

**UNIVERSITATEA BABEȘ BOLYAI**  
**FACULTATEA DE GEOGRAFIE**

**RESURSELE DE APĂ ALE RÂURILOR DIN BAZINUL SUPERIOR AL  
MUREȘULUI ȘI REGIMUL LOR DE SCURGERE**

**REZUMATUL**  
**TEZEI DE DOCTORAT**

**COORDONATOR: PROF. UNIV. DR. SOROCOVSCHI VICTOR**  
**DOCTORAND: GORON NICOLETA DANIELA**

**CLUJ NAPOCA, 2013**

## Cuprins

<b>PARTEA I.....</b>	<b>3</b>
<b>BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI, NOȚIUNI INTRODUCATIVE.....</b>	<b>3</b>
1. <b>Așezarea geografică, limite și elemente de subordonare teritorială .....</b>	<b>3</b>
2. <b>Organizarea rețelei de râuri din bazinul superior al Mureșului .....</b>	<b>5</b>
3. <b>Organizarea rețelei de stații hidrometrice și meteorologice .....</b>	<b>5</b>
<b>PARTEA A II-A.....</b>	<b>7</b>
<b>EVALUAREA ȘI REPARTIȚIA SPAȚIALĂ A RESURSELOR DE APĂ ALE RÂURILOR DIN BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI.....</b>	<b>7</b>
4. <b>Istoricul cercetărilor privind evaluarea resurselor de apă ale râurilor .....</b>	<b>7</b>
5. <b>Aspecte metodologice privind studiul resurselor de apă .....</b>	<b>8</b>
6. <b>Condițiile de formare și repartiție a resurselor de apă ale râurilor din bazinul superior al Mureșului .....</b>	<b>9</b>
6.1. Rolul condițiilor geologice în formarea și repartiția resurselor de apă .....	9
6.2. Rolul condițiilor geomorfologice în formarea și repartiția resurselor de apă din bazinul superior al Mureșului .....	10
6.3. Rolul condițiilor climatice în formarea și repartiția resurselor de apă din bazinul superior al Mureșului .....	12
6.4. Influența condițiilor edafice asupra formării și repartiției resurselor de apă.....	16
6.5. Influența vegetației și a utilizării terenurilor asupra repartiției resurselor de apă.....	17
7. <b>Scurgerea medie multianuală a râurilor și bilanțul apei în bazinul superior al Mureșului .....</b>	<b>18</b>
7.1. Scurgerea medie multianuală a râurilor în bazinul superior al Mureșului .....	18
7.2. Bilanțul apei în bazinul superior al Mureșului .....	19
<b>8. Evaluarea și repartiția spațială a resurselor de apă ale râurilor din bazinul superior al Mureșului .....</b>	<b>20</b>
8.1. Evaluarea resurselor de apă ale râurilor .....	20
8.2. Repartiția spațială a resurselor de apă ale râurilor.....	21
<b>PARTEA A III-A .....</b>	<b>22</b>
<b>REGIMUL DE SCURGERE A RÂURILOR DIN BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI.....</b>	<b>22</b>
9. <b>Istoricul cercetărilor și aspectele metodologice privind regimul de scurgere al râurilor .....</b>	<b>22</b>
9.1. Istoricul cercetărilor regimului de scurgere al râurilor .....	23
9.2. Aspecte metodologice privind studiul regimului scurgerii râurilor .....	23
10. <b>Sursele de alimentare a râurilor din bazinul superior al Mureșului .....</b>	<b>24</b>
11. <b>Regimul de scurgere a râurilor .....</b>	<b>25</b>
12. <b>Influența antropică asupra debitului mediu în bazinul superior al Mureșului .....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUZII .....</b>	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>31</b>

Cuvinte cheie: regimul scurgerii râurilor, resurse de apă, bazinul superior al Mureșului

## PARTEA I

### BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI, NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Partea întâi a tezei este împărțită în trei capitole; primul capitol tratează așezarea geografică a arealului studiat și elementele de subordonare teritorială, cel de-al doilea capitol tratează tema organizării rețelei de râuri din bazinul superior al Mureșului iar cel de-al treilea capitol reliefează organizarea rețelei de stații hidrometrice și meteorologice.

#### 1. Așezarea geografică, limite și elemente de subordonare teritorială

Teritoriul analizat face parte din grupa centrală a Carpaților Orientali, întinzându-se pe o suprafață de 2227 km<sup>2</sup> aferentă bazinului superior al Mureșului între izvor și localitatea Deda.

Bazinul hidrografic al Mureșului superior se grezează pe un teritoriu eminent montan care acoperă parțial domeniile Munților Gurghiu, despărțiți de Munții Călimani prin defileul pe care râul Mureș îl creează între localitățile Toplița și Deda, Munții Harghita, Depresiunea Giurgeului, Munții Hăghimaș (Fig. 1).

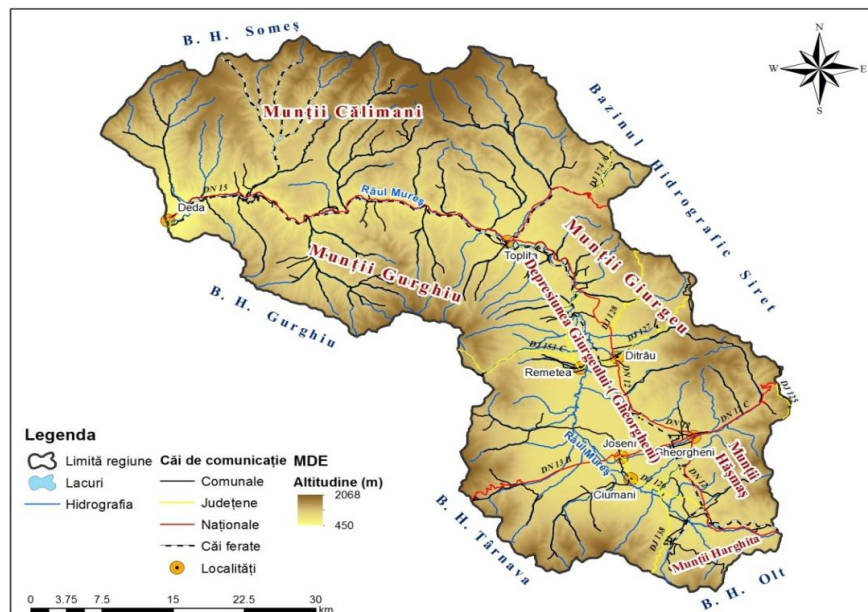


Fig 1. Delimitarea bazinului hidrografic superior al Mureșului

Arealul studiat se desfășoară între paralele de  $46^{\circ} 38' 11''$  și  $46^{\circ} 56' 56''$  latitudine nordică și meridianele de  $25^{\circ} 40' 08''$  și  $24^{\circ} 52' 31''$  longitudine estică, urmând o orientare principală SE-NV.

Mureșul își are izvorul pe versantul de sud-vest al munților Hăghimaș la o altitudine de aproximativ 850m, de unde Mureșul apoi își sculpează albia prin depresiunea Gheorgheni urmând o direcție generală sud-est spre nord-vest, până la Toplița, de unde, până în dreptul localității Deda Mureșul creează un defileu.

Din punct de vedere hidrografic, bazinul superior al râului Mureș se învecinează cu bazinul Someșului la nord, cu bazinul hidrografic al Siretului la est, la sud-est cu bazinul Oltului, la sud-vest cu bazinul Târnavelor, care sunt afluenți ai Mureșului în sector mijlociu, iar la vest cu bazinul Gurghiului de asemenea afluent al Mureșului în sector mijlociu (Fig. 1).

Limita nordică a bazinului superior al Mureșului corespunde altitudinilor maxime ce separă bazinul hidrografic al Mureșului superior de afluenții Someșului, cumpăna apelor grefându-se de-a lungul vârfurilor principale ale Munților Călimani: vf Bistricioru (1960m), vf. Pietrosu (2102m), vf. Călimani (2013m), vf. Răchitiș (2021m) pasul Borsec (1105m).

Limita estică a bazinului superior al Mureșului față de bazinul Siretului este marcată în relief de vârfurile montane aparținătoare masivului Giurgeu: vf. Pietrosu (1507m), vf Negru (1567m).

Spre vest cumpăna apelor separă bazinul Mureșului superior de afluenții acestuia în sector mijlociu, respective bazinele râurilor Gurghiu, Niraj și Târnavă, se compune pe tronsonul vf Amza (1694m) - caldera vulcanică Șumuleu – caldera vulcanică Saca-Tătarca (vf. Tătarca, 1689m) - vf. Bătrâna (1634m) - caldera vulcanică Fâncel – Lăpușna (vf. Fâncel, 1684m).

Elementele de subordonare teritorială au fost împărțite în unități montane și zona depresionară și culoarele de vale. Din categoria unităților montane tratate în cadrul tezei face parte atât arealul vulcanic al Munților Călimani Gurghiu și Harghita cât și munții de încrețire: Giurgeu și Hăghimaș în timp ce zona mai joasă din punct de vedere altitudinal este reprezentată de depresiunea Gheorgheni și defileul Mureșului dintre localitățile Toplița și Deda.

## 2. Organizarea rețelei de râuri din bazinul superior al Mureșului

Rețeaua hidrografică a Mureșului superior, de la izvor și până în dreptul localității Deda, se compune din 42 de afluenți dintre care 23 afluenți de stânga și 19 afluenți de dreapta, ceea ce implică un bazin hidrografic ușor asimetric, mai dezvoltat pe partea stângă.

Deși Mureșul primește în depresiunea Gheorgheni înainte de confluența cu Toplița jumătate din afluenții săi în bazin superior, suprafața bazinală mică a acestora implică un aport mai redus al acestora la formarea scurgerii râului Mureș comparativ cu aportul adus de afluenții din zona de defileu.

## 3. Organizarea rețelei de stații hidrometrice și meteorologice

În prezentul studiu au fost folosite datele provenite de la opt stații hidrometrice (din care patru stații amplasate pe cursul Mureșului și alte patru stații amplasate pe afluenții acestuia) și 4 stații meteorologice (Fig 2).

