

UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI"
FACULTATEA DE GEOGRAFIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE

TEZĂ DE DOCTORAT

Rezumat

Conducător de doctorat:

Prof. Univ. Dr. SOROCOVSCHI VICTOR

Student-doctorand:

Hîrlav Costin

Cluj-Napoca

2020

UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI"
FACULTATEA DE GEOGRAFIE
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE

**RESURSELE DE APĂ ALE RÂURILOR DIN MUNȚII CĂLIMAN.
EVALUAREA ȘI REPARTIȚIA SPAȚIALĂ ȘI TEMPORALĂ**

Conducător de doctorat:

Prof. Univ. Dr. SOROCOVSCHI VICTOR

Student-doctorand:

Hîrlav Costin

Cluj-Napoca

2020

CUPRINS

Capitolul I. ASPECTE INTRODUCTIVE

1. Poziția geografică și limitele Munților Căliman
2. Trăsăturile geografice ale Munților Căliman
3. Organizarea rețelei de râuri din Munții Căliman
4. Organizarea rețelei de stații hidrometrice și meteorologice din Munții Căliman
5. Baza de date și metodele utilizate în elaborarea tezei

Capitolul II. CONDIȚIILE GEOLOGICE ȘI GEOGRAFICE DE FORMARE A RESURSELOR DE APĂ ALE RÂURILOR DIN MUNȚII CĂLIMAN

1. Rolul condițiilor geologice în formarea și repartizarea rețelei de râuri din Munții Căliman
2. Rolul reliefului în procesul scurgerii apei râurilor din Munții Căliman
3. Condițiile climatice și rolul lor în formarea resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman
 - 3.1 Factorii genetici ai climei din Munții Căliman
 - 3.2 Analiza principalelor elemente climatice
 - 3.2.1 Temperatura aerului
 - 3.2.2 Precipitațiile atmosferice
 - 3.2.3 Stratul de zăpadă
4. Condițiile edafice și rolul lor în procesul scurgerii
5. Rolul vegetației în procesul scurgerii
6. Influența factorului antropic asupra condițiilor de formare a resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman

Capitolul III. RESURSELE DE APĂ ALE RÂURILOR DIN MUNȚII CĂLIMAN

1. Evaluarea și repartiția spațială a resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman
 - 1.1 Scurgerea medie și bilanțul apei din Munții Căliman
 - 1.2 Repartiția spațială a resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman

1.2.1 Repartiția resurselor de apă pe trepte de altitudine

1.2.2 Repartiția resurselor de apă pe bazine hidrografice

2. Regimul de scurgere a apei râurilor din Munții Căliman

2.1 Regimul scurgerii anotimpuale

2.2 Regimul scurgerii lunare

2.3 Perioadele caracteristice ale regimului diurn al scurgerii apei râurilor

2.3.1 Perioadele cu scurgere ridicată (apele mari și viiturile)

2.3.2 Perioadele cu scurgere scăzută (apele mici)

2.4 Tipurile de regim hidric

CONCLUZII

BIBLIOGRAFIE

CUVINTE CHEIE: resurse de apă, Munții Căliman, rețeaua hidrografică, debit, evaluare resurselor de apă, repartiție spațială, repartiție temporală, temperatură, precipitații, strat de zăpadă, regim hidric, ape mari, viituri, ape mici, tipuri de regim.

CAPITOLUL I ASPECTE INTRODUCTIVE

1. Poziția geografică și limitele Munților Căliman

Munții Căliman ocupă partea nord-vestică a grupe centrale a Carpaților Orientali, reprezentând cel mai extins masiv vulcanic din țara noastră, fiind net detașați de regiunile vecine prin spații depresionare evidente în vest Colibița, în nord Depresiunea Dornelor, Neagra Șarului, în est Drăgoiasa, Glodu, Bilbor, Secu, iar în sud defileul Mureșului care îi separă de Munții Gurghiului. Au altitudinea maximă de 2100 m în vârful Pietrosu Călimanului, forma lor se aseamănă cu un dreptunghi cu lungimea de 60 km pe direcția vest-est și lățimea de 30 km de la nord la sud, având o suprafață de cca 2000 km² includ suprafețe pe teritoriile aferente județelor Suceava, Harghita, Mureș și Bistrița-Năsăud (Fig 1).

În ceea ce privește terminologia Munților Căliman, este foarte corectă din punct de vedere științific, varianta Munții Căliman și nu Munții Călimani, cu “i” la sfârșit cum este foarte des utilizată. În tratatele de geografie ale Academiei Române, în lucrarea Apa și Peisajele din Munții Căliman a lui Iulian Dincă, și în numeroase lucrări științifice forma este de Munții Căliman.

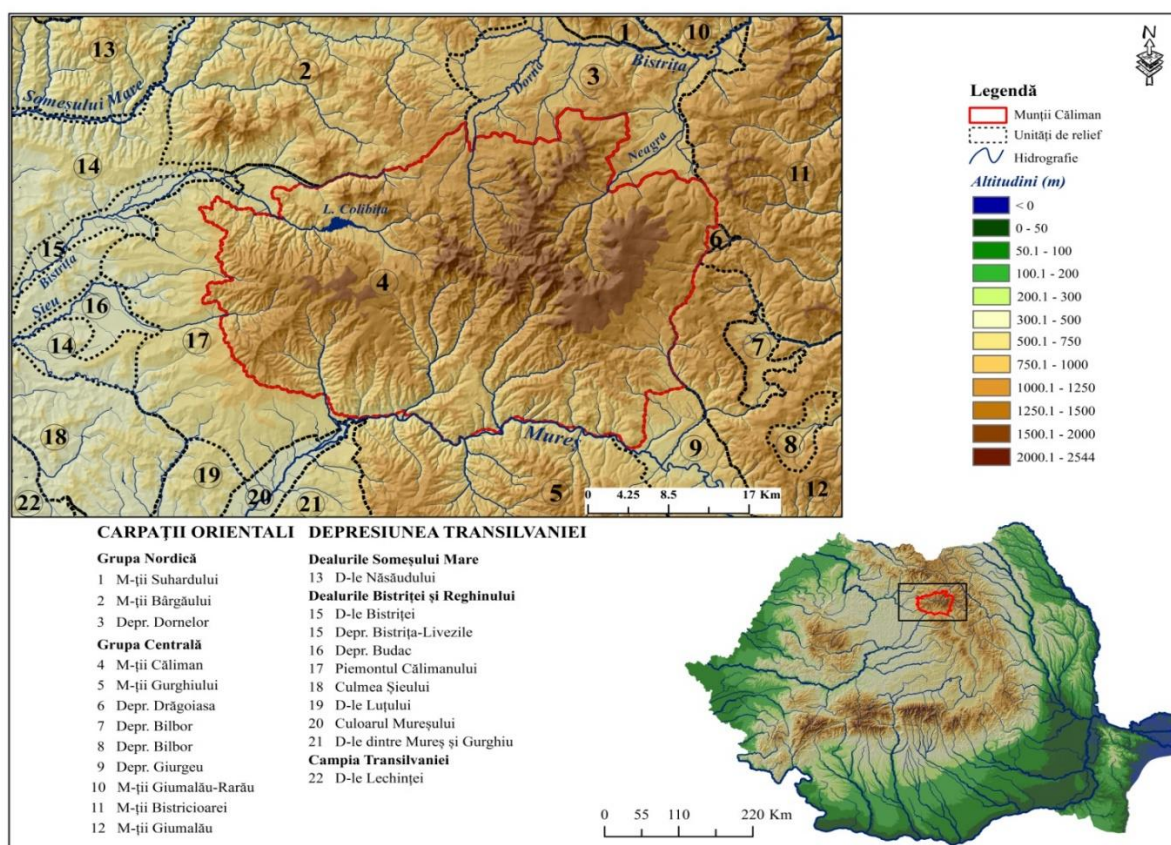


Fig.1. Amplasarea Munților Căliman în context național

2. Trăsăturile geografice ale Munților Căliman

Lanțul vulcanic de pe latura vestică a Carpaților Orientali a dus la întregirea acestui lanț, la complicarea lui structurală, dar și la diversificarea accentuată a reliefului, de aceea la scara întregii țări, relieful vulcanic nu poate fi considerat ca subordonat față de celelalte categorii de relief format pe roci sedimentare și metamorfice, ci din contră, reprezintă o categorie cu stil aparte al formelor, consemnată ca atare în toate hărțile și lucrările destinate reliefului (Geografia României, vol. I, 1983).

După cum reiese din harta hipsometrică, altitudinea maximă este de 2100 m în vârful Pietrosul, apoi vf. Negoiu 2081 m, vf. Rețișș 2020 m, vf. Iezerul Călimanului 2031 m, vf. Căliman 2012 m, și vf. Bistricioru 1989m. Valorile ale altitudinii peste 1900 m se dispun sub formă de arcale în partea central-nordică a masivului, unde sunt adăpostite craterele vulcanice. Valorile cuprinse între 1000-1400 m ocupă suprafețele cele mai însemnate din cadrul masivului Căliman. Vârful Pietrosul înscrie masivul Căliman în seria celor mai înalte edificii vulcanice de la noi din țară, situându-se pe primul loc.

3. Organizarea rețelei de râuri din Munții Căliman

În Munții Căliman în cele mai dese cazuri, roca și factorul declivitate, mai rar liniile tectonice, impun modul în care axele hidrografice își construiesc văi, de la cele mai mici la cele mai mari ordine. Analiza numărului de segmente de cursuri de apă care să descopere ordinul de mărime al acestora s-a făcut pe baza sistemului Horton-Strahler.

Tabel 1. Ordinul de mărime a râurilor din cele trei bazine hidrografice

Hidrografie (Sistem Horton- Strahler)	Bazin Siret		Bazin Someș		Bazin Mureș		Munții Caliman	
	Lungim e (km)	Densitat e (km/km ²)	Lungim e (km)	Densitat e (km/km ²)	Lungim e (km)	Densitat e (km/km ²)	Lungim e (km)	Densitat e (km/km ²)
I	285.60	0.68	290.40	0.88	550.77	0.81	1153.65	0.81
II	116.69	0.28	86.72	0.26	174.97	0.26	397.66	0.28
III	42.53	0.10	32.84	0.10	79.38	0.12	166.28	0.12
IV	20.89	0.05	12.88	0.04	42.21	0.06	88.40	0.06
V	7.72	0.02	12.21	0.04	18.65	0.03	42.47	0.03
VI	-	-	-	-	1.40	0.002	25.96	0.02
Total	473.44	1.13	435.05	1.32	867.37	1.28	1874.42	1.32

Lungimea rețelei hidrografice din Munții Căliman este de 1874,42 km și are o densitate de 1,32 km/km². Analizat în detaliu acest tabel, reiese faptul că din totalul de 1874,42 km, 1153,65 km sunt râuri de ordinul I al sistemului Horton-Strahler.

Spațiul Munților Căliman nu a constituit un studiu complet și amănunțit de hidrologie a resurselor de apă existente deși sinteze geografice care se referă la acești munți sunt numeroase.

Organizarea rețelei râurilor din Munții Căliman prin forma și structura sa specifice munților vulcanici, râurile își desfășoară radial cursurile, acestea fiind tributare bazinelor hidrografice a Mureșului, Someșului și Siretului (Fig. 3).

În cursurile superioare râurile curg prin văi înguste, care se largesc în sectoarele mijlocii și inferioare. Aceste râuri au fragmentat intens lava, sculptând importante căi de acces spre vârfurile cele mai înalte ale cupolei vulcanice.

Foarte frecvent apare denumirea de “dorna” cu diferite diminutive, folosit pentru numirea celor mai importante râuri, a unor localități și o parte a arealului de studiu (Depresiunea Dornelor). Toponimul provine din apelativul “dorna” de origine slavă cu semnificație de “vârtej de apă”, “bulboană”, deoarece râurile Dorna și Dornișoara prezintă în profilul longitudinal numeroase rupturi de mal și aici se instalează vârtejuri. Deseori numele de “dorna” și “neagra” se împletesc mereu: Șaru Dornei, Dorna Arini, Dorna Candreni, Dornișoara, Neagra Șarului, Neagra Broștenilor, Poiana Negrii. Toate aceste aspecte ale toponimiei din această zonă prezintă o importanță deosebită, deoarece reprezintă unele aspecte ale reliefului, unele caracteristici ale rețelei hidrografice și explică apariția și dezvoltarea așezărilor umane.

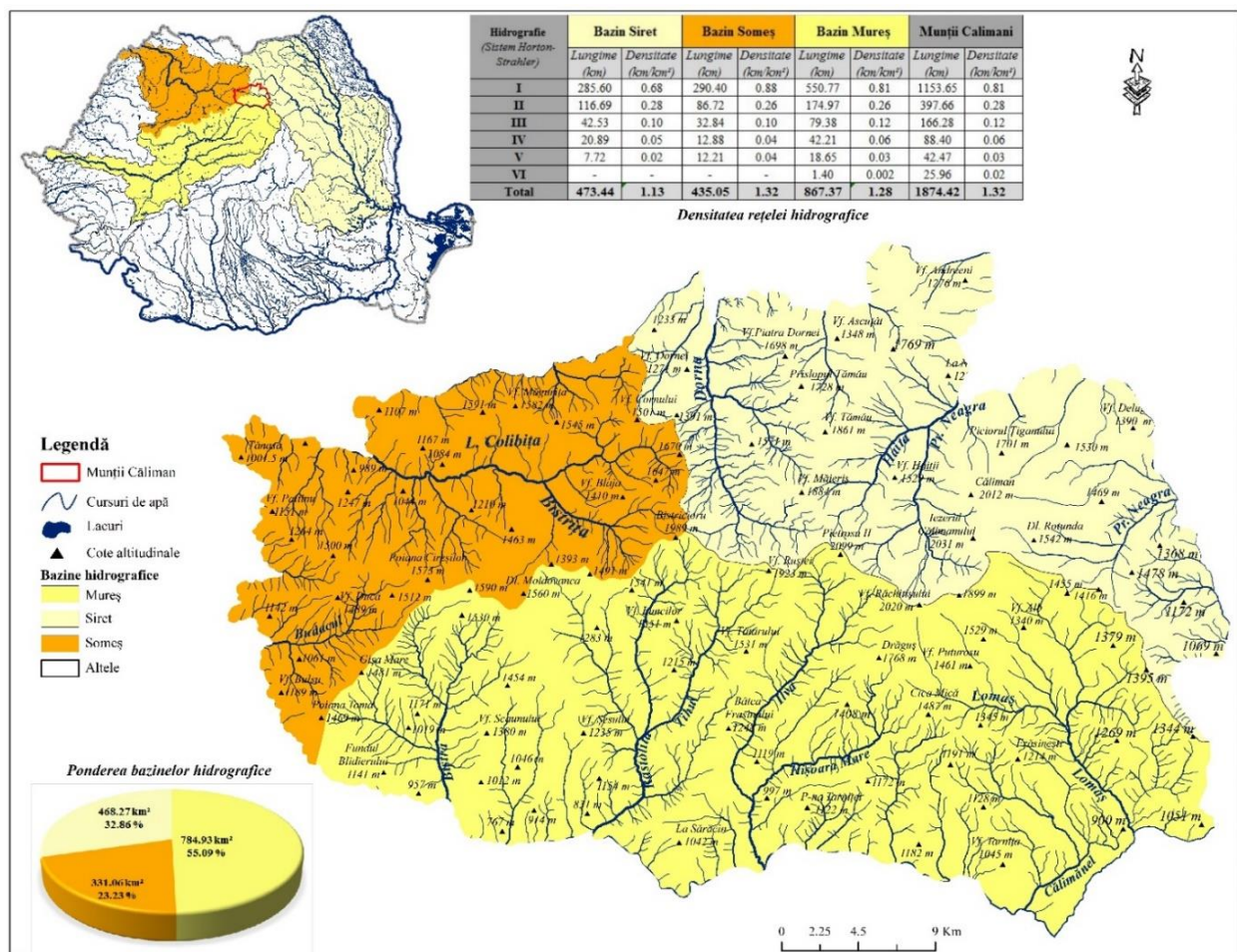


Fig.2. Rețeaua de râuri din Munților Căliman

Neagra Șarului, primește numeroși afluenți: Reșițiș, Dumitrelul, Pietricelul, Tarnața, Băuca, Stânei, Țiganului și Haitii, acesta din urmă are debitul cel mai mare, confluența dintre pârâul Haitii și Neagra Șarului se realizează în dreptul localității Gura Haitii. Lungimea cursului râului este de 17 km, suprafața bazinului de 18 km² iar izvoarele sale sunt la o altitudine de peste 1500 m. Apele din partea nord-estică al masivului sunt colectate de Călimănel, afluent a râului Neagra Șarului, care marchează contactul dintre eruptivul Călimanului și munții cristalini ai Bistriței.

Neagra Broștenilor primește afluenți pe stânga ca: Tomnatec, Buciniș, Frumușica, Bolovănișul, Lopata, Dragoiasa, Glodu. Pe partea dreaptă primește o serie de afluenți printre care: Tarnața, Scăldători, Haitul și Ciutacul.

Bistricioara este afluent al Bistriței, străbate depresiunea Bilbor, izvorăște de la altitudinea de 1350 m și are o lungime de 68 km. Separă munții eruptivi ai Călimanului de munții cristalini ai Bistriței, la contactul dintre cele două tipuri de roci au luat naștere numeroase izvoarele de apă minerală. Dintre afluenții mai importanți ai Bistricioarei amintim pâraiele: Borcutului, Rușilor, Dobreanu, Alunișului, Țiganului, Răchitișul Mare, Cetățui și Vinului, cel din urmă fiind colector a rețelei hidrografice din depresiunea Borsec.

