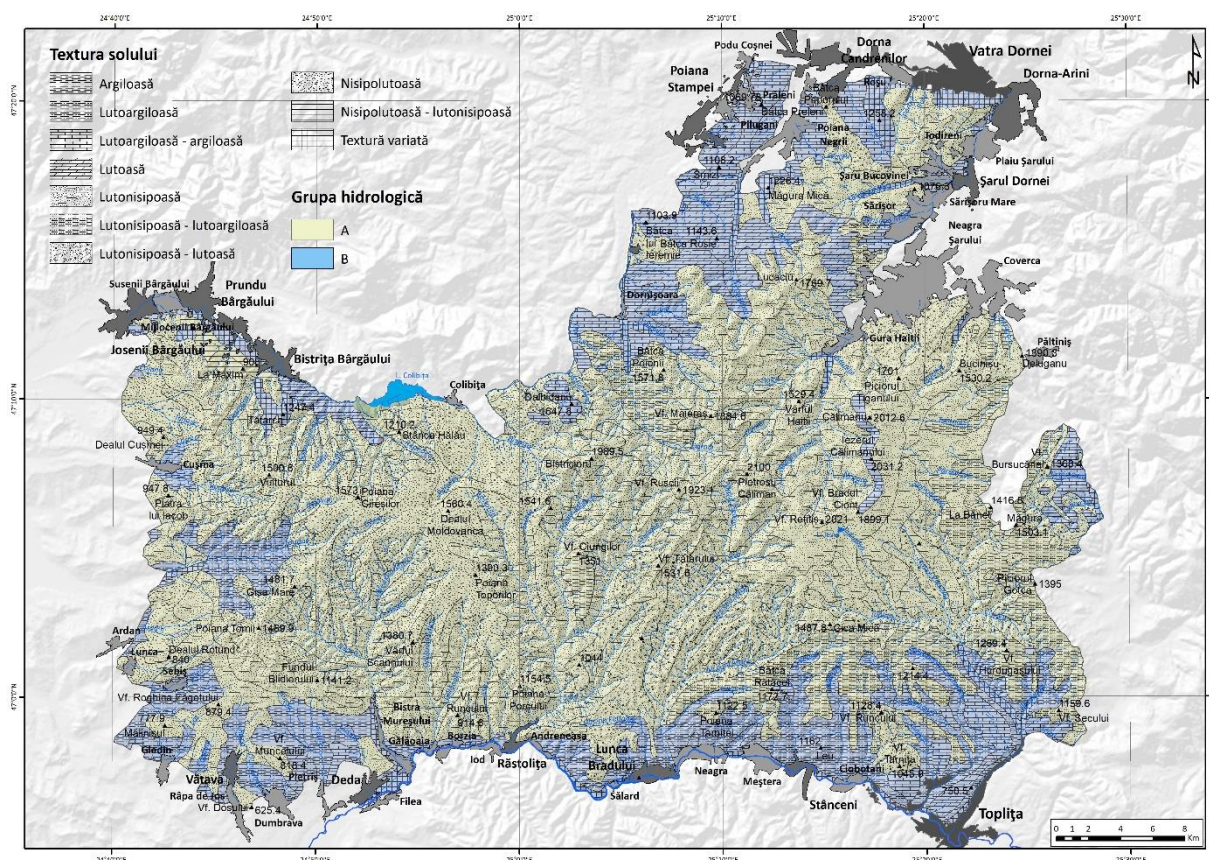


Fig. 67 – Potentialul de scurgere/infiltrare al apei în sol din Munții Căliman

2.5.3. Soil-adjusted Vegetation Index

Pe lângă măsurarea sănătății vegetației, NDVI-ul mai măsoară/identifică și alți parametri fizico-geografici ai mediului, precum textura și umiditatea solului, însă acești parametri pedologici indentificați din NDVI nu sunt foarte corecți. Tocmai de aceea, cercetătorul Huete a pus problema dezvoltării unui nou indice care să măsoare și să îmbunătățească textura și umiditatea solului în raport cu saturația dată de densitatea vegetației, și anume – SAVI (Soil-adjusted Vegetation Index).

Astfel, SAVI ia în considerare distribuția diferențială a benzii R (roșu) și NIR (infraroșu apropiat) în privința reflectanței dată de suprafața vizibilă a vegetației, observată de către satelit.

Noul indice presupune o tehnică ce minimizează luminozitatea/reflectanța solului ca urmare a percepției undelor R și NIR asupra vegetației și se calculează după următoarea formulă:

$$\text{SAVI} = (1 + L)(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} + L), \text{ unde:}$$

- **L** – reprezintă factorul de ajustare la proceselor din *background*, are valoarea de 0,5 reflexie a luminozității solului față de satelit și pentru a elimina necesitatea unei calibrări suplimentare pentru diferite soluri. S-a constatat că transformarea elimină variațiile induse de sol în indicii de vegetație;
- **NIR** – Near Infra-Red (Infraroșu Apropiat);
- **RED** – Banda Roșie;

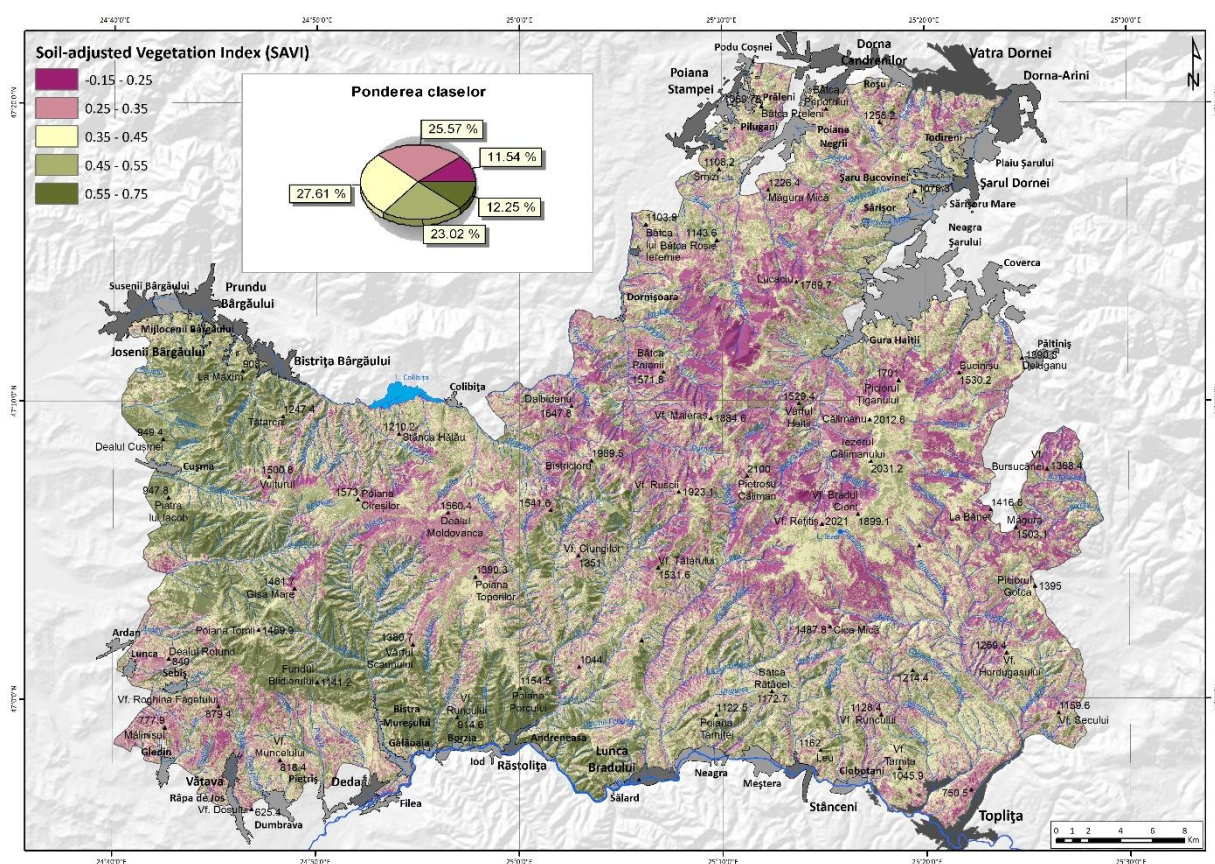


Fig. 68 – SAVI (Soil-adjusted Vegetation Index) aplicat Masivului Călimanului

Analizând rezultatul, putem observa că cele mai mari valori (cele cu verde) se identifică în cea mai mare parte zonelor care corespund și grupei hidrologice B, datorită faptului că acest indice scoate în evidență (și) solurile cu potențial de reținere ridicat a apei precum potențialul morfodinamic relevă aceleași aspecte.

Rețelele hidrografice de pe flancul nord-estic sunt colectate de râul Toplița (care desparte masivul de Depresiunea Giurgeu și de Munții Giurgeu) și de Călimănel către sud, iar afluenții mai importanți sunt următorii: Voievodeasa, Hurdugașul, Secul, Călimănelul cel Limpede, Călimănelul cel Tulbure, Crucea sau pâraul Porcului.

Latura nord-vestică este străbătută de râul Dorna, care izvorăște de sub Vârful Gruiu (1760 m) și are următorii afluenți mai de seamă: Gruiu, Ciungetu, Strunioru, Bistricioru și Străcioru. La fel ca și p. Neagra, și Dorna se varsă tot în Bistrița.

Sudul Masivului Căliman este drenat de râuri mai dese care coboară treptat către Valea Mureșului Superior. Râul Bistra străbate sud-vestul care izvorăște de sub Dealul Cofei și cu o lungime de 18 kilometri, Bistra cuprinde următorii afluenți: Steja, Zăpodea, Valea Calului, Bildireasa.

În partea de est se desfășoară bazinul hidrografic al Ilvei, care izvorăște de sub Pietrosul Căliman (2100 m), se varsă în Mureș la Lunca Bradului și are afluenții importanți: Tihu, Ilișoara Mică și Mare, Ungurașul și pâraul Negoiu.

Râul care drenează cea mai mare suprafață este Toplița cu 214 km², din care 171 aparțin Călimanului, restul Munților Gurghiu.

Caracterul radiar al râurilor este și unul divergent pe versanții conurilor și convergent în interiorul calderii vulcanice, totodată, în cursurile superioare, râurile curg prin văi înguste care se largesc în sectoarele mijlocii și inferioare.

Râurile au jucat un rol important în modelarea reliefului, deoarece au fragmentat lava, formând de-a lungul cursurilor lor căi de acces către cele mai înalte cote ale masivului, ce constau în drumuri forestiere, poteci și trasee turistice. (Tr. Naum et al, 1989).

Din punct de vedere al lacurilor, masivul este mai sărac în aceste formațiuni. Aici se regăsesc doar două: lacul de baraj natural (sau de nișă de nivație după alții) Iezer și lacul de baraj artificial Colibița.

Referitor la geneza lacului Iezer, situat sub creasta sudică a calderii, sub Reșițiș, există două ipoteze:

- Ipoteza **lacului de baraj natural** – conform acesteia, formulate și de Traian Naum și Emil Butnaru, mai multe blocuri de andezite sub formă de grohotiș s-au prăbușit de pe Reșițiș și au blocat cursul râului Puturosu, formând în final lacul Iezer;
- Ipoteza **nișei de nivație** – un circ glacio-nival din Riss s-a topit și apa rezultată în urma topirii acestuia a favorizat apariția lacului aici;



Fig. 70 – Lacul Iezer
(arhivă personală)



Fig. 71 – Lacul Colibița văzut din elicopter
(arhivă personală)

Capitolul 3 – Cadrul antropic

3.1. Populația

Pentru a putea aborda acest subiect/subcapitol, este necesar să menționăm că în Căliman se găsesc 37 de localități încadrate în 23 de unități administrativ-teritoriale (UAT-uri) care se întind pe limita acestui impresionant masiv vulcanic.

Fiind vorba de relief montan, așezări omenești nu mai găsim de la cota de 1000 de metri altitudine (excepție făcând stația meteorologică de la 2021 în Rețitiș, cu personalul aferent), însă, pentru a observa dinamica populației din UAT-urile Călimanului, s-a realizat o analiză a densității populației pentru acestea.