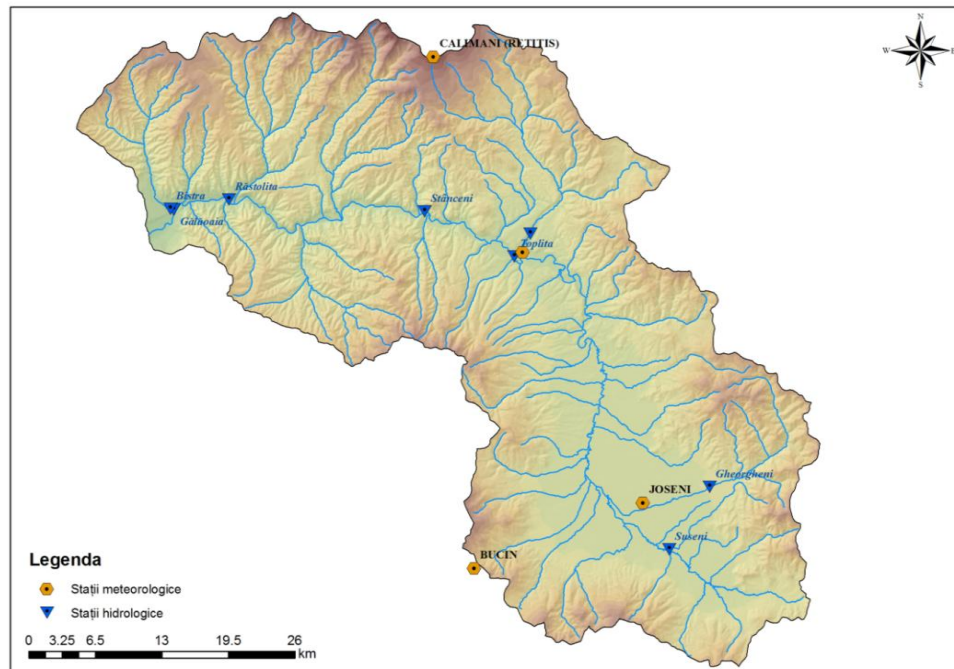


Fig 2. Repartiția principalelor posturi hidrometrice și meteorologice în bazinul superior al Mureșului

Luând în considerare perioada de înființare a stațiilor hidrometrice (Tabel 1) s-a convenit asupra unei perioade comune de studiu cuprinsă între anii 1986-2010. Motivul alegerii acestei perioade a fost înființarea stației Toplița pe râul Mureș abia în anul 1986.

În paralel cu această situație există patru stații hidrometrice care pot fi analizate pe o perioadă comună mai lungă și anume 1970-2010, aceste stații fiind stația Suseni pe râul Mureș, înființată în anul 1949, stația Stânceni pe Mureș înființată în anul 1949, stația Toplița pe râul Toplița înființată în anul 1952 și Răstolița pe râul Răstolița înființată în anul 1949.

**Tabel 1 Principalele stații hidrometrice din bazinul Mureșului superior**

Râul	Stația	H pct. (m)	H med baz (m)	F stație (km <sup>2</sup> )	L (km)	An înființare
Mureș	Suseni	748	987	160	19	1949
Mureș	Toplița	654	935	1071	77	1986
Mureș	Stânceni	618	967	1532	98	1949
Mureș	Gălăoia	521	988	2135	127	1982
Belcina	Gheorgheni	800	1.115	94	33	1984
Toplița	Toplița	657	1.149	215	29	1952
Răstolița	Răstolița	513	1174	163	21	1949
Bistra	Bistra	450	1.104	92	26	1973

H pct. altitudinea punctului, H med baz – altitudinea medie a bazinului hidrografic, F stație = suprafața aferentă stației hidrometrice, L – lungimea totală a cursului de apă

Stațiile meteorologice situate în arealul studiat și folosite în vederea caracterizării climatice a zonei sunt Joseni și Toplița, amplasate în zone de culoare de vale și stațiile meteorologice Bucin și Răchițiș amplasate pe înălțimi. Datele provenite de la aceste stații sunt cele referitoare la temperaturile medii lunare în timp ce date referitoare la stratul de zăpadă au fost obținute de la stațiile Joseni, Toplița și Bucin pe perioade mai ales pentadale.

## PARTEA A II-A

### EVALUAREA ȘI REPARTIȚIA SPAȚIALĂ A RESURSELOR DE APĂ ALE RÂURILOR DIN BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI

Partea a doua a tezei de doctorat este împărțită în cinci capitole care abordează cercetarea elementelor cu rol în formarea și distribuția resurselor de apă de suprafață din bazinul superior al Mureșului cât și evaluarea resurselor de apă din acest areal.

#### 4. Istoricul cercetărilor privind evaluarea resurselor de apă ale râurilor

Primul capitol al acestei părți face referire la istoricul cercetărilor resurselor de apă atât la nivel internațional cât și național și zonal.

*Pe plan internațional* tema resurselor de apă a fost abordată de numeroși autori printre care se numără Lvovitch M.I (1938, 1945, 1959, 1960, 1963, 1964, 1969), Ambroise, B.,(1998) Bravard J.P. și Petit F., Jones (2000), Lambert, R. (1996).

*La nivel național*, un moment important în studierea resurselor de apă a venit odată cu al șaptelea deceniu al secolului XX, când Institutului de Geografie a abordat o direcție nouă în cercetarea resurselor de apă și anume cea hidrogeografică, materializată prin elaborarea unor studii (P. Gâștescu și colab. 1967, 1970, 1976) și a hărților hidrogeografice la scările 1: 1000000 (hartă de sinteză) și 1:200.000 (pe foi), utile în activitatea de amenajare a bazinelor hidrografice.

Cercetarea hidrologică în România abordează printre problemele studiate în ultimul secol domenii ca: scurgerea medie specifică (C. Diaconu și colab. 1954), bilanțul hidrologic (D. Lăzărescu, I. Panait, 1957), densitatea rețelei hidrografice (T. Morariu și colab, 1956; I Ujvari, 1956), sursele de alimentare a râurilor (I. Ujvari, 1957; D. Lăzărescu, I Panait, 1957).

## 5. Aspecte metodologice privind studiul resurselor de apă

În realizarea acestui studiu am apelat la o gamă variată de metode și tehnici de lucru acestea cuprinzând atât metodele clasice cât și cele moderne.

Dintre metodele de sistematizare a cunoștințelor s-a utilizat clasificarea geografică, realizându-se gruparea resurselor de apă în funcție de diverse criterii cum ar fi cel altitudinal, al unităților de relief sau cel al bazinelor hidrografice.

Printre tehnicile implementate pentru realizarea prezentului studiu se numără observația directă și indirectă, descrierea geografică, prelucrarea șirurilor de date, ancheta geografică.

Baza pentru caracterizarea condițiilor climatice cu impact în formarea și repartiția resurselor de apă din bazinul Mureș a constituit-o analiza șirurilor de date statistice reprezentând parametrii cantitativi pentru :

- precipitațiile medii anuale înregistrate la stațiile meteorologice din regiunea analizată, pentru intervalul de timp 1986-2010
- precipitații maxime înregistrate în decurs de 24 de ore, la posturile pluviometrice din regiune în intervalul de timp 1986-2010
- durata și grosimea stratului de zăpadă în regiune în perioada 1986-2010
- temperaturi medii lunare și anuale pentru intervalul 1986-2010
- debite medii anuale, debite maxime anuale, debite minime anuale înregistrate la cele 8 posturi hidrometrice din regiune în perioada 1986-2010

Analizele statistice și reprezentările cartografice au fost realizate cu ajutorul tehnicilor computerizate, utilizând programul Corine Landcover 2008.

Dintre posibilitățile de reprezentare grafică oferite de programul Excel au fost utilizate, în elaborarea lucrării de față, diagrame în coloane, diagrame în benzi, diagrame prin sectoare circulare, historiograme.



## 6. Condițiile de formare și repartiție a resurselor de apă ale râurilor din bazinul superior al Mureșului

Atât formarea și distribuția resurselor de apă de suprafață din bazinul superior al Mureșului se supun condițiilor locale de tipul celor geologice, geomorfologice (altitudine, pantă, expoziția versanților, energia de relief), climatice, edafice, de vegetație și antropice.

### 6.1. Rolul condițiilor geologice în formarea și repartiția resurselor de apă

Din punct de vedere geologic, relieful sculptat de afluenții Mureșului în sector superior se dezvoltă pe un mozaic de roci din care fac parte atât pe șisturi cristaline de epizonă cât și sienite și piroclastite bazaltice sau andezitice (fig 3).

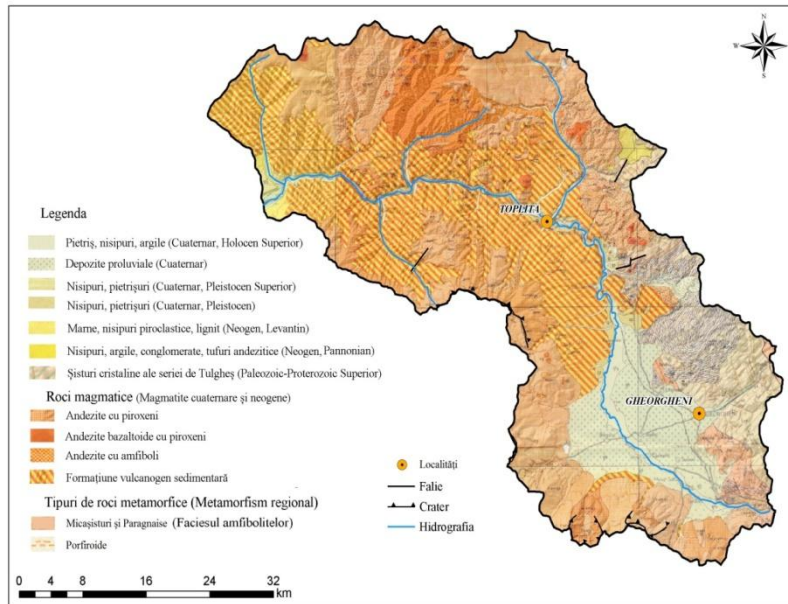


Fig 3. Harta geologică a bazinului superior al Mureșului, după Harta geologică a României, 1:200.000

Rolul substratului geologic este evidențiat prin prisma clasificării elaborate de I. Zăvoianu (2005) cu privire la permeabilitatea rocilor, putem descrie zona studiată ca fiind una caracterizată prin roci acvifere și acvilude în arealul depresionar, determinând apariția unor areale cu înmlăștiniri și o bogată alimentare subterană, în timp ce rama montană înconjurătoare

este constituită cu preponderență din roci acvifuge, determinând astfel o concentrare a scurgerii pe versanți.

## 6.2. Rolul condițiilor geomorfologice în formarea și repartiția resurselor de apă din bazinul superior al Mureșului

### 6.2.1. Altitudinea

Rolul altitudinii în repartiția resurselor de apă în bazinul superior al Mureșului poate fi observat studiind organizarea rețelei de râuri din acest sector. Astfel, urmând legătura generală, bazinele hidrografice din regiune se prezintă sub formă incipientă, slab organizată, la altitudini mari, urmând ca pe măsură ce altitudinea scade, râurile din regiune să primească afluenți ce vor întregi bazinul lor hidrografic (fig 4).

