

**UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLIAI"**  
**FACULTATEA DE GEOGRAFIE**  
**ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

*Rezumat*

**Conducător de doctorat:**

**Prof. Univ. Dr. SOROCOVSCHI VICTOR**

**Student-doctorand**

**PORCUȚAN ADRIANA MIHAELA**

**Cluj-Napoca**

**2018**

**UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLIAI"**  
**FACULTATEA DE GEOGRAFIE**  
**ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOGRAFIE**

**REGIMUL SCURGERII APEI RÂURILOR DIN BAZINUL  
HIDROGRAFIC SUCEAVA**

**Conducător de doctorat:**

**Prof. Univ. Dr. SOROCOVSCHI VICTOR**

**Student-doctorand**

**PORCUȚAN ADRIANA MIHAELA**

**Cluj-Napoca**

**2018**

# CUPRINS

<b>Capitolul I. Aspecte introductive</b> .....	6
<b>I.1. Context și justificare</b> .....	6
<b>I.2. Regimul de scurgere al apei râurilor. Definirea termenului de regim hidrografic</b> .....	7
<b>I.3. Istoricul cercetării regimului de scurgere apei</b> .....	8
<b>I.4. Poziția geografică și limitele bazinului hidrografic Suceava</b> .....	11
<b>I.5. Elemente de regionare geografică</b> .....	13
<b>I.6. Baza de date</b> .....	17
<b>I.7. Metode și tehnici aplicate</b> .....	21
<b>Capitolul II. Condițiile geografice și rolul lor în formarea regimului de scurgere a apei din bazinul râului Suceava</b> .....	26
<b>II.1. Condițiile geologice</b> .....	26
<b>II.2. Relieful</b> .....	30
<b>II.3. Condițiile climatice</b> .....	44
II.3.1. Factorii genetici ai climei .....	44
II.3.2. Analiza principalelor elemente climatice .....	47
II.3.2.1. Precipitațiile lichide .....	47
II.3.2.2. Stratul de zăpadă .....	72
II.3.2.3. Temperatura .....	77
<b>II.4. Vegetația</b> .....	90
<b>II.5. Factorul edafic</b> .....	92
<b>II.6. Rolul și influența factorului antropic</b> .....	96
II.6.1. Modul de utilizare a terenului .....	96
II.6.2. Amenajări hidrotehnice din bazinul râului Suceava .....	98
II.6.3. Lucrări hidrotehnice de îndiguire, regularizare și consolidări de maluri ....	98
II.6.4. Rețeaua de localități .....	101
<b>Capitolul III. Regimul scurgerii apei râurilor din bazinul hidrografic Suceava</b> .....	104
<b>III.1. Sursele de alimentare a râurilor</b> .....	104
<b>III.2. Regimul scurgerii apei râurilor din bazinul hidrografic Suceava</b> .....	107
III.2.1. Regimul scurgerii anotimpuale .....	107
III.2.2. Regimul scurgerii lunare .....	113
III.2.3. Regimul scurgerii zilnice .....	114
III.2.4. Oscilația scurgerii anotimpuale și din lunile extreme .....	117
III.2.5. Tendința scurgerii anotimpuale .....	118
III.2.6. Tipurile de repartiție anotimpuală a scurgerii .....	124
III.2.7. Tipurile de repartiție lunară a scurgerii .....	125
III.2.7. Tipurile de repartiție zilnică a scurgerii .....	126

<b>Capitolul IV. Fazele caracteristice ale scurgerii apei râurilor din bazinul hidrografic Suceava</b>	128
<b>IV.1. Perioadele scurgerii maxime</b>	128
IV.1.1. Apele mari	129
IV.1.2. Viiturile	131
IV.1.2.1. Aspecte teoretice privind viiturile	131
IV.1.2.2. Cronologia viiturilor extraordinare în bazinul râului Suceava	135
IV.1.2.3. Analiza viiturilor din bazinul râului Suceava	137
IV.1.2.4. Studiu de caz. Viiturile din iunie – iulie 2010	148
IV.1.3. Efectele induse de apariția perioadelor cu scurgere maximă	149
IV.1.4. Măsurile de prevenire, protecție și combatere ale efectelor scurgerii maxime	165
IV.1.4.1. Măsuri structurale	166
IV.1.4.2. Măsuri nestructurale	172
IV.1.5. Percepția inundațiilor în bazinul râului Suceava	181
<b>IV.2. Perioada scurgerii minime</b>	189
IV.2.1. Apele mici	189
IV.2.2. Parametrii apelor mici	189
IV.2.3. Studiu de caz. Apele mici din anul 1987	197
IV.2.4. Efectele induse de apariția perioadei cu scurgere minima	204
<b>Concluzii</b>	206
<b>Anexă</b>	214
<b>Bibliografie</b>	217