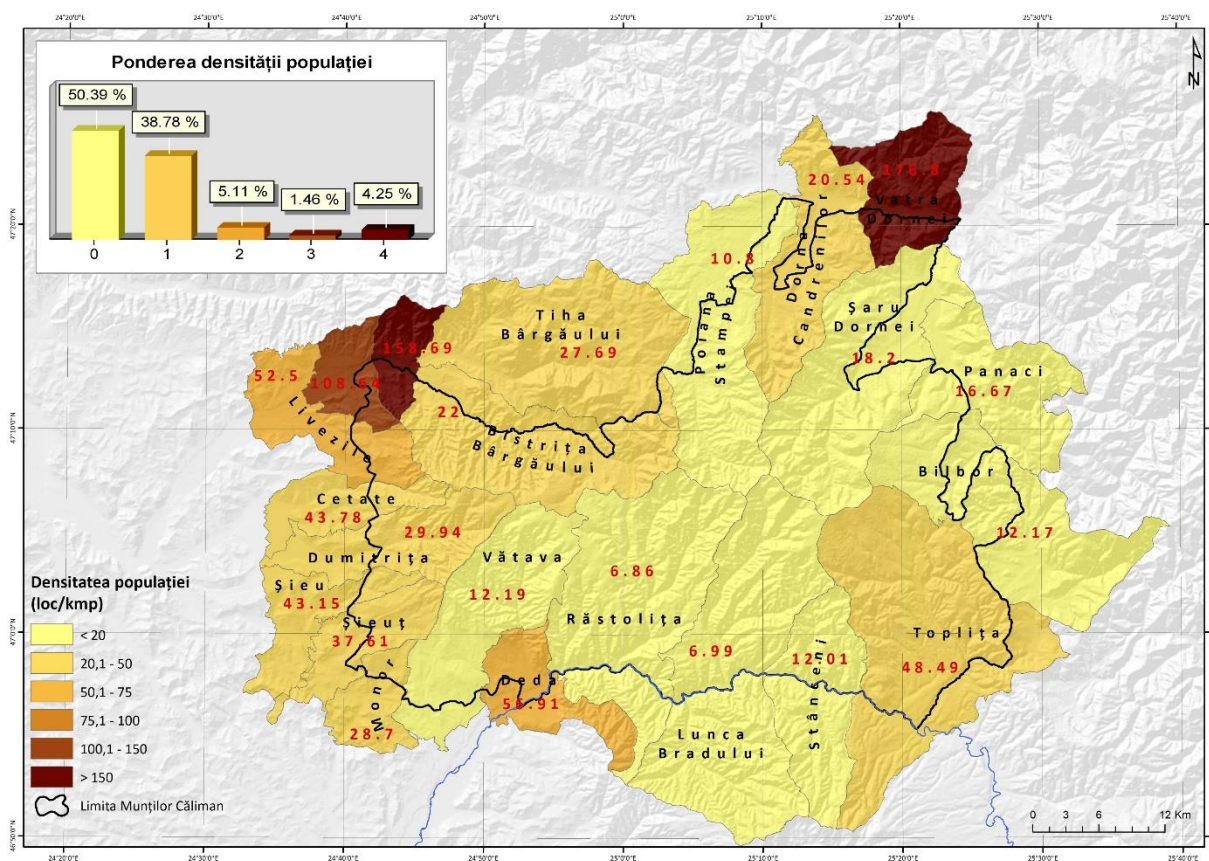


Fig. 72 – Densitatea populației pe UAT-urile din Căliman (INSSE, recensământ 2011)

Din cele 23 de unități administrativ-teritoriale, doar două sunt municipii: **Toplița (jud. Harghita)** și **Vatra Dornei (Suceva)**. În Vatra Dornei se înregistrează și cel mai mare valoare a densității populației, 176,8 loc/kmp; tot aici sunt și cei mai mulți locuitori 17.650 locuitori, conform recensământului din 2011.

După cum menționam și în subcapitolul de hidrografie, oamenii au construit vetrele de așezări de-a lungul râurilor, la altitudini relativ mici de 600 – 800 metri, pentru a le fi propice traiului și dezvoltării activităților agricole, respectiv forestiere.

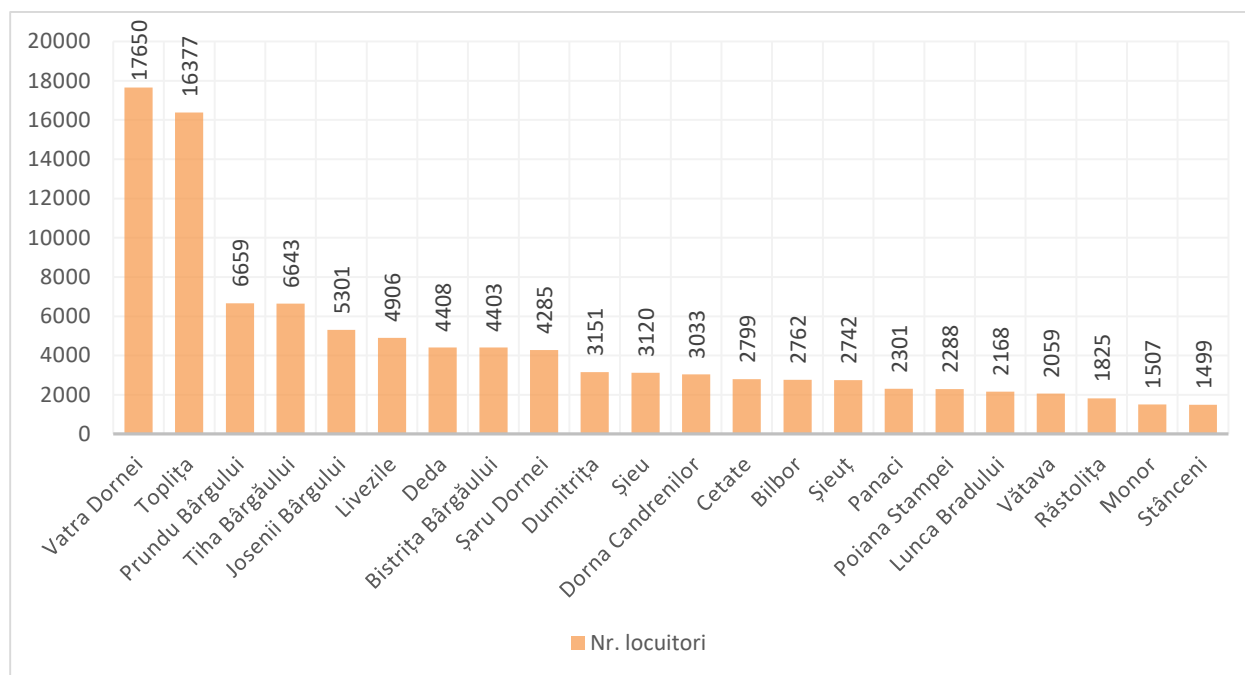


Fig. 73 – Numărul de locuitori în UAT-urile din Căliman (INSSE, recensământ 2011)

3.2. Economia

3.2.1. Agricultură

Ca și activități agricole, în Munții Căliman identificăm pășunatul, fânețele, culturile agricole în sine și câteva livezi, care sunt cele mai rare aici, datorită configurației reliefului și altitudinilor înalte care nu permit dezvoltarea culturilor la cote mari în primul rând din lipsa parametrilor climatici corespunzători.

Dintre cele amintite mai sus, pășunatul și fânețele pe pășuni și pajiști sunt cele mai des practicate, chiar și la altitudini mari – oieritul este un bun exemplu aici, care se practică chiar și la cote de 2000 de metri.



Fig. 74 – Oierit în apropiere de Reșițiș (2021 m) (arhivă personală)

În acești munți se află numeroase stâni din toate județele care intră în componența Călimanului.

Pe lângă pășuni și pajiști, terenurile agricole mai ocupă o pondere însemnată aici, însă în zonele limitrofe ale masivului, cu altitudini mici și geodeclivitate redusă – configurații ale reliefului care permit dezvoltarea culturilor agricole. Zonele unde identificăm astfel de activități sunt următoarele: sud-est (Toplița), sud-vest (Deda – Șieu), nord-vest (Prundu și Bistrița Bârgăului), nord (aliniamentul Poiana Stampei – Șarul Dornei).

Pentru observarea mai atentă a distribuției spațiale a suprafețelor amintite aici și care aduc un beneficiu agriculturii restrânse din Căliman, se recomandă analiza hărții utilizării terenurilor, iar pentru analiza suprafețelor ocupate, în km², de către terenurilor menționate, s-a realizat următorul grafic:

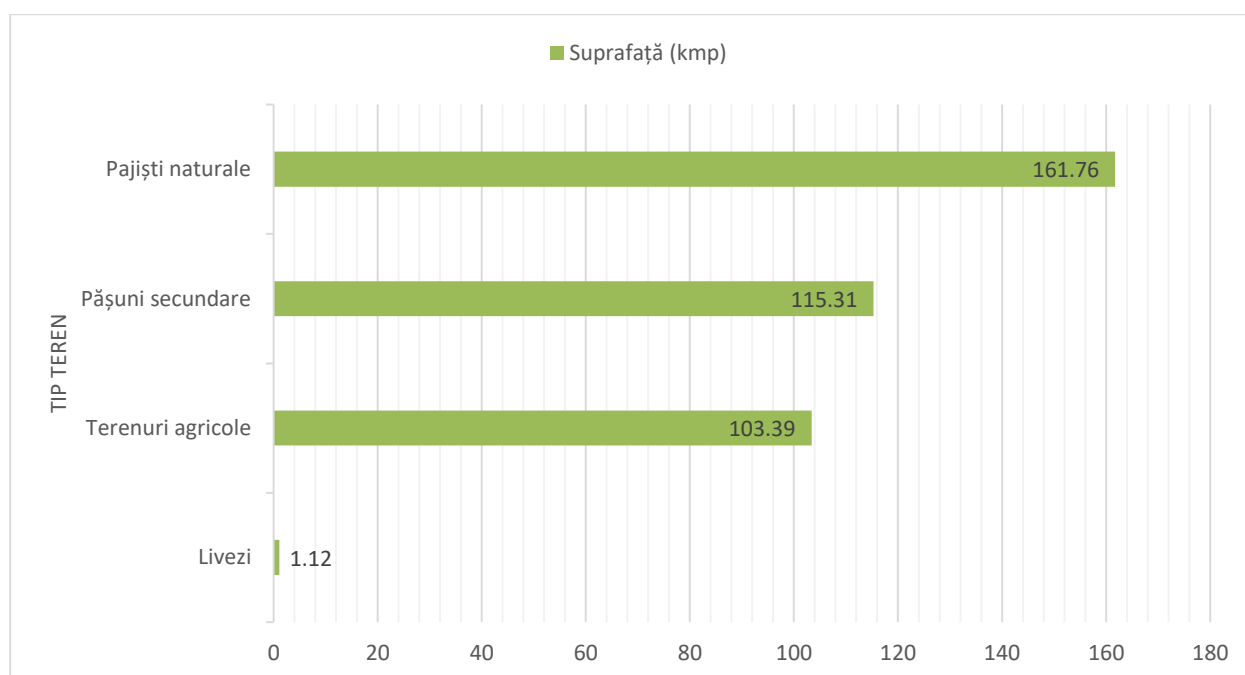


Fig. 75 – Terenurile și culturile utilizate în agricultura din Căliman

3.2.2. Silvicultura

Din punct de vedere al suprafețelor forestiere, Călimanul este destul de împădurit (afirmație care se bazează pe analizele și statisticile efectuate la subcapitolul de vegetație).

Aici domină pădurile de conifere, acestea mai alternează cu cele de foioase. Ca și activități silvice, cu privire la despăduriri, acestea sunt rare și se poate observa pe harta utilizării terenurilor că suprafețele defrișate apar ca niște mici pâlcuri cu caracter restrâns. Motivul pentru care Călimanul nu e foarte despădurit constă în prezența parcului național intens protejat de pădurari, rangeri ai parcului și jandarmi montani care susțin *echilibrul natural* de aici – mai multe defrișări au loc în vecinătăți (Munții Gurghiu și Munții Giurgeu).

Referitor la echilibrul natural, s-a realizat o hartă a indicelui de naturalitate, care exprimă raportul dintre suprafața împădurită și suprafața totală a arealului studiat.

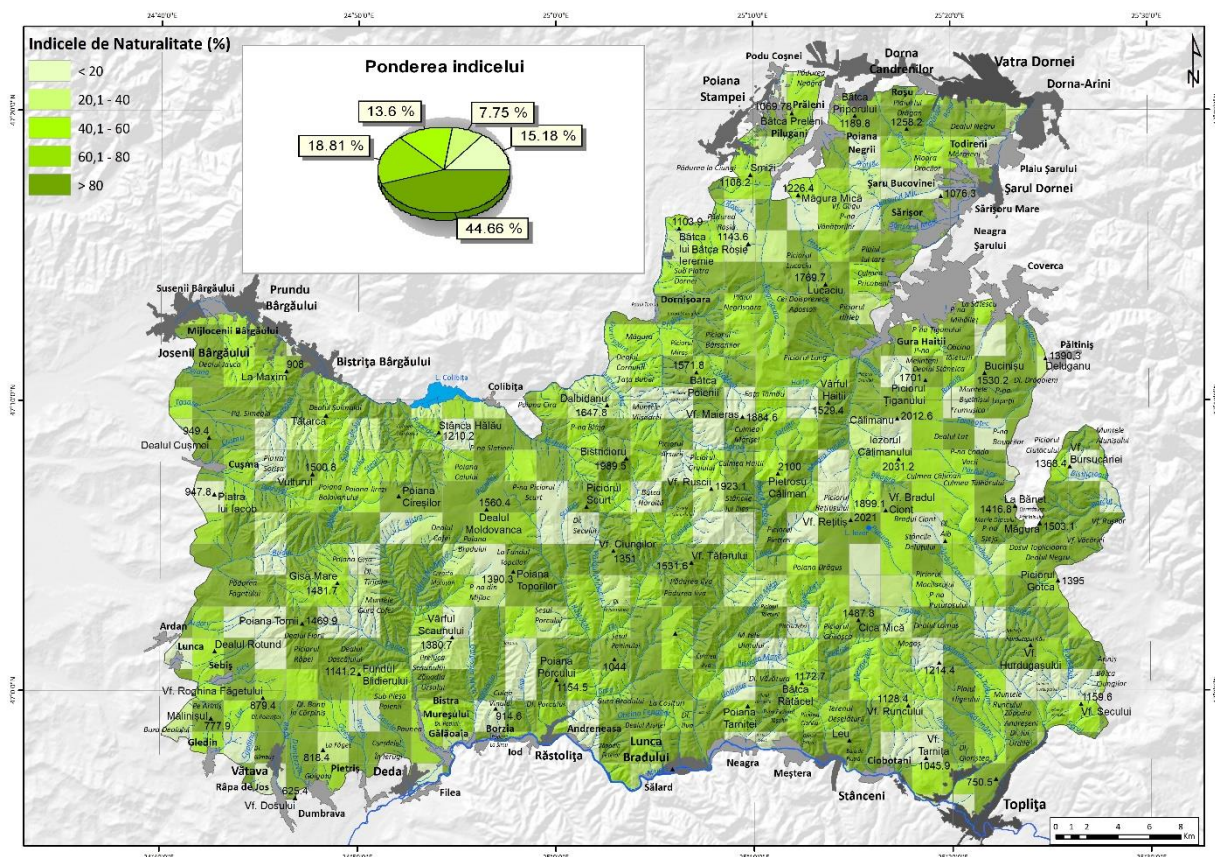


Fig. 76 – Harta Indicelui de Naturalitate în Munții Căliman

Acest indicator se raportează la prezența pădurii în întreg masivul și nu la starea naturală a pădurii, care ar fi un aspect greu de evaluat.