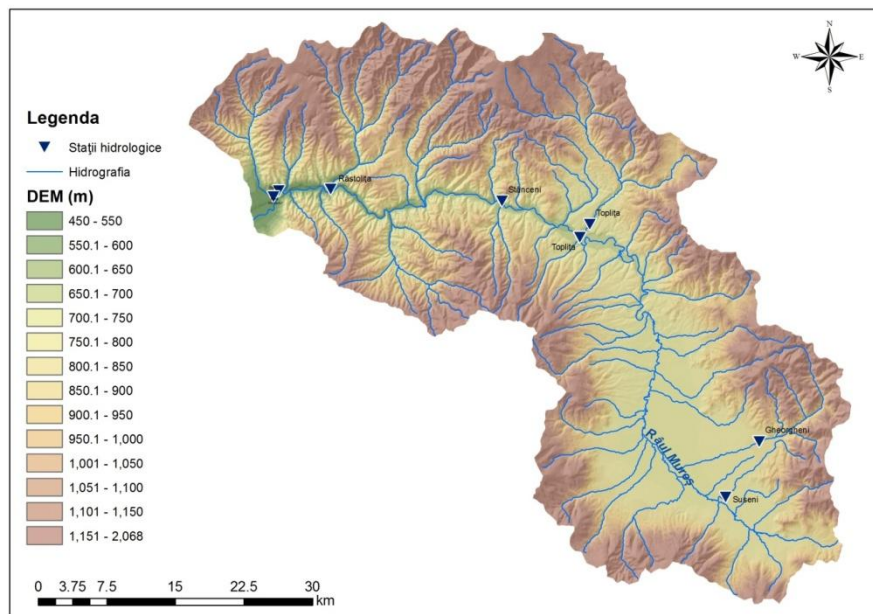


Fig. 4 Harta hipsometrică a bazinului superior al râului Mureș

În bazinul superior al Mureșului, dincolo de altitudinea de 1500m, așa cum arată stațiile meteorologice Bucin din Munții Gurghiu și Reșițiș din Munții Călimani, stratul de zăpadă se menține la suprafața terenului pentru opt luni pe an, ceea ce face ca alimentarea râurilor, la această altitudine, să fie una nivală pentru mai mult de jumătate din an. Se încadrează în această tipologie pâraiele izvorâte de la altitudini mari din Munții Călimani și anume Toplița și afluenții

acesteia: Pârâul Porcului, Voivodeasa, Secul, afluentul Ilvei: Pârâul Pietrosul, afluenul Răstoliței: Pârâul Mijlociu, cât și din Munții Gurghiu: Borzonțul Mic, Șumuleul Mare, Șumuleul Mic.

### 6.2.2. Geodeclivitatea

Peste jumătate din versanții ce alcătuiesc această zonă montană (57%) au pante cu înclinare cuprinsă între 10-20° și 19% din teritoriu e caracterizat de pante de 20-30° fapt ce determină o concentrare rapidă a apei pe fâgașele deja formate pe versanți și o viteză sporită de transport al apei mai ales la nivelul subbazinelor (fig 5).

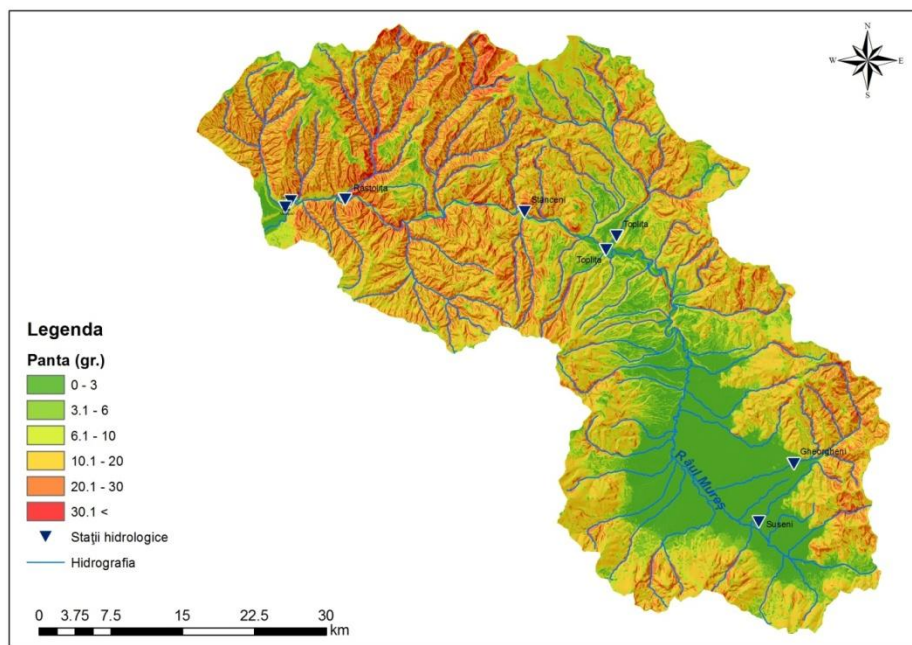


Fig. 5 Harta geodeclivității în bazinul superior al Mureșului

### 6.2.3. Expoziția versanților

Orientarea versanților în bazinul superior al Mureșului este una foarte diversă, putându-se identifica însă, în linii mari o orientare a bazinului din direcția SE-NV. Ponderile orientării versanților bazinului Mureș se situează la valori apropiate (tabel 2).

**Tabel 2 Orientarea versanților în bazinul superior al Mureșului**

<b>Orientare (%)</b>	<b>N</b>	<b>NE</b>	<b>E</b>	<b>SE</b>	<b>S</b>	<b>SV</b>	<b>V</b>	<b>NV</b>
Bistra	6.52	7.31	12.49	16.23	14.69	13.52	15.08	13.76
Răstolița	6.55	9.76	14.89	15.88	12.96	14.95	15.05	9.94
Tolița	6.90	8.90	13.80	18.70	16.67	13.57	11.38	9.97
Belcina	9.63	9.23	10.34	12.04	12.73	15.73	14.30	13.16
B. S. Mureșului	11.05	12.07	13.44	12.87	11.14	12.12	13.07	12.27

Orientarea versanților joacă un rol indirect în formarea și distribuția resurselor de apă din bazinul hidrografic superior al Mureșului, influențând în primul rând condițiile climatice care la rândul lor influențează bogăția resurselor de apă.

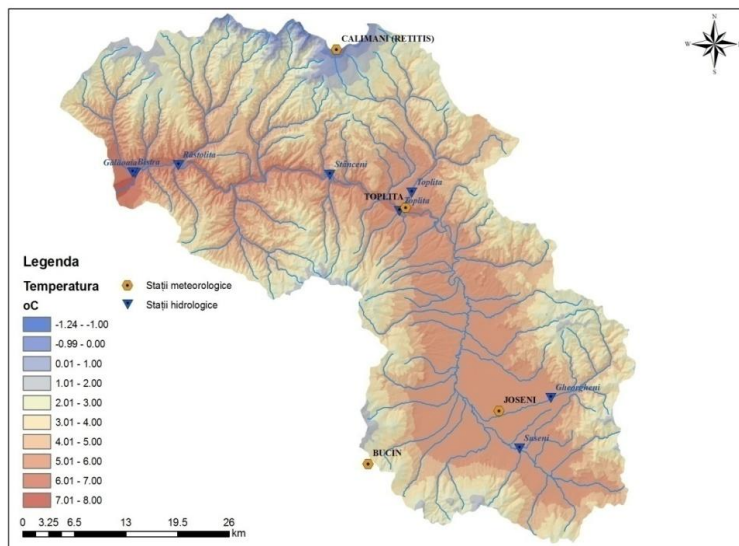
### **6.3. Rolul condițiilor climatice în formarea și repartitia resurselor de apă din bazinul superior al Mureșului**

În cadrul acestui capitol au fost analizate condițiile climatice ce influențează formarea și repartitia resurselor de apă din bazinul superior al Mureșului și anume repartitia temperaturilor medii la nivel lunar, anotimpual, cât și tendința de evoluție a acestora la nivel multianual pentru perioada 1986-2010, cantitatea de precipitații căzute la nivelul bazinului și variația acestora la nivel lunar, anotimpual, anual și multianual (fig 8) și principalii parametri ai stratului de zăpadă.

#### **6.3.1. Temperatura aerului**

Climatul este unul tipic zonei montane, caracterizeazăndu-se în zona montană înaltă prin temperaturi mai coborâte față de zona depresionară și cea a culoarelor de vale.

Astfel, temperaturile medii anuale (Fig 6) variază între  $-1^{\circ}\text{C}$  în zona înaltă a Călimanului,  $2-4^{\circ}\text{C}$  pe versanții Munților Harghita, Gurghiu, Hăghimaș și valori între  $4-8^{\circ}\text{C}$  în zona depresionară Gheorgheni și de-a lungul culoarului Mureșului.



**Fig. 6 Repartiția temperaturilor medii multianuale în perioada 1986-2010 în bazinul superior al Mureșului**

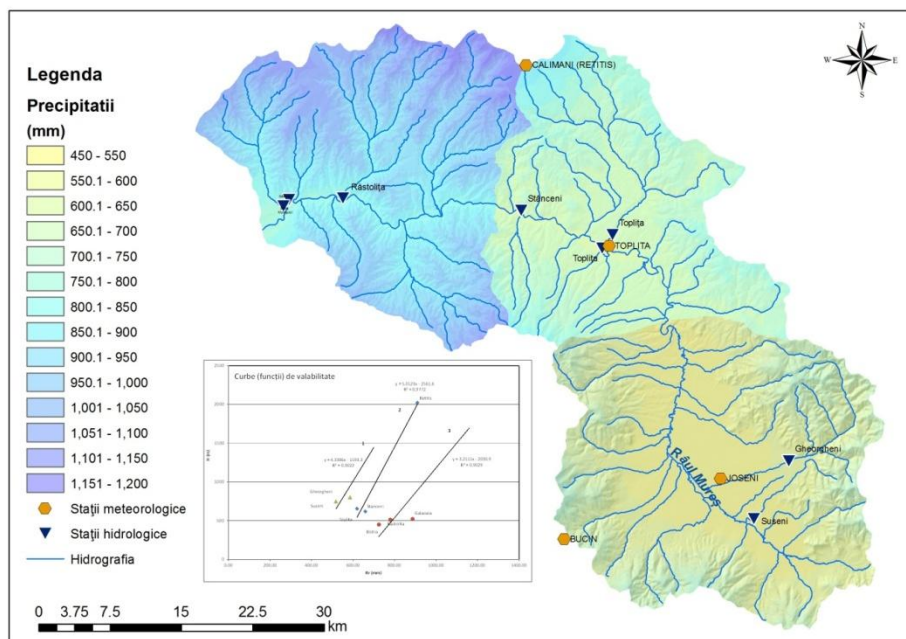
Regimul lunar al temperaturii aerului în acest areal (**Error! Reference source not found.**) indică un maxim termic atins în lunile iulie-august și care variază între 14°C la Bucin, 16°C la Joseni și 16-17°C la Toplița.

La polul opus se află lunile decembrie și ianuarie când temperaturile medii lunare atinse aici variază între -4 și -5 °C. Pentru zona montană înaltă regimul termic negativ caracterizat prin aceste valori este prelungit, aceste valori fiind înregistrate în lunile ianuarie-februarie și decembrie.