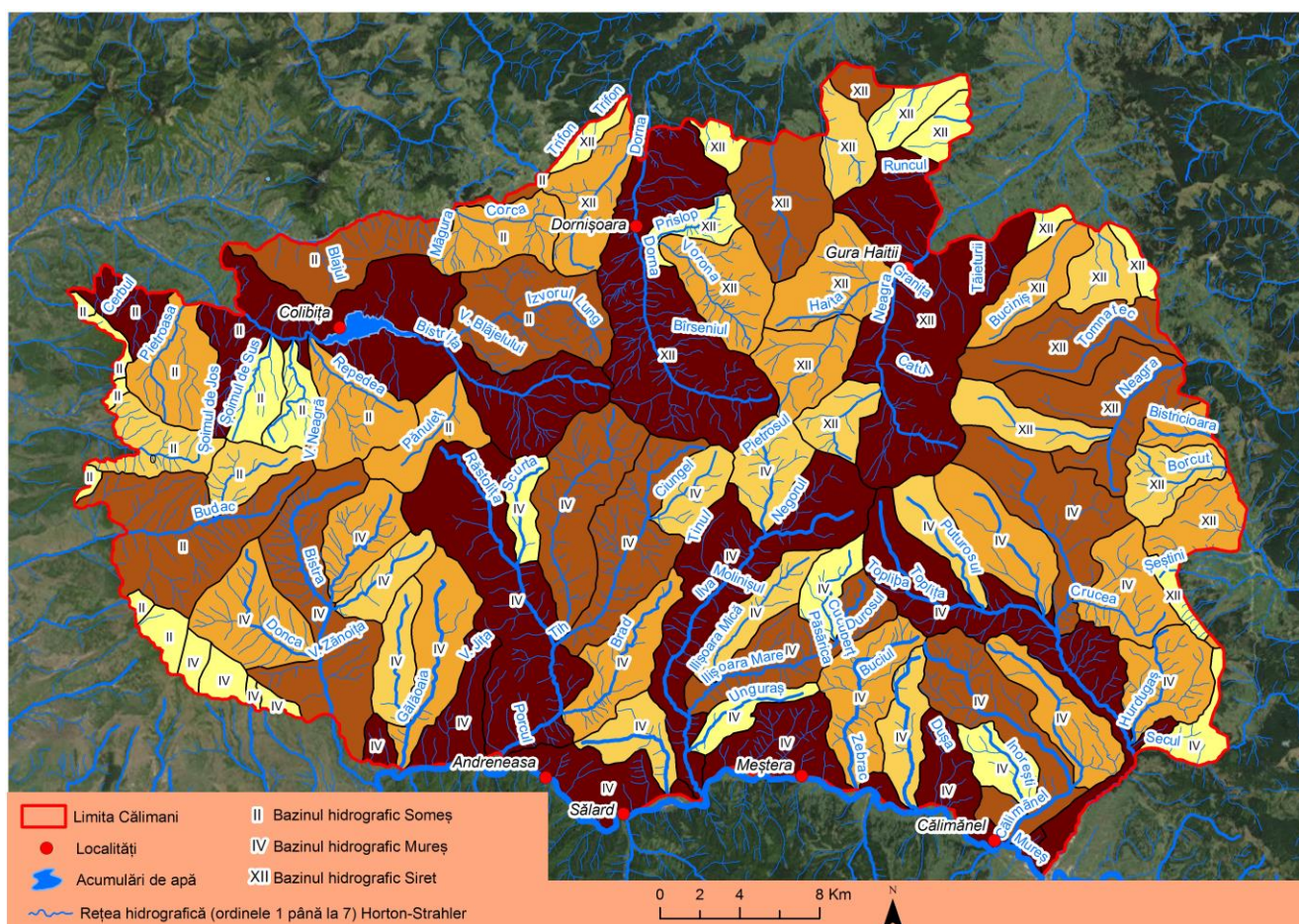


Fig. 3. Harta sub-bazinilor hidrografice

4. Organizarea rețelei de stații hidrometrice și meteorologice din Munții Căliman

În arealul studiat se află 14 stații hidrometrice care monitorizează evoluția cantității de apă din Munții Căliman, provenită din diverse surse de alimentare. Șapte stații aparțin bazinului

hidrografic al Siretului adică partea nordică și nord estică a masivului, trei aparțin bazinului hidrografic al Mureșului amplasate în partea sudică a arealului studiat, iar ultimele patru stații din tabel aparțin bazinului hidrografic al Someșului și apar în partea vestică a masivului. Am luat în considerare doar stațiile de pe râurile ce provin din Munții Căliman (Tabelul 2).

În analiza rețelei hidrometrice s-au avut în vedere mai multe criterii primul fiind repartiția stațiilor hidrometrice pe bazine hidrografice, după care repartiția stațiilor pe intervale de altitudine iar mai apoi perioada de funcționare, programul de măsurători și observații din care rezultă reprezentativitatea posturilor și posibilitățile de realizare a sintezelor hidrologice.

După cum reiese din tabelul de funcționare a stațiilor hidrometrice, unele stații funcționează de peste 60 de ani, un caz aparte îl reprezintă Jelna amplasată pe râul Budac, care a fost distrusă în anul 1998 în urma unei viituri de proporții. La unele stații sunt debite reconstituite deoarece pe râul Răstolița, amonte de stația hidrometrică funcționează o hidrocentrală sau în alt caz pe râul Bistrița sunt două stații hidrometrice, una amonte de lacul Colibița, stația Mița și o stație aval de lac, stația Bistrița Bârgăului, care și această stație reprezintă măsurători de debite reconstituite.

Tabelul 2. Stațiile hidrometrice cu perioadele lor de funcționare

Nr. Crt.	Denumirea râului	Denumirea stației	F (km ²)	H medie (m)	Perioada de funcționare
1	Dorna	Poiana Stampei	100	1376	1961-prezent
2	Dornișoara	Poiana Stampei	46	1062	1986-prezent
3	Neagra	Gura Negrii	301	1256	1950-prezent
4	Haita	Gura Haitii	39	1462	1982-prezent
5	Șărișor	Panaci	63	1427	1986-prezent
6	Tomnatic	Drăgoiasa	33	1408	1972-prezent
7	Bistricioara	Bilbor	88	1123	1976-prezent
8	Toplița	Toplița	208	1149	1952-prezent
9	Răstolița	Răstolița	163	1174	1949-prezent
10	Bistra	Bistra	94	1104	1973-prezent
11	Budac	Jelna	157	781	1974-1998
12	Bistrița	Mița	82	1230	1974-prezent
13	Bistrița	Bistrița Bârgăului	612	1130	1948-prezent
14	Straja	Mureșeni Bârgăului	71	860	1900-prezent

Pentru râurile din Munții Căliman s-a acumulat un fond de date hidrometrice concludente și pe un șir de ani necesar sintezelor hidrologice. Datele hidrometrice au fost obținute de la sediile Administrației Naționale Apele Române a bazinelor hidrologice (Târgu Mureș, Cluj-Napoca și Bacău).

Datele provenite de la aceste stații meteorologice sunt referitoare la temperaturile medii lunare, la cantitatea de precipitații și la grosimea stratului de zăpadă, de fapt cele mai importante elemente meteorologice care influențează regimul de scurgere a râurilor.

Stațiile meteorologice situate în arealul studiat și folosite în vederea caracterizării climatice a zonei sunt Toplița, Poiana Stampei, Bistrița și Rețițiș.

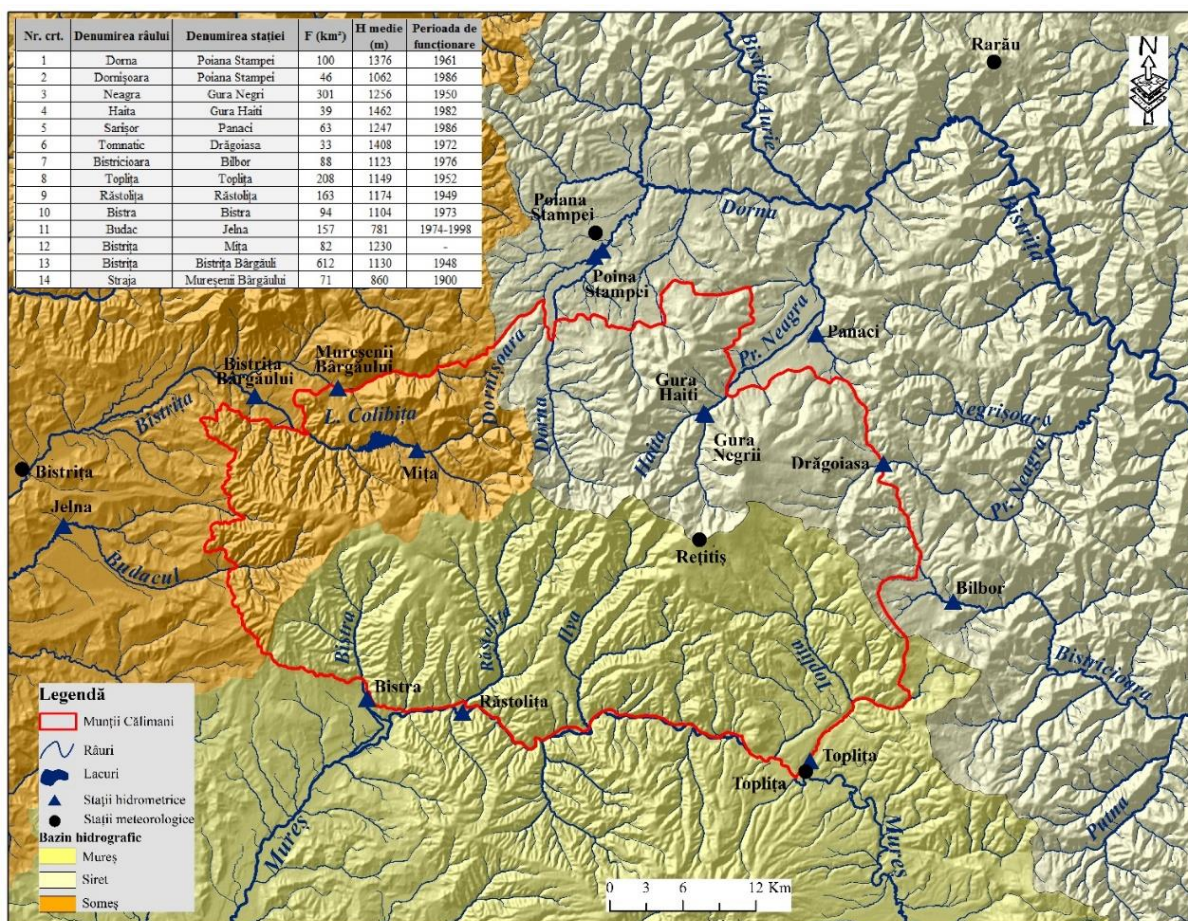


Fig. 4. Repartiția stațiilor hidrometrice și meteorologice

5. Baza de date și metodele utilizate în elaborarea tezei

Datele cantitative obținute și utilizate în această lucrare au fost prelucrate folosind mai multe metode de lucru, care sunt specifice atât geografiei, cât și altor științe, conferind lucrării de față un caracter interdisciplinar.

Pentru analiza tendinței precipitațiilor căzute în perioada 1961-2010 s-a calculat tendința cantităților de precipitații cu ajutorul ecuației de gradul I din cadrul programului Excel pentru intervale de diferite lungimi (o lună, trei luni - anotimpuri, șase luni – sezoane, an). Tendințele au fost calculate pentru întregul interval, determinându-se tendința generală a precipitațiilor și pentru perioade de 10 ani, analizându-se evoluția precipitațiilor în fiecare deceniu în parte.

CAPITOLUL II. CONDIȚIILE GEOLOGICE ȘI GEOGRAFICE DE FORMARE A RESURSELOR DE APĂ ALE RÂURILOR DIN MUNȚII CĂLIMAN

1. Rolul condițiilor geologice în formarea și repartizarea rețelei de râuri din Munții Căliman

2.

Condițiile geologice din Munții Căliman, deși aparent simple, au o influență complexă asupra organizării și evoluției rețelei de râuri ca și a caracteristicilor cantitative și calitative a resurselor de apă a râurilor.

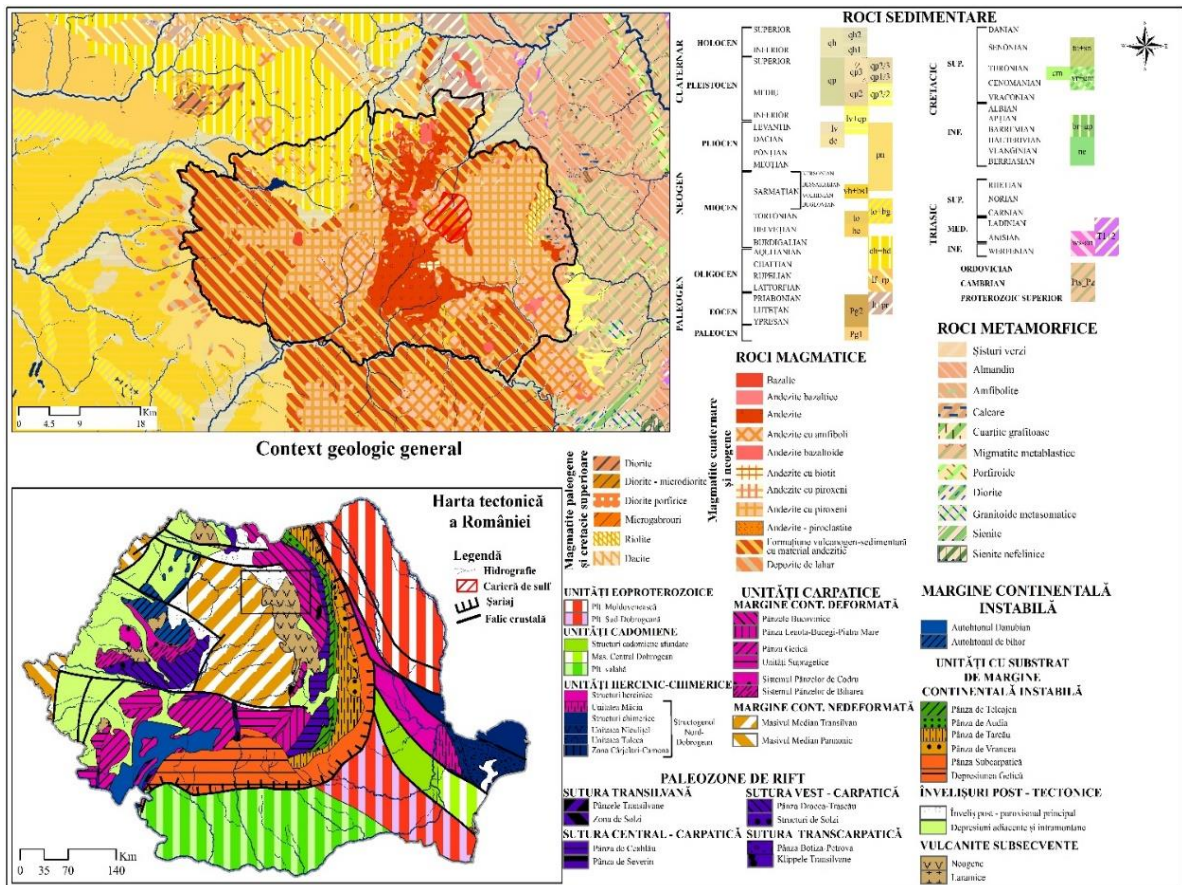


Fig. 5. Harta geologică a României și a Munților Căliman

Față de munții Gurghiu și Harghita, masivele vulcanice din Grupa Centrală a Carpaților Orientali, Munții Căliman se deosebește prin răspândirea mare a piroclastitelor primare, care ating grosimi de zeci chiar sute de metri. Fiind puternic cimentate, ele se remarcă și în morfologia masivului dând forme caracteristice de ace, colți cum apar pe vârful Doisprezece Apostoli, Pietrele Roșii sau Tihu. Lavele andezitice, mai cu seamă piroxenice, au dezvoltare mare mai ales în părțile de est și vest. Ca urmare a procesului de dezagregare mecanică, ce afectează cu preponderență zona montană ca urmare a amplitudinilor termice, la baza versanșiiilor s-au acumulat, în timp trene de grohotișuri.

3. Rolul reliefului în procesul scurgerii apei râurilor din Munții Căliman

Rolul altitudinii în repartitia resurselor de apă, în cele trei bazine hidrografice ce aparțin Călimanului (Mureș, Siret și Someș) poate fi observat studiind organizarea rețelei hidrografice din acest sector. Astfel, urmând legitatea generală, bazinele hidrografice ale pâraielor din regiune se prezintă sub formă incipientă, slab organizată la altitudini mari, urmând ca pe măsură ce altitudinea scade, pâraurile din regiune să primească afluneți ce vor întregii bazinul lor hidrografic. Datorită acestui aspect, volumul de apă transportat pe pâraurile din regiune crește pe măsură ce altitudinea scade.

Bazinul hidrografic a Mureșului, ca întindere este cel mai mare 782,22 km² · iar cel mai mic ca întindere o deține bazinul hidrografic al Someșului cu o suprafață de 328,55 km² . Ponderea cea mai mare în ceea ce privește altitudinea, este în intervalu 1101-1200m de 14,62% pentru cele trei bazine hidrografice componente (Tabelul 3).