Indicele de Naturalitate înregistrează atât variații semnificative, cât și o anumită uniformizare pe anumite suprafețe, care sunt date de caracteristicile pedologice, morfometrice și morfografice ale reliefului și putem observa o oarecare scădere în culoarele depresionare, dar și în zona creștelor și a altitudinilor din etajul alpin (fapt și normal datorită etajării climatice).

Pe de altă parte, în masiv, se înregistrează valori destul de ridicate, ultima clasă, de 80% are cea mai mare pondere, de 44,66%, ceea ce atestă că presiunea umană asupra fondului forestier.

Este de menționat că unele firme ce activează în industria lemnului nu numai că au tăiat din materialul lemnos, dar au și plantat înapoi, ceea ce a dus și la o regenerare a pădurii în anumite locuri.

În arealul Topliței din Munții Căliman, până la izbucnirea Primului Război Mondial (1914 – 1918) se practica transportul lemnului pe plută de pe râul Voievodeasa – Toplița și mai apoi se făcea traversarea pe Mureș la confluență până la Târgu Mureș, care era destinația finală a materialului lemnos.

3.2.3. Turismul – geomorfositurile din Căliman

Impresionantul masiv vulcanic al Călimanului constituie, prin dimensiunile sale de aprox. 2000 km² o uriașă barieră între Transilvania și Moldova.

Ca și orice masiv montan, Călimanul constituie un important avatanaj turistic pentru regiune, însă, acesta se diferențiază de alți munți printr-o particularitate foarte interesantă. Este vorba de vulcanokarst! O formațiune de relief rezultată în urma lavelor și reliefului carstic de aici care au dat naștere unor forme de relief impresionante – geomorfosituri dezvoltate pe un astfel de relief și acest subcapitol se axează pe prezentarea și promovarea lor turistică, însă înainte de a le aborda, considerăm necesară o prezentare a căilor de acces către Munții Căliman.

Așadar, căile cu accesibilitate primordială aici sunt cele dinspre municipiul Toplița, deoarece din această localitate traseele turistice sunt cele mai ușoare, pantele versanților sud-estici nu sunt foarte înclinate, chiar aici, pe versantul sudic, sud-estic există și cele mai multe refugii. Către Toplița se poate ajunge atât dinspre București cât și de la Târgu Mureș pe drumul E 578 și pe calea ferată, iar dinspre Borsec respectiv Piatra Neamț, există DN 15. Tot în partea sudică, în zona Defileului Mureș se poate ajunge tot pe calea ferată sau pe E 578, din localitățile de aici există trasee turistice către masiv, chiar și până pe Vf. Pietrosu Căliman (2100 m).

Partea vestică a masivului care este mult mai domoală și coboară până la altitudini de 450 de metri, zona Deda (Mureș) – Livezile (Bistrița-Năsăud) poate fi accesată atât prin E 578 dinspre Târgu Mureș sau dinspre București – Brașov – Miercurea Ciuc - Toplița, cât și prin E 58 de la Bistrița și pe lângă aceste căi de acces, mai menționăm drumurile județene și comunale, apoi cele forestiere care străbat această parte a muntelui.

Munții Căliman și Bârgău sunt despărțiți de valea Bistriței (partea nordică a acesteia), care este de o frumusețe pitorească deosebită, aici aflându-se Pasul Tihuța, care se află pe E 58, respectiv DN 17, menționăm că acest drum este unul istoric folosit de negustorii și meșteșugarii ardeleni și moldoveni între Moldova și Transilvania. Cota la care se află acest pas este de 1201 metri și oferă o panoramă impresionantă asupra calderii Călimanului și munților mici ai Bârgăului.

Pe Valea Someșului Mare se poate ajunge în Căliman prin Pasul Rotunda (1254 m) atât cu trenul cât și cu autobuzele ce circulă între Năsăud și Rodna, sau pe DN 17 între Cîrlibaba – Valea Bistriței Aurii, ca mai apoi în nord, către Pasul Prislop către Maramureș sau pe drumul Iacobenii – Vatra Dornei.

Totodată, o cale de acces pe calea ferată ne mai stă la dispoziție în zona Sucevei, Câmpulungului Moldovenesc prin Obcinele Bucovinene sau și mai aproape, chiar în Vatra Dornei. Aici mai există și o accesibilitate prin drumurile naționale 17 și 17B dinspre Câmpulung Moldovenesc, respectiv Broșteni – Poiana Largului – Bicăz – Piatra Neamț. La Broșteni se

întâlnește *drumul lui Calistrat Hogaș* peste Pasul Păltiniș la Vatra Dornei sau o altă variantă: pe valea Negrei și pe la Glodu – Panaci, prin minunata Țară a Dornelor, fost ținut al răzeșilor unde peisajele montane îți taie cu adevărat răsuflarea. (Tr. Naum et al, 1989)

Trebuie amintit faptul că în Zona Dornelor se impun foarte multe resurse hidrominerale, ce aparțin manifestărilor mofetice ale Călimanului. Acestea sunt predominante hidrocarbonatate, cu variații de caracteristici hidrochimice, aici practicându-se și balneoturismul, pe lângă care se mai extrag și resurse de ape minerale carogazoase și necarbogazoase precum: Vatra Dornei, Șaru Dornei, Poiana Negrii sau Neagra Șarului. Aceste valențe turistice le întâlnim și în Borsec, care chiar dacă nu se încadrează în arealul Munților Căliman, ci puțin înafara acestora, posedă cele mai puternice manifestări mofetice, aici îmbutelindu-se și cea mai renumită și premiată apă destinată consumului din România, adică **Borsec**. (N. Ciangă, 1998).

Referitor la gradul de accesibilitate al acestor munți, s-a realizat o analiză spațială în urma căreia a și rezultat o hartă a accesibilității de aici.

Ca și metodologie, pentru obținerea hărții, s-au utilizat următoarele surse de date: utilizarea terenurilor conform CNCGFT și a geodeclivității, fiecărui tip de utilizare al terenului și clasei de înclinare a pantelor i s-a atribuit o valoare de la 1 la 5 care semnifica gradul de accesibilitate.

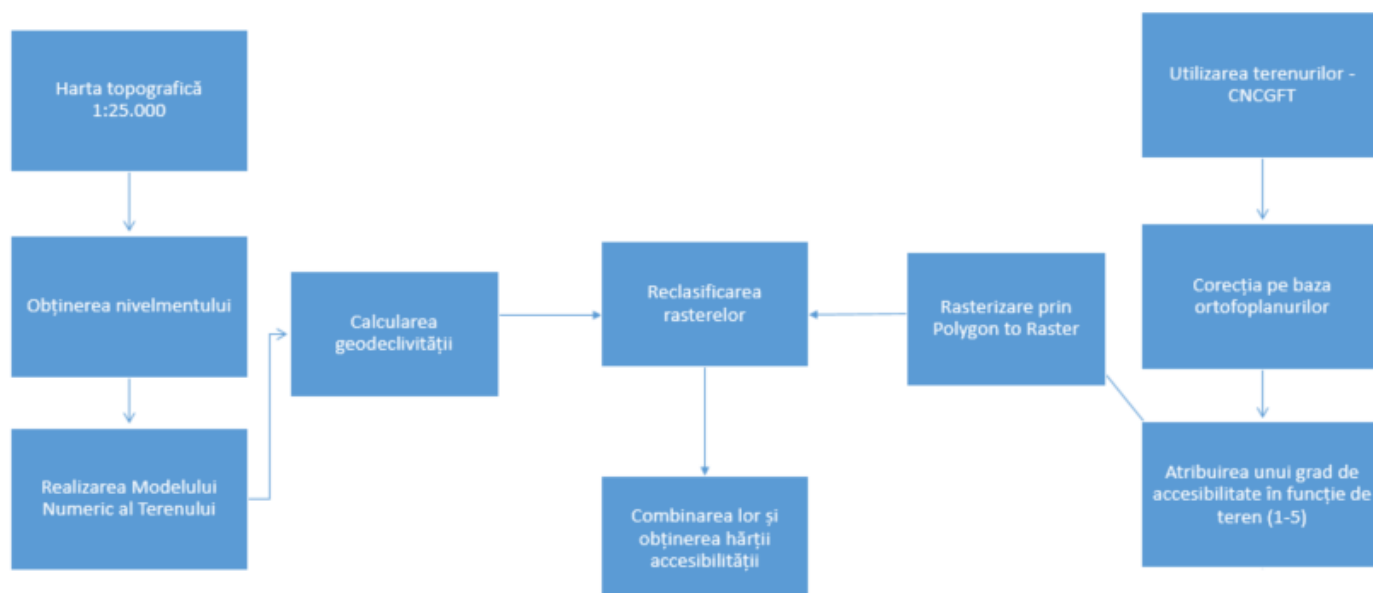
Tipul de utilizare al terenului	Valoare atribuită	Accesibilitate
Spațiu urban	1	Foarte ridicată
Terenuri arabile	1	Foarte ridicată
Livezi	1	Foarte ridicată
Pășuni	1	Foarte ridicată
Pajiști	1	Foarte ridicată
Terenuri agricole complexe	2	Ridică
Păduri de foioase	3	Medie
Păduri de conifere	3	Medie
Păduri de amestec	3	Medie
Vegetație alpină și subalpină	3	Medie
Cursuri de apă	4	Redusă
Zone defrișate	5	Foarte redusă
Fosta carieră de sulf	5	Foarte redusă

Pentru geodeclivitate și clasele pantelor a fost utilizată următoarea matrice:

Gradul de înclinare	Valoare atribuită	Accesibilitate
0° – 15°	1	Foarte ridicată
15° – 30°	2	Ridică
30° – 45°	3	Medie
45° – 60°	4	Redusă
60° – 90°	5	Foarte redusă

Mai apoi, poligoanele cu utilizarea terenurilor a fost rasterizată, iar gridul obținut pe baza acestora a fost reclasificat împreună cu geodeclivitatea, ca pe urmă, prin combinarea amândurora să rezulte harta accesibilității.

Metodologia mult mai exactă poate fi consultată mai jos:



Metodologia a fost inspirată și adaptată după articolul științific *Trail accessibility as a tool for management of protected areas: Case study Ceahlău National Park, Romania*, 2012, Clius M. et al.

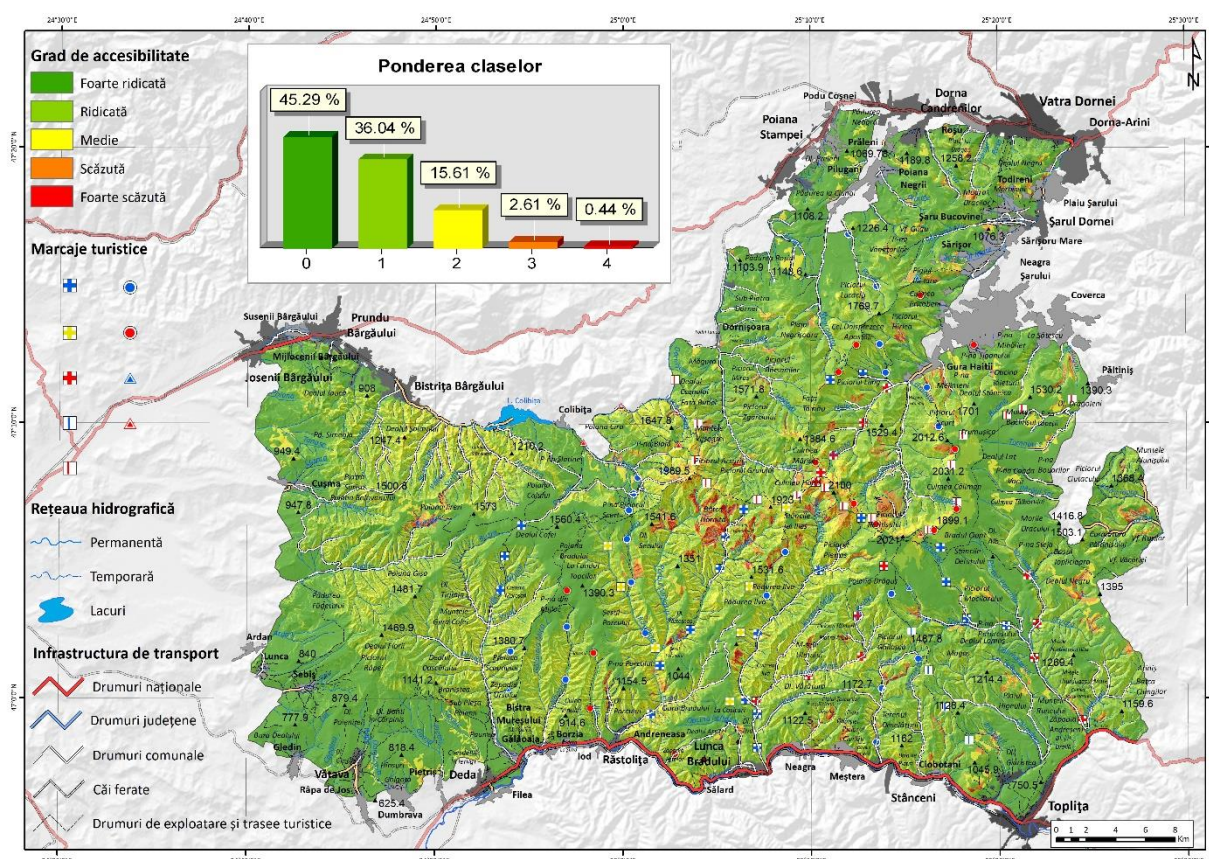


Fig. 77 – Harta accesibilității Munților Căliman

La începutul acestui subcapitol menționăm că se vor aborda geomorfositurile de aici, așa că vom continua cu acestea.