### **6.3.2. Precipitațiile atmosferice**

Pe baza datelor din teritoriu pot fi evidențiate trei areale de valabilitate ale relației dintre cantitatea medie de precipitații înregistrate la nivel anual și altitudine. Având la bază arealele de valabilitate, harta repartiției precipitațiilor medii anuale în bazinul Mureșului a fost împărțită în trei sectoare și anume: sectorul izvorul Mureșului - și partea central-sudică a depresiunii Gheorgheni unde se înregistrează o cantitate multianuală de precipitații de 400-600mm/mp/an, sectorul de contact dintre zona de defileu și nordul depresiunii Gheorgheni unde cantitatea de

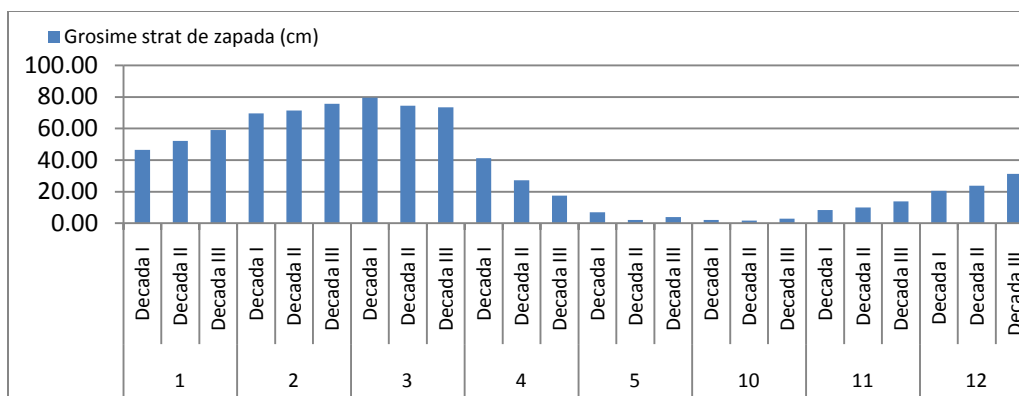
precipitații crește la 600-800mm/mp/an și sectorul de defileu unde se înregistrează o cantitate de precipitații de 800-1200mm/mp/an.



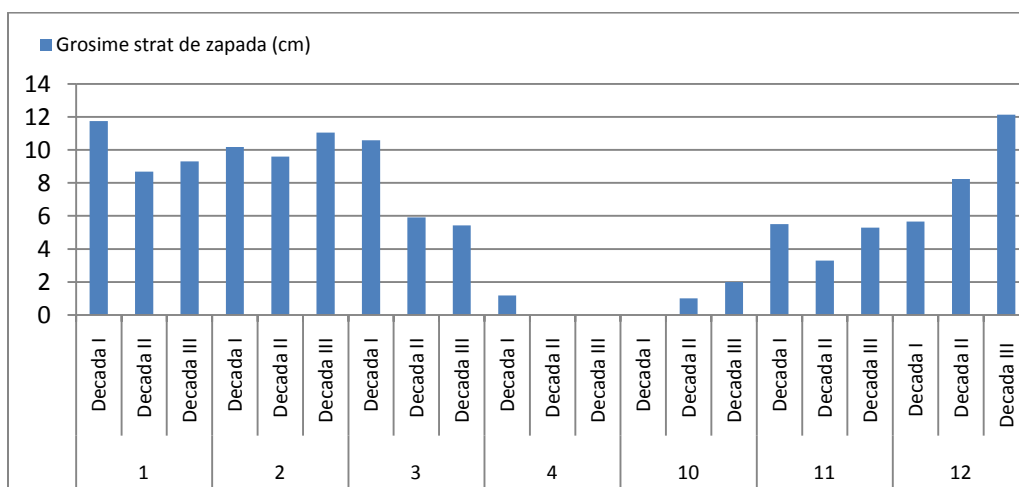
**Fig 7 Precipitațiile medii anuale la nivelul bazinului superior al râului Mureș**

### 6.3.3. Stratul de zăpadă

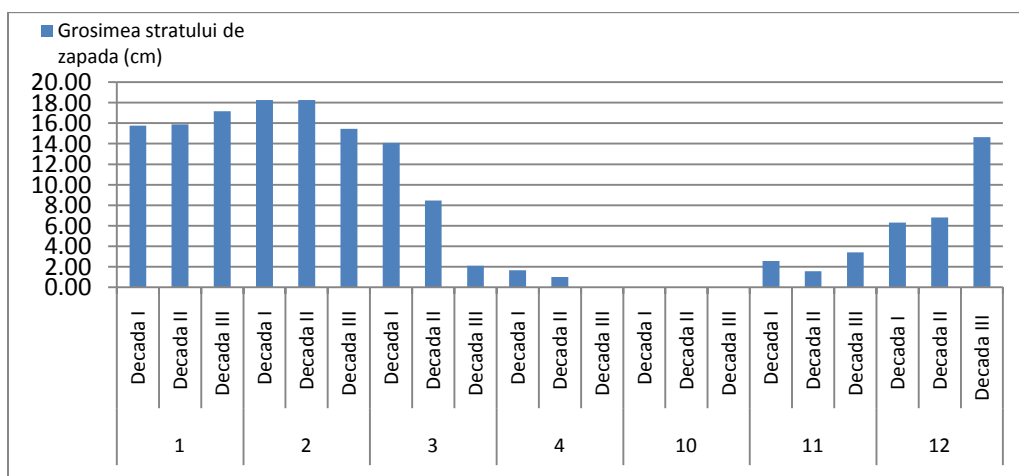
Durata stratului de zăpadă depinde atât de cantitatea precipitațiilor solide cât și de menținerea temperaturii solului la 0°C. Odată cu prima decadă a lunii octombrie în cazul stației meteorologice Bucin (fig 8) și cu a doua decadă a lunii octombrie în cazul teritoriului aferent stației meteorologice Joseni (fig 9) depunerea stratului de zăpadă este posibilă, excepție făcând versanții estici și culoarele de vale, situate la altitudini mai reduse comparativ cu media regiunii, unde primul strat de zăpadă apare în luna noiembrie (stația meteorologică Toplița, fig 10).



**Fig. 8** Evoluția grosimii medii a stratului de zăpadă în decursul unui an la stația Bucin (Goron Nicoleta și colab, 2012)



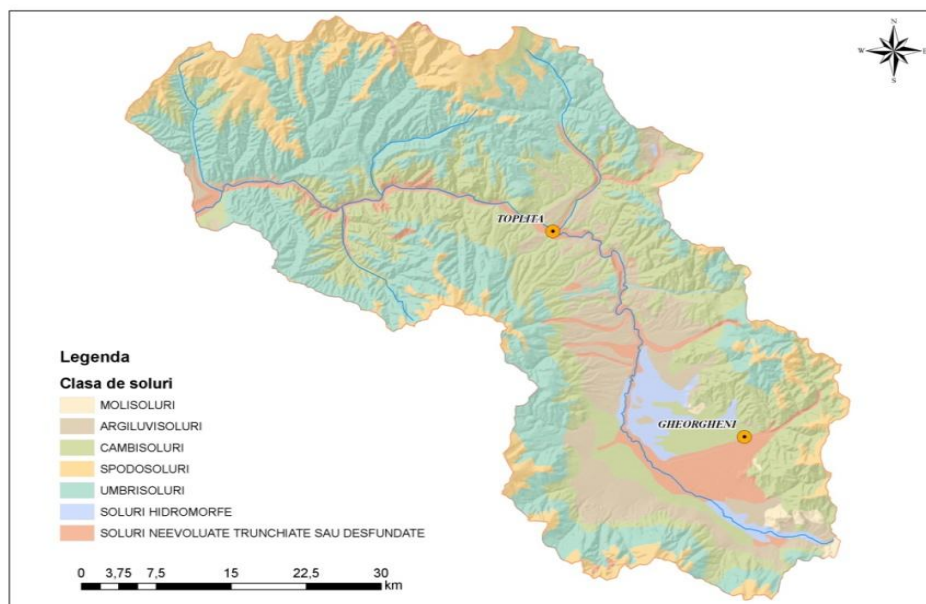
**Fig. 9** Evoluția grosimii medii a stratului de zăpadă în decursul unui an la stația Joseni (Goron Nicoleta și colab, 2012)



**Fig. 10** Evoluția grosimii medii a stratului de zăpadă în decursul unui an la stația Toplița (Goron Nicoleta și colab, 2012)

#### 6.4. Influența condițiilor edafice asupra formării și repartiției resurselor de apă

Acest subcapitol tratează influența covorului edafic asupra repartiției resurselor de apă și implicit asupra regimului scurgerii râurilor din acest sector ce se manifestă prin caracteristicile acestuia: granulometrie, structură, grad de compactizare. Cea mai mare parte a arealului studiat este acoperit de cambisoluri (30%) și umbrisoluri (36%) dată fiind extinderea mare a ramei montane alcătuite din roci dure.



**Fig. 11** Harta solurilor în bazinul hidrografic superior al Mureșului, (după Harta pedologică a României, 1:200.000)

Slaba permeabilitate a solurilor ce caracterizează versanții montani ai zonei, însă, 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.



## 6.5. Influența vegetației și a utilizării terenurilor asupra repartiției resurselor de apă

Acest subcapitol tratează vegetația ca factor ce contribuie la geneza unor structuri de sol mai afânat, influența acesteia reflectându-se în rezistența solurilor față de acțiunea erozională a agenților externi.

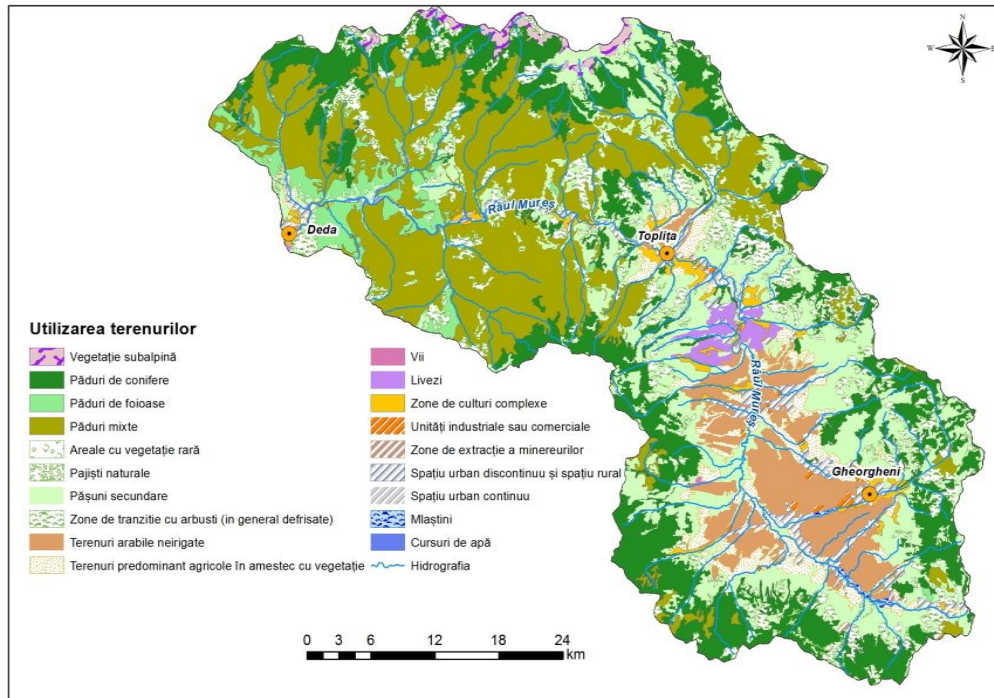


Fig 12 Vegetația și utilizarea terenurilor în bazinul superior al Mureșului, (după baza de date Corrine)

Pădurea constituie cel mai vizibil indicator al schimbărilor sezoniere sub incidența cărora se află această zonă. Odată cu instalarea regimului termic pozitiv și pe tot parcursul sezonului cald vegetația este responsabilă pentru reținerea unei bune cantități de apă și reglarea oscilațiilor debitului râurilor cu bazine bine împădurite. Influența antropică asupra vegetației zonei studiate are la rândul său un impact asupra resurselor de apă. Sub influența activității antropice terenurile din regiune au fost irigate în vederea unei producții agricole superioare, unele sectoare mlăștinoase au fost desecate pentru a se obține și mai mult teren cultivabil într-o zonă care nu este în mod natural propice practicării agriculturii la scară largă.