Tabelul 3 Procentul intervalelor de altitudine pentru cele trei bazine hidrografice

Interval de altitudine (m)	Bazin hidrografic						Total	
	Someș		Mureș		Siret			
	F (km ²)	%	F (km ²)	%	F (km ²)	%	F (km ²)	%
485 - 600	0.00	0.00	5.44	0.01			5.45	0.34
601 - 700	2.94	0.89	24.90	0.03			27.84	1.76
702 - 800	18.50	5.63	64.04	0.08			82.54	5.21
801 - 900	37.67	11.47	90.16	0.12			127.83	8.07
901 - 1000	52.24	15.90	111.50	0.14	4.22	0.89	167.96	10.60
1001 - 1100	56.23	17.11	116.90	0.15	45.58	9.63	218.70	13.80
1101 - 1200	49.25	14.99	103.15	0.13	79.28	16.75	231.68	14.62
1201 - 1300	39.75	12.10	80.26	0.10	79.39	16.77	199.40	12.59
1301 - 1400	30.27	9.21	70.76	0.09	75.51	15.95	176.54	11.14
1401 - 1500	25.20	7.67	45.40	0.06	64.72	13.67	135.32	8.54
1501 - 1600	12.65	3.85	30.11	0.04	52.97	11.19	95.72	6.04
1601 - 1700	1.84	0.56	16.15	0.02	35.52	7.50	53.51	3.38
1701 - 1800	1.19	0.36	12.80	0.02	20.58	4.35	34.57	2.18
1801 - 1900	0.66	0.20	7.68	0.01	10.20	2.15	18.53	1.17
1901 - 2000	0.16	0.05	2.45	0.00	4.86	1.03	7.46	0.47
2000 - 2100		0.00	0.52	0.00	0.64	0.13	1.16	0.07
Total	328.55	100	782.22	=	473.46	100	1584.23	100

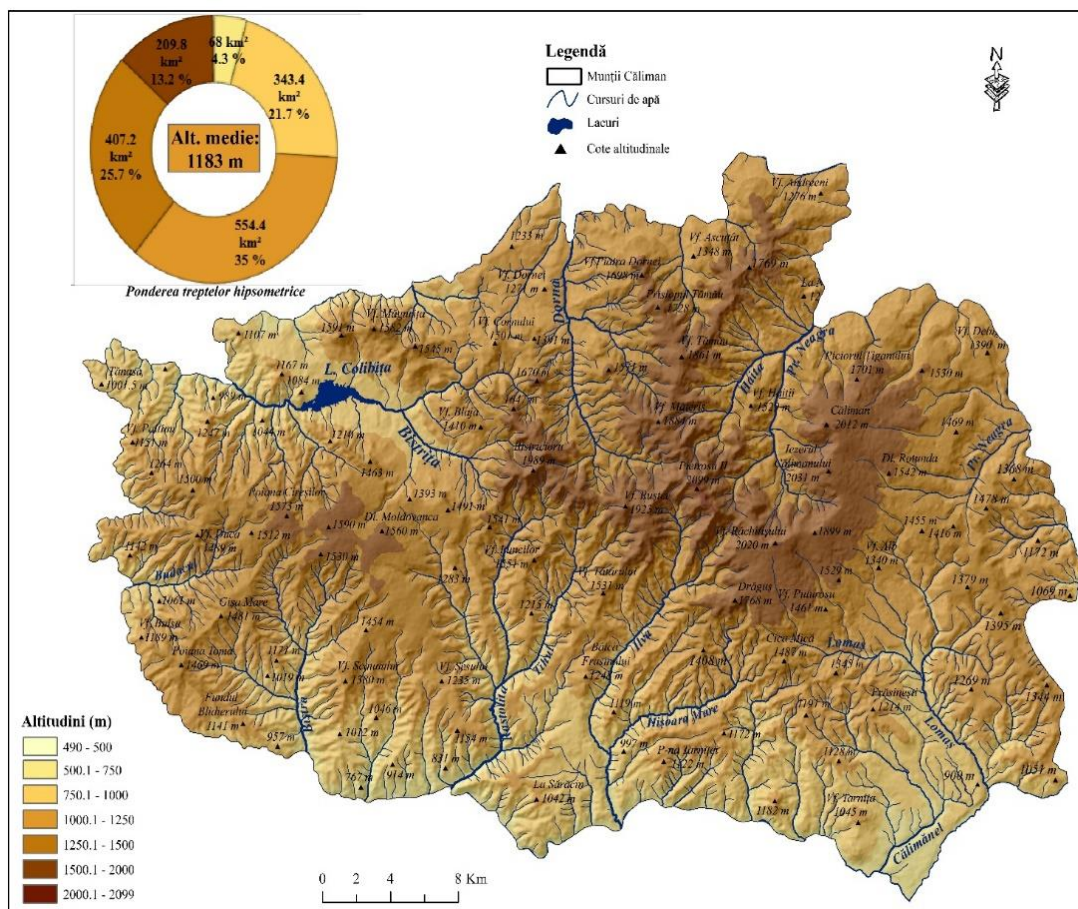


Fig. 6. Harta hipsometrică a Munților Căliman

Platoul Călimanului este situat la o altitudine superioară (1300 - 1600 m) față de restul lanțului vulcanic, fiind dominat de o cupolă grandioasă, ce se ridică până la 2100 m. Înălțimea și masivitatea acestuia se mențin și în zonele marginale. Văile înguste și adânci (400 - 600 m) sunt împădurite și există așezări sezoniere.

Geodeclivitatea. Panta reprezintă unul dintre cei mai importanți factori de control ai scurgerii lichide pe suprafață și subterană (Fig. 7).

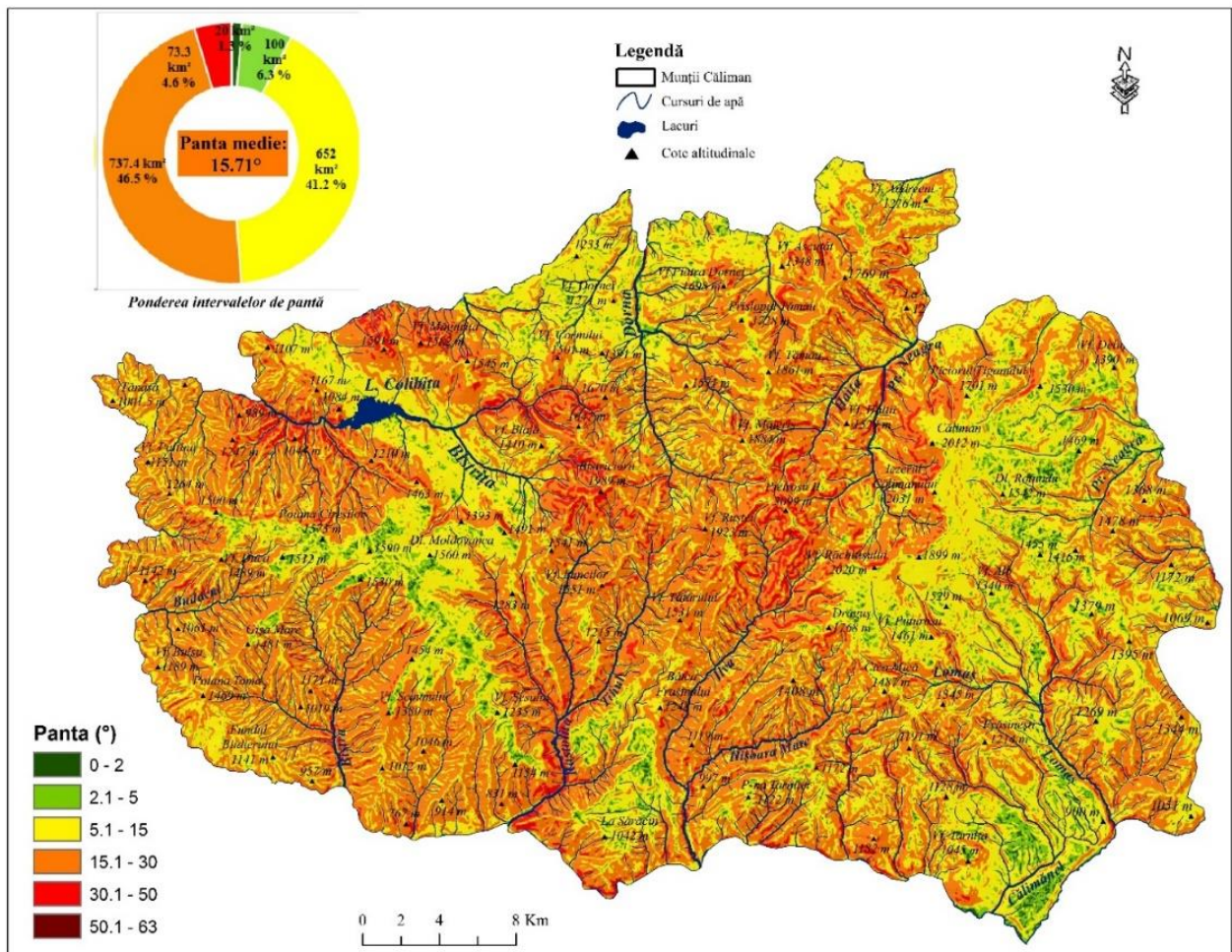


Fig. 7. Harta geodeclivității a Munților Căliman

Densitatea fragmentării. 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.

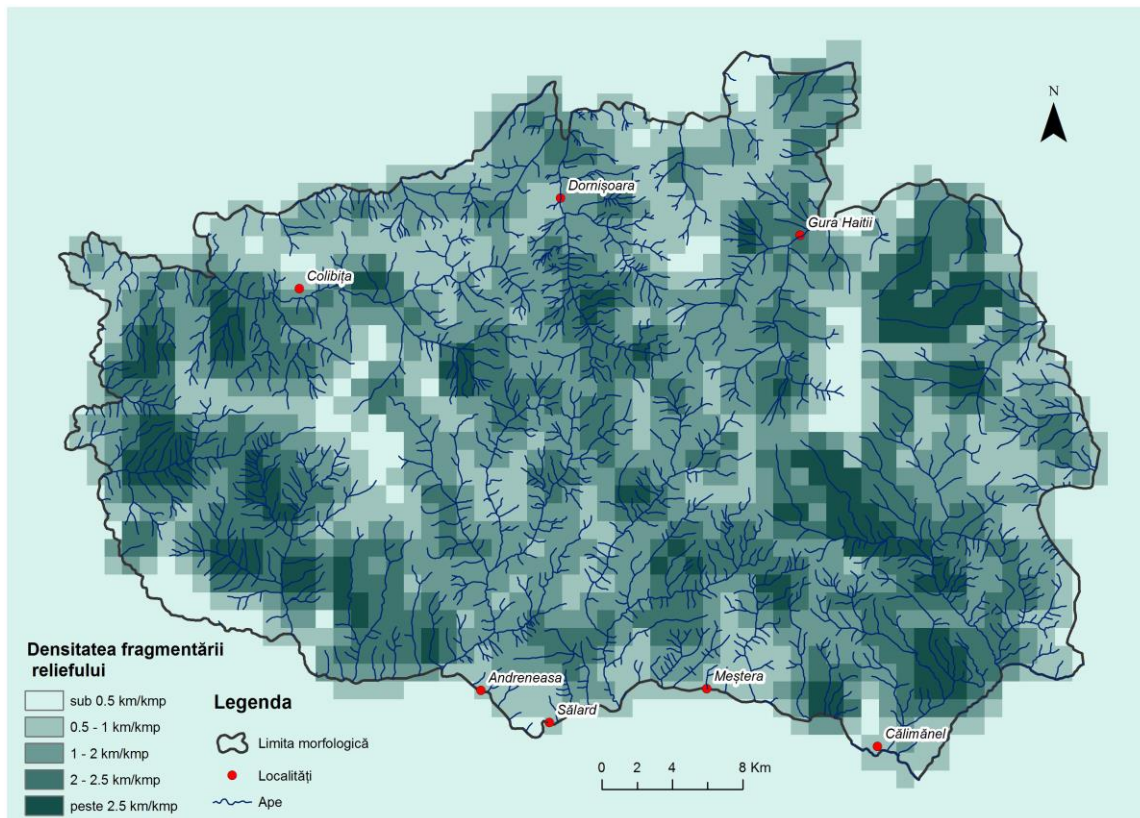


Fig. 8. Densitatea fragmentării

Din punct de vedere al adâncimii fragmentării, zona studiată se supune legiților ce guvernează ariile montane și anume adâncimea fragmentării este redusă în zona de obârșie a văilor, crește apoi pe povârnișurile masivului, ca apoi să scadă spre marginea lui.

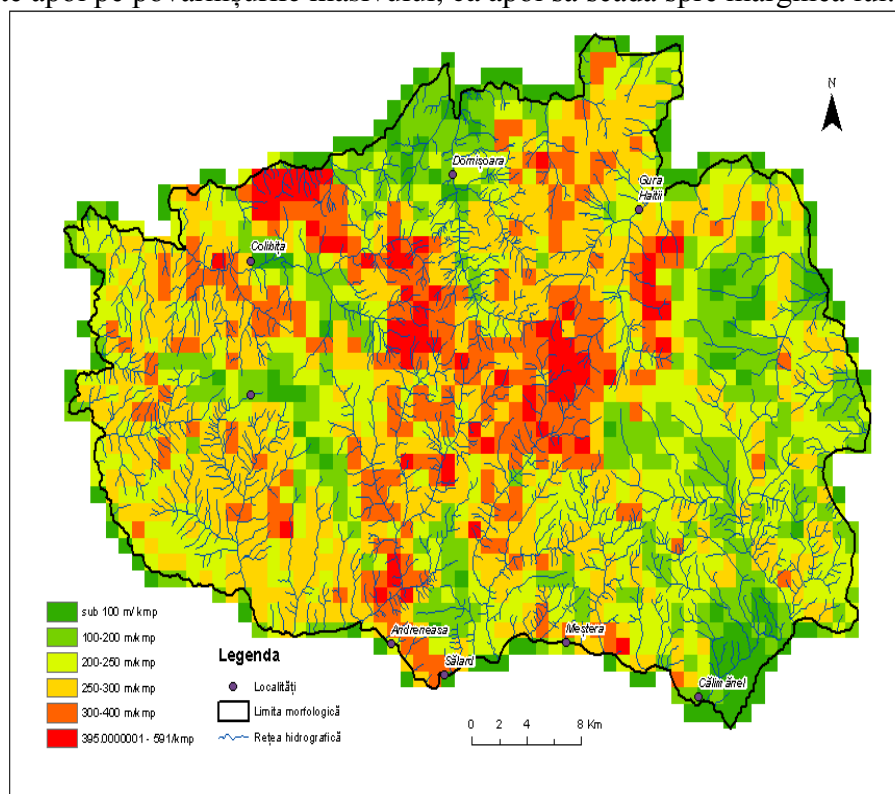


Fig. 9. Adâncimea fragmentării

Orientarea versanților produce diferențierile duratei radiației solare, împreună cu panta generează regimuri calorice diferite, fapt ce a influențat resursele de apă din punct de vedere cantitativ.

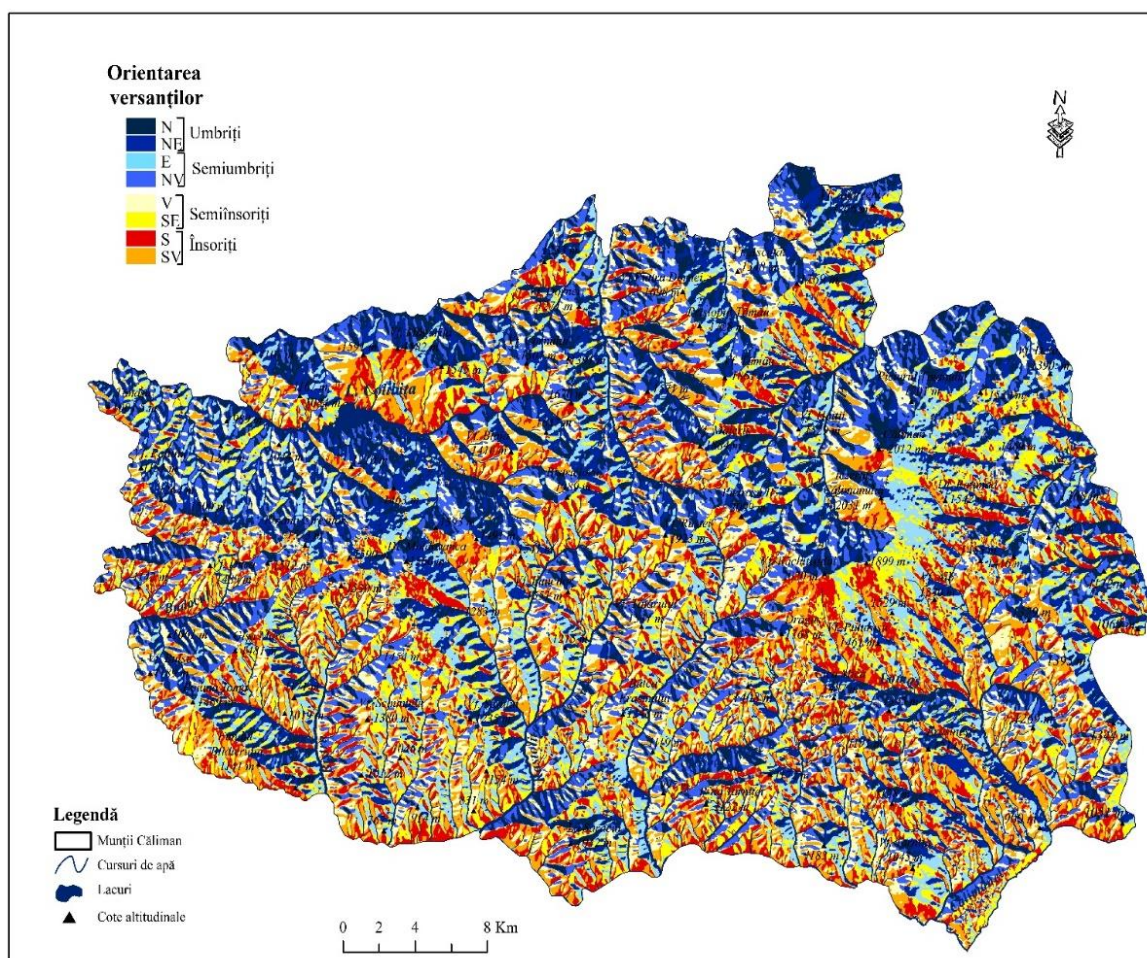


Fig. 10. Expoziția versanților din Munții Căliman.

4. Condițiile climatice și rolul lor în formarea resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman

Clima Munților Căliman prezintă anumite particularități implicate direct în formarea și desfășurarea fenomenelor hidrologice. Rolul condițiilor climatice este unul dintre cei mai importanți factori care influențează regimul scurgerii anuale. Principalii factori sub incidența care se află zona studiată impun tipul de alimentare a râurilor prin regimul termic anual, precipitațiile și grosimea stratului de zăpadă.

3.1 Factorii genetici ai climei din Munții Căliman

Factorii climatici reprezentați de temperatură, precipitații și grosimea stratului de zăpadă sub influența majoră a reliefului reprezentat prin altitudine, expoziția versanților și densitatea fragmentării determină resursele de apă, distribuția și regimul scurgerii apei din râurile ce aparțin Munților Căliman.

Oscilația cantității medii de precipitații în cele trei bazine hidrografice ce compun Munții Căliman sub influența reliefului poate fi observată prin reducerea cantității de precipitații din partea de vest spre estul Munților Căliman.

4.2 Analiza principalelor elemente climatice

3.2.1 Temperatura aerului

Analiza principalelor elemente climatice are o influență benefică sau restrictivă prin valorile sale atât asupra fenomenelor și proceselor substratului petrografic, reliefului, solului, cât și regnul viu (vegetație, fauna și comunitățile umane). Fiecărui component îi este specific un optim climatic dincolo de care temperatura poate deveni restrictivă prin valori negative sau pozitive ce depășesc o anumită limită.