Geomorfositurile propuse și metodologie

Geomorfositurile sunt forme de relief cu geneză diversă ce pot fi valorificate din punct de vedere turistic și au o importanță ridicată în înțelegerea evoluției paleogeografice a unui anumit teritoriu. (Ilieș D.C., et al. 2009)

Astfel, geomorfositurile propuse de noi și care vor fi prezentate în această lucrare sunt următoarele:

Vulcanokarstul de adâncime:

1. Peșterile de mulaj în rocă vulcanică de pe Valea Mureșului Superior (Culoarul Toplița – Deda);
2. Grotele Luanei din Negoii Românesc (Palatul de Ciocolată, Grota Haosului, Grota Ruinelor);

Vulcanokarstul de suprafață:

3. Caldeira (fostul crater) al Munților Căliman;
4. Grupul statuar “Cei Doisprezece Apostoli”;
5. Megalitul gravat de la Gura Haitii;

Totodată, geomorfositurile au o serie de valori, și anume:

1. Geomorfologice;
2. Științifice;
3. Ecologice;
4. Culturale;
5. Estetice;
6. Economice;

În următoarele rânduri, am calculat pentru fiecare geomorfosit valoarea și am întocmit fișe de inventariere, conform unei metodologii abordate de geografa Cocean Gabriela în teza sa de doctorat, “Relația relief și turism în Munții Trascău”.

Astfel, metodologia folosită este următoarea:

$$VS = VS1 + VS2 + VS3$$

Unde: VS – Valoarea structurală; VS1 – Valoarea geomorfologică; VS2 – Valoarea estetică; VS3 – Valoarea ecologică;

În funcție de particularitățile geomorfositului, VS1 poate avea următorii parametri:

$$VS1 = VS1a + VS1b + VS1c + VS1d + VS1e + VS1f + VS1g;$$

Iar formula de calcul a valorii funcționale va fi:

$VF = VF1 + VF2 + VF3$, unde VF1 – Valoarea culturală; VF2 – Valoarea științifică; VF3 – Valoarea economică;

La fel ca la VS, parametrii fiecărui geomorfosit sunt diverși:

$$VF1 = VF1a + VF1b + VF1c + VF1d + VF1e + VF1f + VF1g;$$

Atributele restrictive au un factor mare de influență, iar calculul acestora este următorul:

$AR = AR1 + AR2 + AR3 + AR4$, unde AR1 – Riscuri naturale și antropice; AR2 – Vulnerabilitatea la riscuri; AR3 – Prezența unor activități economice care ar putea afecta turismul; AR4 – Elementele inestetice; (G. Cocean, 2011)

Pentru fiecare geomorfosit menționat mai sus, pe lângă fișa de inventariere s-a realizat și harta de accesibilitate a acestuia, în conformitate cu ce afișată mai sus, pe întreg masivul.

Peșterile de mulaj în rocă vulcanică de pe Valea Mureșului

Aceste cavități de mărimi medii sunt prezente în formațiunile vulcanogen-sedimentare din Munții Căliman, pe raza Culoarului Toplița – Deda, între comunele Neagra și Răstolița.

Unele dintre ele au la bază procese de alterare, iar altele au fost formate prin mulajul unor trunchiuri de brad în lava vulcanică stinsă.

S-au format acum 5 milioane de ani și conform geologilor, astfel de formațiuni endocarstice mai există doar în Japonia, Slovacia și Ungaria. (Karoly M., 1991)

Într-un număr de 14 peșteri, doar una poate fi vizitată, și anume Căsoaia lui Ladaș, fiind și singura pentru care s-a realizat o fișă de inventariere.

Valoare totală = 18

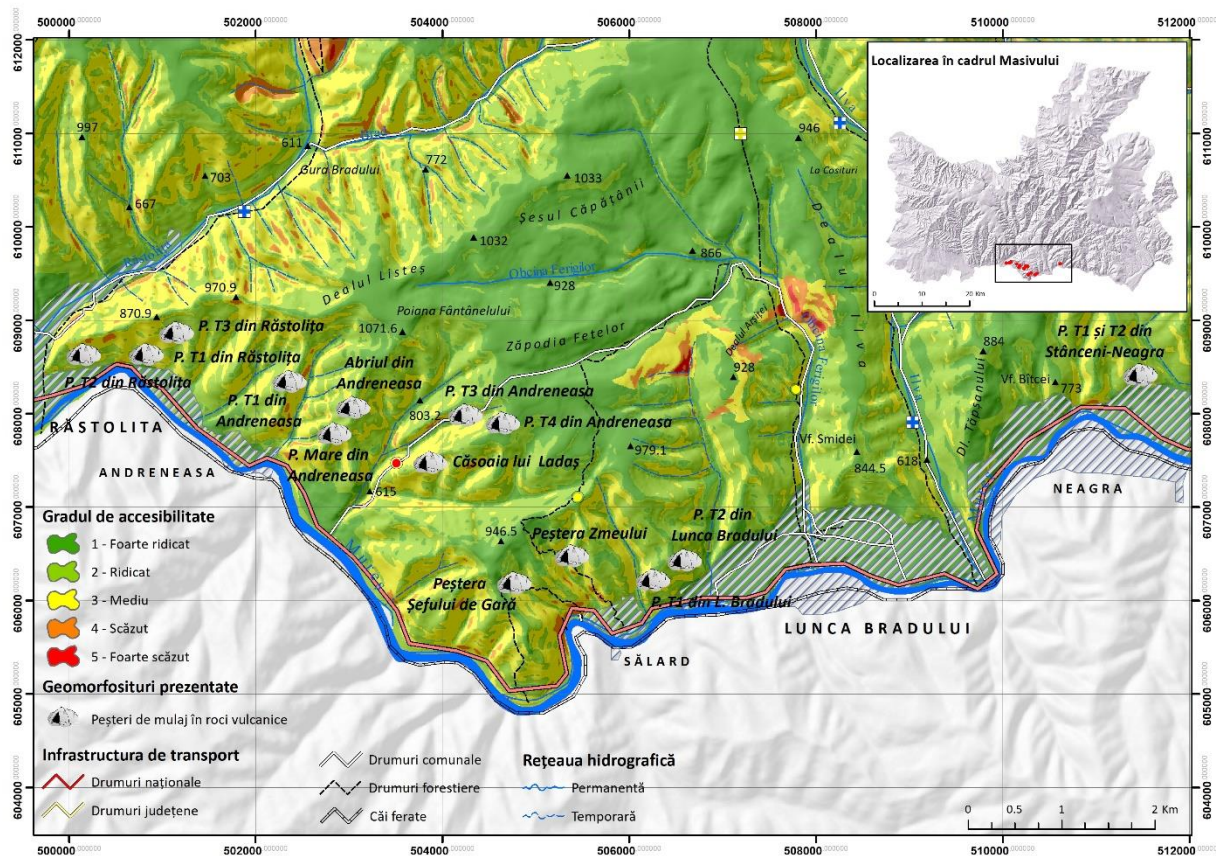


Fig. 78 – Gradul de accesibilitate și distribuția spațială a peșterilor de mulaj în rocă vulcanică de pe Valea Mureșului Superior



Fig. 79 – Căsoaia lui Ladaș

Fișa de inventariere:

Denumire	Căsoaia lui Ladaș
Așezare	Valea Mureșului, sub Zăpodia Fetelor
Unitate Administrativ-Teritorială	Comuna Răstolița, sat Andreneasa (MS)
Tipologie	Geomorfosit – Peșteră (vulcanokarst de adâncime)
Extensiune	Lineară
Valoare totală	18
Valoare structurală	9
Valoare Funcțională	6,5
Atribute restrictive	2,5

VALOARE STRUCTURALĂ

Tip	Punctaj	Justificare
Geomorfologică	3,5	Modul de formare joacă un rol esențial aici. Această peșteră s-a format în rocă vulcanică, lava s-a scurs prin pădure, trunchiurile copacilor au fost prinse în lavă și după un timp, apa le-a scos din rocă. Reprezintă un unicat în această zonă și în țară.
Estetică	3,5	Cavitatea de deschidere are o formă circulară, cu un diametru de aproximativ 10 metri. Se prezintă sub forma unor galerii unic, lineare, îngustându-se la capăt, tocmai datorită dispunerii arborelui ce a fost carbonizat și apoi mulat.
Ecologică	1	Din punct de ecologic și faunistic, aici se regăsește doar <i>Myotis myotis</i> (Liliacul urecheat brun).

VALOARE FUNCȚIONALĂ

Tip	Punctaj	Justificare
Culturală	1,5	Posibilitatea locuirii și populării acestor peșteri

		în Neolitic și Epoca Bronzului (există cercetări pentru a dovedi acest lucru).
Științifică	3	Există teorii privind modul de formare, mai ales evoluția în glaciațiunea Riss-Wurm.
Economică	2,5	Alegerea de turiști pentru pensiunile și restaurantele din regiune, mai ales pentru diferite aneții de turism din Târgu Mureș, care mai practică și rafting pe râul Mureș.

ATTRIBUTE RESTRICTIVE	
Punctaj	Justificare
2,5	Traseul turistic are dificultatea medie, durata de parcurgere este de 30 de minute față de șoseaua națională. Probabilitatea ca la un cutremur relativ mare cavitatea să se prăbușească, deoarece unii pereți sunt fisurați.

Grotele Luanei

Karstul de adâncime, precum menționam și anterior, s-a dezvoltat atât pe formațiuni sedimentaro-vulcanice, cât și pe piroclastite în Negoitul Românesc (fosta exploatare de sulf).

Aici, acestea ocupă o suprafață continuă, larg extinsă. Cele mai reprezentative sunt *Grotele Luanei*, și anume: Grota Haosului, Palatul de Ciocolată și Grota Ruinelor.

Geologia zonei a favorizat modul lor de apariție. Și anume, prin eroziune și transport, râul subteran a lărgit în unele sectoare golurile din aglomerate și cenuși vulcanice, roci foarte slab consolidate. Astfel, ca urmare a prăbușirii tavanelor, golurile inițiale erau umplute cu blocuri, creându-se în schimb un nou spațiu deasupra acestora, în locul tavanului distrus.

Totodată și circulația subterană care a urmărit micile goluri s-a localizat la acest nivel, formând un râu subteran. (Tr. Naum et al, 1962)

Din păcate însă, datorită exploatării miniere de sulf, aceste grote nu mai pot fi vizitate, zona respectivă fiind închisă în scopul refacerii muntelui, tocmai din acest considerent nu s-a întocmit o fișă de inventariere.

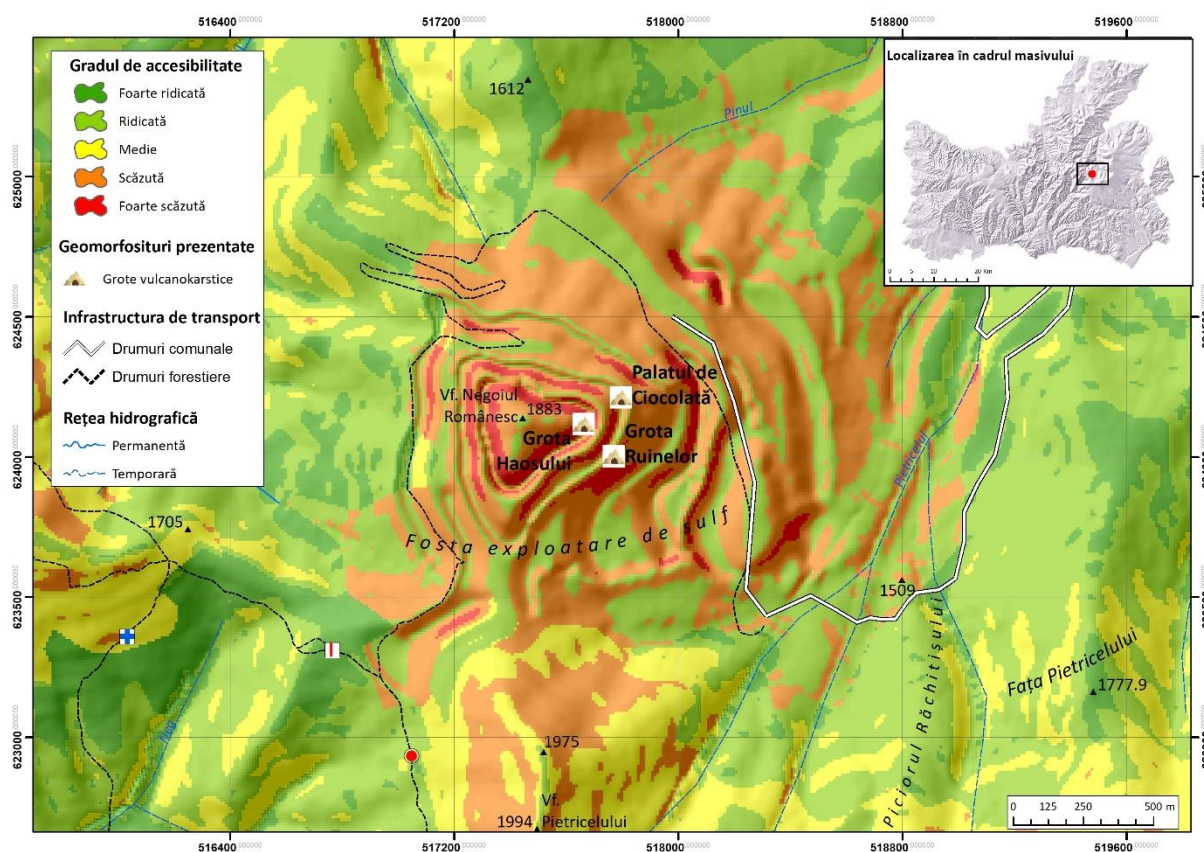


Fig. 80 – Gradul de accesibilitate și distribuția spațială a grotelor vulcanokarstice din Căliman



Fig. 81 – Negoiul Românesc, fosta exploatare de sulf
(foto: Peter Lengyel)

Grota Haosului

Grota Haosului este cea mai extinsă, cu o suprafață de 1735 metri pătrați, prezintă la intrarea altitudinea de 1700 m și se înalță spre vest până la 1720 m. Aceasta prezintă aspectul unei hrube.