## 7. Scurgerea medie multianuală a râurilor și bilanțul apei în bazinul superior al Mureșului

### 7.1. Scurgerea medie multianuală a râurilor în bazinul superior al Mureșului

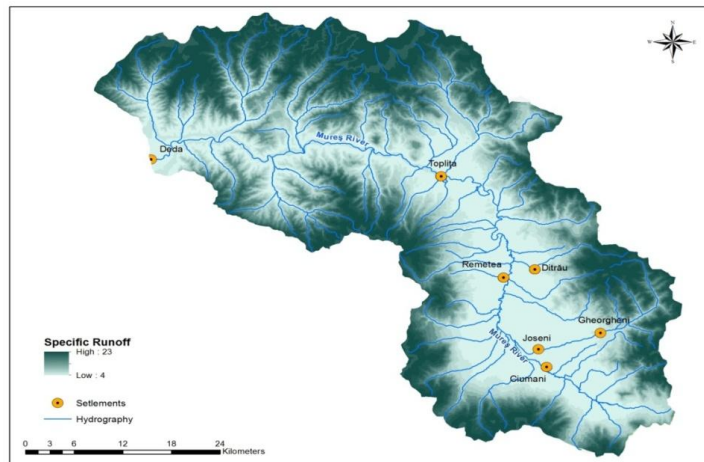
Scurgerea medie este principalul indicator al bogăției resurselor de apă din bazinul superior al Mureșului și s-a determinat ca valoare medie aritmetică a debitelor zilnice, lunare și anuale pentru perioadele 1950-2010, 1970-2010 și 1986-2010.

Motivul studierii scurgerii medii a râurilor pe parcursul celor trei perioade constă din necesitatea unui șir de date destul de lung pentru a fi reprezentativ pentru arealul studiat, și astfel s-a apelat la perioada 1950-2010 dar dat fiind faptul că în cadrul acestei perioade au funcționat doar trei din cele opt stații luate în studiu s-a apelat la perioada comună de funcționare a celor opt stații hidrometrice din bazin, respectiv 1986-2010.

Modurile de exprimare a scurgerii medii sunt debitul mediu, volumul scurgerii, debitul specific, stratul scurs, coeficientul modul și coeficient de scurgere.

**Tabel 3 Debitul mediu pe perioadele 1950-2008, 1970 - 2008 și 1986-2010 la stațiile hidrometrice din bazinul superior al Mureșului**

Râul	Stația hidrometrică	1950-2000			1970-2008			1986-2010		
		Q	q	Y	Q	q	Y	Q <sub>med.</sub>	q	Y
		(m <sup>3</sup> /s)	(l/s.km <sup>2</sup> )	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s.km <sup>2</sup> )	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s.km <sup>2</sup> )	(mm)
Belcina	Gheorgheni	-	-	-	1.018	10.829	341.8	1.013	10.766	340.1
Toplița	Toplița	2.896	13.469	425.1	2.968	13.804	435.7	2.893	13.455	424.7
Răstolița	Răstolița	3.478	21.337	673.4	3.467	21.27	671.3	3.289	20.178	636.8
Bistra	Bistra	-	-	-	-	-	-	2.377	25.837	815.4
Mureș	Suseni	-	-	-	1.089	6.681	214.8	0.963	6.018	189.9
Mureș	Toplița	-	-	-	8.513	7.269	229.4	6.717	5.736	181
Mureș	Stânceni	13.552	8.846	279.2	14.727	9.613	303.4	14.143	9.231	291.3
Mureș	Gălăoaia	-	-	-	-	-	-	23.665	11.084	349.8



**Fig 13 Harta scurgerii medii specifice în bazinul superior al Mureșului (după Sorocovschi V, Horvath Cs, 2011)**

De-a lungul cursului râului Mureș, scurgerea medie specifică (fig 13) în intervalul 1986-2010 (Tabel 2) variază de la un ecart valoric similar zonelor de deal-podiu la nivel național ( $q=2-7 \text{ l/s/km}^2$ ) respectiv  $5.736 \text{ l/s/km}^2$  (râul Mureș, în depresiunea Gheorgheni, stația Suseni) și valori tipice zonei montane ( $q=7-20 \text{ l/s/km}^2$ ) respectiv  $11.084 \text{ l/s/km}^2$  pentru râul Mureș în defileu, la stația Gălăoia. Cea mai ridicată valoare a scurgerii specifice este tipică zonei montane înalte ( $q > 20 \text{ l/s/km}^2$ ) și este înregistrată în bazinul Bistrei ( $q=25.837 \text{ l/s/km}^2$ ) (tabel 3).

Același capitol analizează tendința de evoluție a debitului mediu anual în bazinul Mureșului superior, prin intermediul graficelor elaborate evindându-se o tendință generală de creștere a acestui parametru.

## 7.2. Bilanțul apei în bazinul superior al Mureșului

Acest subcapitol prezintă bilanțul apei la nivelul principalelor subbazine din sectorul superior al Mureșului, respectiv bazinul Belcinei, Topliței, Răstoliței și Bistrei.

Cantitatea de precipitații care se constituie în ”întrări” în sistemul bazinului superior al Mureșului variază în funcție de suprafața bazinală.

Datele aferente componentelor bilanțului scurgerii variază în funcție de localizarea și condițiile geografice specifice bazinelor principalilor afluenți ai Mureșului. Astfel, o evaporatie mai intensă se remarcă în cazul bazinului hidrografic Belcina unde doar 27% din cantitatea de

apă provenită din precipitații ajunge să formeze scurgerea de suprafață, restul se evaporă sau se infiltrază datorită dezvoltării a jumătate din suprafața bazinului în zona depresionară Gheorgheni, zonă caracterizată prin frecvența categoriilor de pante de mică amplitudine cât și printr-un substrat permeabil și din acest motiv fiind caracterizată de frecvente zone pretabile la înmlăștiniri. Comparativ cu această situație, la ieșirea din zona de defileu, în bazinul Bistrei cantitatea de precipitații căzute este mai mare și se evaporă o cantitate mai mică.

## 8. EVALUAREA ȘI REPARTIȚIA SPAȚIALĂ A RESURSELOR DE APĂ ALE RÂURILOR DIN BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI

### 8.1. Evaluarea resurselor de apă ale râurilor

Identificarea arealelor de valabilitate a relațiilor  $q=f(H_m)$  a permis evaluarea scurgerii medii anuale pe trei nivele: la nivel treptelor de altitudine, la nivelul unităților geografice, și la nivelul principalelor pârâuri și râuri afluenți Mureșului în acest sector.

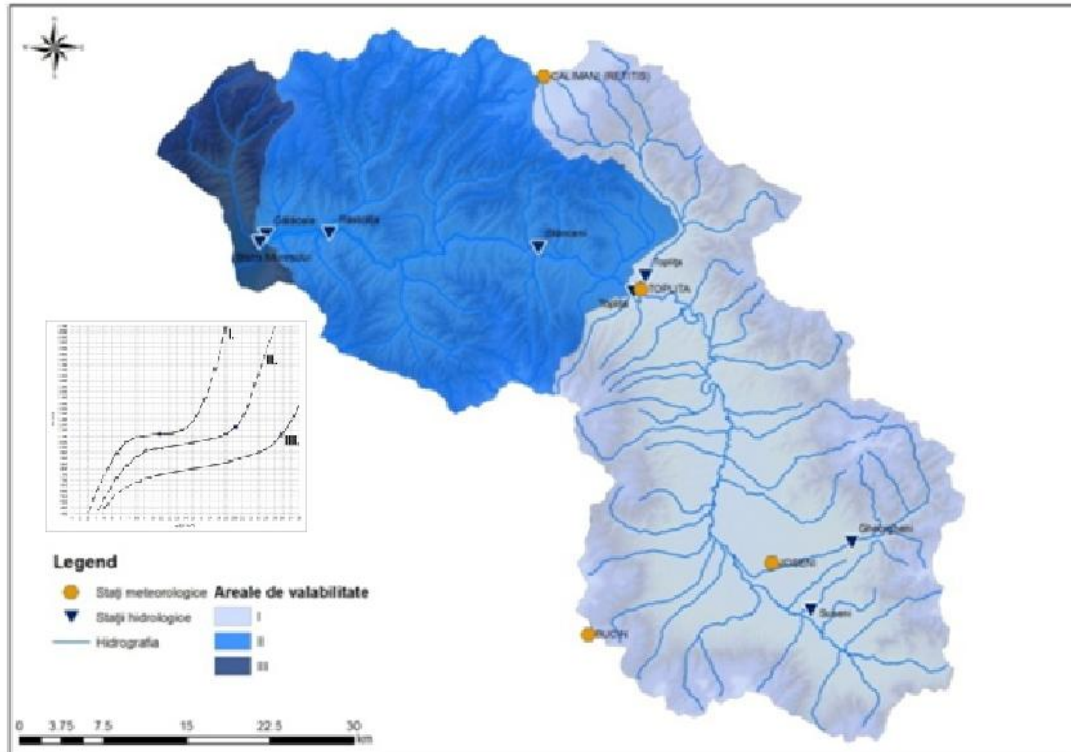


Fig 14 Areele de valabilitate ale relației  $q=f(H_m)$  (Sorocovschi V, Horvath Cs, 2011)

Corelația făcută între valorile scurgerii medii specifice și altitudinea medie a bazinelor de recepție controlate de stațiile luate în studiu a permis identificarea a trei curbe de valabilitate a relației  $q=f(H_m)$  (Fig 14).

Curbelor de corelație identificate le corespund în teritoriua areale de valabilitate în care creșterea valorilor scurgerii medii în raport cu altitudinea se realizează în mod diferențiat.