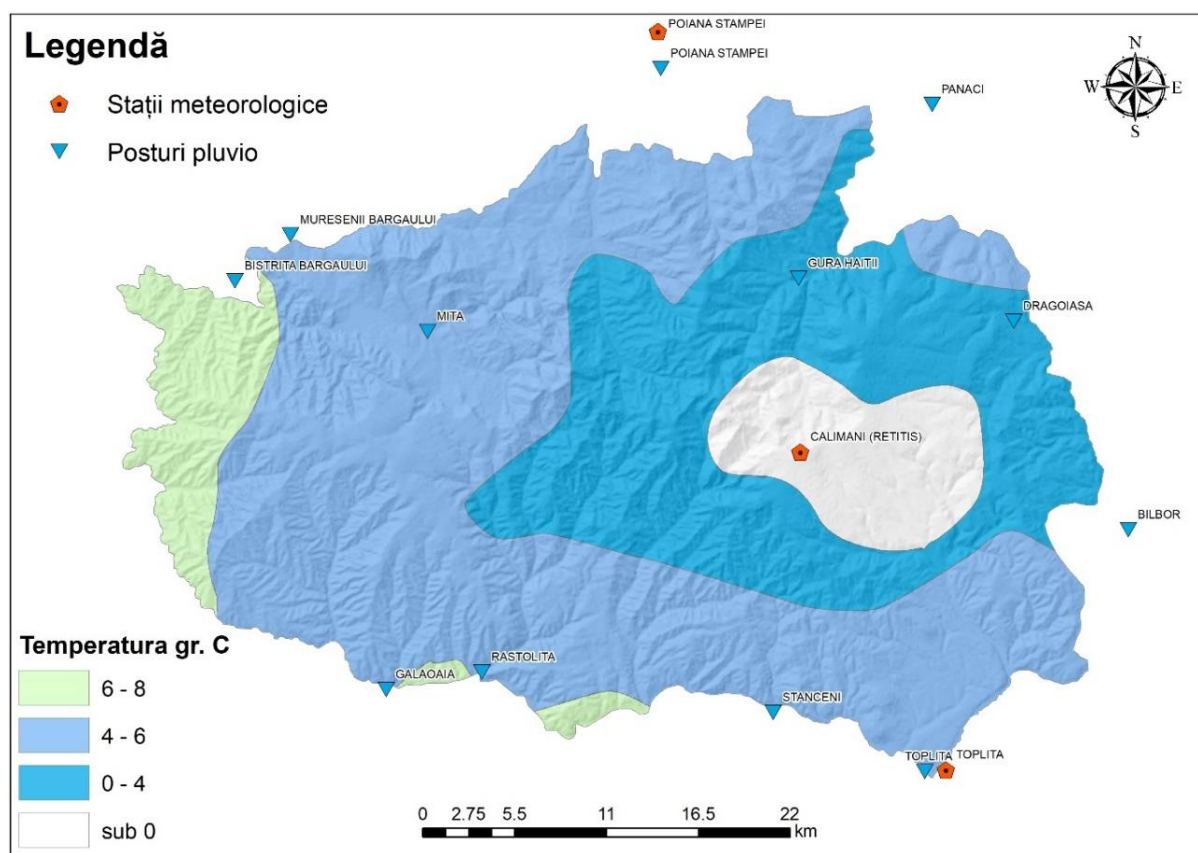


Fig. 11 Repartiția temperaturilor medii multianuale a Munților Căliman

Repartiția temperaturilor medii multianuale (Fig. 11), a fost elaborată după Clima României, ANM 2008, Editura Academiei Române București pentru intervalul 1961-2000.

Din analiza ei generală rezultă caracterul de potrivită ambianță climatică pentru întregul masivului indiferent de amplasament și complexitate. Valorile cele mai scăzute sunt normale având în vedere situația topografică de munte înalt cu ierni prelungite.

Tabelul 4. Temperaturi medii multianuale

	Bistrița	Poiana Stampei	Rețițiș	Toplița
Medie	8,31	5,27	3,53	6,24

Climatul este unul tipic zonei montane, caracterizându-se prin temperaturi coborâte, astfel temperaturile medii multianuale oscilează între 3,53°C și 8,31°C. La stația meteorologică Rețițiș se înregistrează temperatura medie multianuală cea mai scăzută dintre cele 4 stații meteorologice, deoarece această stație se află la o altitudine de 2021 m.

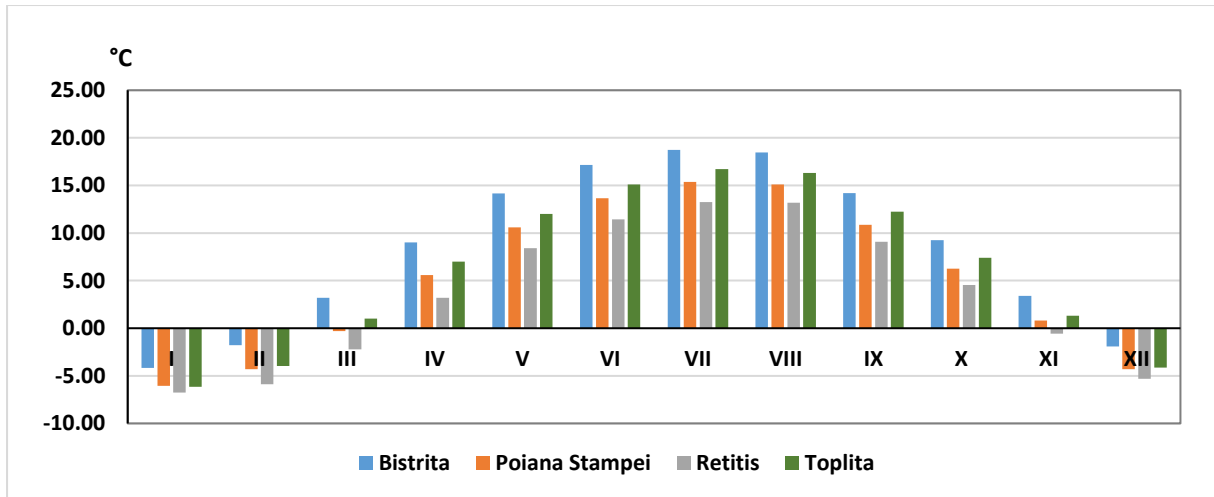


Fig. 12. Regimul lunar al temperaturii aerului (1960-2010)

3.2.2 Precipitațiile atmosferice

Precipitațiile atmosferice cuprind totalitatea produselor de condensare și cristalizare a vaporilor de apă din atmosferă, denumite și hidrometeori, care cad de obicei din nori și ajung la suprafața pământului sub formă lichidă, solidă sau sub ambele forme.

Precipitațiile atmosferice reprezintă principalul factor climatic care influențează în mod direct resursele hidrice a Munților Căliman.

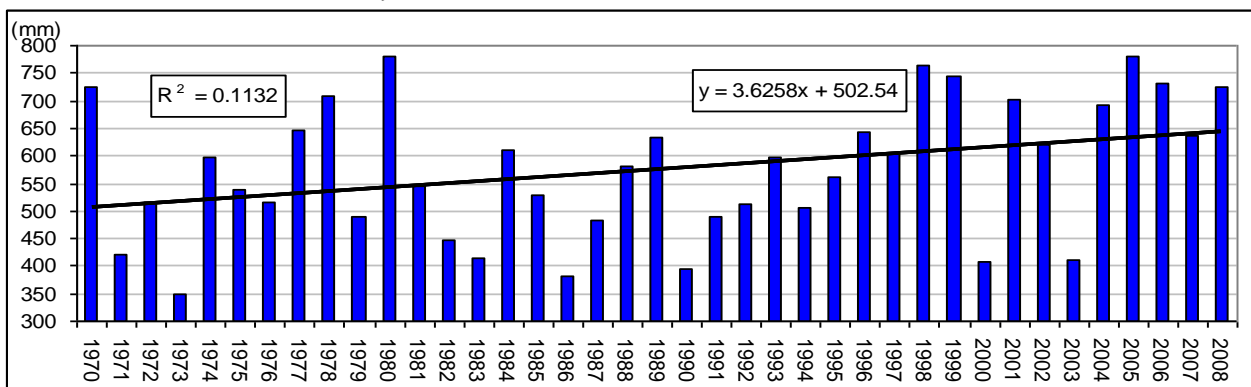


Fig. 13. Variația cantitațiilor anuale de precipitații de la Toplița(1970-2008)

Tabelul 5. Tendința precipitațiilor în intervalul 1961-2010

1961-2010	Bistrița	Poiana	Reșițiș	Toplița
ANUAL	0,24	0,18	0,18	2,01
Primavara	0,59	0,35	-0,20	0,92
Vara	-0,68	-0,79	0,05	0,59
Toamna	0,93	0,99	1,42	2,21
iarna	0,84	-0,62	-1,07	0,10
Februarie	0,44	-0,08	-0,79	0,23
Iulie	0,66	-0,12	0,24	0,49

Tendința cantităților de precipitații atmosferice pe decenii. Mai departe vom analiza tendința precipitațiilor pentru cele cinci decenii incluse în perioada de studiu 1961-2010. Aceste decenii sunt: 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, tendința fiind calculată în mm/an.

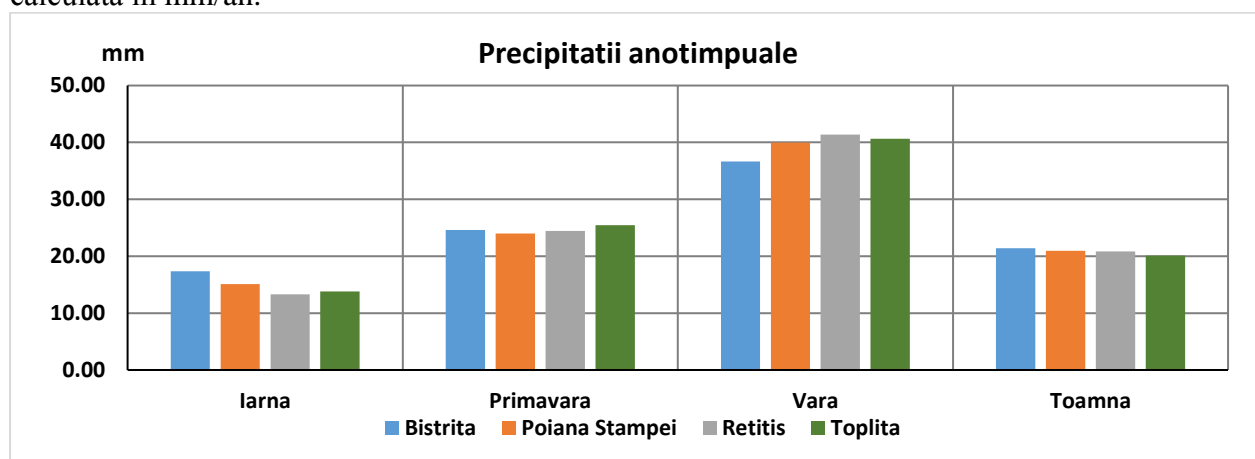


Fig. 14. Cantitățile anotimpuale ale precipitațiilor 1961-2010

În ceea ce privește regimul lunar a precipitațiilor atmosferice, analizând datele meteorologice în intervalul 1961-2010 se identifică un maxim în lunile iunie-iulie și un minim a cantităților de precipitații în lunile ianuarie-februarie.

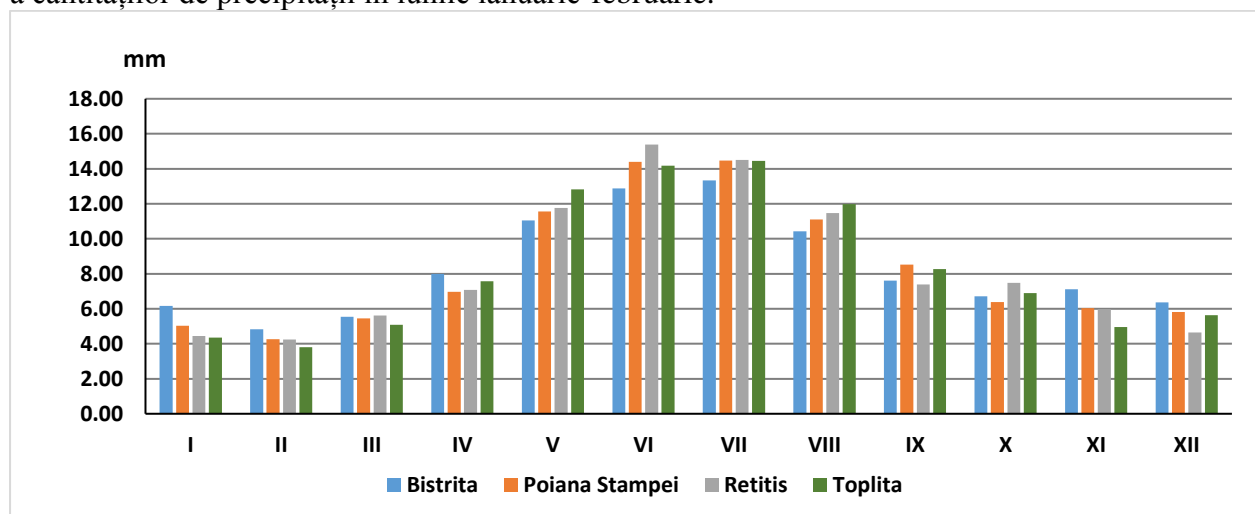


Fig. 15. Variația precipitațiilor medii lunare în arealu studiat (1961-2010)

3.2.3 Stratul de zăpadă

Topirea stratului de zăpadă este unul din factorii care influențează geneza viiturilor pluvio-nivale de primăvară alături de precipitațiile bogate asociate aceleiași anotimp.

Dintre cele patru stații analizate, durata cea mai mare de menținere a stratului de zăpadă la suprafața terenului caracterizează zona montană înaltă, unde, conform datelor oferite de stațiile meteorologice, stratul de zăpadă rămâne la suprafață pentru cea mai mare perioadă a anului, aproximativ nouă luni la stația Rețitis.

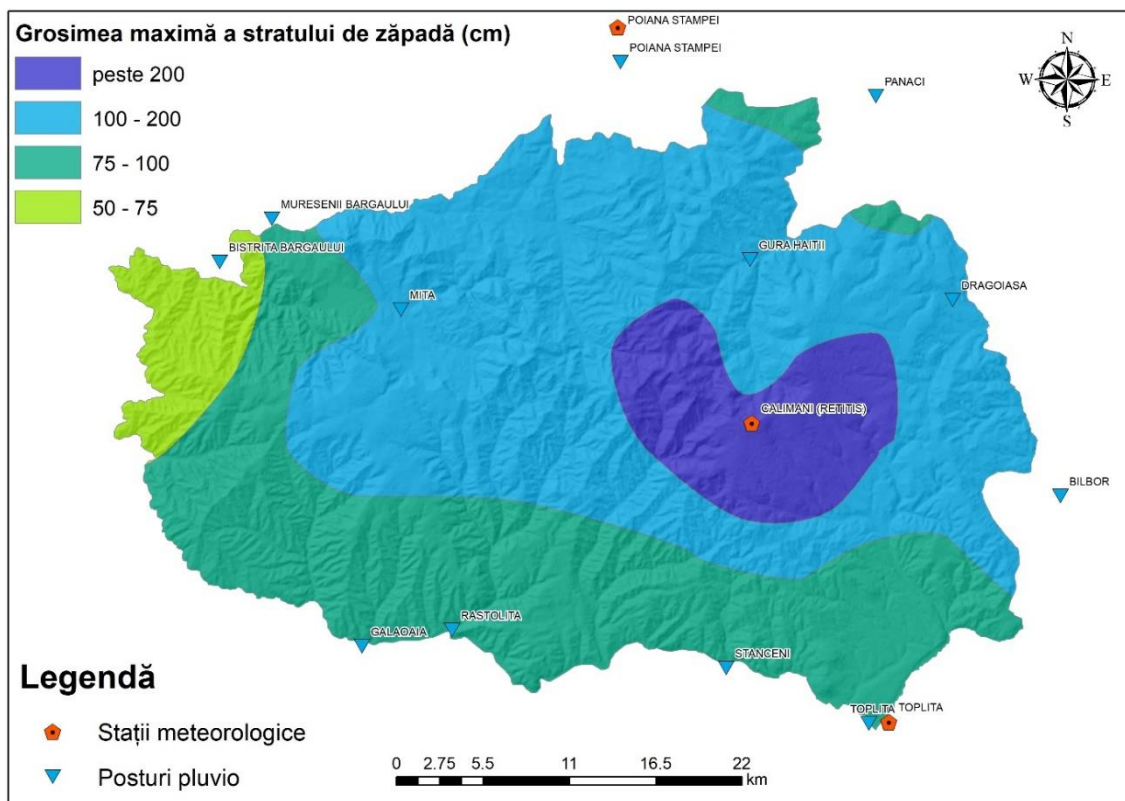


Fig. 16. Grosimea maximă a stratului de zăpadă din Munții Căliman

Grosimea medie stratului de zăpadă la stația meteorologică Rețitis poate ajunge până la 90 cm, această stație fiind la cea mai mare altitudine din zona studiată.

Tabelul 6. Valorile anotimpuale ale stratului de zăpadă

Stația meteorologică	Iarna	Primavara	Vara	Toamna
Bistrita	30,13	3,18	0,00	1,47
Poiana Stampei	66,30	17,27	0,00	5,08
Retitis	106,70	46,99	0,00	11,46
Toplița	39,87	7,32	0,00	3,21

5. Condițiile edafice și rolul lor în procesul scurgerii

Influența solurilor asupra bilanțului hidrologic constă în reducerea valorilor scurgerii și creșterea valorilor evapotranspirației în regiunile acvifuge. Luvisolurile se află în zona mai joasă, la extremitățile arealului de studiu.

Majoritatea solurilor din zona montană a arealului studiat sunt brune montane, acide de pădure în diferite grade de podzolire, iar în zona înaltă a Călimanului spodosoluri datorită gradului de împădurire masivă, fiind, în general, puțin afectate de eroziune.