## CUVINTE-CHEIE

regim, Suceava, bazin hidrografic, Carpații Orientali, Podișul Sucevei, scurgerea apei, viituri, ape mici, anotimpual, lunar, zilnic, precipitații, temperaturi, strat de zăpadă, percepție, efecte, prevenirea, controlul inundațiilor, sezonabilitate, secetă

## **CAPITOLUL I. ASPECTE INTRODUCTIVE**

### **I.1. CONTEXT ȘI JUSTIFICARE**

Efectele schimbărilor climatice asupra componentei hidrologice a mediului pot fi observate în întreaga lume, acestea fiind documentate și analizate în variate lucrări de specialitate. Astăzi, perioadele excedentare, respectiv deficitare din punct de vedere hidrologic par să fie tot mai dese și cu valori extreme tot mai mari.

Pe lângă acestea, regimul de scurgere al apei unui râu și managementul resurselor de apă depinde de comportamentul normal al bazinelor de recepție ale râurilor, cât și de variabilitatea anotimpuală medie a scurgerii (regimul de scurgere a râurilor, după Pardé, 1933), care sunt și ele afectate de schimbările de mediu.

Râul Suceava nu a făcut excepție de la aceste variații. Și el a fost influențat puternic de schimbările climatice din ultimii ani. Creșterea în intensitate și frecvență a precipitațiilor și a perioadelor cu uscăciune au determinat variații puternice ale cantităților de apă scurse în acest bazin hidrografic, și apariția de perioade cu scurgere maximă foarte intensă (care au culminat cu viiturile excepționale din perioada 2005-2010), intercalate cu perioade cu scurgere minimă foarte intensă (o parte a anilor '80 și '90).

În acest scop, am încercat să realizez un studiu care să analizeze aceste variații și să prezinte evoluția anterioară, actuală și posibil cea viitoare a regimului de scurgere al apei din bazinul râului Suceava.

### **I.2. REGIMUL DE SCURGERE AL APEI RÂURILOR. DEFINIREA TERMENULUI DE REGIM HIDROGRAFIC**

Cunoașterea regimului de scurgere a apei din râuri este de o mare importanță la acest moment, modificările climatice și intervenția antropică modificând-ul puternic pe acesta. Regimul se definește astfel în literatura engleză : „*the difference in the discharge of the river throughout the year*” (diferența de debit a unui râu de-a lungul unui an) (sursa: <http://www.s-cool.co.uk/gcse/geography/rivers/revise-it/hydrology>).

În analiza regimului hidric se tratează probleme legate de ritmurile, perioadele caracteristice, parametrii utilizați și repartitia teritorială a regimului hidric. Dintre parametrii utilizați în analiza regimului de scurgere amintim durata, perioada de manifestare, frecvența, variabilitatea și extremele debitelor (maxime și minime).

### **I.3. ISTORICUL CERCETĂRILOR REGIMULUI DE SCURGERE A APEI**

În cadrul acestui capitol s-a încercat o centralizare a studiilor în domeniul regimului de scurgere a râurilor realizat la nivel mondial realizate de-a lungul timpului până în zilele noastre,

prezentându-se evoluția termenului de regim și a modului în care a fost acesta văzut de la începuturi până astăzi..

În *literatura internațională*, studiile despre regimul hidrologic au o mare vechime, referiri asupra unor astfel de aspecte apărând încă din Grecia Antică. În perioada medievală, Perrault P. (1674) publică o schemă a bilanțului hidrologic al Senei la Paris, intitulată „De l'origine des fontaines”, punând bazele calculelor hidrologice în geografia cantitativă și în hidrologie.