În interiorul grotii se întâlnesc depozite de silice cu grosimi de circa 2-3 m, numeroase depozite lacustre (caolin – silice), brecii vulcanice, blocuri de caolin și silici ușor limonitizat, pe baza cărora apar numeroși brăduți, ace, turnuri, forme sculptate de picăturile de apă ce cad din tavan.

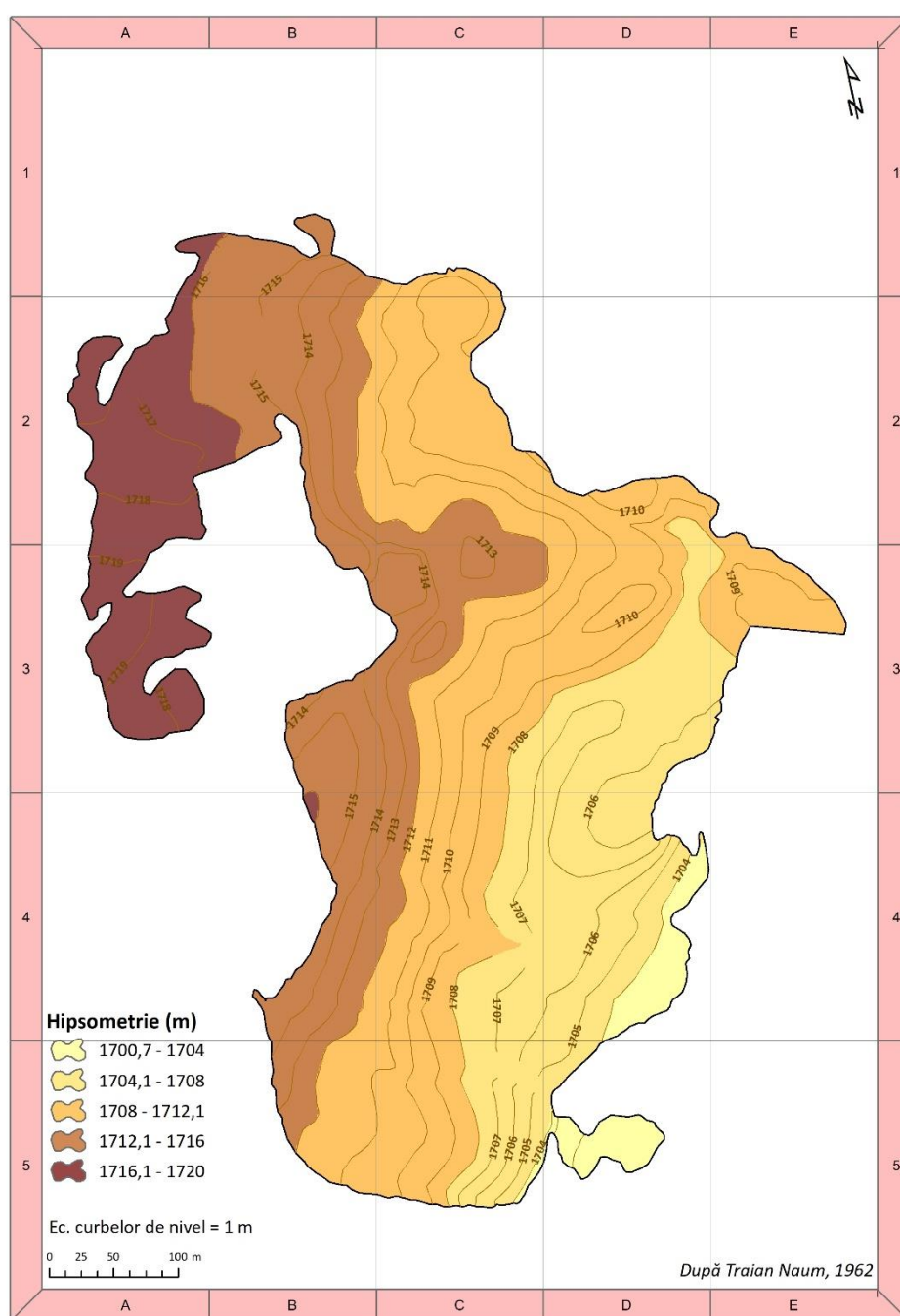


Fig. 82 – Grota Haosului

Grota Ruinelor

Este situată la altitudinea de 1716 metri și se înalță treptate către NV, până la 1734 de metri și prezintă aspectul unei săli enorme, cu o suprafață de 1180 metri pătrați.

La extremități și partea nordică predomină depozite groase de sicile. Torenții sunt mai reduși, fapt ce indică o circulație mai mică a apelor de infiltrație.

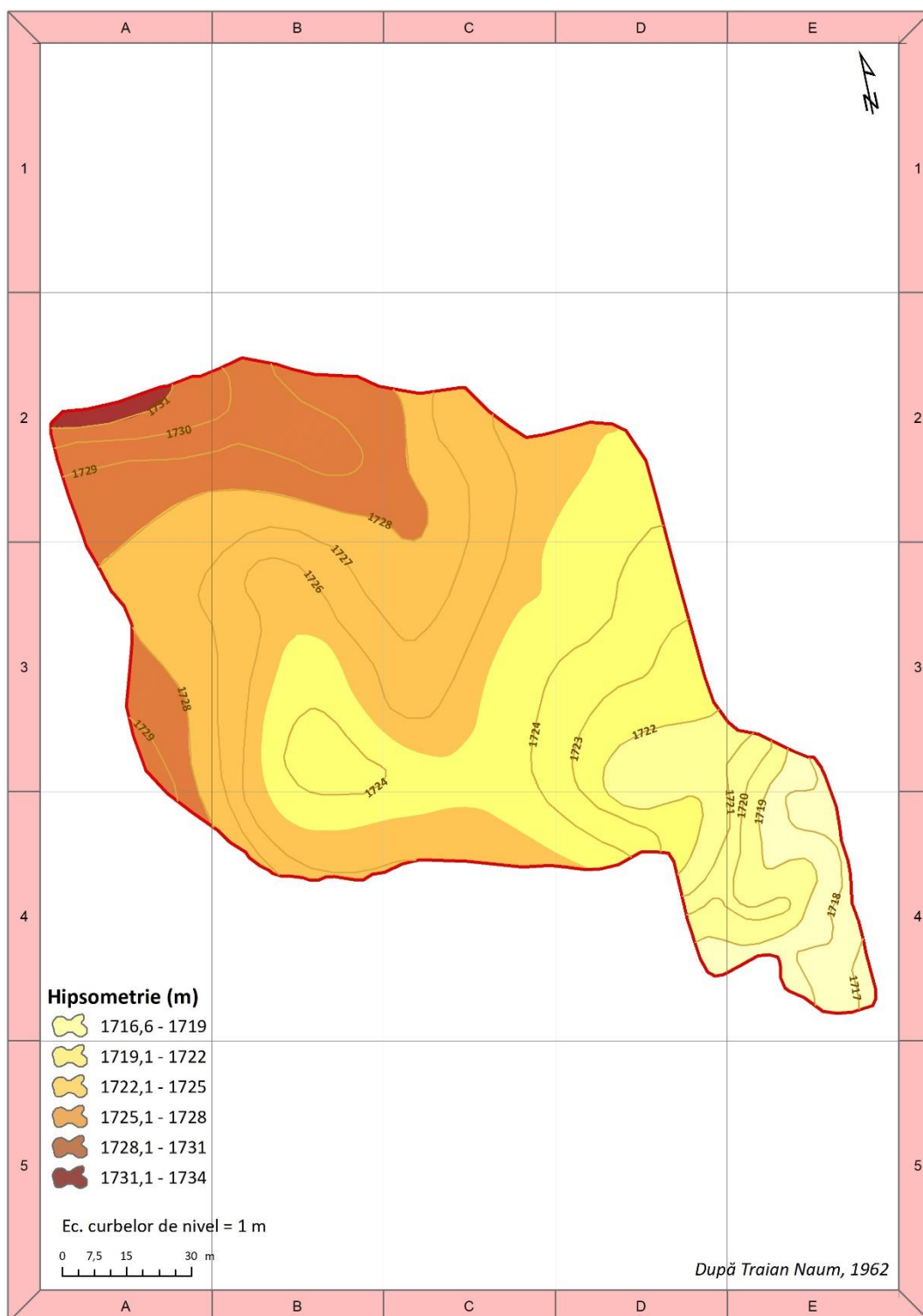


Fig. 83 – Grota Ruinelor

Palatul de Ciocolată

Cu o suprafață mult mai redusă, este situată la altitudinea medie de 1615 m și se înalță treptat până la 1620 m.

Prezintă un aspect destul de diferit, deoarece este formată din sectoare largi în alternanță cu sectoare înguste (de până la 40 de cm), cu o sală largă de circa 11 metri (în est).

Tavanul străpuns de diaclaze și mici hornuri este tapizat cu un covor de stalactite cu forme și dimensiuni foarte variate. (Tr. Naum et al, 1962)

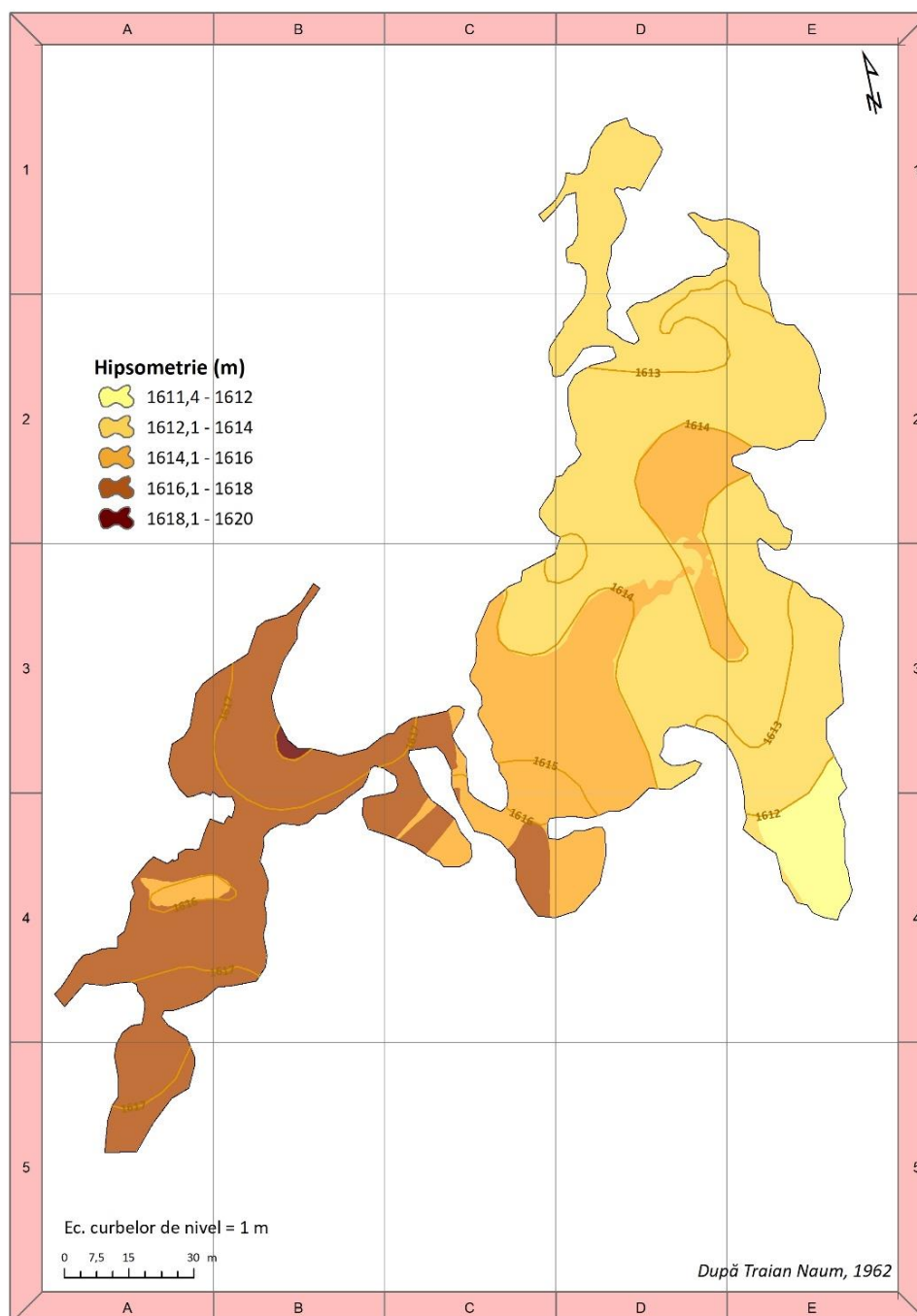


Fig. 84 – Palatul de Ciocolată

Vulcanokarstul de suprafață

Formele carstice cele mai simple (lapiezuri sau alveole) sunt grefate pe andezite piroxenice (andezite cu augit și hipersten și andezite cu hornblendă), care formează vârfurile cele mai înalte (Călimanul Cerbului, Căliman Izvor, Voievodeasa, Bradul Ciont, Rețițiș, Negoiul Unguresc și Pietrosul) – adică toată lungimea caldeirei vulcanice.