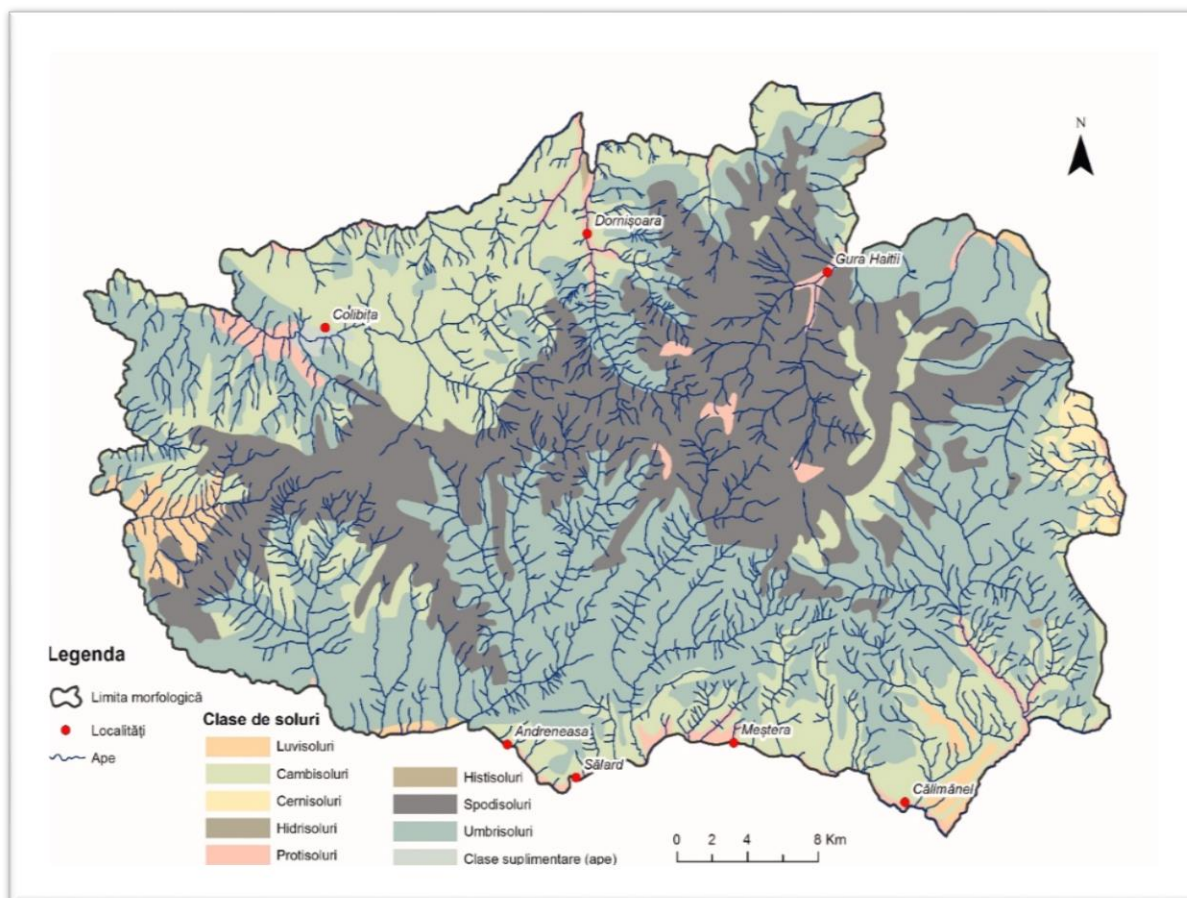


Fig. 17. Harta solurilor a Munților Căliman

Influența covorului edafic asupra repartiției resurselor de apă și implicit asupra regimului scurgerii râurilor din acest sector se manifestă prin caracteristicile acestuia: granulometrie, structură, grad de compactizare.

Slaba permeabilitate a solurilor ce caracterizează versanții montani ai zonei, se datorează gradului mare de saturație cu apă din sol, această cantitate de apă menținându-se pentru o perioadă îndelungată odată cu creșterea altitudinii și determinând o bogată alimentare subterană.

6. Rolul vegetației în procesul scurgerii

Vegetația are roluri diferite în formarea scurgerii râurilor. Astfel, prin creșterea capacității de infiltrarea a apei în sol, ea ajută la creșterea cantității de apă înmagazinată în resursele subterane de apă, ajutând la alimentarea apelor de suprafață în perioadele cu scurgere minimă (toamna, iarna). Prin diminuarea insolației și a cantității de apă din precipitații primită de sol, și prin încetinirea procesului de topire a zăpezii, vegetația accentuează infiltrațiile în detrimentul evaporăției, contribuind la menținerea umidității solului și la scăderea evaporăției apei în zonele acoperite cu vegetație.

Gradul de acoperire cu vegetație al bazinelor hidrografice din acest sector este unul destul de mare, fiind dominante pădurile. Gradul de acoperire cu vegetație poate influența

surgerea lichidă a râurilor, în acest caz reprezentând un factor care atenuează viteza și amplitudinea vârfurilor de viitură.

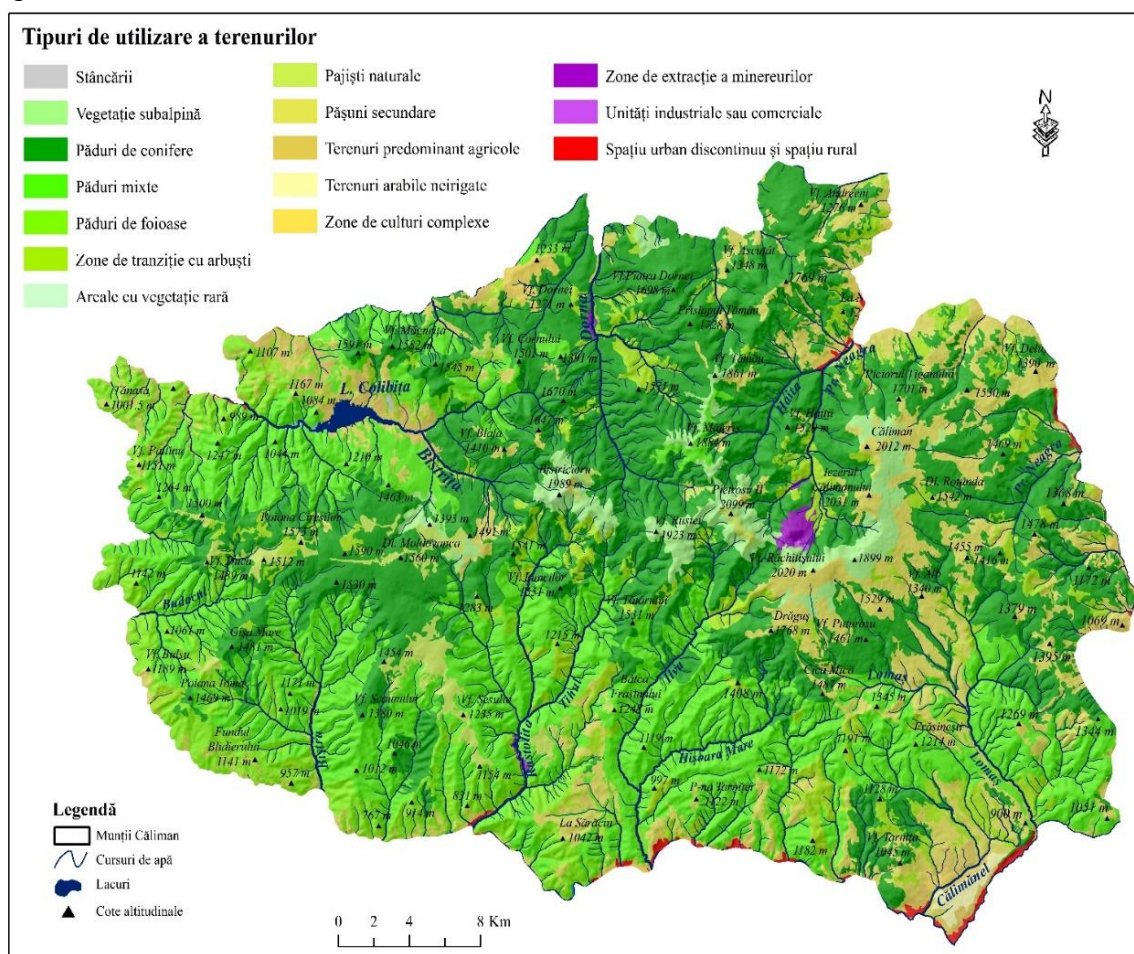


Fig. 18. Vegetația și utilizarea terenurilor din Munții Căliman

7. Influența factorului antropic asupra condițiilor de formare a resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman

Munții Căliman reprezintă un ansamblu teritorial caracterizat de o slabă locuire, excepție făcând zona periferică a masivului, adică zona piemontană Călimanului.

Locuințele permanente sau temporare prin spațiu restrâns pe care-l influențează sunt doar secundar în postura de influențare a regimului de scurgere a apei râurilor.

În ceea ce privește spațiul locuit pe latura estică și sudică se dispun așezări aproape paralel cu marginile masivului, fiind depresiuni de baraj vulcanic Păltiniș, Dragoiasa, Glodu, Bilbor, Secu și Toplița și continuându-se în partea nordică cu Șaru Dornei, Coverca, Panaci, Neagra Șarului, Gura Haitii și Dornișoara. Pe culoarul Mureșului, în partea sudică a masivului se regăsesc localitățile Ciobotani, Stânceni, Meștera, Neagra, Lunca Bradului, Sălard, Andreneașă, Răstolița, Iod, Gălăoia și Bistra Mureșului.

CAPITOLUL III. RESURSELE DE APĂ ALE RÂURILOR DIN MUNȚII CĂLIMAN

1. Evaluarea și repartitia spațială a resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman

1.1 Scurgerea medie și bilanțul apei din Munții Căliman

Scurgerea medie este principalul indicator al bogăției resurselor de apă a Munților Căliman și s-a determinat ca valoare medie aritmetică a debitelor zilnice, lunare și anuale pentru perioada 1950-2010.

Din categoria metodelor de sistematizare a cunoștințelor s-a făcut apel la clasificarea geografică, realizându-se gruparea pe trei perioade de studiu și anume 1950-1967, 1950-2010 și 1970-2010 sau al perioadei de apariție și desfășurare a evenimentului.

Volumul scurgerii medii este o modalitate de exprimare a cantității de apă scurse printr-o anumită secțiune, obținându-se ca și produs valoarea debitului mediu și durata de timp pentru care este valabilă valoarea debitului exprimată în secunde.

Tabelul 7. Debite medii multianuale si anotimpuale (m³/s)

Statie	Anual	Primavara	Vara	Toamna	Iarna
Poiana Stampei	2,33	4,07	2,85	1,52	0,84
Dornisoara	0,68	1,24	0,76	0,44	0,26
Gura Negrii	4,20	6,66	5,40	2,87	1,88
Gura Haitii	0,90	1,49	1,15	0,60	0,37
Panaci	0,69	1,05	0,87	0,48	0,36
Tomnatec	0,65	0,83	0,87	0,54	0,36
Bilbor	0,96	1,49	1,22	0,68	0,45
Toplita	2,86	5,19	3,14	1,72	1,40
Rastolita	3,49	5,92	3,59	2,32	2,13
Bistra	2,39	3,89	2,36	1,65	1,65
Jelna	2,37	3,84	2,28	1,41	1,94
Mita	1,71	2,85	1,74	1,11	1,13
Bistrita Bargaului	3,57	5,50	3,61	2,41	2,75
Muresenii Bargaului	1,29	2,18	1,16	0,83	1,01

Tendința de evoluție a debitului mediu anual a râurilor din Munții Căliman, debitele medii anuale ale principalelor râuri este una în creștere.

Bilanțul apei evaluat la nivelul Munților Căliman se poate exprima pe baza valorilor medii multianuale ale componentelor principale în felul următor. La aport se includ 814 mm proveniți din precipitații atmosferice, din care 498 mm se consumă în procesele de formare a scurgerii medii globale, iar 316 mm prin evapotranspirație.

Scurgerea subterană (U_o) ca și celelalte elemente ale bilanțului hidric, denotă o zonalitate condiționată de creșterea umidității și a intensității drenajului dinspre axa principalelor culoare de vale spre culmile interfluviale. Pe râurile din bazinul Siretului valorile scurgerii medii subterane sunt mai reduse, între 50 și 100 mm, în timp ce pe râurile din bazinele Someșului și Mureșului se mențin între 100 și 200 mm. Valorile mai ridicate se explică prin aportul relativ abundent și constant provenit din sursele de apă acumulate în formațiunile sedimentare mai permeabile din aceste bazine.

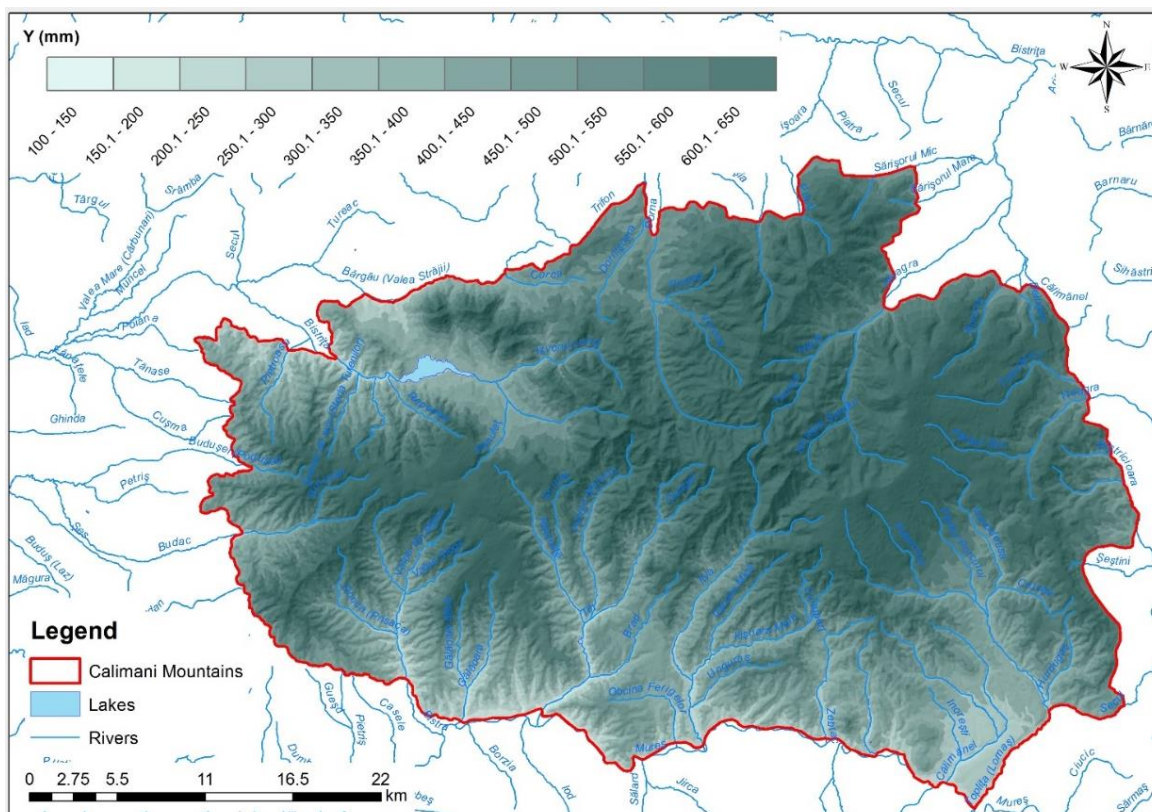


Fig. 19. Harta scurgerii medii totale

Scurgerea subterană (U_o) ca și celelalte elemente ale bilanțului hidric, denotă o zonalitate condiționată de creșterea umidității și a intensității drenajului dinspre axa principalelor culoare de vale spre culmile interfluviale. Pe râurile din bazinul Siretului valorile scurgerii medii subterane sunt mai reduse, între 50 și 100 mm, în timp ce pe râurile din bazinele Someșului și Mureșului se mențin între 100 și 200 mm. Valorile mai ridicate se explică prin aportul relativ abundent și constant provenit din sursele de apă acumulate în formațiunile sedimentare mai permeabile din aceste bazine.

Evapotranspirația (Z_o) determinată ca diferență între precipitațiile medii (X_o) și stratul scurgerii medii globale (Y_o) depinde de potențialul evaporației și de cantitatea umidității din sol capabile să se evapore. Astfel, calculată valoarea evapotranspirației este mai mult orientativă datorită lipsei de date provenite din observații directe, care sunt influențate de condiții locale specifice fiecărei subunități (grad de împădurire, tipuri de sol, expoziția și înclinarea versanților etc.). Valorile evapotranspirației oscilează în limite restrânse (mm). Valorile evapotranspirației scad cu altitudinea ajungând pe culmile înalte al Munților Căliman la 200 mm.

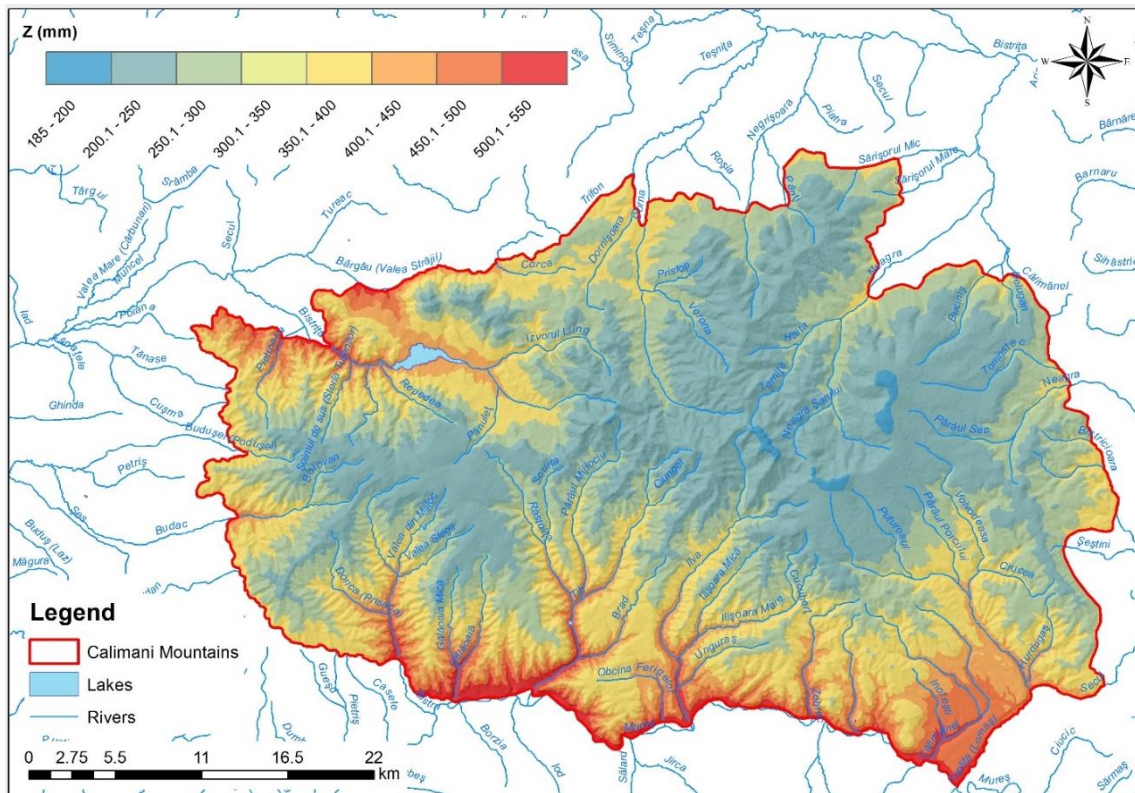


Fig. 20. Harta evapotranspirației.

1.2 Repartiția spațială a resurselor de apă ale râurilor din Munții Căliman

Componentele bilanțului hidric au o repartiție neuniformă în timp și spațiu condiționată de particularitățile geografice ale regiunii studiate.