Lucrările realizate în perioada de început a studiului regimului hidric al râurilor (până în anii 1940) se concentrează pe definirea regimului hidric și a elementelor care sunt partea lui integrantă, cu o analiză generală a acestora, ca parte a unor lucrări mai ample. Aceste lucrări au apărut în cadrul școlilor rusești și germane. După anii '40 și până la sfârșitul anilor '80, regimul hidric de scurgere a apei râurilor devine un subiect mai des dezbătut de cercetători, studiul acestuia realizându-se de către trei școli diferite de hidrologie (școala germană, școala franceză și școala englezească). După anul 1990 începe o perioadă nouă pentru studiile în domeniul regimului hidric, acestea extinzându-se spre alte subdomenii, direcții de studiu și țări care îl studiază, ieșind de sub influența celor trei școli. Astfel studiile se îndreaptă atât spre analiza regimurilor specifice anumitor râuri, cât și spre analiza relației regim hidric – mediu.

În *România* au existat numeroase preocupări de-a lungul timpului cu privire la regimul de scurgere a apei râurilor. Primul care a cercetat acest domeniu este Emm. De Martonne (1926), urmat de V. Mihăilescu (1936) și mai târziu de Lăzărescu, D. și Panait, I. (1957), care fac o analiză a tipurilor de regim din România. Autorul cel mai de seamă este Ujvari, I. (1957, 1965, 1972), care a realizat o analiză detaliată a tipurilor de regim de scurgere a apei din România. El a fost urmat de autori precum Mociornița, C. (1963), C. Diaconu (1962, 1973, 1988), Dumitrescu, S. (1958, 1964), Sorocovschi, V. (1996, 2002, 2005, 2008, 2010), etc..

## I.4. POZIȚIA GEOGRAFICĂ ȘI LIMITELE REGIUNII

Bazinul râului Suceava, afluent de dreapta al râului Sireț, se întinde pe teritoriul

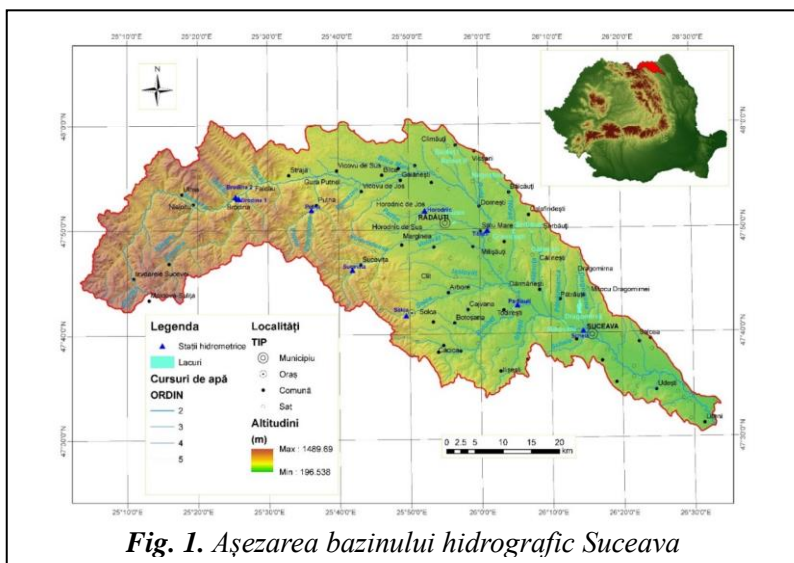


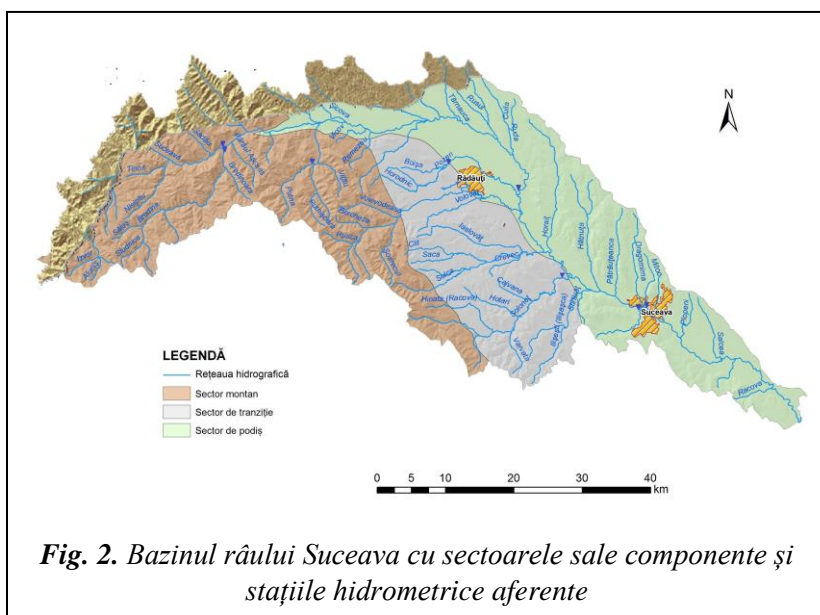
Fig. 1. Așezarea bazinului hidrografic Suceava