Partea internă a craterului prezintă pereți abrupti, fragmentați de torenți și șlefuiți de ghețari, care pot fi admirați de pe vârfurile caldeirei.

Pe lângă lapiezurile și alveolele de pe caldeiră, tot de aici mai pot fi admirate peisajele fascinante ale formațiunilor muntoase din vecinătatea Călimanului. (Tr. Naum et al, 1962)

Caldeira Călimanului

Impresionantul fost crater cu o lungime aproximativă de 10 kilometri este (și) un punct de belvedere al împrejurimilor, fiind vizibili Munții Ceahlău, întinsa parte sudică a Orientalilor, Munții Rodnei și Maramureșului, iarna, datorită efectului de lupă pot fi văzuți chiar și Munții Făgăraș!

Tot aici pot fi vizibile și urme ale glaciațiunii, lapiezuri, alveole, goluri cilindrice.

Gradul de accesibilitate este relativ mediu, cel mai ușor se poate urca din partea SE, dinspre Toplița, deoarece geodeclivitatea este mai redusă. (Ielenicz. M, 2004)

Valoarea calculată este de 23.



Fig. 85 – Vedere către centrul caldeirei
(arhivă personală)



Fig. 86 – Plăci andezitice pe caldeiră
(arhivă personală)

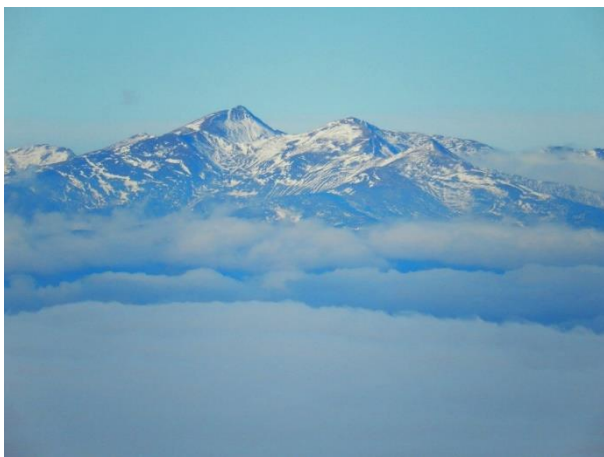


Fig. 87 – Vedere către M-tii Rodnei
(foto Laurențiu Balint)



Fig. 88 – Vedere către Ceahlău și
Giurgeu
(arhivă personală)

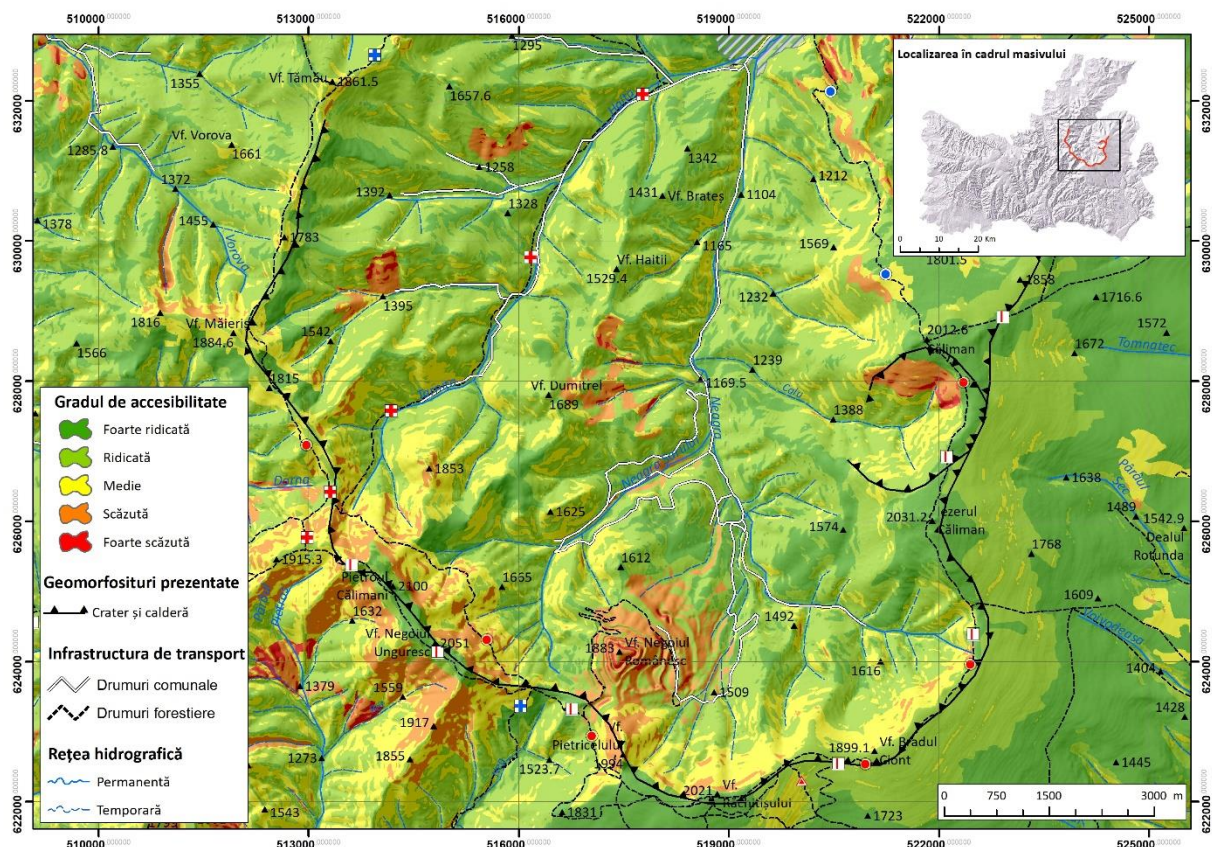


Fig. 89 – Gradul de accesibilitate al caldeirei Călimanulul

Denumire	Caldeira Călimanulul
Așezare	Partea central-estică a masivului
Unitate administrativ-teritorială	Toplița (HR), Lunca Bradului (MS), Poiana

	Stampeii (SV), Șarul Dornei (SV), Bilbor (HR).
Tipologie	Geomorfosit – caldeiră și vulcanokarst de suprafață
Extensiune	Lineraă
Valoare totală	23
Valoare structurală	10
Valoare funcțională	9
Atribute restrictive	4

VALOARE STRUCTURALĂ

Tip	Punctaj	Justificare
Geomorfologică	4	Caldera centrală a Călimanului este dominată de vârfuri înalte, la care se adaugă conuri secundare. Suprafețele plane au o extindere mai redusă pe flancul nordic, datorită pantei mai accentuate și eroziunii intense a râurilor.
Estetică	4	Mărimea considerabilă a caldeirei, lungă de 10 km, este primul argument al valorii estetice. Relieful alpin prezent în partea vestică a caldeirei, zona Negoiu Unguresc – Pietrosu Căliman (altitudini de peste 2000 de metri), aspect diferit față de cealaltă parte a fostului crater, în special piscul Pietrosului sub aspect de piramidă. Prezența unui crater secundar (după Tr. Naum și E. Butnaru), în cadrul caldeirei mari, în extremitatea nord-estică, între Vf. Iezerul Căliman (2031,2 m) și Vf. Căliman (2012,6 m).
Ecologică	2	Aici se întâlnesc următoarele formațiuni vegetale: jnepeniș, stâncărie, pajiști alpine, bujor de munte. Iar din punct de vedere al faunei, se mai întâlnesc urși și lupi (rar).

VALOARE FUNCȚIONALĂ		
Tip	Punctaj	Justificare
Culturală	3	Prezintă o importanță culturală prin prisma organizării de activități educaționale pentru cunoașterea aparatului vulcanic încă bine păstrat, de către elevi/studenți.
Științifică	6	Considerentul cultural poate fi aplicat și aici. Prezența celei mai mari caldeire din țară și chiar SE Europei (diametru de 10 km). Dezvoltarea diferitelor studii referitoare la ansamblul elementelor biologice, geologice, geografice etc. de aici.
Economică	1	Activitățile economice sunt rar întâlnite aici, se mai organizează excursii și drumeții. În trecut, valoarea economică era destul de ridicată, datorită prezenței exploatării miniere de sulf din Negoiul Românesc.

ATTRIBUTE RESTRICTIVE	
Punctaj	Justificare
4	Atributele restrictive prezente aici sunt considerate ca fiind factorii climatici - în intervalul decembrie – aprilie/mai stratul de zăpadă poate depăși și 100 cm, ceea ce poate complica accesul. Totodată, geodeclivitatea ridicată din partea NV și SV poate constitui un impediment, precum și dificultatea drumurilor forestiere accesibile cu mașini 4x4.

Grupul statuar *Cei Doisprezece Apostoli*

Intensa activitate vulcanică de aici a dezvoltat și antropoforme. Astfel, de-a lungul văilor întâlnim pereți verticali de lavă, coloane prismatice și turnuri sculptate în aglomerate.

Peisajele inedite de aici au luat naștere prin eroziunea foarte activă, reușind să modeleze materialele rezultate în urma erupțiilor.

Astfel, aceste roci pe care le întâlnim sunt: Cei Doisprezece Apostoli, Pietrele Roșii și Tămău. (Tr. Naum et al, 1989)

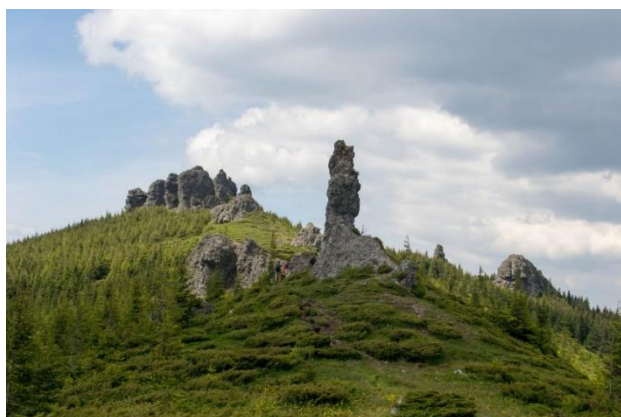


Fig. 90 – Drumul către geomorfosit
(foto Bogdan Țurcanu)



Fig. 91 – Grupul statuar Cei Doisprezece
Apostoli
(foto: pagină web Bucovina)

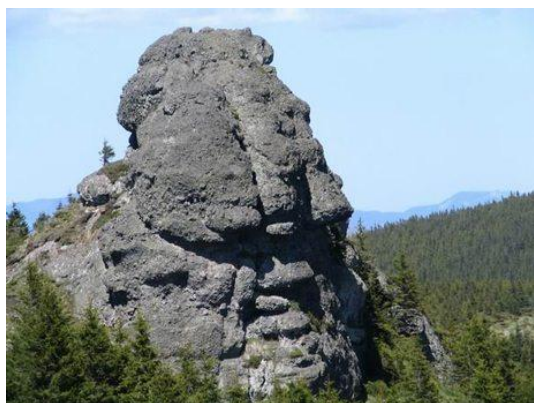


Fig. 92 – Moșul
(foto: ziarul Financiarul)



Fig. 93 – Nefertiti
(foto: Efemeride)