Nuanțările care apar în repartiția spațială a precipitațiilor și scurgerii sunt impuse îndeosebi de particularitățile circulației maselor de aer și de caracteristicile morfometrice (în special altitudine) și morfologice ale reliefului. Este vorba de advecția maselor de aer umede din vest în arealele expuse favorabil direcției de deplasare a acestora, de mișcările catabatice resimțite pe versantul estic al Munților Căliman, respectiv de creșterea, în general, a altitudinii reliefului de la vest spre est. Alternanța culmilor muntoase cu , culoarele de vale și prezența unor bazinete depresionare au, de asemenea, un rol în nuanțarea teritorială a distribuției componentelor bilanțului hidric prin amplificarea sau atenuarea intensității proceselor pluviogenetice.

1.2.1 Repartiția resurselor de apă pe trepte de altitudine

Analiza repartiției cantităților medii multianuale pe intervalele de altitudine din arealele de valabilitate a relațiilor $X = f(H_m)$ scoate bine în evidență diferențele spațiale impuse de legea zonalității altitudinale .

În funcție de expunerea reliefului față de advecția maselor de aer umede, creșterea cantităților de precipitații în funcție de altitudine se produce diferențiat în cele trei areale de valabilitate a relațiilor $X = f(H_m)$ (tabel 35).

Diferențele între cantitățile de precipitații corespunzătoare intervalelor de altitudine din areale limitrofe se mențin între 100 și 150 mm, iar între arealele îndepărtate ajung la peste 200 mm, ceea ce denotă contraste evidente în distribuția cantităților de precipitații impuse de condițiile pluviogenetice specifice arealelor analizate. Repartiția cantităților de precipitații pe

intervale de altitudine din arealele de valabilitate a relațiilor $X=f(H_m)$ scoate în evidență caracterul zonal de distribuție a cantităților de precipitații, condiționate de altitudinea și expoziția reliefului față de circulația maselor de aer umede din sectorul vestic.

Tabel 8. Repartiția cantităților medii multianuale de precipitații în arealele de valabilitate a relațiilor $X=f(H_m)$

Nr-crt	Altitudine	Areal de valabilitate		
		III	II	I
1.	492-500	500	620	740
2.	500-600	560	670.0	780.0
3.	600-700	600	705.0	820.0
4.	700-800	630	740.0	857.5
5.	800-900	668	770.0	887.5
6.	900-1000	693	795.0	912.5
7.	1000-1100	723	815.0	935.0
8.	1100-1200	748	835.0	952.5
9.	1200-1300	773	852.5	967.5
10.	1300-1400	790	867.5	980.0
11.	1400-1500	800	880.0	990.0
12.	1500-1600	810	890.0	995.0
13.	1600-1700	818	897.5	997.5
14.	1700-1800	823	902.5	1000.0
15.	1800-1900	825	907.5	1002.5
16.	1900-2000	825	910.0	1005.0
17.	2000-2100	833	930.0	1027.5

1.2.2 Repartiția resurselor de apă pe bazine hidrografice

Analizând distribuția spațială a precipitațiilor la nivelul principalelor bazine hidrografice se remarcă diferențieri destul de evidente. Astfel, cele mai mari cantități de precipitații au fost determinate pentru bazinul Siretului, iar cele mai reduse pentru bazinul Mureșului.

Bilanțul apei evaluat la nivelul Munților Căliman se poate exprima pe baza valorilor medii multianuale ale componentelor principale în felul următor. La aport se includ 814 mm proveniți din precipitații atmosferice, din care 498 mm se consumă în procesele de formare a scurgerii medii globale, iar 316 mm prin evapotranspirație.

Din scurgerea medie globală 422 mm reprezintă scurgerea de suprafață, iar 106 mm cea subterană. De aici rezultă participarea relativ redusă a resurselor subterane la umezirea globală a terenului, care reprezintă 57.2 % din precipitațiile căzute, adică 461 mm.

Tabelul 9. Structura bilanțului hidric din principalele bazine hidrografice aferente Munților Căliman.

Denumirea bazinelor	Elementele bilanțului hidric (mm)					
	X _o	Y _o	S _o	Z _o	U _o	W _o
Somes	883.5	528.1	422.5	355.4	105.6	461
Mure;	786.2	440.8	352.6	345.4	88.2	433.6
Siret	811.6	574	459.2	237.6	114.8	352.4
Munții Căliman	814	498.4	398.7	315.6	99.7	415.3

La nivelul regiunii studiate volumul mediu multianual de apă rezultat din scurgerea totală a fost evaluat la 789 milioane m³, valoare ce corespunde unui strat mediu de 498,4 mm. ca și în cazul precipitațiilor repartitia spațială a volumelor de apă rezultate din scurgerea medie globală este diferită, depinzând și de ponderea suprafețelor deținute de fiecare bazin hidrografic.

Astfel, ponderea celor trei bazine la realizarea volumului mediu multianual de apă rezultat din scurgerea totală este diferită: bazinul Someșului participă cu 22,2 % la volumul total de apă scurs, în timp ce bazinul Mureșului cu 43.8% , iar al Siretului cu 34.0 %.

2. Regimul de scurgere a apei râurilor din Munții Căliman

Regimul hidric reprezintă schimbarea legică a stării resurselor de apă în timp, ca urmare a influenței factorilor geologici, dintre care se evidențiază factorii climatici ca având rolul cel mai important. Regimul scurgerii se poate defini prin intermediul mai multor valori: cantitatea de apă scursă anual, ritmul debitelor zilnice ceea ce implică caracterizarea fazelor scurgerii. Nu trebuie să uităm bine înțeles că antropicul poate juca un rol foarte important în redistribuirea sau echilibrarea repartitiei resurselor de apă din cadrul anului. Modul în care se combină principalele surse de alimentare se reflectă în repartitia scurgerii în timpul anului.

Repartitia scurgerii în timpul anului determină în mare măsură valoarea economică a apelor. Cu cât regimul de scurgere al cursurilor de apă este mai echilibrat cu atât ele pot fi utilizate mai eficient. Modul în care se combină principale surse de alimentare se reflectă în repartitia scurgerii în timpul anului. În acest studiu, despre regimul de scurgere a apei râurilor din regiunea menționată s-au utilizat datele provenite de la 14 stații hidrometrice pe perioada 1950-2010.

2.1 Regimul scurgerii anotimpuale

În regimul scurgerii anotimpuale se analizează variația scurgerii în fiecare anotimp, ponderea și influența pe care scurgerea o are. Se remarcă contraste teritoriale destul de însemnate între cele trei bazine mari care se dezvoltă în cadrul Munților Căliman.

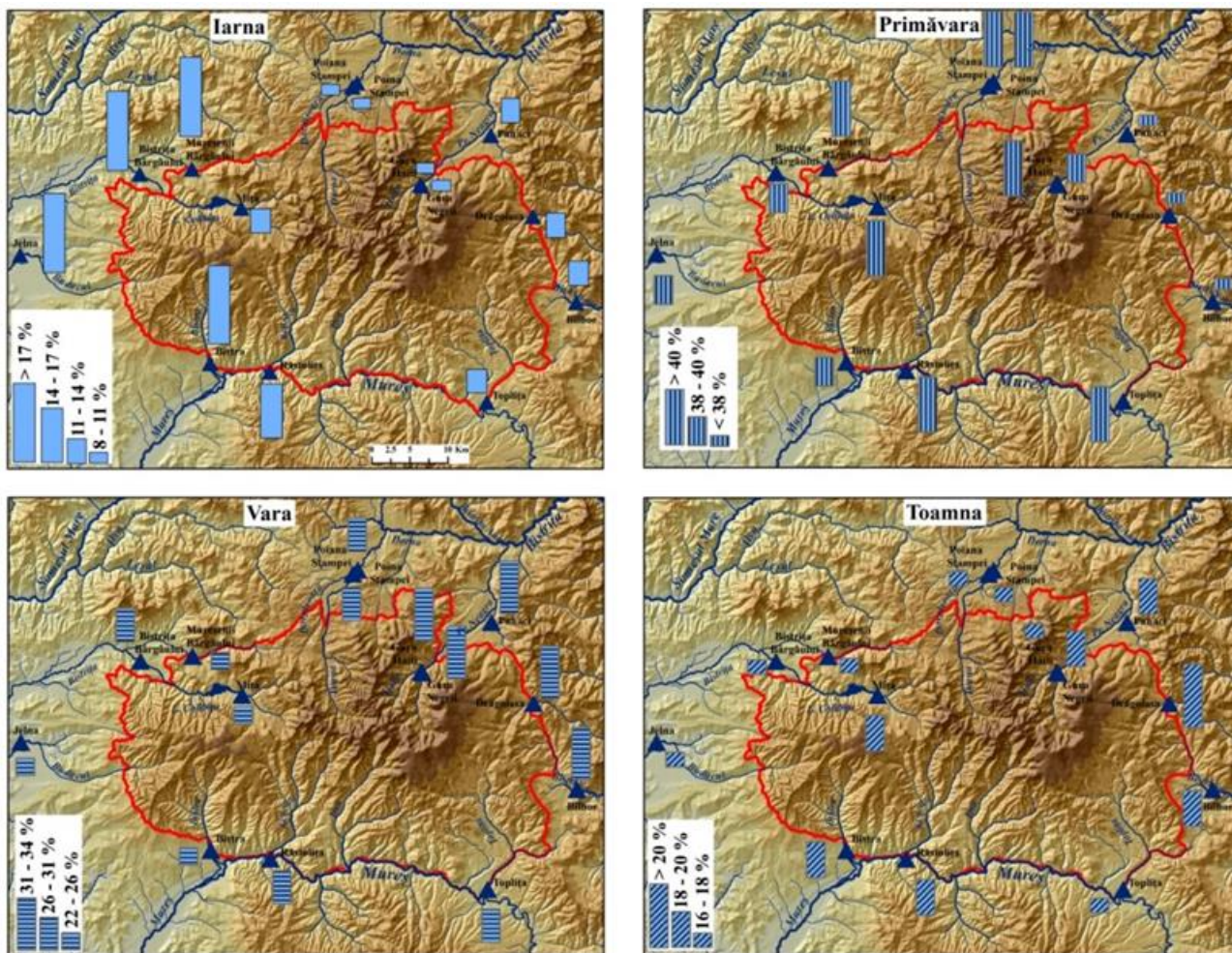


Fig. 21. Ponderea scurgerii anotimpuale

Tabelul 10. Valorile scurgerii anotimpuale (%) la stațiile din Munții Căliman pentru perioada 1950-2010

Stație hidrometrică	Iarna	Primavara	Vara	Toamna
Poiana Stampei	9,06	43,88	30,67	16,38
Dornișoara	9,72	46,03	28,03	16,22
Gura Negrii	11,18	39,64	32,12	17,06
Gura Haitii	10,15	41,47	31,80	16,58
Panaci	13,10	37,95	31,55	17,40
Drăgoiasa	13,87	31,89	33,43	20,81
Bilbor	11,70	38,84	31,68	17,79
Toplița	12,20	45,31	27,45	15,04
Rastolita	15,25	42,41	25,75	16,59
Bistra	17,26	40,70	24,74	17,30
Jelna	20,50	40,56	24,06	14,87
Mița	16,51	41,72	25,54	16,24
Bistrita Bârgăului	19,28	38,54	25,27	16,91
Muresenii Bârgăului i	19,58	42,09	22,37	15,96

Abaterile maxime și minime ale scurgerii. În cazul scurgerii de iarnă, cele mai mari abateri pozitive la stațiile din zona de studiu s-au înregistrat în trei ani: 1957, 1958 și 2010 (Tabel), cele mai mari valori înregistrându-se în anul 2010, când s-au atins abateri de +348,97% la stația Dornișoara și +215,48% la stația Toplița. Aceste abateri au fost datorate unor temperaturi foarte ridicate ale aerului, care au determinat topiri ale zăpezii, însoțite de precipitații însemnate cantitativ.

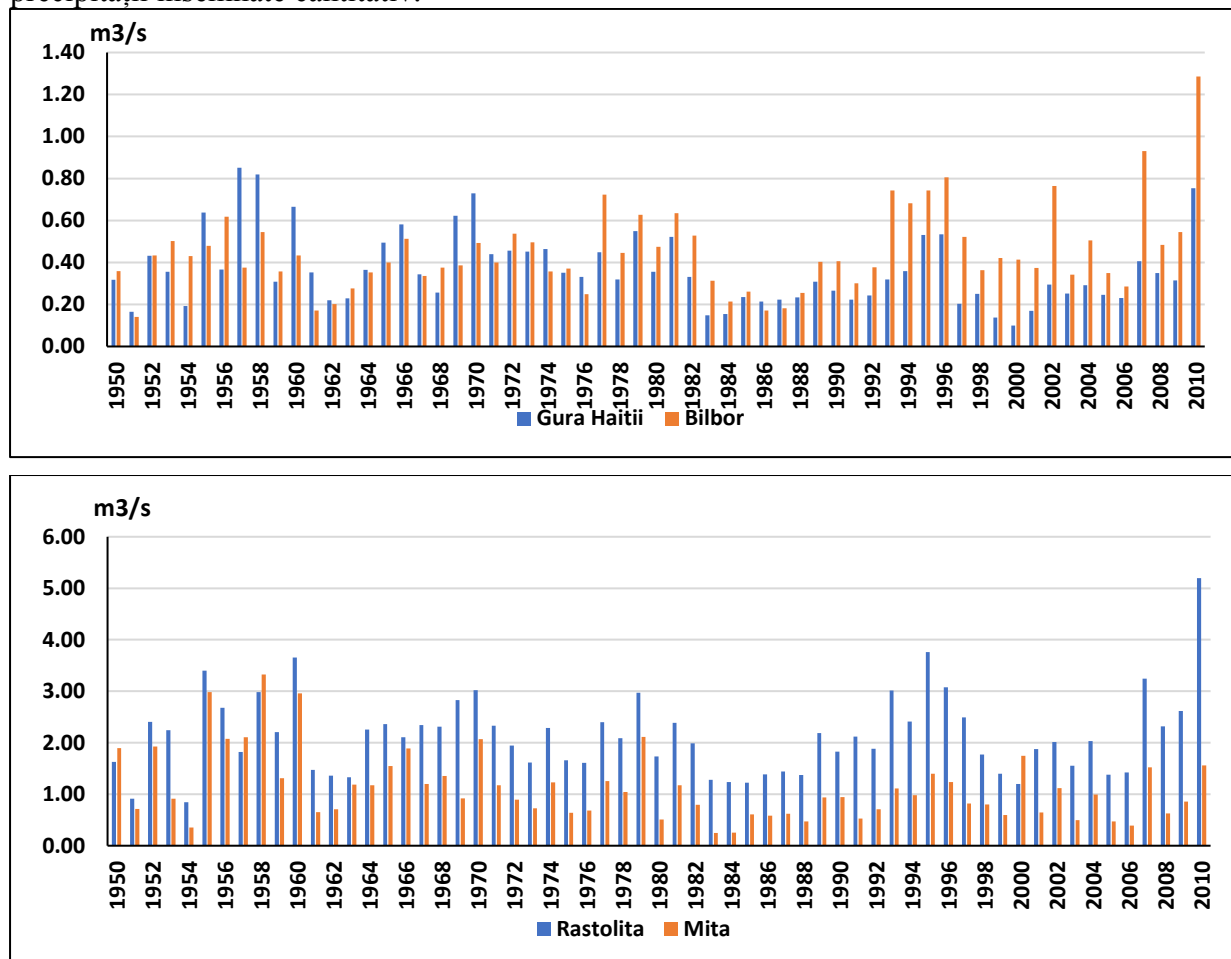


Fig. 22. Variația în profil multiannual a scurgerii de iarnă la stațiile hidrometrice din zona de studiu

2.2 Regimul scurgerii lunare

Din repartitia scurgerii medii lunare în timpul anului se observă diferențieri teritoriale destul de însemnate generate de factorii climatici. Astfel, pe râurile din partea vestică a Munților Căliman unde topirea zăpezii se produce mai timpuriu, datorită altitudinii mai reduse a reliefului față de celelalte areale muntoase, se pune în evidență un maxim în aprilie (Tabelul 11). În schimb, pe râurile din partea de nord cu bazine dezvoltate în partea înaltă a Munților Căliman, procentul maxim al scurgerii lunare a fost semnalat în aprilie.

Diferențele teritoriale se pun în evidență și din analiza repartiției scurgerii medii din fiecare lună. Astfel, în luna ianuarie precipitațiile căzute aproape în exclusivitate sub formă solidă și condițiile nefavorabile topirii acestora determină valori reduse ale scurgerii, care reprezintă între 2,7 % (Gura Haitii) și 5,7 % (Jelna) din volumul anual mediu. Contraste destul de evidente există între râurile din vestul și nordul Munților Căliman.

*Tabelul 11. Repartiția scurgerii medii lunare
(% din scurgerea medie)*

Statia hidro- metrică	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bilbor	3.3	3.3	8.6	16.1	13.1	11.9	11.1	8.7	7.1	6.2	5.7	5
Bistra	5.4	5.6	10.2	16.8	12.5	10	8.1	6.0	6.0	6.1	6.7	6.6
Bistrița B.	5.3	5.8	9.7	15.6	13.2	10.7	8.9	6.4	6.4	5.7	5.9	6.5
Dragoiasa	4.2	3.9	5.3	11.6	14.2	12.6	11.2	9.8	8.4	7.2	6.4	5.1
Gura Haiti	2.7	2.4	4.2	14.5	22.3	13.6	11	7.8	7.2	5.6	4.9	3.8
Gura Negri	3.4	3	6.4	14.3	17.6	13.5	10.8	8.2	7.4	5.8	5.2	4.3
Jelna	5.7	6.6	10.7	15.0	13.3	11.4	9.8	4.2	4.8	5.4	6.2	6.9
Mița	4	4.4	9	18.2	15.9	10.5	8.7	6	6.5	5.8	5.8	5.2
Mureșenii B.	5.3	6.2	13.2	17.9	11.2	9.7	7.9	4.5	5.4	5.7	6.5	6.6
Panaci	4.2	3.9	7.9	13.3	14.8	12.6	10.9	8.5	7.1	6	5.8	5
Poiana S.Dorna	2.7	2.3	6.2	17	19.5	12.6	10.3	7.3	6.7	5.8	5.3	4.3
Poiana S.Dornișoara	2.9	2.4	8.6	21	16.1	10.9	9.4	6.5	6.3	5.6	5.4	4.8
Răstolița	4.7	4.5	8.8	17.7	14.3	11	8.6	6.3	6.1	5.9	6.1	5.9
Toplița	3.4	3.4	8.2	18.8	16.5	11.8	9.7	7.0	5.9	5.3	5.2	4.7

Diferențele teritoriale se pun în evidență și din analiza repartiției scurgerii medii din fiecare lună. Astfel, în luna ianuarie precipitațiile căzute aproape în exclusivitate sub formă solidă și condițiile nefavorabile topirii acestora determină valori reduse ale scurgerii, care reprezintă între 2,7 % (Gura Haiti) și 5,7 % (Jelna) din volumul anual mediu. Contraste destul de evidente există între râurile din vestul și nordul Munților Căliman.