României între următoarele coordonate geografice: 47°31' și 47°59' latitudine nordică, și 25°05' și 26°33' longitudine estică. Acest bazin hidrografic este unul asimetric, cu o puternică dezvoltare pe partea dreaptă și drenează marginea estică a Grupei nordice a Carpaților Orientali. *Limita de nord* a bazinului de studiu este dată de granița de stat dintre România și Ucraina, cursul râului Suceava reprezentând granița naturală între aceste două state între localitățile Baineț și Ulma. *La vest*, limita urmează

marginea nordică dintre Obcina Mestecănișului și Obcina Feredeului, care delimitează bazinele hidrografice ale râurilor Suceava și Moldova. Apoi limita traversează Obcina Feredeului și Obcina Mare, urmărind linia celor mai mari înălțimi dintre bazinele râurilor Suceava și Moldova (Fig. 1). *Limita de sud* urmărește linia celor mai mari înălțimi dintre bazinele râurilor Suceava și Moldova de la ieșirea din Obcina Mare, continuându-se cu cea dintre bazinul râului Suceava și bazinele râurilor Șomuzul Mare și Șomuzul Mic, ajungând la punctul de confluență cu râul Siret în aval de orașul Liteni. *Limita de est* este cea mai clară, suprapunându-se pe interfluviul dintre bazinul râului Suceava și cel al râului Siret, suprapus peste culmile deluroase cele mai înalte ale Podișului Dragomirna.

## I.5. ELEMENTE DE REGIONARE GEOGRAFICĂ

Sub aspectul altitudinii, în bazinul râului Suceava se disting trei unități majore fizico – geografice distincte, cu multiple implicații asupra proceselor hidrologice ale râurilor care le drenează: *sectorul montan* – care include Obcinile Bucovinei (partea de nord și nord-vest a



bazinului), *sectorul de tranziție* (între Obcinile Bucovinei și podișul Sucevei) – include Podișul Piemontan Marginea – Ciungi (este situat în partea centrală a bazinului), *sectorul de podiș* – include partea vestică a Podișului Dragomirnei, valea râului Suceava, Depresiunea Rădăuți, Depresiunea Horodnic, Depresiunea Iaslovăț și partea de nord a Podișului Fălticeni (Fig. 2).

## I.6. BAZA DE DATE

În vederea analizei particularităților regimului de scurgere a apei râurilor pe perioada 1961-2010 în cadrul bazinului hidrografic Suceava, s-au folosit date privind caracteristicile fizico-geografice ale terenului acestui bazin, de mai multe tipuri: date cartografice, geospațiale și de teledetecție (hărți, imagini satelitare, etc.); date hidrologice reprezentând debitele lichide reconstituite (anuale, lunare și zilnice) din perioada 1961-2010 și debitele orare ale viiturilor din perioada 2005-2010 pentru cele 8 stații hidrometrice din bazin, dintre care 3 se află pe cursul principal și 5 pe principalii afluenți (Figura 3); date climatice; date socio-economice.