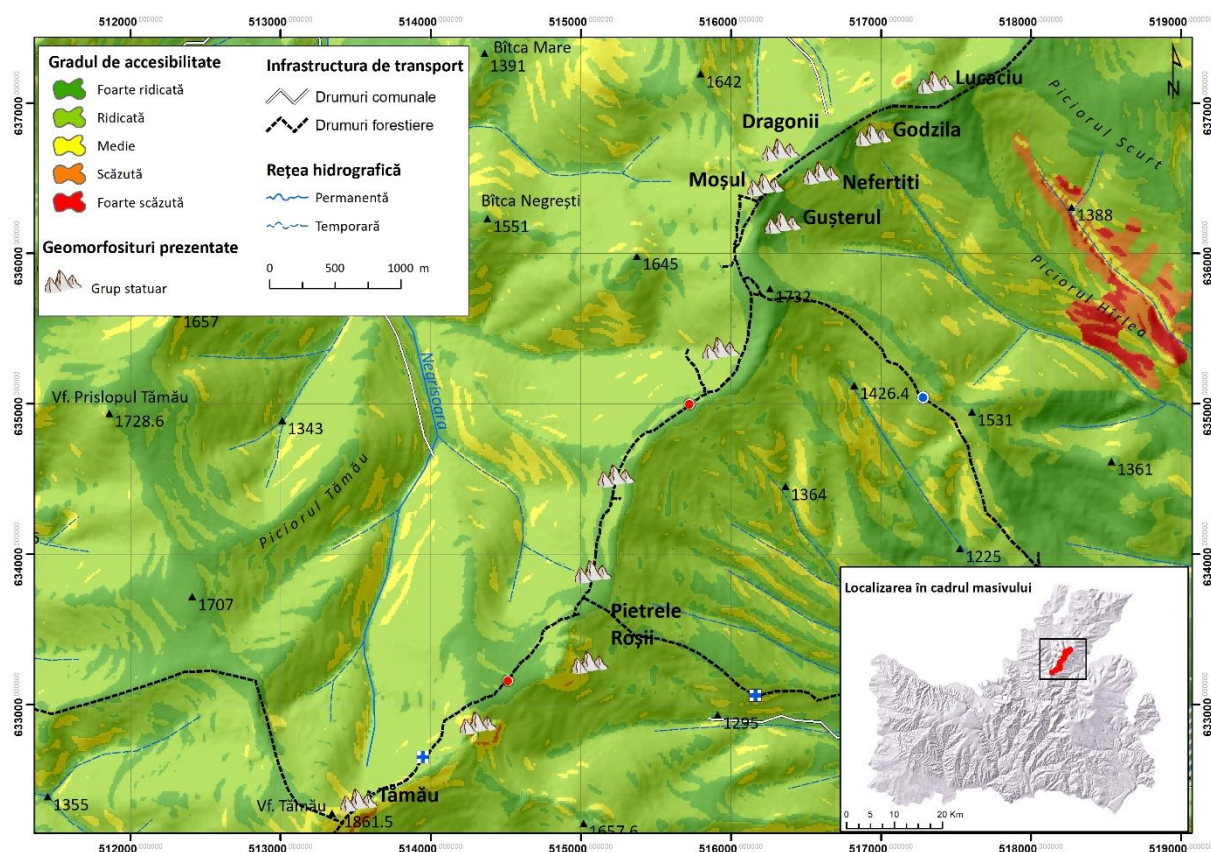


Fig. 94 – Gradul de accesibilitate și distribuția spațială a grupului statuar *Cei Doisprezece Apostoli*

Denumire	Grup statuar
Așezare	Flancul vestic al calderiei
Unitate administrativ-teritorială	Șarul Dornei (SV)
Tipologie	Geomorfosit – vulcanokarst de suprafață
Extensiune	Lineară
Valoare totală	20
Valoare structurală	9,5
Valoare funcțională	8
Atribute restrictive	2,5

VALOARE STRUCTURALĂ

Tip	Punctaj	Justificare
Geomorfologică	4	Acest tip de relief a luat naștere prin eroziunea apelor de șiroire și a celor cu regim torențial, la care s-au adăugat dezagregarea termică (inclusiv cea prin îngheț-dezgheț), descompunerea chimică, fasonarea

		eoliană și a picăturilor de ploaie.
Estetică	4	Aici se regăsesc caractere zoomorfe sau antropomorfe. <i>Moșul</i> este cea mai importantă formațiune din acest ansamblu, prezintă trei fațete distincte, toate cu chip uman.
Ecologică	2	Păduri de molid, vegetație subalpină și stâncărie.

VALOARE FUNCȚIONALĂ

Tip	Punctaj	Justificare
Culturală	4	Conform arheologilor, istoricilor și dacologilor, acum patru milenii (aprox. 2000 î.Hr.) aici ar fi trăit o civilizație megalitică care practica cultul soarelui, precedentă dacilor (dovadă stând și în Megalitul gravat de la Gura Haitii). În revistele de dacologie se mai vehiculează că după acea civilizație megalitică, la <i>Cei Doisprezece Apostoli</i> , dacii obișnuiau să realizeze slujbe și sacrificări pentru a comunica cu zeul lor, Zalmoxis.
Științifică		Datorită unicității formelor reziduale de tip “martori de eroziune”, <i>Cei Doisprezece Apostoli</i> , <i>Pietrele Roșii</i> și <i>Tămău</i> , constituie un ansamblu unic asemenea unui cromleh.
Economică	1	Nu există activități economice aici.

ATTRIBUTE RESTRICTIVE

Punctaj	Justificare
2,5	Factorul climatic poate constitui în unele cazuri o restrictivitate (intensificări considerabile ale vântului).

Megalitul gravat de la Gura Haitii

Megalitul gravat de la Gura Haitii se situa în Valea Paltinul, până să fie descoperit băiatul familiei Pața din Gura Haitii, în data de 5 iulie 1987, iar la momentul descoperirii, profesorul universitar doctor Traian Naum a afirmat că nu mai are niciun dubiu că în aceste locuri a existat și trăit o civilizație megalitică și misterioasă!

Acesta are o formă neregulată, înălțime de 135 cm, lățime de 92 cm și greutate de peste 1,5 tone.

Blocul prezintă evidente urme de prelucrare, evidențiate prin detașarea celor doi umeri de pe fețele cu gravuri. Se mai păstrează încă, destul de bine, urma șanțului de tăiere a rocii în zona respectivă, căci și dovada modului de desprindere a părții tăiate.

În prezent, acesta poate fi vizitat la Muzeul Megaliților Gravați din Căliman, din satul Gura Haitii. (Tr. Naum et al, 1989)

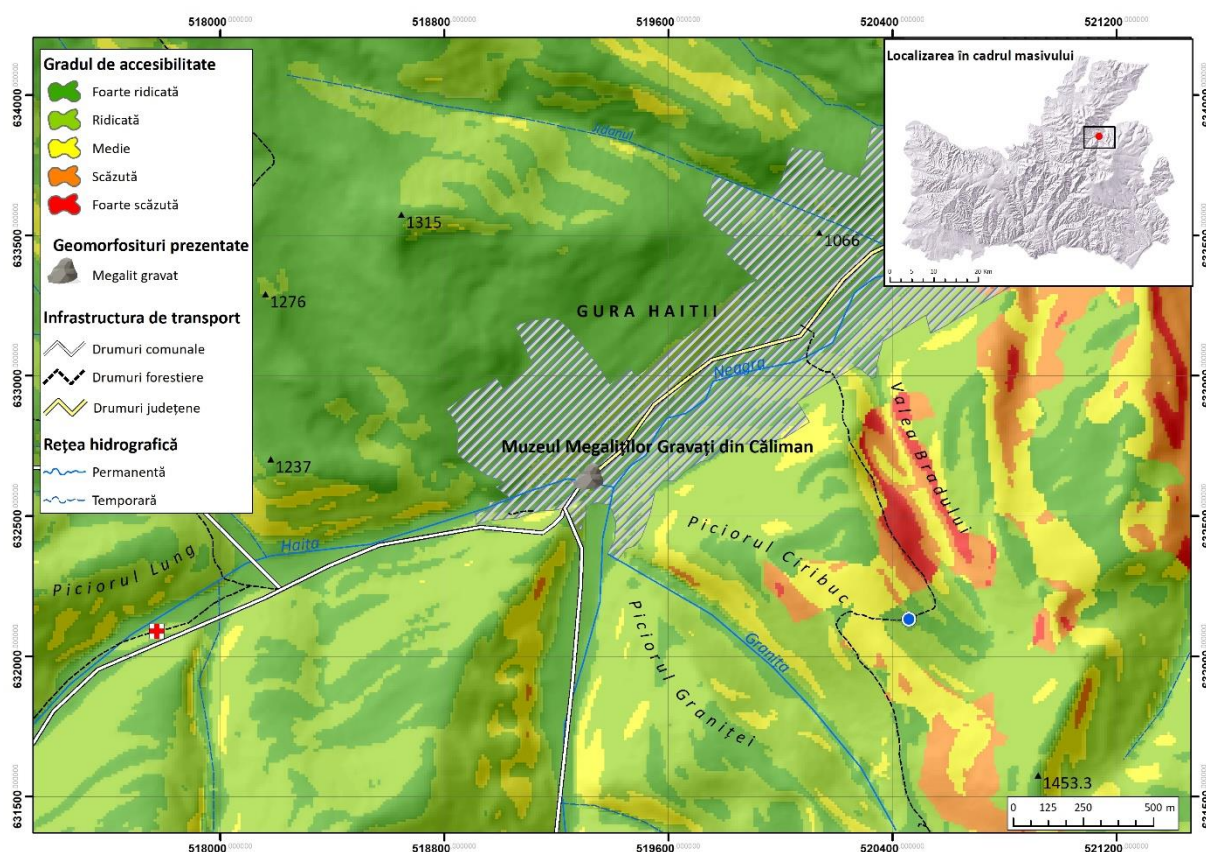


Fig. 95 – Gradul de accesibilitate la Muzeului Megaliților Gravați din Căliman



Fig. 96 – Gravurile de pe Megalit
(foto RomaniaNatura 23)



Fig. 97 – Megalitul gravat (dreapta) și cel cu striații (stânga)
(foto: RomaniaNatura 23)

DENUMIRE	MEGALITUL GRAVAT DE LA GURA HAITII	
Așezare	Interiorul calderiei	
Unitate administrativ-teritorială	Comuna Șarul Dornei, sat Gura Haitii (SV)	
Tipologie	Geomorfosit – megalit gravat	
Extensiune	-	
Valoare totală	25	
Valoare structurală	9	
Valoare funcțională	12	
Atribute restrictive	4	
VALOARE STRUCTURALĂ		
Tip	Punctaj	Justificare
Geomorfologică	3	Acest megalit făcea parte dintr-un ansamblu de blocuri sferice care s-au desprins inițial din stânci în blocuri paralelipipedice, la care au intervenit eroziunea și alterarea, șlefuiind astfel colțurile și muchiile. Se consideră că megalitul s-a desprins din <i>Cei Doisprezece Apostoli</i> .
Estetică	6	Megalitul prezintă gravuri ce se concentrează pe cea mai dreaptă latură a blocului andezitic. Ele sunt incizate destul de adânc și par a fi efectuate cu o unealtă metalică, având în vedere regularitatea lor. Pe această latură principală a megalitului, gravurile constau din cercul cu punct, cercul cu raze redat <i>în turbină</i> , cercuri concentrice, cercuri cu semicercuri în interior. Este considerat faptul că pe acest megalit s-a încercat redarea unei figuri umane – gravarea unui idol într-o compoziție soleiformă.
Ecologică	0	Deoarece se află într-un muzeu, valoarea ecologică lipsește.

VALOARE FUNCȚIONALĂ		
Tip	Punctaj	Justificare
Culturală	5,5	Totalitatea gravurilor de pe latura principală a megalitului sunt subordonate, prin modul în care au fost efectuate, cultului soarelui, marele cerc cu raze <i>în turbină</i> reprezentând probabil discul solar întâlnit uneori în gravurile din Franța, Portugalia, Italia etc.
Științifică	4,5	Având în vedere analogiile stilistice, trăsăturile inciziilor efectuate cu o unealtă metalică și cu un instrument de trasare, foarte asemănător compasului din zilele noastre, se consideră că nu este exclus ca gravurile să fi fost executate în Epoca Metalelor . Totuși, evaluatorii (istorici și arheologi) megalitului au considerat că este o dovadă a unei civilizații ce avea cultul soarelui și a trăit pe aceste meleaguri acum patru milenii.
Economică	2	Intrarea la muzeu este gratuită, însă este un punct de atracție pentru turiști.

ATTRIBUTE RESTRICTIVE	
Punctaj	Justificare
4	DJ 174F, singura cale de acces cu ajutorul automobilului prezintă semne avansată de degradare.

Important de menționat în analiza acestor atracții turistice, pe lângă lucrările științifice analizate, s-au luat în calcul și site-urile cu caracter turistic și forumuri de specialitate, respectiv bloguri de călătorii.

3.3. Așezările umane

Așezările umane se localizează în zonele marginale ale masivului și în culoarele de depresiune la contactul cu celelalte unități de relief.

Cea mai reprezentativă așezare umană din Căliman este **Toplița** (situată la o altitudine medie de 650 de metri). Jumătate din oraș se încadrează în limita stabilită a Călimanului, cealaltă parte aflându-se pe teritoriul Depresiunii Giurgeu, către deschiderea sudică a acesteia.

În Toplița se află centrul industriei forestiere din întreg masivul, chiar dacă exploatările nu sunt foarte multe în Căliman, Toplița este centrul polarizator. Tot aici se află o importantă stațiune balneoclimaterică – stațiunea Bradul.

Totodată, acest municipiu este considerat cel mai vechi din regiune, fiind atestat documentar în anul 1567, însă este considerat că aici a existat cetatea dacică **Sargidava**, aceasta fiind menționată și de Ptolemeu.

Pe Valea Mureșului Superior se înșirează comunele și satele compacte, în cea mai mare parte a lor sunt localizate în lunca Mureșului și constituie importante puncte de plecare pe traseele turistice și tot pe aici trece calea ferată națională pe rutele Sighetul Marmăției – București sau Târgu Mureș – București. Aceste localități mai au un caracter zootehnic-forestier.

Flancul vestic al masivului este ocupat de comunele mureșe și bistrițene, care sunt caracterizate prin *abundența* terenurilor agricole și au profil agro-pomi-viticol, dată fiind și hipsometria redusă, la contactul cu Dealurile Bisitriței și Mureșului. (Tr. Naum et al, 1989)

Așezările umane din nordul masivului sunt oarecum speciale, intens populate, comunele și satele de aici se evidențiază prin arhitectura specifică (bucovineană) cu case și gospodării construite din lemn, Vatra Dornei fiind cel mai important de aici, unde se află și cea mai concentrată bază materială turistică și prezența mofetelor și a resurselor hidrologice puternic influențate de substratul geologic, au făcut ca Vatra Dornei să fie declarată și ea stațiune balneoclimaterică, atrăgând la rândul ei o seamă de turiști, media înnopțărilor fiind de 6,2 nopți de cazare/turist.

Aceste localități încă mai urmăresc vechile drumuri ce acum câteva secole legau Transilvania de Moldova și încă se mai practică într-o proporție ridicată creșterea vitelor, motiv și pentru care gruparea populației este pe etaje de vegetație și relief. (N. Ciangă, 1988)

Precum Toplița, și Vatra Dornei este strâns legată de restul țării prin infrastructura rutieră și căile ferate din oraș.