În luna februarie se remarcă o creștere a volumelor scurse față de luna precedentă, mai ridicată (6,6 %) la Jelna iar cea mai scăzută (2,3%) la stația Poiana Stampei de pe râul Dorna.

În lunile martie, aprilie și mai, se realizează cea mai bogată scurgere din timpul anului. Astfel, pe râurile din partea nordică și estică, scurgerea medie din luna martie reprezintă între: 4,2% și 13,2 % din volumul anual.

În lunile de vară și începutul toamnei reducerea drastică a cantităților de precipitații, epuizarea rezervelor subterane și valorile ridicate ale evapotranspirației sunt cauzele care duc la diminuarea valorilor scurgerii apei râurilor. Diminuarea treptată a volumelor scurse devine mai accentuată în august și septembrie, când pe majoritatea râurilor se înregistrează cea mai scăzută scurgere medie lunară, care reprezintă între 3,9 % și 4,9 % din volumul anual (Tabelul 11).

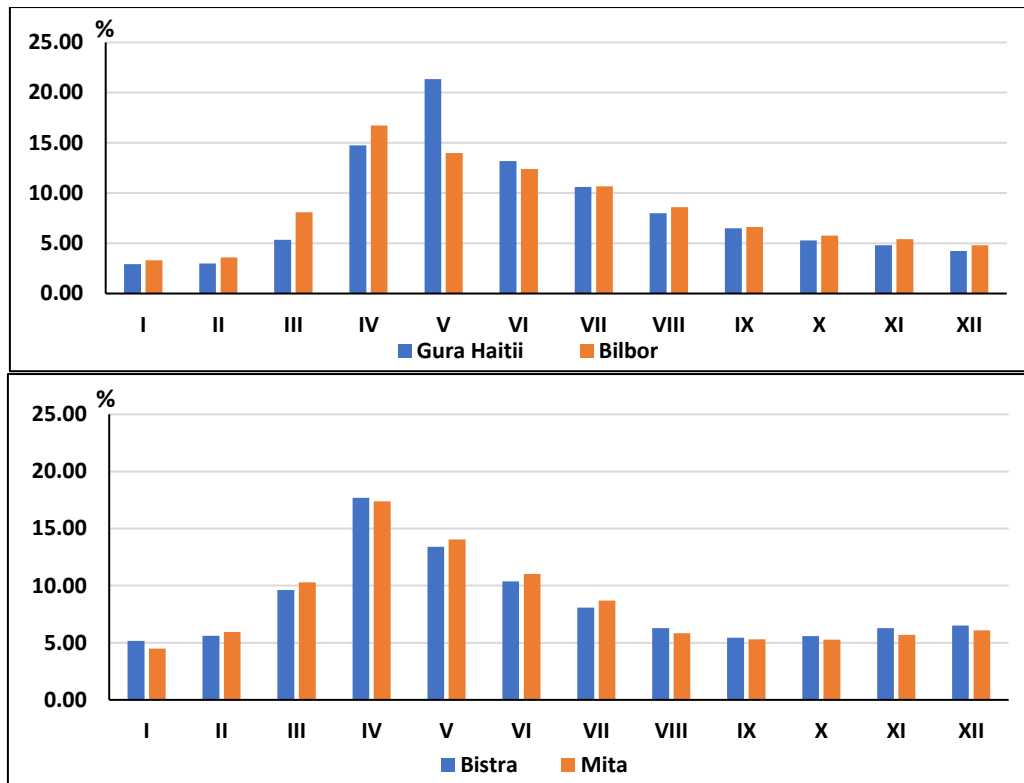


Fig. 23 Valorile scurgerii luare la cele 4 stații de referință

Din luna noiembrie se produce o creștere ușoară a scurgerii generată de intensificarea ploilor de toamnă. Scurgerea medie din această lună contribuie cu valori cuprinse între 4,9 % și 6,5 % la realizarea volumului anual mediu. O dată cu intensificarea cantităților de precipitații se observă o creștere a scurgerii lunare până în decembrie, după care urmează o diminuare evidentă în lunile ianuarie și februarie, când pe râurile cu bazine hidrografice dezvoltate pe treptele de relief mai înalte, peste 1000 m, se realizează cele mai scăzute procente ale scurgerii datorită temperaturilor negative, care fac ca apa să se mențină mai mult sub formă solidă. Astfel, pe râul Haita se produce cea mai scăzută scurgere lunară care s-a realizat în luna ianuarie (2,7 %) iar cea mai mare s-a înregistrat în luna aprilie (21 %) la stația Poiana Stampei pe râul Dornișoara.

Astfel, s-au evidențiat mai multe tipuri de repartiție la nivel lunar, evidențiindu-se tipul IV,V/I,II, specific la două stații din partea de nord a grupe (Poiana Stampei și Dornișoara), respective celor situate în partea de sud și sud-est a arealului studiat

Al doilea tip ca pondere este cel V,IV/II,I, specific pentru celelalte stații din partea de nord a grupe studiate. Un tip de tranziție între cele două tipuri se înregistrează la Panaci (V,IV/I,II).

Stațiile din partea de vest a masivului prezintă tipuri variate, ca urmare a creșterii frecvenței lunilor cu pondere săracă a scurgerii în timpul toamnei, sub influența climatului vestic, ce determină o creștere a scurgerii în lunile de iarnă. Astfel, deși lunile cu cea mai mari scurgere sunt IV și V, la nivelul lunilor cele mai sărace apar variații de la o stație la alta (Tabel 12).

Tabelul 12. Lunile cele mai bogate, respective cele mai sărace în scurgere, și tipurile de repartiție a scurgerii în Munții Căliman

Stație hidro.	Lunile cele mai bogate în scurgere (cazuri) și frecvența lor (%)				Lunile cele mai sărace în scurgere (cazuri) și frecvența lor (%)			
	Prima lună	%	A doua lună	%	Prima lună	%	A doua lună	%
Poiana Stampei	IV	47,5	V	42,6	I	36,1	II	32,8
Dornișoara	IV	55,7	V	36,1	I	32,8	II	32,8
Gura Negrii	V	37,7	IV	29,5	II	36,1	I	29,5
Gura Haitii	V	50,8	IV	26,2	II	34,4	I	31,1
Panaci	V	32,8	IV	31,1	I	37,7	II	34,4
Drăgoiasa	V	36,1	VI	23	II	44,3	I	32,8
Bilbor	IV	47,5	V	42,6	I	41,0	II	32,8
Toplița	IV	50,8	V	44,3	I	34,4	II	29,5
Răstolița	IV	63,9	V	39,3	I	36,1	II	23,0
Bistra	IV	67,2	V	49,2	I	34,4	II	29,5
Jelna	IV	47,5	V	18,0	X	19,7	IX	19,7
Mița	IV	45,9	V	29,5	I	31,1	X	22,9
Bistrița Bârgăului	IV	47,5	V	27,9	X	19,7	I	18,1
Mureșeni Bârgăului	IV	37,7	III	31,1	IX	19,7	X	29,5

2.3 Perioadele caracteristice ale regimului diurn al scurgerii apei râurilor

Caracterizarea regimului zilnic al scurgerii se face cu ajutorul hidrografului tip realizat pe baza celor mai frecvente mărimi, date de apariție și durate ale fazelor de regim concretizate prin apele mari de primăvară, apele mici de vară, viiturile de toamnă, apele mici de iarnă și viiturile de iarnă, hidrograful tip conținând pentru fiecare fază de regim limitele externe de variație ale mărimii respective precum și datele caracteristice de producere ale acestora.

Dacă analiza hidrografului suprapus a celor 4 stații se poate observa o oarecare similitudine mai ales în ceea ce privește perioadele din timpul unui an cu ape scăzute și ridicate. Din hidrograful de mai sus reiese două vârfuri ale perioadelor mari și anume primăvara în lunile aprilie-mai datorită faptului că această stație se află în partea de sud-est a Masivului Căliman iar topirea zăpezilor se realizează primăvara mai târziu. Un alt vârf se poate observa în luna decembrie la stația Mița pe partea vestică a Masivului Căliman, datorită expoziției pe partea masivului dar și a altitudinii reduse în concordanță cu celelalte stații hidrometrice.

Efectul factorilor climatici nu poate fi apreciat cantitativ utilizând hidrograful tip, astfel încât pentru evaluarea factorilor climatici asupra scurgerii se utilizează hidrograful unui an concret denumit hidrograful anului mediu caracteristic. Hidrograful anului mediu caracteristic are variația asemănătoare cu a hidrografului tip, precum și volumele anuale și sezoniere apropiate de valorile multianuale.

2.3.1 Perioadele cu scurgere ridicată (apele mari și viiturile)

Perioadele cu scurgere ridicată reprezintă interval de timp în cadrul cărora debitele medii se situează peste valorile medii multianuale și se clasifică în literatură ca perioade de ape mari și viituri.

Perioadele cu apă mari reprezintă creșteri lente ale debitelor râurilor și menținerea acestora la cote ridicate pentru o perioadă ce poate varia între câteva zile și în cazuri excepționale câteva săptămâni sau luni. Acest fenomen se datorează topirii lente a stratului de zăpadă existente în Munții Căliman din perioada de primăvară.

Geneza viiturilor din Munții Căliman este de natură pluvio-nivală și nivo-pluvială în arealele mai înalte.

Viiturile pot fi caracterizate cu ajutorul parametrilor de formă, genetici, temporali și spațiali, care pot ajuta la prevenirea efectelor puternice produse de către viituri asupra zonei locuite pe care le afectează (Sorocovschi, 2017).

Tabelul 13. Frecvența viiturilor din arealul studiat

Râu	Stație	Nr. Ani	Nr. Viituri/stație	Perioada
Dorna	Poiana Stampei	31	55	1973-2003
Dornisoara	Poiana Stampei	18	36	1986-2003
Neagra	Gura Negrii	31	56	1973-2003
Haita	Gura Haitii	22	43	1982-2003
Neagra	Dragoiasa	14	28	1990-2003
Sarisor	Panaci	18	38	1986-2003
Toplita	Toplita	10	23	1980-1989
Rastolita	Rastolita	10	20	1980-1989
Bistra	Bistra	31	63	1980-2010
Bistricioara	Bilbor	27	57	1977-2003
Dragoiasa	Tomnatec	31	60	1973-2003
Mita	Bistrita	27	51	1983-2010

Din punctul de vedere al formei, viiturile produse în bazinul de studiu prezintă, în mai mult de jumătate din cazuri singulare, cele mai mari valori înregistrându-se pe afluenți, cu 90% la stația Bistra. Viiturile compuse apar mai ales pe cursul principal, atingând un 36% la stația Bistrița, acest lucru datorându-se multitudinii de afluenți minori pe care îi primește cursul principal.

Din punctul de vedere al genezei, undele de viitură, care apar în interiorul unui bazin hidrografic, sunt puternic influențate de cantitățile de precipitații căzute în bazin înainte și în timpul producerii viiturilor, cât și de temperaturile ridicate care determină topirea bruscă a stratului de zăpadă.

Frecvența poate fi analizată din punctul de vedere al repartiției multianuale pe anotimpuri și luni a viiturilor. Frecvența lunară a viiturilor normale la stațiile râurilor din Munții Căliman arată că cele mai multe viituri se produc în lunile aprilie-mai-iunie. Următoarele luni ca pondere sunt lunile iulie și august, cu valori mai însemnate. Acest lucru arată că viiturile de

primăvară sunt puternic întârziate, iar topirile de zăpadă nu au intensități care să influențeze scurgerea.

Durata viiturilor arată gradul de pericolozitate al acestora. Cu cât mai rapidă este o viitură, cu atât timpul de avertizare a populației afectate este mai scurt, iar măsurile de prevenire care pot fi luate imediat înainte de producere și în timpul viiturii sunt mult mai puține (Tabelul 14).

Tabelul 14. Frecvența lunară a viiturilor normale a râurilor din Munții Căliman

	Stație	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Dorna	Poiana Stampei	0.00	0.00	1.82	12.73	18.18	20.00	18.18	14.55	7.27	5.45	1.82	0.00
Dornisoara	Poiana Stampei	0.00	0.00	2.78	5.56	11.11	22.22	19.44	11.11	16.67	8.33	2.78	0.00
Neagra	Gura Negrii	0.00	0.00	1.79	14.29	14.29	21.43	16.07	10.71	14.29	5.36	1.79	0.00
Haita	Gura Haitii	0.00	0.00	0.00	18.60	18.60	20.93	20.93	4.65	11.63	2.33	2.33	0.00
Neagra	Dragoiasa	0.00	0.00	0.00	7.41	7.41	22.22	22.22	11.11	22.22	7.41	0.00	0.00
Sarisor	Panaci	0.00	0.00	8.11	8.11	18.92	18.92	21.62	8.11	13.51	2.70	0.00	0.00
Toplita	Toplita	0.00	0.00	9.52	28.57	28.57	14.29	14.29	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00
Rastolita	Rastolita	0.00	0.00	10.00	30.00	20.00	20.00	15.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bistricioara	Bilbor	0.00	0.00	5.26	15.79	19.30	15.79	19.30	12.28	10.53	1.75	0.00	0.00
Dragoiasa	Tomnatec	0.00	0.00	0.00	8.33	13.33	26.67	18.33	16.67	15.00	1.67	0.00	0.00
Bistra	Bistra	1.59	1.59	7.94	20.63	12.70	7.94	12.70	7.94	6.35	9.52	3.17	7.94
Mita	Bistrita	9.80	1.96	13.73	25.49	13.73	9.80	7.84	1.96	5.88	3.92	1.96	3.92

Cu cât cursurile de apă sunt mai mici și cu suprafață mai mică, cu atât timpul total e mai redus, în bazinele râurilor Bistra și Răstolița. Cele mai multe cazuri înregistrează la stația Tomnatec de pe râul Dragoiasa.

Din analiza datelor obținute, se poate observa că timpul total al viiturilor este mai mare pe cursurile râurilor de pe rama nordică a Munților Căliman, datorită pantei accentuate în această parte (Tabel 15). Viturile de durată ating un maxim la stația Răstolița, unde 95% din viiturile normale înregistrate au avut durate totale mai mari de 96 ore. La stația Tomnatec de pe râul Dragoiasa s-au înregistrat viituri cu durate totale mai mici de 24 ore, cea mai mare pondere de 16.13%.

Cu cât cursurile de apă sunt mai mici și cu suprafață mai mică, cu atât timpul total e mai redus, în bazinele râurilor Dragoiasa și Sărișor înregistrându-se cele mai multe viituri-fulger, cu valori de 16,13% respectiv 10,26%. Cele mai mici frecvențe ale viiturilor cu timp total mai mare de 96 ore se înregistrează pe râul Sărișor (30,77%) și pe râul Neagra (33,33%).

Timpul de creștere al unei viituri arată pericolozitatea extremă a acesteia. Cu cât această valoare este mai mică, cu atât viitura este mai periculoasă.

Efectele negative ale viiturilor poartă numele de inundații, apărând atunci când debiturile și nivelele râurilor depășesc capacitatea de stocare a albiei. Dintre fenomenele de risc naturale, viiturile, respectiv efectul lor – inundațiile sunt printre cele mai periculoase fenomene.

Tabelul 15. Timpul total (în ore) de producere a viiturilor

Rau	Stație	0-24 ore		25-48 ore		49-72 ore		73-96 ore		>96 ore		Total	
		Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%
Dorna	Poiana Stampei	2	3.28	8	13.11	14	22.95	6	9.84	31	50.82	61	100.00
Dornisoara	Poiana Stampei	2	5.41	5	13.51	3	8.11	11	29.73	16	43.24	37	100.00
Neagra	Gura Negrii	1	2.13	5	10.64	13	27.66	9	19.15	19	40.43	47	100.00
Haita	Gura Haitii	0	0	0	0	3	10.71	0	0	25	89.29	28	100.00
Neagra	Dragoiasa	1	3.70	6	22.22	8	29.63	3	11.11	9	33.33	27	100.00
Sarisor	Panaci	4	10.26	4	10.26	8	20.51	11	28.21	12	30.77	39	100.00
Toplita	Toplita	1	4.55	0	0.00	3	13.64	2	9.09	16	72.73	22	100.00
Dragoiasa	Tomnatec	10	16.13	12	19.35	8	12.90	5	8.06	27	43.55	62	100.00
Rastolita	Rastolita	0	0	0	0	1	5.00	0	0	19	95.00	20	100.00
Bistra	Bistra	0	0	1	10.00	1	10.00	1	10.00	7	70.00	10	100.00

Având în vedere că arealul de studiu se află într-o zonă montană, unde gradul de locuire este scăzut, efectele inundațiilor de pe cursurile râurilor din Munții Căliman sunt de ordin environmental. Datorită inundațiilor cursurile de apă suferă anumite modificări datorită procesului geomorfologic de eroziune.

2.3.2 Perioadele cu scurgere scăzută (apele mici)

Scurgerea minimă reprezintă o fază importantă a regimului hidric de care trebuie să se țină seama în utilizarea apei râurilor în regim neamenajat. Scăderea drastică a debitelor în perioada apelor mici are consecințe negative asupra alimentării cu apă a populației, industriei și a sistemelor de irigații, producției de hidroenergie etc.

Perioadele cu scurgere scăzută sunt reprezentate la nivel anual de fazele apelor mici de iarnă sau toamnă și evidențiate doar în anii caracterizați prin scurgere minimă, urmând adesea perioadele de viituri.

Tabelul 16. Numărul total de zile cu ape mici pentru anumite intervale de timp (în zile) înregistrat între 1982-2010 la stațiile din Munții Căliman

Nr. Crt.	Rau	Statie	< 10	10,- 20	20- 30	30- 40	40- 50	50- 60	60- 70	70- 80	80- 90	90- 100	>1 00	Tot al
1	Bistra	Bistra	15 2	41	11	5	4	5	2	2	0	0	0	22 2
2	Bistrita Ard.	Mita	10 9	29	10	3	5	4	1	4	0	0	1	16 6
3	Haita	Gura Haitii	26	12	5	3	1	4	1	1	3	0	3	59
4	Bistricioara	Bilbor	97	12	5	9	2	5	2	2	2	0	2	13 8

După cum se poate observa în tabelul de mai sus numărul total de zile cu ape mici s-a înregistrat la stația Bistra în partea de sud a masivului Căliman (222), urmată de stația Mița (166), amplasată pe partea de vest Călimanului. La stația Gura Haitii, aflată pe râul Haita în partea de nord a Munților Căliman sunt cele mai puține zile (59) cu ape mici în perioada comună analizată 1982-2020.