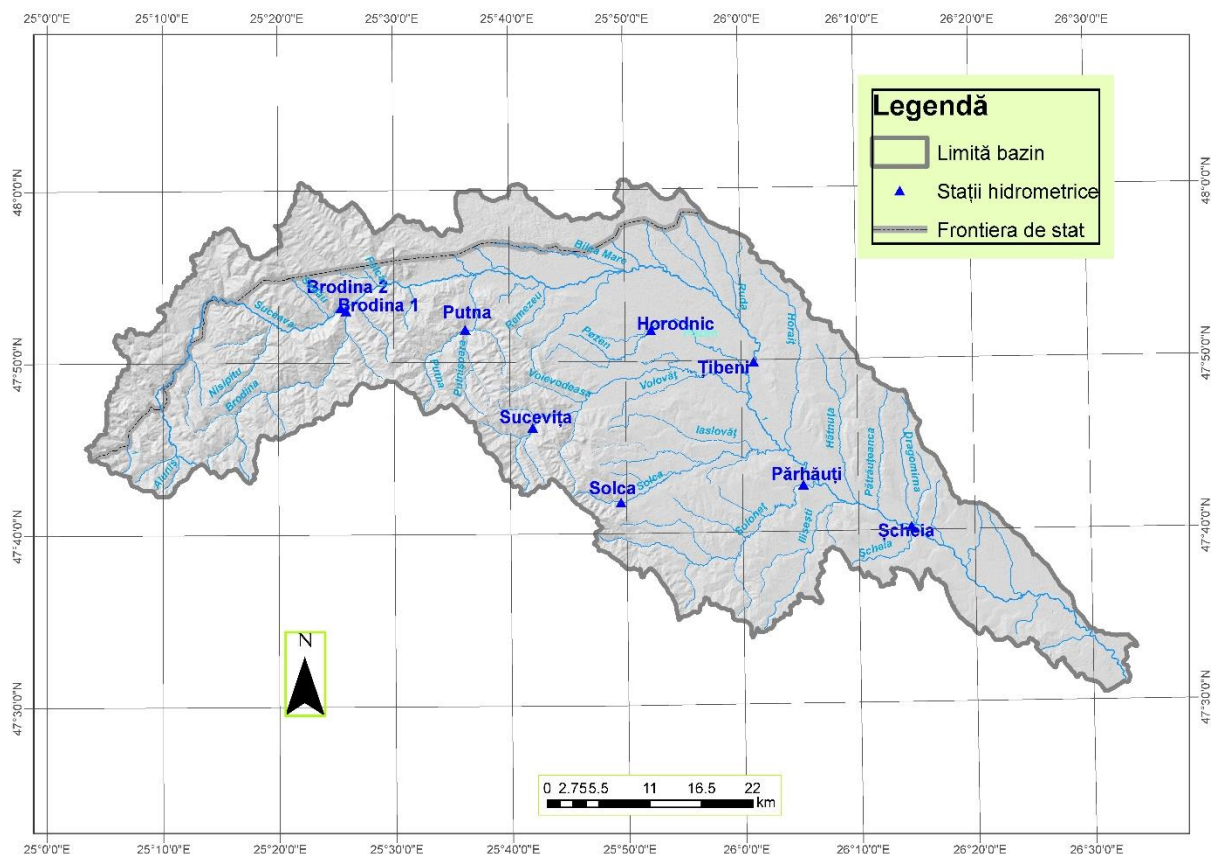


Fig. 3. Repartiția stațiilor hidrometrice în bazinul râului Suceava

## 1.7. METODEDE ȘI TEHNICI APLICATE

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 realizarea acestei lucrări s-au folosit mai multe metode, după cum urmează:

Metode generale, specifice și altor discipline: **metoda analizei** (analize de tip cauză-efect, analiză statistică și de corelare a șirului de date, analiza cantitativă a șirurilor de date), **metoda observației** (a elementelor importante din teren, însoțite de analiza relațiilor funcționale/nefuncționale și dinamice dintre elementele naturale și antropice din cadrul bazinului), **metoda comparativă** (pentru a analiza comparativ diferențele spațiale și temporale ale manifestării fenomenelor geografice de relief, climatice și hidrice), **metoda sintezei** (folosită pentru centralizarea și analiza finală a datelor obținute din teren și din prelucrarea datelor obținute de la stațiile hidrometrice și climatice); **metoda chestionarului** (metoda statistică socială, care a presupus interviuarea a peste 200 de subiecți din cadrul bazinului de studiu față în față, prin telefon, prin email sau cu ajutorul chestionarelor electronice sub formate oferite de programe precum [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com) sau [www.google/survey.com](http://www.google/survey.com)), etc..

Metode specifice geografiei: **metoda statistică** (pentru calcularea indicatorilor statistici ai parametrilor climatici și hidrologici, folosind programe precum Microsoft Excel 2010, CAVIS, HydroOffice, extensia TLM), **metoda diagramelor** (folosită la reprezentarea datelor cantitative prin construirea diferitelor tipuri de diagrame cu ajutorul programelor Microsoft Excel 2010, CAVIS,