Putem afirma că Vatra Dornei face oarecum concurență Topliței la din punct de vedere al atractivității turistice, dată fiind și poziționarea acestia, la contactul dintre mai multe unități montane (Căliman, Suhard, Rarău-Giumalău, Bârgău și chiar Rodna).

Pentru a sprijini această ipoteză, s-a realizat o analiză a numărului de înnoptări pe toate spațiile de cazare ale UAT-urilor care au până în 4000 de locuitori, ordine descrescătoare.

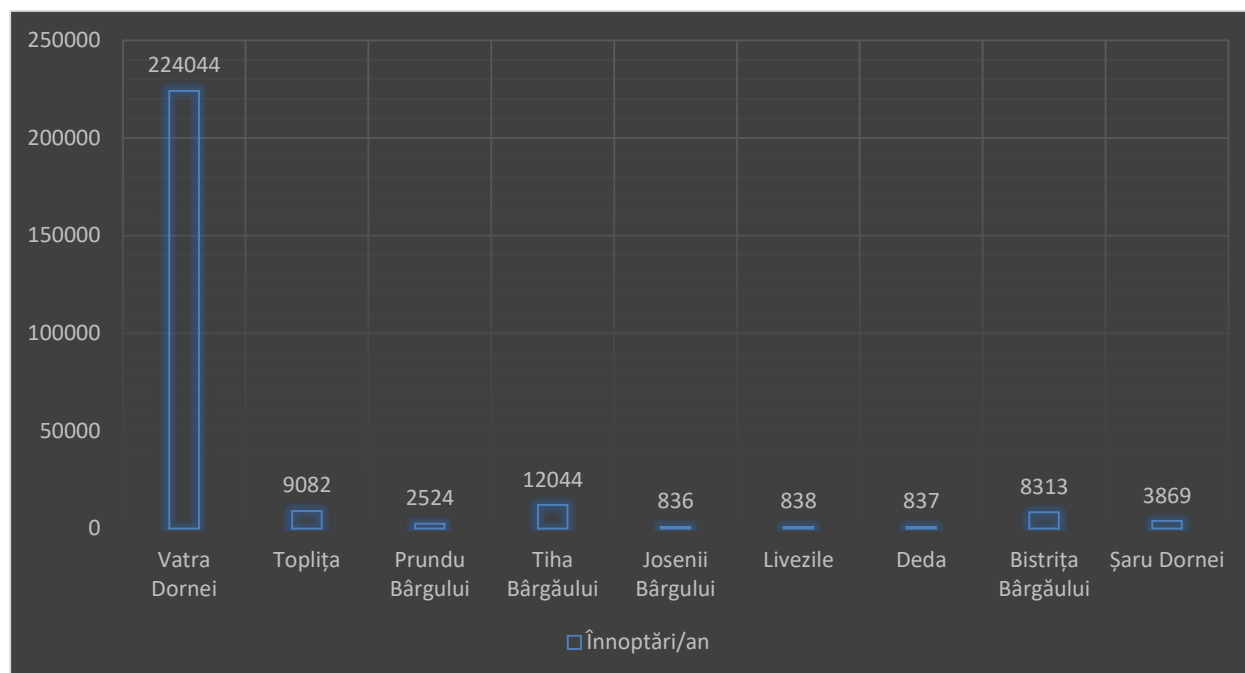


Fig. 98 – Numărul de înnoptări pe UAT-urile cele mai mari, în anul 2017

Rezultatul este surprinzător, Vatra Dornei conduce detașat această analiză cu cele mai multe înnoptări, urmată de Tiha Bârgăului și abia apoi de Toplița.

Considerăm că Tiha Bârgăului este mai populară, deoarece în apropiere se află Pasul Prislop și locul unde conform cărții lui Bram Stoker, ar fi locuit Dracula – personaj fictiv cu un important plus adus economiei prin turism.

În continuare, zona estică a masivului, la contactul cu Munții Bistriței se găsesc Depresiunile Drăgăioasa și Bilbor cu următoarele așezări umane: Păltiniș, Drăgăioasa, Bilbor și Borsec – altă importantă stațiune balneoclimaterică.

Comparând localitățile din Căliman cu cele din masivele montane din împrejurimi, amplasamentul acestora diferă față de cele din Bârgău de exemplu, care sunt situate și în centrul muntelui.

Concluzii

Prezenta lucrare a avut ca scop principal prezentarea complexă a Munților Căliman și corelarea factorilor naturali cu cei antropici, pentru o mai bună înțelegere a dinamicii acestor munți și cum pot fi ei valorificați.

Astfel, pentru început s-a analizat geologia și evoluția paleogeografică a Călimanului pentru a afla mult mai bine pe ce tip de roci și formațiuni se sprijină această unitate de relief unică prin vulcanismul prezent de aici și care se regăsește atât la suprafață, prin morfografie, cât și în subsol prin tipologia rocilor precum: andezite, bazalte, andezite bazaltoide, andezite cu piroxeni, formațiuni vulcanogeno-sedimentare, dacite, diorite și în zona lăaturalnică își fac prezența câteva serii de conglomerate și argile sau șisturi, specifice vecinătății.

Relieful poate reprezenta resursă umană prin configurația acestuia și tocmai din acest considerent s-au luat în calcul parametrii morfometrici esențiali pentru tipul acesta de relief, precum:

- Hipsometria – care are un rol hotărâtor în distribuția spațială a așezărilor umane;
- Geodeclivitatea (pantele) – principal factor în procesele de versant și uniformizarea vegetației, unde se ia în calcul atât expoziția cât și expunerea versanților, în special pentru diversele amenajări ale versanților;
- Energia de relief și adâncimea fragmentării reliefului au fost analizate pentru a pune în evidență eroziunea în adâncime și diferențele de altitudine pe km²;
- LS Factor ilustrează impactul pantelor și lungimii versanților asupra eroziunii solului;

Apoi, pentru a evidenția importanța datelor în analiza morfometrică a unei anumite regiuni, pe bazinul hidrografic al râului Voievodeasa utilizând mai multe surse altimetrice (nivelmentul de pe baza planurilor directe de tragere, nivelmentul de pe baza hărților topografice din anii '80 și EU-DEM – AsterDEM și SRTM la rezoluție spațială de 25 de metri).

Clima reprezintă un factor care influențează puternic procesele geomorfologice și activitățile antropice și tocmai din acest considerent s-au analizat parametrii climatici importanți (temperatură, precipitații, presiune atmosferică, strat de zăpadă, temperatura solului) ce și-au pus amprenta pe întreg masivul, care pot favoriza sau defavoriza dezvoltarea anumitor activități.

Pe lângă acești parametri luați în calcul, s-au mai realizat o serie de indici climatici ecometrici cu un important rol în cunoașterea topoclimatului masivului Căliman și din care reiese că zona are un grad relativ scăzut de ariditate.

Tot la climă, cu ajutorul teledetecției s-a extras temperatura suprafeței terestre dintr-o lună de iarnă și o lună de vară târzie de pe imaginile Landsat 8 Oli pentru a observa cum temperatura din aer diferă de cea din suprafața topografică (elementele de la sol).

Solul are un rol hotărâtor în creșterea vegetației și activităților agricole, favorabile fiind eutricambosolurile și aluviosolurilor, însă acestea sunt expuse atât eroziunii cât și gleizării, în timp ce celelalte soluri sunt favorabile pădurilor.

Tot la subcapitolul pedologic am analizat și indicii ajustați al solurilor pentru a le analiza umiditatea și saturația (SAVI), precum și solurile care au un potențial de infiltrare și scurgere al apei.

Vegetația s-a observat că are o legătură strânsă cu solurile, fiind influențată într-un caracter ridicat de acestea.

Din punct de vedere hidrografic, râurile de aici aparțin a trei mari bazine hidrografice (Mureș, Someș și Siret), iar văile au caracter radiar. Mureșul este râul cel mai important, în rest, majoritatea râurilor reprezintă importante resurse hidrologice prin proprietățile chimice din substratul geologic vulcanic.

Încheind cu cadrul antropic, am observat cum activitățile antropice dețin în cea mai mare măsură de relief și cum omul poate valorifica muntele.

Densitatea populației nu este foarte ridicată, datorită altitudinilor ridicate aceștia nu sunt foarte locuibili decât până la cotele de 1000 de metri, în schimb sunt ușor accesibili pentru activități economice.

Geomorfositurile reprezintă adevărate *resurse de aur* pentru turismul zonal, dată fiind unicitatea formelor de relief pe care se sprijină, fiind în puternică concordanță cu substratul geologic.

Bibliografie

1. Băncilă I. (1958), *Geologia Carpaților Orientali*, Editura Științifică București;
2. Clius M., Teleucă A., David O., Moroșanu A. (2012), *Trail accesability as a tool for sustainable management of protected areas: Case study Ceahlău National Park, Romania*, *Procedia Environmental Sciences* 14, 267 – 278;
3. Chendeș V. (2011), *Resursele de apă din Subcarpații de la Curbură. Evaluări geospațiale*, Editura Academiei, București;
4. Ciangă N. (1988), *Turismul din Carpații Orientali, studiu de geografie umană*, Presa Universitară Clujeană, Cluj – Napoca;
5. Cocean G. (2011), *Relația relief și turism în Munții Trascău*, Cluj-Napoca – rezumatul tezei de doctorat;
6. Conea I. (1935), *Țara Loviștei*, Imprimeria Națională, București;
7. Constantinescu Ș. (2006), *Observații asupra indicatorilor morfometrici determinați pe baza MNAT*, sursă link: <http://www.geo-spatial.org/articole/observaii-asupra-indicatorilor-morfometrici-determinai-pe-baza-mnat>, accesat la data de 02.05.2018;
8. Cărciunescu V. (2010), *eHarta: Planurile Directoare de Tragere*, sursă link: <http://www.geo-spatial.org/articole/eHarta-work-planurile-de-tragere>, accesat la data de 03.05.2018;
9. Dumitrof E. (2010), *Relația dintre climă și vegetația spontană și cultivată din județul Vrancea* – rezumatul tezei de doctorat;
10. Elorza M. G. (2010), *Geomorfologia*, Editura Pearson, Zaragoza;
11. Grigore M. (1979), *Reprezentarea grafică și cartografică a formelor de relief*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București;
12. Huete A. R. (1988), *A soil-adjusted vegetation index (SAVI)*, *Remote Sensing of Environment*, vol. 25, III, p. 259-309;
13. Ielenicz M. (2004), *Geomorfologie generală*, Editura Universitară București;
14. Ilieș D.-C., Josan N. (2009), *Geosituri și geopeisaje*, Editura Universității din Oradea;
15. Iosub F. (2008), *Evoluția Sistemelor Informaționale Geografice (GIS)*, sursă link: <http://www.geo-spatial.org/articole/evoluia-sistemelor-informaionale-geografice-gis>, accesat la data de 24.04.2018;
16. Karoly M. (1991), *Cavități din defileul Mureșului între Toplița și Deda (Munții Căliman)*, Clubul de Speologie “Ursus Spelaeus” Tg. Mureș;
17. Moise C. (2015), *Evaluarea calității mediului din depresiunea Loviștei cu ajutorul sistemelor informaționale geografice* – rezumatul tezei de doctorat;

18. Mihai B. A. (2007) *Teledetecție. Introducere în procesarea digitală a imaginilor*, Editura Universității din București;
19. Mihai B. A. (2009), *Teledetecție. Vol II. Noțiuni și principii fundamentale*, Editura Universității din București;
20. Mihai B. A. Nistor C., Săvulescu I. (2013), *Dicționar enciclopedic de teledetecție, cu elemente de fotogrammetrie și analiza imaginilor*, Vol. I (A – Î), Editura Universității din București;
21. Naum Tr., Butnariu E., Giurescu M. (1962), *Vulcanokarstul din Masivul Călimanului (Carpații Orientali)*, Analele Universității din București, Seria Științele Naturii, Geologie, Geografie, Capitolele 11-12;
22. Naum Tr., Butnaru E. (1989), *Munții Căliman*, Editura Sport Turism;
23. Nedelea A. et al (2009), *The ecoclimatic indexes specific for the Arges Valley (Fagaras Mountains, the Southern Carpathians, Romania)*, International Journal of Physical Sciences, Vol. 4 (12), pp. 796 – 805;
24. Panait M. (2010), *Modificări actuale ale peisajului în Câmpia Bărăganului de Sud* – teză de doctorat;
25. Posea G. (2001), *Vulcanismul și relieful vulcanic*, Editura Fundației “România de Măine”;
26. Săvulescu I. (2010), *Interrelațiile dintre componentele fizico-geografice și etajarea pădurii în Munții Iezer*, teză de doctorat;
27. Seghedi I., Szakacs A.(1995), *The Calimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain, East Carpatians, Romania: Volcanological features*, Acta Vulcanologica- Yol.7 (2) - 1995: 1,45- 1,53;
28. Tășuleasa Social (2014), *Parcul Național Călimani – Ghidul speciilor și habitatelor de interes european și național*, Administrația Parcului Național Călimani R.A.;
29. Tîrlă L. (2011), *Bazinul hidrografic Olănești – Studiu de geomorfologie* – rezumatul tezei de doctorat;
30. Torok Z. (1955), *Date noi asupra maselor subvulcanice din Munții Călimani*, D. d. S. ale Comitetului Geologic, vol. XXXIX (1951 – 1952), București;
31. Vodă-Marc L. A. (2010), *Parcul Național Călimani*, Terra, III, p. 149 – 154, CD Press, București;