## **8.2. Repartiția spațială a resurselor de apă ale râurilor**

Repartiția spațială scurgerii s-a analizat pe trei nivele: pe trepte de altitudine, pe bazine hidrografice (peste 10 km<sup>2</sup>) și pe subunități geografice.

### ***8.2.1. Repartiția resurselor de apă pe trepte de altitudine***

Acest subcapitol tratează resursele de apă și repartiția acestora pe trepte de altitudine în bazinul superior al Mureșului.

Cea mai mare cantitate de apă se scurge în intervalul altitudinal 700-1500m, cu un maxim atins în arealul altitudinal 1200-1300 acest areal fiind caracterizat de categorii de pante mai abrupte și totodată fiind destul de jos din punct de vedere altitudinal pentru a permite rețelei de râuri să se înfiripe.

Se poate observa creșterea valorilor scurgerii medii specifice atât în raport cu altitudinea cât și pe cele trei intervale de valabilitate  $q=f(H_m)$ , cele mai mari valori fiind înregistrate în cadrul celui de-al treilea areal de valabilitate al relației  $q=f(H_m)$ .

### ***8.2.2. Repartiția resurselor de apă pe unități fizico-geografice***

Acest subcapitol face referire la resursele de apă și repartiția acestora pe unități geografice în bazinul superior al Mureșului, unde, în funcție de suprafața ocupată și gradul de umiditate, potențialul scurgerii medii diferă de la o unitate geografică la alta.

Din volumul total de apă evaluat la nivelul bazinului superior al Mureșului aproape jumătate se realizează în Munții Căliman(47%), unde gradientii, de scurgere au valori foarte ridicate. Urmează ca pondere Munții Gurghiului care dețin 25% din volumul mediu evaluat, datorat suprafeței însemnate pe care o deține această subunitate din regiunea studiată.

### ***8.2.3. Repartiția resurselor de apă pe bazine hidrografice***

Analizând repartiția resurselor de apă pe bazine hidrografice la nivelul sectorului superior al Mureșului putem spune că debitul total colectat de pe suprafața regiunii studiate a fost evaluat la 11.46 m<sup>3</sup>/s, din care aproape două treimi provine din teritoriile aferente bazinului superior al Mureșului, în aval de Toplița.

Afluenții cu suprafețe bazinale mari dezvoltate în areale cu gradienti ridicați ai scurgerii dețin o pondere de seamă din volumul de apă transportat de Mureș (Răstolița 12%, Toplița 9,6%, Bistra 9,47%, Ilva 9,33%).

## **PARTEA A III-A**

### **REGIMUL DE SCURGERE A RÂURILOR DIN BAZINUL SUPERIOR AL MUREȘULUI**

Partea a treia a lucrării de față se concentrează asupra regimului de scurgere a râurilor din bazinul superior al Mureșului.

### **9. Istoricul cercetărilor și aspectele metodologice privind regimul de scurgere al râurilor**

În introducerea acestei părți sunt tratate istoricul cercetărilor din domeniul regimului scurgerii la nivel național și zona cât și aspectele metodologice ce stau la baza cercetării întreprinse.

## 9.1. Istoricul cercetărilor regimului de scurgere al râurilor

La nivel național, lucrări consacrate în domeniul regimului scurgerii râurilor cu accent pe tipurile de regim ale râurilor, sursele de alimentare ale acestora cât și caracterizarea acestora rămân cele a lui I. Ujvari, D. Lăzărescu, I Panait, din anul 1957, Găștescu (1979, 2003), I. Pișătă și Liliana Zaharia (2003).

Bazinul superior al Mureșului a fost cuprins într-un articol elaborat în 1944 de către I. Gugiuman acesta abordând tema generoasă a *Regimului hidrologic al Mureșului* și mai târziu în lucrarea de sinteză hidrologică *Bazinul hidrografic al Râului Mureș* elaborată în anul 1963 și care abordează teme precum regimul scurgerii zilnice și fazele de regim aferente perioadelor cu scurgere maximă și minimă la stațiile înființate până la acel moment în bazinul superior al Mureșului: Suseni, Remetea, Toplița și Stânceni pe cursul Mureșului și Răstolița pe râul Răstolița.

## 9.2. Aspecte metodologice privind studiul regimului scurgerii râurilor

O primă etapă în studiul regimului apelor de suprafață implică efectuarea unui șir de măsurători pe cursul de apă, aceste măsurători urmând apoi a fi prelucrate, iar materialul rezultat urmează a fi utilizat în vederea elaborării sintezelor și prognozelor hidrologice în vederea asigurării unei baze de lucru pentru proiectarea și apoi utilizarea lucrărilor hidrotehnice cât și pentru organizarea și sistematizarea teritoriului.

Șirurile de date necesare și analizate în vederea elaborării studiului referitor la regimul de scurgere al râurilor din bazinul superior al Mureșului sunt:

- precipitațiile zilnice înregistrate la stațiile meteorologice din regiunea analizată, pentru intervalul de timp 1986-2010
- precipitații maxime înregistrate în decurs de 24 de ore, la posturile pluviometrice din regiune în intervalul de timp 1986-2010
- durata și grosimea stratului de zăpadă în regiune în perioada 1986-2010
- temperaturi medii lunare și anuale pentru intervalul 1986-2010
- debite medii anuale, debite maxime anuale, debite minime anuale înregistrate la cele 8 posturi hidrometrice din regiune în perioada 1986-2010

- debite zilnice înregistrate în ani cu scurgere minimă, medie și maximă la stațiile hidrografice din regiune
- primele două viituri reprezentative la nivel anual pentru cele opt stații aflate în studiu în intervalul 1986-2010

Baza de date nu s-a limitat doar la datele hidrologice și meteorologice, acestea fiind completate și de documente cartografice, materiale bibliografice, și de informațiile obținute în urma deplasărilor în teren, cu ocazia cărora au fost efectuate observații proprii.

## **10. Sursele de alimentare a râurilor din bazinul superior al Mureșului**

Sursele care alimentează râurile, determinându-le dinamica la nivel diurn, lunar, sezonier, anual și chiar multianual sunt dintre cele mai diverse fiind atât de natură subterană (stratul freatic) cât și de suprafață (stratul de zăpadă și apa din precipitații). Ponderea cu care contribuie aceste surse la formarea scurgerii depinde de o mulțime de factori geografici care au fost tratați în capitolele anterioare: factori geologici, geomorfologici, edafici, climatici.

În regiunea montană înaltă predomină alimentarea din zăpezi ( $Z_s > 50\%$ ), în timp ce, în cea de depresiune, domină alimentarea pluvio-nivală ( $Z_s < 50\%$ ).

În general, alimentarea subterană deține până la 30-35 % din valoarea scurgerii anuale în arealul studiat, determinând încadrarea acestuia atât în tipologia arealelor cu alimentare subterană moderată (Stânceni, Răstolița) și bogată în aria depresionară Gheorgheni (stația Suseni).

Zona studiată se caracterizează printr-o alimentare de tip nivo-pluvial (zp-s) specifică râurilor din Munții Călimani ale căror bazine sunt dispuse la o altitudine de 1400-1800m și pluvio-nival (pz-s) cu alimentare subterană moderată care caracterizează o bună parte a arealului montan și depresionar situat în intervalul altitudinal 400 și 1600m.



## 11. Regimul de scurgere a râurilor

### 11.1. Regimul scurgerii zilnice

Pentru caracterizarea regimului scurgerii zilnice am ales metoda studiului de caz pentru stația Gălăoaia amplasată în zona defileului Mureșului, pe cursul râului Mureș. Studiind debitul mediu la nivel multianual (perioada 1986-2010) au reieșit trei ani reprezentativi, respectiv anul 2010, an cu scurgere maximă, anul 2004 an cu scurgere medie și anul 2000, an cu scurgere minimă.

Pentru analiza fiecărui an s-au elaborat trei grafice de bază și anume: cantitatea de precipitații zilnice, hidrograful debitelor zilnice și grosimea stratului de zăpadă.

Fazele scurgerii s-au împărțit în două categorii și anume perioadele cu scurgere maximă reprezentate prin ape mari și viituri ce au loc cu preponderență în timpul primăverii și perioadele cu scurgere minimă, reprezentate adesea prin apele mici din sezonul rece.

### 11.2. Regimul scurgerii lunare

Repartiția regimului lunar în cursul anului în bazinul superior al râului Mureș relevă o perioadă de vârf în luna aprilie (perioadă dominată de viituri și ape mari) și un minim înregistrat în decursul lunii ianuarie (perioada apelor mici de iarnă).

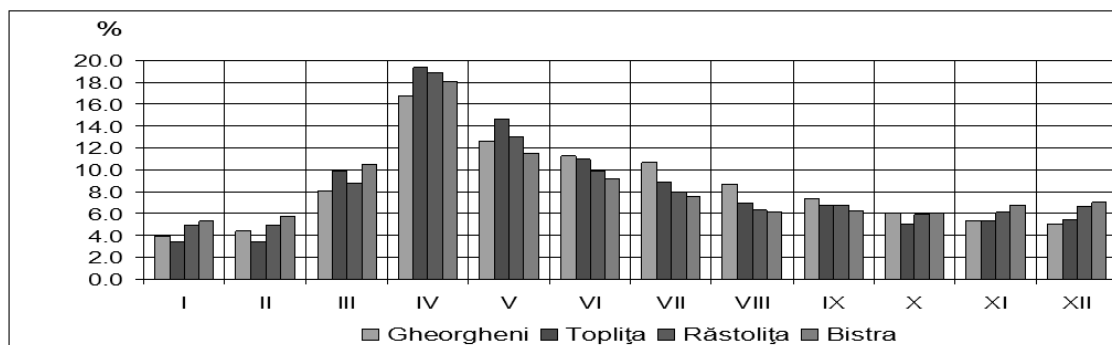
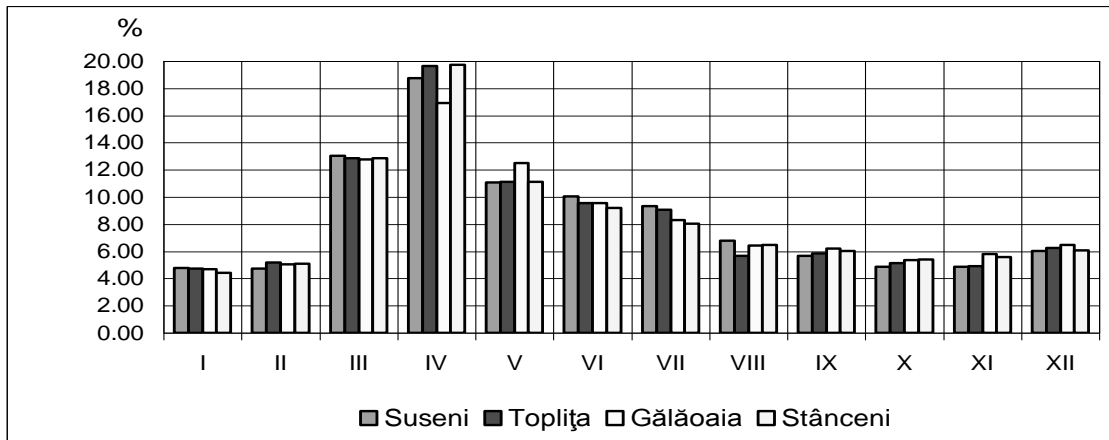


Fig 15 Regimul scurgerii lunare pe principalii afluenți ai Mureșului în sector superior

Valoarea procentuală cea mai scăzută pentru perioada ianuarie-februarie caracterizează bazinul hidrografic al Topliței (3,74%), iar cea mai mare caracterizează râul Bistra (5,30%).