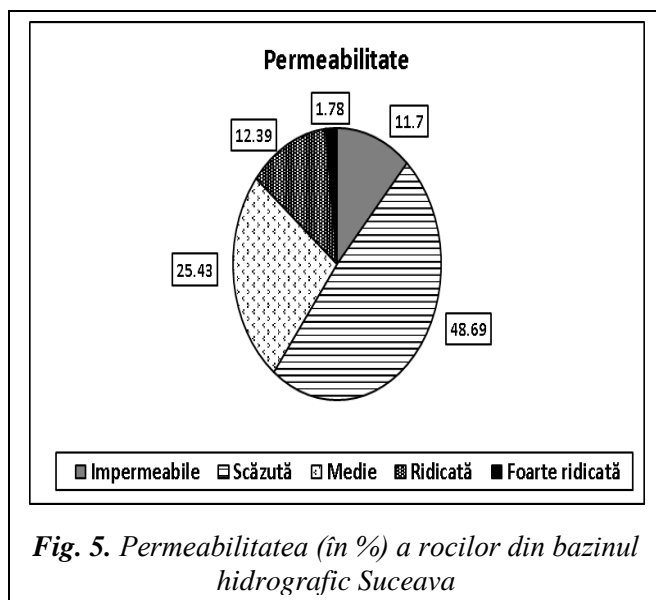
HydroOffice, extensia TLM), metoda cartării și a analizei geospațiale în domeniul GIS (pentru reprezentarea spațială a datelor obținute mai sus).

## CAPITOLUL II. CONDIȚIILE GEOGRAFICE ȘI ROLUL LOR ÎN FORMAREA REGIMULUI DE SCURGERE A APEI DIN BAZINUL RÂULUI SUCEAVA

### II.1. CONDIȚIILE GEOLOGICE

Geologia unui teritoriu are un mare rol în evoluția acestuia, prin gradul de rezistență la eroziune și prin compoziția rocilor; prin proprietățile acestora – fizice (porozitate, permeabilitate, solubilitate) și mecanice (rezistența la perforare), având un impact important asupra evoluției în timp a unui bazin hidrografic și asupra răspunsului acestuia la factorii climatici.

În structura tectonică a bazinului râului Suceava se evidențiază două componente ge structurale majore: zona de orogen și zona de platformă, între care se delimitează o zonă de contact pe care am numit-o zonă de tranziție.



Rocile care intră în compoziția geologică a acestui bazin prezintă caracteristici distincte, care influențează scurgerea prin gradul de absorbție a apei și prin capacitatea de a permite trecerea apei prin ele spre stratele inferioare ale solului, astfel ajutând sau nu la creșterea vitezei de scurgere a apei în bazin și la dezvoltarea anumitor zone predispuse la inundații. Din punctul de vedere al *permeabilității*, aproape 50% din rocile cuprinse în bazinul râului Suceava au o permeabilitate scăzută, acest lucru fiind determinat de prezența rocilor marnoase și argiloase, care permit foarte greu infiltrarea apei (Fig. 5). Aceste tipuri de roci se suprapun peste sectorul de tranziție al bazinului, unde se produc cele mai multe

inundații din bazin.

25% din suprafața bazinului prezintă roci cu permeabilitate medie, fiind formată din fliș grezos, situat în sectorul montan de orogen, unde se află în intercalații cu fliș șistuos, impermeabil, acesta reprezentând 11,7% din suprafața bazinală. Cea mai mare permeabilitate se întâlnește în albiile râului colector și ale principalilor afluenți, și include albiile și terasele râurilor formate din nisipuri și pietrișuri recente. În bazinul râului Suceava se individualizează o zonă cu o permeabilitate compact ridicată, aceasta fiind depresiunea Rădăuți, dezvoltată aproape exclusiv pe pietrișuri și nisipuri.

## II.2. RELIEFUL

Relieful are un impact puternic asupra formării regimului scurgerii apei râurilor, prin particularitățile sale morfometrice, iar indirect prin zonalitatea verticală a principalelor elemente climatice, asociațiilor vegetale și ale învelișului edafic.

Din punctul de vedere al *altitudinii*, se remarcă descreșterea înălțimilor dinspre vest spre est, dinspre sectorul superior montan reprezentat de Obcinile Bucovinei, spre cel de podiș, format de Podișului Dragomirnei, determinând o diferență altitudinală absolută de 1241 m. Urmărind ponderea deținută de principalele trepte de altitudine, se poate constata că, la nivelul întregii regiuni studiate, cele mai mari procente le dețin intervalele de altitudine cuprinse între 301 – 400 m (30,7%), urmate de cele cuprinse între 401 – 500 m (24,1%). Procentul suprafețelor de relief aflate la altitudini mai mici de 300 m este de aproximativ 6%, iar al celor cu altitudini mai mari de 1100 m este de 7% pentru fiecare treaptă de relief.