Tabelul 17. Procentul din numărul total de zile cu ape mici (%) pentru anumite intervale de timp (în zile) înregistrat la stațiile din Munții Căliman

Nr. crt.	Rau	Statie	< 10	10,- 20	20- 30	30- 40	40- 50	50- 60	60- 70	70- 80	80- 90	90- 100	>100	Total
1	Bistra	Bistra	68.47	18.47	4.95	2.25	1.80	2.25	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	100
2	Bistrita Ard.	Mita	65.66	17.47	6.02	1.81	3.01	2.41	0.60	2.41	0.00	0.00	0.60	100
3	Haita	Gura Haitii	44.07	20.34	8.47	5.08	1.69	6.78	1.69	1.69	5.08	0.00	5.08	100
4	Bistricioara	Bilbor	70.29	8.70	3.62	6.52	1.45	3.62	1.45	1.45	1.45	0.00	1.45	100

Durata perioadelor cu ape mici pe râurile din Munții Căliman variază de la un caz la altul. Din Tabelul 17 se poate observa că cele mai des întâlnite sunt cele cu durată scurtă (sub 10 zile), cu valori cuprinse între 70,29% la stația Bilbor și 44,07% la stația Gura Haitii. Valoarea mare înregistrată la stația Bilbor este datorată faptului că, la această stație, variațiile de debit au fost foarte rapide, debitul variind mult în jurul valorii prag de 80%, aici înregistrându-se și numărul cel mai mare de zile cu ape mici. Urmează ca pondere durata de 10-20 zile, însă la mare distanță (între 8,7% la stația Bilbor și 20,34% la stația Gura Haitii).

2.4 Tipurile de regim hidric

O schiță privind identificarea tipurilor de regim hidric a râurilor din România a fost publicată în manualul de Geografie Fizică elaborat de V.Mihăilescu (1936). Analize sistematice de acest gen au fost realizate încă din deceniul al VI-lea a secolului trecut (E.Roșescu, 1957, I.Ujvari, 1957, 1959, D.Lăzărescu, I.Panait, 1958).

Tipul de repartiție a scurgerii s-a stabilit după succesiunea anotimpurilor în ordine calendaristică, majoritar fiind tipul P.V.T.I., singura excepție fiind stația Drăgoiasa, unde valorile procentuale din timpul verii depășesc puțin pe cele din timpul primăverii (Tabel 64). Utilizând criteriul succesiunii sezonelor în ordine descrescândă a aportului la scurgerea anuală criteriul menționat s-a constatat că pe majoritatea râurilor dominant este tipul V.T.I.

Acest tip este specific pentru râurile care se îndreaptă spre nord, est și sud, fiind puternic influențate de regimul climatic estic, cu ierni geroase și toamne mai ploioase.

Tipul P.V.I.T. este specific râurilor din partea de vest, unde precipitațiile mai mari din timpul iernii determină valori mai mari ale scurgerii în acest anotimp, superioare celor din timpul toamnei.

Tabelul 18. Tipurile de repartiție sezonieră a scurgerii în Munții Căliman

Râu	Stație hidrometrică	Tip scurgere
Dorna	Poiana Stampei	PVTI
Dornișoara	Dornișoara	PVTI
Neagra	Gura Negrii	PVTI
Haita	Gura Haitii	PVTI
Șărișor	Panaci	PVTI
Tomnatic	Drăgoiasa	VPTI
Bistricioara	Bilbor	PVTI
Toplița	Toplița	PVTI
Răstolița	Răstolița	PVTI
Bistra	Bistra	PVTI
Budac	Jelna	PVIT
Bistrița	Mița	PVIT
Bistrița	Bistrița Bârgăului	PVIT
Straja	Mureșeni Bârgăului	PVIT

CONCLUZII

Studiu a fost elaborat având ca bază datele oferite de 14 stații hidrometrice aparținând celor trei bazine hidrografice: Siret, Mureș și Someș. Rețeaua de stații hidrometrice este completată de stațiile meteorologice: Rețiș, Toplița, Bistrița și Poiana Stampei.

Munții Căliman ocupă partea nord-vestică a grupeii centrale a Carpaților Orientali, reprezentând cel mai extins masiv vulcanic din țara noastră, fiind net detașati de regiunile vecine prin spații depresionare evidente în vest Colibița, în nord Depresiunea Dornelor, Neagra Șarului, în est Drăgoiasa, Glodu, Bilbor, Secu, iar în sud defileul Mureșului care îi separă de Munții Gurghiului. Au altitudinea maximă de 2100 m în vârful Pietrosu Călimanului, forma lor se aseamănă cu un dreptunghi cu lungimea de 60 km pe direcția vest-est și lățimea de 30 km de la nord la sud, având o suprafața de cca 2000 km² includ suprafețe pe teritoriile aferente județelor Suceava, Harghita, Mureș și Bistrița-Năsăud.

În analiza rețelei hidrometrice s-au avut în vedere mai multe criterii primul fiind repartiția stațiilor hidrometrice pe bazine hidrografice, după care repartiția stațiilor pe intervale de altitudine iar mai apoi perioada de funcționare, programul de măsurători și observații din care rezultă reprezentativitatea posturilor și posibilitățile de realizare a sintezelor hidrologice.

Râurile din Munții Căliman intră în alcătuirea bazinele hidrografice a Mureșului, Siretului și Someș. Rețeaua hidrografică, componentă a mediului fizico-geografic este influențată de o serie de factori precum: geologia substratului care îl traversează, energia reliefului, influența factorului edafic, covorul vegetal, factori de natură climatică (precipitații, temperatura, evapotranspirația) și factori de natură antropică a interacțiunii omului cu mediu natural.

Evoluția cantității precipitațiilor la nivel lunar, anotimpual și multianual poate fi caracterizată prin intermediul unei corelații sistematice cu elemente de ordin geomorfologic.

Tendința generală a precipitațiilor maxime căzute la nivelul Munților Căliman este una de creștere ceea ce implică, în directă corelație, o creștere a amplitudinii viiturilor cu geneză pluvială sau mixtă în zona mai înaltă a arealului studiat.

Repartiția pe trepte de altitudine a valorilor corespunzătoare a elementelor de bilanț scoate în evidență legea zonalității verticale impusă de altitudinea reliefului care reprezintă un

parametru sintetic al condițiilor de formare și repartiție spațială a componentelor bilanțului hidric.

Hărțile elementelor de bilanț întocmite pe baza corelațiilor menționate pun în evidență, de asemenea legea zonalității verticale, precum și contrastele ce apar între vestul și estul regiunii studiate.

Din analiza bilanțului hidric pe bazine hidrografice se remarcă faptul că peste două treimi din resursele de apă se realizează în teritoriile situate în partea vestică și centrală a Munților Căliman, unde circuitul apei este mai intens, ceea ce a favorizat realizarea unor acumulări care suplinesc deficitul de apă din Depresiunea Transilvaniei.

Alimentarea și regimul rețelei hidrografice aparținând Munților Căliman reflectă un set de condiții din care relevanță au cele climatice și cele legate de topo-morfologia locurilor.

Perioadele cu apă mari reprezintă creșteri lente ale debitelor râurilor și menținerea acestora la cote ridicate pentru o perioadă ce poate varia între câteva zile și în cazuri excepționale câteva săptămâni sau luni. Acest fenomen se datorează topirii lente a stratului de zăpadă existente în Munții Căliman din perioada de primăvară târzie.

Perioadele cu scurgere scăzută sunt reprezentate la nivel anual de fazele apelor mici de iarnă sau toamnă și evidențiate doar în anii caracterizați prin scurgere minima, urmând adesea perioadele de viituri.

Analizând regimul scurgerii zilnice, a râurilor din Munții Căliman, putem afirma că acesta este caracterizat atât de perioade cu scurgere ridicată, materializate sub forma perioadelor de ape mari și viituri, frecvente primăvara, cât și perioade cu scurgere scăzută ce caracterizează râurile din acest areal în sezonul de iarnă cu preponderență în intervalul lunar decembrie-ianuarie ca urmare a regimului termic negativ ce determină stocarea unei mari cantități de apă în formă solidă și blocarea cursurilor de apă.

Impactul antropic asupra scurgerii medii anuale a râurilor din Munții Căliman este unul redus, regimul de scurgere al acestora nu este unul puternic modificat antropic, la nivelul perioadei de studiu, influența umană fiind reliefată de unele modificări suferite de amenajările hidrotehnice.

BIBLIOGRAFIE

1. APĂVĂLOAE, M., BARBU, M. (1975), Considerații asupra distribuției cantității de precipitații atmosferice în partea de nord a Carpaților Orientali, Travaux de la Station "Stejarul".
2. BĂTINAȘ H. R. (2010) Studiul Calității apelor de suprafață din bazinul Arieșului. Edit. Presa Universitară Clujană, Cluj Napoca.
3. BOAR N., ONCU M. (2004) Pedogeografie și îmbunătățiri funciare, UBB Cluj Napoca
4. BUDIU, V., MUREȘAN, D. (1995), Desecări și combaterea eroziunii solului. Curs. Tipo AGRONOMIA, Cluj Napoca.
5. BUDUI, V. (2002), Premise pluviogenetice în Podișul Central Moldovenesc dintre Stavnic și Siret, Analele Univ. "Stefan cel Mare" Suceava, s. Geografie, t. XI, p. 67-74.
6. CHIRIAC V. (1973), Pădurea, factor important al gospodăririi apelor și protecția mediului. Hidrotehnica Nr. 3, București.
7. CROITORU ADINA-ELIZA (2006), Excesul de precipitații din Depresiunea Transilvaniei, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
8. DIACONU, C. (1971), Probleme ale scurgerilor de aluviuni a râurilor din România, Studii de Hidrologie XXX.

9. DIACONU, C. (1988), Râurile de la inundație la secată, Editura Tehnică, București.
10. DIACONU, C., ȘERBAN, P., (1994), Sinteze și regionalizări hidrografice, Edit. Tehnică, București
11. DINCĂ, I., (2004), Apa și peisajele din Munții Căliman, Editura Universității din Oradea
12. GÂȘTESCU, P. (1998), Hidrologie, Editura Roza Vânturilor, București.
13. GÂȘTESCU, P. (1963), Lacurile din Romania. Limnologie regională. Ed. Academică București, București.
14. GÂȘTESCU, P., I. ZĂVOIANU, OCTAVIA BOGDAN, B. DRIGA, ADRIANA BREIER (1979), Excesul de umiditate din Câmpia Română de Nord-Est (1969-1973). Ed. Academiei R.S.R., București.
15. GÂȘTESCU, P. (2003) – Hidrologie continentală, Edit. Transversal, Târgoviște
16. GÂȘTESCU, P. (2010) – Fluviile Terrei, Edit. CD Press, București
17. GORON, N. (2013) – Resursele de apă ale râurilor din bazinul superior al Mureșului și regimul lor de scurgere, Teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
18. HAIDU, I. (1991), Potențialul hidroenergetic al râurilor mici din grupa nordică a Carpaților Orientali, Universitatea "Al.I. Cuza", Iași, Facultatea de Geografie-Geologie.
19. HAIDU, I., (2002), Analiza de frecvență și evaluarea cantitativă a riscurilor, Riscuri și catastrofe, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
20. HISDALL, H., Tallaksen, L.M. (edit.) (2000) – Drought Event Definition, ARIDE Tech. Rap. No. 6, University of Oslo, Norvegia
21. HIRLAV, C. (2019), Influența precipitațiilor atmosferice în repartiția scurgerii râurilor din Munții Căliman,
22. HIRLAV, C., PORCUȚAN, A. (2015) – Seasonal flow regime on the rivers from Călimani Mountains, în volumul conferinței "Aerul și Apa component ale mediului", Cluj-Napoca, pp. 540-545
23. HORVATH CS. (2008) Studiul lacurilor de acumulare din bazinul superior al Crișului Repede. Edit. Casa Cărții de Știință. Cluj-Napoca.
24. IANCU, M. (1966), Incrementuri de lavă (Carpații Orientali), Ed. Științifică, București.
- IONESCU ȘT. (2001), Impactul amenajărilor hidrotehnice asupra mediului, Edit. H.G.A., București.
25. IRIMUȘ, I.A. (1997), Cartografiere geomorfologică, Ed. Focul Viu, Cluj-Napoca.
26. IRIMUȘ, I.A., VESCAN, I., MAN, T. (2005), Tehnici de cartografiere, monitoring și analiză GIS, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
27. ISAlA, I. (1996) – Contribuții la îmbunătățirea prognozei meteorologice de lungă durată, Lucrările Seminarului Geografic „Dimitrie Cantemir”, Nr. 15 – 16
28. MAC, I., BUDAI, C. (1992), Munții Oaș-Gutâi-Țibleș, Casa Cărților ed. Pentru tineret și cultură, București.
29. MAN, T. (2004), Inițieri practice în G.I.S. Tipografia Univ. "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca.
30. MAROȘI, P. (1980), Hidrogeologie, Univ Babeș-Bolyai, Fac. de Biologie, Geografie și Geologie, Catedra de Geologie-Mineralogie, Cluj Napoca.
31. MIHĂILESCU, V. (1963) – Carpații sud-estici, Edit. Științifică, București
32. MIȚĂ P. (1986) Temperatura apei și fenomenele de îngheț pe cursurile de apă din România, Studii și cercetări de Hidrologie, Nr. 54, INH, București.

33. MOCIRIȚĂ, C. (1969) – Scurgerea maximă pe râurile din R.S.R. și sectorul inferior al Dunării, Institutul de Construcții București, Teză de doctorat
34. MORARU T., SAVU AL. (1957) – Energia reliefului României, Studii și cercetări de Geologie Geografie, Academia Română, Filiala Cluj, tom XVIII
35. MORARU T., VELCEA VALERIA (1971) – Principii și metode de cercetare în geografia fizică, Editura Academiei Române
36. MUSTĂȚEA A. (2005) Viituri excepționale pe teritoriul României, București.
37. NAUM Tr., BUTNARU E. (1989), Munții Căliman, Editura Sport Turism
- ONCU M. (2002) Cartografiere pedologică, UBB Cluj Napoca
38. PANDI, G. (2002), Riscul în activitatea de apărare împotriva inundațiilor, Vol. „Riscuri și catastrofe”, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
39. PANDI G., MOLDOVAN F. (2003): Importanta prognozelor în diminuarea riscurilor meteorologice și hidrologice, Riscuri și catastrofe II, p.303-312, Ed. Casa cartii de stiinta, Cluj-Napoca.
40. PIȘOTĂ I., ZAHARIA LILIANA (2003), Hidrologia uscatului. Resursele de apă și valorificarea lor în turism, Editura Universității din București.
41. POP, G., I. (1996), România geografie hidroenergetică, Editura Universitara Clujană.
42. POP, GR. P. (2000), Carpații și Subcarpații României, Edit. Presa Univers. Clujană, Cluj-Napoca.
43. PORCUȚAN, A, HÎRLAV, C. (2015) – Some particularities of rivers high flow periods from Suceava hydrographic basin, în volumul conferinței ”Aerul și Apa component ale mediului”, Cluj-Napoca.
44. PREDA, I., MAROSI, P. (1971), Hidrogeologie, Editura Didactică și Pedagogică, București.
45. POSEA G. (2001), Vulcanismul și relieful vulcanic, Editura Fundației “România de Mâine
46. ROMANESCU, GH. (2003), Hidrologie generală, Editura Terra Nostra, Iași.
47. ROMANESCU, GH. (2003), Inundațiile – între natural și accidental. În vol. „Riscuri și Catastrofe” – vol. II, Editor Sorocovschi, V., Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
48. ROȘIAN G. (2008) Modele de geomorfologie funcțională ale sistemului vale-versant din Depresiunea Transilvaniei, Teză de doctorat, Univ. Babeș-Bolyai, Fac. De Geografie, Cluj-Napoca
49. ROȘU ALEXANDRU (1980), Geografia Fizica a României; Editura didactică și pedagogică, București.
50. SOROCOVSCHI V. (1977), Probleme metodologice privind studiul resurselor de apă, Studia Univ. Babeș-Bolyai nr. 2 anul XXII Cluj-Napoca.
51. SOROCOVSCHI V. (2002) Riscurile hidrice, în volumul Riscuri și Catastrofe, pag. 55-65, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
52. SOROCOVSCHI V. (2002), Hidrologie – vol. I, Editura Dimitrie Cantemir, Târgu Mureș.
53. SOROCOVSCHI, V. (2005), Câmpia Transilvaniei – Studiu hidrogeografic, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
54. SOROCOVSCHI, V. (2004, 2009), Hidrologia uscatului. Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
55. SOROCOVSCHI, V., PANDI, G. (1995), Particularitățile valorificării apelor din nordul Carpaților Occidentali. Studia Univ. Babeș-Bolyai. Geographia. Anul XL.Nr. 1-2. Cluj-Napoca.

56. SOROCOVSCHI V., HORVATH CS.(2007), Potențialul scurgerii medii lichide din Podișul Someșan, Studia UBB, 52, 2 Cluj Napoca.
57. V. SOROCOVSCHI, CS. HORVATH, C. HÎRLAV (2018), Water Balance in Căliman Montains, volumul Riscuri și Catastrofe, pag 151-164, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
58. SOROCOVSCHI, V. (2017) – Fenomene și procese hidrice de risc. Partea I. Domeniul continental, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
59. ȘERBAN GH., BĂTINAȘ H. R. (2005) Noțiuni practice de hidrologie generală, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
60. ȘERBAN, GH., ALEXE, M. (2006), Aplicații GIS în gospodărirea lacurilor de acumulare - studiu de caz lacul Someșul Cald. Geographia Technica, Nr. 1, Cluj University Press, Cluj-Napoca, România.
61. UJVARI, I. (1957), Alimentarea râurilor din R.P.R, în Meteor. și Hidrologie, nr. 1.
62. UJVÁRI, I. (1957), Despre bilanțul apei pe teritoriul R.P.R, Meteorologia și hidrologia, nr. 1.
63. UJVARI, I. (1962), Râurile mici de munte din țara noastră ca sursă de hidroenergie, extras din Natura, Geografie, Geologie, nr. 5, București.
64. UJVÁRI, I. (1972), Geografia apelor României. Editura Stiințifică, București.
VASENCIUC, Felicia (2001) – Climatic risks induced by precipitations in the Siret River Basin, Lucrare de doctorat, Universitatea ”Al. I. Cuza”, Iaș
65. ZĂVOIANU I (1999) Hidrologie, Edit. Fundației România de Mâine, București
66. *** (1983), Geografia României, vol. I, Geografia fizică. Editura Academiei Republicii Socialiste România, București.
67. *** (2008) Clima Romaniei - Administratia Nationala de Meteorologie , Editura Academiei Romane, Bucuresti.
68. www.apmsm.ro/
69. www.inmh.ro
70. www.me.water.usgs.gov
71. <http://support.esri.com/>
72. www.rowater.ro/