**Fig 16 Regimul scurgerii lunare pe cursul superior al râului Mureș**

Dintre afluenții Mureșului în sector superior, cea mai importantă contribuție la scurgerea totală se realizează în cursul lunii aprilie, în bazinul hidrografic al Topliței, (19,35%) iar pe cursul principal, aceasta poate fi identificată în special la stațiile Stânceni (19,73%) și Toplița (19,65%), care realizează o pondere similară, în această perioadă de vârf.

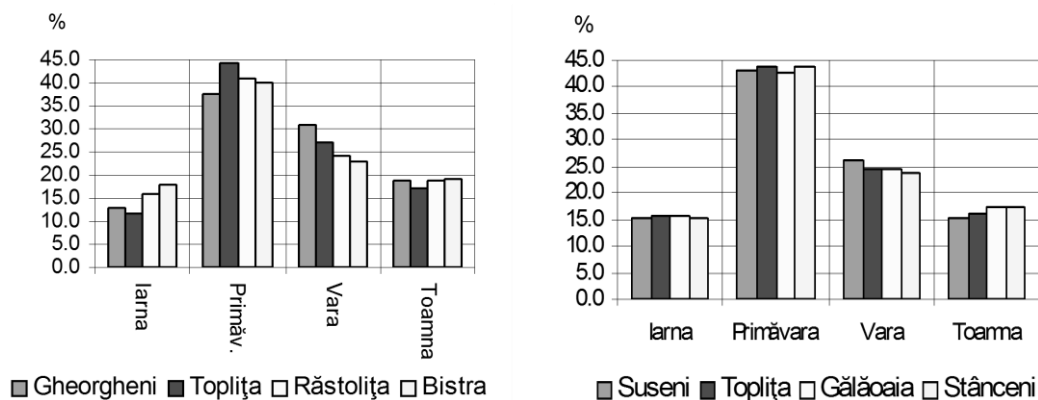
Valorile procentuale calculate pentru această perioadă excedentară sunt repartizate stației Gălăoaia pe râul Mureș, aici resimțindu-se rolul regularizator, atenuator al scurgerii la nivelul unui bazin hidrografic de proporții, (16-17%) (fig 16).

### **11.3. Regimul scurgerii sezoniere**

Analiza procentuală a scurgerii repartizată pe cele patru anotimpuri face posibilă o primă caracterizare a regimului scurgerii, și o primă etapă în cunoașterea evoluției debitelor de apă. Bazinul superior al Mureșului se încadrează în tipologia bazinelor hidrografice montane, cu altitudini ce depășesc 800 de m și a căror scurgere este realizată cu preponderență în sezonul cald al anului (fig 17).

La nivel anual, cea mai mare scurgere a râului se concentrează în timpul primăverii în timp ce pe de altă parte, în timpul sezonului de iarnă scurgerea râurilor înregistrează nivelul cel mai scăzut în această regiune.

Acest capitol mai tratează variația debitelor anotimpuale, cu evidențierea celor mai mici debite anotimpuale și respectiv a celor mai mari debite anotimpuale înregistrate la principalele stații hidrometrice din regiune.



**Fig 17 Regimul anotimpual de scurgere al principalelor râuri din bazinului superior al Mureșului**

Prin analiza unei serii statistice de 25 de ani se poate observa o tendință crescândă care caracterizează scurgerea râurilor în principal în decursul anotimpurilor de iarnă, vară și toamnă, în timp ce primăvara prezintă o tendință de stagnare la ultimul punct hidrometric de pe cursul Mureșului în acest sector: Gălăoaia.

#### **11.4. Tipuri și subtipuri de regim de scurgere**

În urma analizei efectuate asupra regimului de scurgere la nivel diurn, lunar și sezonier putem concluziona că tipul de regim în care se încadrează bazinul Mureșului superior este cel carpat, subtipul transilvan, cu o ușoară metamorfoză a regimului în zona Gălăoaia-Bistra, spre un subtip carpatic estic, date fiind precipitațiile mai bogate și astfel a prezenței mai pregnant a perioadelor de ape mari și viituri pe parcursul anului.

## **12. Influența antropică asupra debitului mediu în bazinul superior al Mureșului**

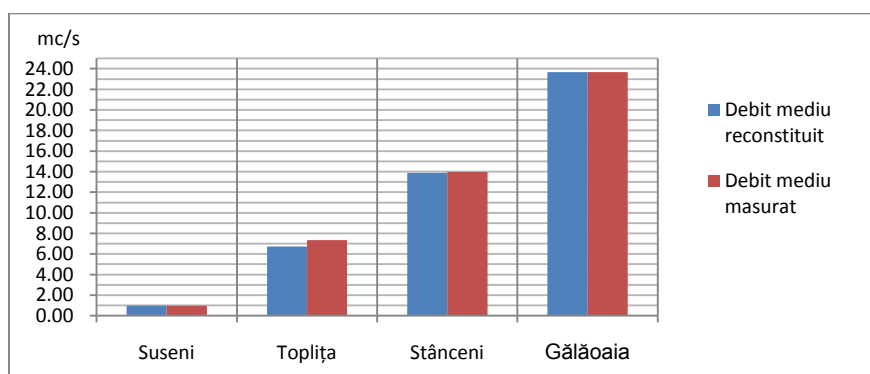
Influența antropică asupra scurgerii medii anuale a râurilor din bazinul superior al Mureșului este una redusă, regimul de curgere al acestora nu este puternic modificat antropic, la

nivelul perioadei de studiu. Influența antropică asupra regimului de scurgere a râurilor poate fi observată ca având loc cu preponderență în arealele urbane, Toplița, Gheorgheni dar și prin intermediul unor lucrări de regularizare și îndiguire a cursurilor care se desfășoară pe mai multe tronsoane, mai ales în zona de defileu.

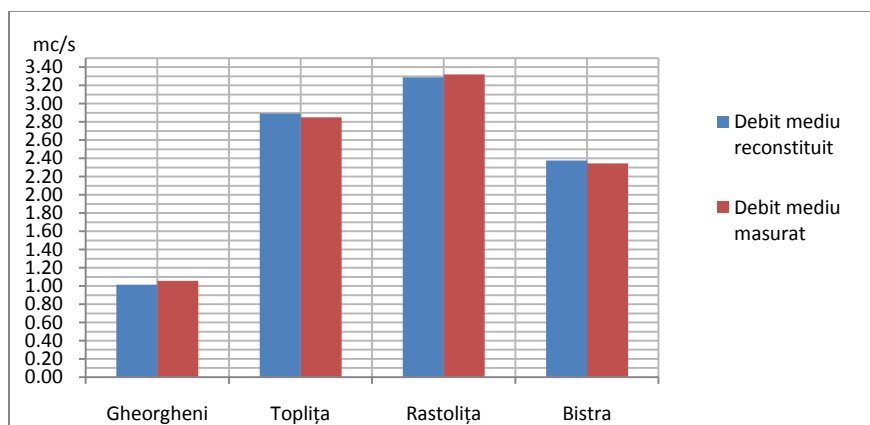
În zona din imediata apropiere a izvorului Mureșului, la stația hidrometrică Suseni, râul nu prezintă diferențe între debitul natural și cel măsurat, astfel că putem afirma că pe această porțiune de 10 km între izvor și stație, scurgerea se realizează în regim natural, neinfluențat.

În zona defileului, Mureșul prezintă un regim de scurgere influențat, excedentar ( $Q_{m\grave{a}s} > Q_{nat}$ ) în dreptul stației hidrometrice Toplița (la intrarea în defileu), și ușor neregulat în dreptul stației hidrometrice Stânceni, (în interiorul defileului).

Modificări în ceea ce privește debitul natural al râurilor în acest sector pot fi observate atât pe râul Mureș în special în dreptul stației situate în municipiul Toplița (Fig 18) dar și în bazinele principalilor afluenți ai acestuia (Fig 19).



**Fig 18 Debitul mediu măsurat și reconstruit la stațiile de pe cursul Mureșului în sector superior**



**Fig 19 Debitul mediu măsurat și recunstituit al principalilor afluenți ai Mureșului în sector superior**

## CONCLUZII

Rețeaua hidrografică a Mureșului superior, de la izvor și până în dreptul localității Deda, se compune din 42 de afluenți dintre care 23 afluenți de stânga și 19 afluenți de dreapta, ceea ce implică un bazin hidrografic ușor asimetric, mai dezvoltat pe partea stângă. Studiul a fost elaborat având ca bază datele oferite de stațiile hidrometrice: Suseni, Toplița, Stânceni, Gălăoia pe râul Mureș în timp ce pentru caracterizarea dinamicii afluenților au oferit date stațiile hidrometrice Gheorgheni pe Belcina, Toplița pe râul Toplița, Bistra pe râul Bistra și Răstolița pe râul Răstolița. Rețeaua de stații hidrometrice este completată de stațiile meteorologice: Bucin, Rețitiș, Joseni, Toplița.

Factorii care influențează repartiția și regimul de scurgere al râurilor din această zonă și care la rândul lor se influențează unii pe alții sunt de natură geologică, geomorfologică, edafică, climatică. Astfel, factorul geomorfologic joacă un rol important în dirijarea factorilor climatici determinând prin altitudine, expoziția versanților și pantă o etajare a celorlalți factori (climă, sol, vegetație) și astfel o etajare a bogăției resurselor de apă.

Sursele care alimentează râurile din bazinul hidrografic superior al Mureșului sunt atât cele superficiale cât și surse subterane.

Principalele surse de alimentare superficială a râurilor sunt reprezentate de apa provenită din ploii, topirea zăpezii sau a ghețarilor. Ponderea cu care participă aceste surse depinde atât de poziția latitudinală și altitudinală a bazinului hidrografic studiat cât și de elemente geomorfologice locale precum altitudinea acestui bazin, și expoziția versanților din interiorul lui.

Alimentarea subterană se face din ape freatice și de adâncime. Rolul acestor surse, mai ales a celor freatice, este foarte important în perioadele de iarnă, când apa este stocată la suprafața terenului sub formă de zăpadă, și în perioada de vară când evapotranspirația este ridicată. Ponderea alimentării subterane depinde de adâncimea la care se găsesc apele freatice, de permeabilitate a depozitelor și de cantitatea de precipitații din care se alimentează stratul acvifer freatic.