*Panta reliefului* reprezintă unul dintre cei mai importanți factori de control ai scurgerii lichide de suprafață și subterane. Suprafețele ocupate de cele cinci clase de pante delimitate sunt diferite. Astfel, ponderea cea mai mare revine pantelor cu valori cuprinse între 5,1 și 15°, care dețin 31,9% din suprafața regiunii. Urmează apoi, cu valori apropiate, clasele cuprinse între 0 și 2° (27,2%), respectiv 2,1 și 5° (25,5%). Arealele cu pante mari, peste 15°, dețin ponderi mai mici (15%), în timp ce pantele foarte mari (peste 35°) au ponderi insignifiante (0,1%).

*Energia reliefului* (adâncimea fragmentării sau fragmentarea verticală a reliefului) reprezintă un parametru morfometric dependent de alcătuirea petrografică, care reflectă diferitele stadii de adâncire a albiei râurilor, în funcție de modificarea nivelelor de bază. La nivel de sectoare, cele mai mari adâncimi ale fragmentării se găsesc în sectorul montan, care include peste 97% din suprafețele bazinale cu o adâncime a fragmentării mai mare de 150 m, cea mai mare parte a acestui sector având o energie a reliefului cuprinsă între 150 și 300 m. Sectoarele de tranziție și podiș conțin numai suprafețe cu o adâncime a fragmentării reliefului mai mică de 150 m, 88%, respectiv 92% din suprafața acestor sectoare având energii ale reliefului mai mici de 100 m.

*Densitatea fragmentării reliefului* ilustrează gradul de evoluție a reliefului, oferind posibilitatea unei analize detaliate a modului de organizare și de evoluție a procesului de scurgere a apei râurilor de la fazele incipiente ale formării râului până la cele mai avansate.

Repartiția claselor de fragmentare orizontală a reliefului din bazinul râului Suceava este una variată, înregistrându-se toată gama de valori, cu ponderi care variază de la un bazin la altul, cea mai mare pondere din suprafața totală bazinală aparținând intervalului 1 – 1,5 km/km<sup>2</sup> (24,8%). Urmează ca pondere intervalele de 1,5 – 2 km/km<sup>2</sup> (17,9%) și de 0,5 – 1 km/km<sup>2</sup> (16,6%). După acestea urmează cele cu valori cuprinse între 2 – 2,5 km/km<sup>2</sup> (12,9%) și 0,5 - 1 km/km<sup>2</sup> (12,4%). Suprafețele cu valori ale fragmentării reliefului între 2,5 și 4 km/km<sup>2</sup> prezintă valori mai mici de 10%, în timp ce cele cu peste 4 km/km<sup>2</sup> prezintă valori subunitare. Acest lucru arată varietatea reliefului acestui bazin și desfășurarea lui pe două sectoare de relief distincte: munte și podiș.

*Expoziția versanților* este un factor important care induce diferențieri în durata insolației, contribuind la formarea și nuanțarea regimului caloric, influențând conținutul de umiditate din sol prin efectele sale cumulative, configurarea caracteristicilor ovorului vegetal, particularitățile solului, preabilitatea la diferite moduri de utilizare a terenului, tipurile de procese geomorfologice actuale care afectează relieful, etc..

Expoziția versanților în bazinul hidrografic Suceava este foarte variată, cu unele categorii

de expunere deținând valori puțin mai mari. Suprafețele plate au cel mai mic procentaj, cu 6,4% din suprafața totală bazinală, însă au dețin o suprafață destul de mare în unele subbazine, determinată de apariția în cadrul acestora a sectoarelor joase cu pietrișuri și nisipuri. Cea mai mare pondere o are orientarea NE (17,4%), urmată de E (15,7%), reprezentând direcțiile principale ale orientării. Urmează apoi direcțiile SE și SV, cu 12% fiecare, și direcțiile N, E și S, cu valori cuprinse între 9,5 și 9,9%.

În sectorul montan, situat în nord-vestul bazinului de studiu, ponderea tipurilor de expoziție a versanților este relativ egală pe toate direcțiile, iar suprafețele plate sunt aproape inexistente. Odată cu ieșirea din sectorul montan, în bazinul Voitinel, expoziția se schimbă, predominând expozițiile NE → SE, cu o creștere a procentului suprafețelor plate. Spre partea inferioară a bazinului, orientarea se deplasează ușor spre S.