În general, alimentarea subterană deține până la 30-35% din valoarea scurgerii anuale în arealul studiat, determinând încadrarea acestuia atât în tipologia arealelor cu alimentare subterană moderată (Stânceni, Răstolița) și bogată în aria depresionară Gheorgheni (stația Suseni).

O bună parte a arealului studiat se încadrează în tipologia de alimentare nivo-pluvială. Grație temperaturilor negative alimentarea devine una nivală, în sezonul rece, când stratul de zăpadă se menține la suprafața terenului pentru intervale cuprinse între 5-8 luni pe an în funcție de altitudine și mixtă nivo-pluvială pentru intervale de timp cuprinse între 5-6 luni pe an, tot în raport cu altitudinea.

Ampla dezvoltare a bazinului hidrografic al Mureșului de la izvor și până la ieșirea din defileu este reliefată și de debitul mediu multianual care crește pe parcursul celor 127 km parcurși de râul Mureș de la izvor, unde în dreptul stației Suseni râul Mureș înregistrează în medie, pe perioada 1986-2010, un debit mediu anual de 0,963 mc/s și până la ultima stație de pe râul Mureș, în sectorul superior, Gălăoaia, unde Mureșul înregistrează 23,665 mc/s.

Tendința generală de evoluție a debitului mediu în bazinul superior al Mureșului în perioada 1986-2010 este una de creștere, în concordanță cu tendința de creștere a precipitațiilor medii anuale.

Evaluarea resurselor de apă din bazinul Mureșului s-a făcut pe baza identificării a trei curbe de valabilitate ce au generat împărțirea suprafeței în trei areale de valabilitate. În urma analizei bilanțului hidric din zonă putem concluziona că cele mai bogate resurse de apă de suprafață se regăsesc în zona defileului Mureșului, mai precis în zona Gălăoaia-Bistra, zonă unde

sub influența reliefului, masele de aer vestice, încărcate de precipitații, sunt forțate să se concentreze într-un areal îngust și să preia o direcție ascensională.

Analizând regimul scurgerii zilnice în bazinul superior al Mureșului putem afirma că acesta este caracterizat atât de perioade cu scurgere ridicată, materializate sub forma perioadelor de ape mari și viituri, frecvente în sezonul de primăvară, cât și în 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.

Impactul antropic asupra scurgerii medii anuale a râurilor din bazinul superior al Mureșului este unul redus, regimul de scurgere al acestora nu este puternic modificat antropic, la nivelul perioadei de studiu.

## **BIBLIOGRAFIE**

1. **Arghiuș, V.** (2008) *Studiul viiturilor de pe cursurile de apă din estul Munților Apuseni și Riscurile asociate*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
2. **Bălțeanu D., Alexe Rădița** (2001) – *Hazarde naturale și antropogene*, Ed. Corint, București
3. **Bilașco, Șt.**, (2008), *Implementarea S.I.G. în modelarea viiturilor de versant. Studii de caz în bazinul Someșului Mic*, Teză de doctorat, Cluj-Napoca

4. **Bogdan, Octavia**, (2003), *Riscul de mediu și metodologia studierii lui. Puncte de vedere*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, II, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 27-38
5. **Centea, R.**, (1974) *Scurgerea maximă în bazinul hidrografic Mureș*, Teză de doctorat, Cluj-Napoca
6. **Conțiu, H.,V.**, (2007) *Culoarul Mureșului dintre Reghin și confluența cu Arieșul, Studiu de hidrologie urbană*, Edt. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
7. **Diaconu C., Șerban P.**, (1994), *Sinteze și regionalizări hidrologice*, Ed. Tehnică, București
8. **Diaconu, C.** (1988) *Râurile de la inundații la secetă*, Edit. Tehnică, București
9. **Dinu, Gabriela**, (2004), *Optimizări în domeniul apărării împotriva inundațiilor*, Ed. Valahia University Press, Târgoviște.
10. **Frampton, S., Chaffey, J., Hardwick, J., McNaught, A.** (2005), *Natural hazards*, Ed. British Library Cataloguing, London
11. **Gâștescu, P., Zăvoianu, I.** (1979) *Harta hidrografică a R.S.România, sc. 1: 400.000*, Edit. didact. și pedagog., București
12. **Gâștescu P., Rusu C.**, (1983) *Evaluarea resurselor de apă și amenajarea bazinelor hidrografice, în Geografia României, vol. I Geografie fizică*, Edit. Acad. R.S. România,
13. **Gâștescu, P.** (1998), *Hidrologie*, Edit. Roza Vânturilor, Târgoviște,
14. **Gâștescu, P.** (2003), *Hidrologie continentală*, Edit. Transversal, Târgoviște
15. **Gâștescu, P.** (2002), *Resursele de apă ale bazinelor hidrografice din România*, Terra, anul XXXI (LI), vol. 1-2/2001
16. **Gilard O., Givone, P.** (1997), *Flood risk management: new concepts and methods for objective negotiations*, în volumul conferinței “*Destructive Water: Water-Caused Natural Disasters, their Abatement and Control*”, Lyon, Franța
17. **Lvovici, M.I.** (1979), *World Water Resources – Present and Future*, GeoJournal, 3.5
18. **Magyari, Saska, Zsolt** (2008), *Dezvoltarea algoritmilor SIG pentru calculul riscurilor geografice naturale. Aplicație la bazinul superior al Mureșului*, Teza de doctorat, Cluj-Napoca
19. **Mihăilescu V.** (1936) *România – Geografie fizică*, Edit. Socec, București.



20. **Pandi, G.**, (2010), *Undele de viitură și riscurile induse*, , În vol. “Riscuri și catastrofe”, II, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 55-66
21. **Pandi, G., Mika, I.**,(2003), *River runoff extremes and tendencies: factors of risk likely related to global climate*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, II, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 116-129
22. **Pandi, G. (2011)**, *The influenced flow regimes*, în Vol ”Air and water – Components of the Environment”, Cluj-Napoca
23. **Petrea, Dan** (2005), *Obiect, Metodă și cunoaștere geografică*, Ed. Universității din Oradea, Oradea
24. **Pine, J., C.**, (2009), *Natural hazards analysis*, Edit. CRC Press, New York, S.U.A
25. **Pișotă I., Zaharia Liliana** (2003), *Hidrologia uscatului. Resursele de apă și valorificarea lor în turism*, Edit. Universității din București.
26. **Pișotă, I., Zaharia Liliana** (2003), *Hidrologia uscatului*, Edit. Credis, București
27. **Pop, Gr. P** (2000), *Carpații și Subcarpații României*, Edit. Presa Universitară Clujană, Cluj-Napoca
28. **Romanescu, Gh** (2003), *Hidrologie generală*, Edit Terra Nostra, Iași
29. **Romanescu, Gh.**, (2003), *Inundațiile- între natural și accidental*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, II, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 130-138
30. **Romanescu, Gh.**, (2009), *Evaluarea riscurilor hidrologice*, Ed. Terra Nostra, Iași
31. **Schreiber, W., E.**, (1994) *Munții Harghita: Studiu Geomorfologic*, Edit. Academiei Române, București
32. **Smemoe, C., Nelson, J., Zundel, A.** (2004), *Risk Analysis Using Spatial Data in Flood Damage Reduction Studies*, în vol conferinței World Water Congress, Marrakech, Moroc
33. **Șoneriu, I., Mac, I.** (1973), *Județele Patriei., Județul Mureș*, Institutul de Geografie, Edit. Academiei Republicii Socialiste România, București
34. **Sorocovschi, V, Horvath Cs** (2007), *Potențialul scurgerii medii lichide din Podișul Someșan*, Studia Univ Babeș-Bolyai, 52, 2 Cluj-Napoca
35. **Sorocovschi, V, Pandi, G** (1995), *Particularitățile valorificării apelor din nordul Carpaților Orientali*, Studia Univ. Babeș-Bolyai. Geographia. Anul XI. Nr 1-2, Cluj-Napoca

36. **Sorocovschi, V.** (2002, 2004,2009)*Hidrologia uscatului*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
37. **Sorocovschi, V.** (2005), *Câmpia Transilvaniei. Studiu hidrogeografic*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
38. **Sorocovschi, V.,** (2003), *Complexitatea teritorială a riscurilor și catastrofelor*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, II, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 39-48
39. **Sorocovschi, V.,** (2003), *Riscurile hidrice*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, I, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 55-65
40. **Sorocovschi, V.,** (2006), *Categoriile de atribute ce definesc evenimentele extreme. Un punct de vedere*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, V, Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 33-42
41. **Sorocovschi, V.,** (2009), *Seceta: concept, geneză, atribute și clasificare*, În vol. “Riscuri și catastrofe”, An VIII,Nr 7 Editor Sorocovschi, V., Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p 62-73
42. **Swizewski, C.** (1987) *Depresiunea Giurgeu*, în Geografia României, Vol III, Ed. Academiei, București
43. **Thieken, Annegret, Merz, B., Kreibich Heidi, Apel Heiko,** (2006), *Methods for flood risk assessment: Concepts and challenges*, în volumul International Workshop on Flash Floods in Urban Areas, Potsdam, Germania
44. **Ujvari, I.** (1957), *Alimentarea râurilor din R.P.R*, în Meteor. și Hidrologie, nr. 1.
45. **Ujvari, I.** (1957),*Despre bilanțul apei pe teritoriul R.P.R*, Meteorologia și hidrologia, nr. 1.
46. **Ujvari J.,** (1972), *Geografia apelor României*, Ed. Științifică, București
47. **Vodă, M** (2009), *Hidrologia uscatului*, Edit. Dimitrie Cantemir, Târgu-Mureș
48. **Vodă, M.** (2007) *Bazinul Târnave - Amenajări și scurgere lichidă*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
49. **Wisner, B.,** (2005) – *Tracking Vulnerability: History, Use, Potential and Limitations of a Concept*, Structures of Vulnerability: Mobilisation and Research, Research Conference, Stockholm, 12 –14 ianuarie 2005
50. **Zaharia, Liliana** (1999), *Resursele de apă din bazinul râului Putna. Studiu de hidrologie*, Edit. Universității București

51. **Zăvoianu I., Dragomirescu Ș.**(1994) – *Asupra terminologiei folosite în studiul fenomenelor naturale extreme*, Studii și cercetări de Geografie, XLI, pp. 59 – 65
52. **Zăvoianu, I.** (1988), *Râurile – bogăția Terrei*, Editura Albatros, București.
53. **Zăvoianu, I.** (1999) *Hidrologie*, Edit. Fundației România de Măine, București
54. \*\*\* (1987), *Geografia României, III, Carpații și Depresiunea Transilvaniei*, Edit. Academiei, București.
55. \*\*\*(1963) Studii de hidrologie, Vol VI: *Bazinul hidrografic al râului Mureș -monografie hidrologică*, Comitetul de Stat al Apelor Institutul de studii și cercetări hidrotehnice, București
56. \*\*\* (1975) - *Atlasul Național al R.S.R.*, Editura științifică, București
57. \*\*\*(1992)- Atlasul Cadastral al Apelor
58. \* Date de la Direcția Apelor Mureș