## **II.3. CONDIȚIILE CLIMATICE**

### **II.3.1 Factorii genetici ai climei**

Ațiunea factorilor climatici este complexă și simultană, jucând un rol important asupra formării regimului de scurgere al unui râu. Factorii genetici ai climei se grupează în trei categorii, formate din factorii radiativi (radiația solară), factorii dinamici (masele de aer, reprezentate de centrul barici), și factorii fizico-geografici (relieful, vegetația, solurile).

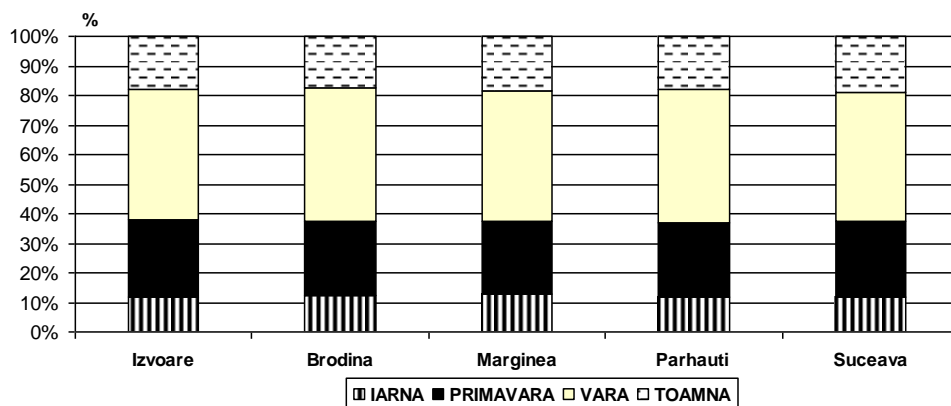
### **II.3.2. Analiza principalelor elemente climatice**

#### **II.3.2.1. Precipitațiile lichide**

Principala caracteristică a regimului precipitațiilor atmosferice și a repartiției acestora o reprezintă variabilitatea și discontinuitatea lor în spațiu și timp. Acestea sunt rezultatul interacțiunii factorilor genetici ai climei cu factorii locali de mediu.

În ceea ce privește cantitățile semestriale de precipitații, se poate observa faptul că în sezonul cald cad majoritatea precipitațiilor, existând un raport de 4/1 între cele două perioade ale anului în întregul bazin hidrografic fără excepții. Acest lucru arată caracterul foarte răcoros și secetos al sezonului rece.

La nivel anotimpual, precipitațiile sunt împărțite relativ omogenă în bazinul râului Suceava, cele mai mari cantități înregistrându-se în întregul bazin în timpul verii (în jurul a 44% din cazuri) (Fig. 19). Al doilea anotimp ca frecvență este primăvara (25%), pe ultimul loc situându-se iarna (12%).



**Fig. 19.** Cantitățile anotimpuale (%) de precipitații

Precipitațiile medii lunare în cadrul întregului bazin al râului Suceava prezintă cele mai mari valori în luna iulie, maximele atingându-se în sectorul montan (Izvoarele Sucevei – 158.14 mm) (Tabel 19). Aceste valori scad înspre sectorul de podiș, atingând un minim de 102.9 mm la Suceava în această lună. Valorile cele mai ridicate ale precipitațiilor se înregistrează în perioada mai – august, scăzând puternic în celelalte perioade. Cele mai mici valori se înregistrează în decursul lunii ianuarie (22.94 mm la Părhăuți), când apar și cele mai mici temperaturi atmosferice în acest bazin.

**Tabel 19.** Cantitățile medii lunare a precipitații (în mm) din intervalul 1961-2010

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Brodina</b>	33,0	39,8	43,6	71,4	109,5	138,0	146,4	112,3	73,1	44,0	35,2	34,1
<b>Izvoarele</b>	33,6	41,8	53,8	80,8	119,9	153,6	158,1	120,2	80,7	54,4	43,5	42,2
<b>Marginea</b>	28,2	30,6	37,4	57,0	86,4	114,6	116,5	87,3	59,0	41,1	34,5	33,1
<b>Părhăuți</b>	22,9	24,1	29,2	50,0	74,7	98,7	103,0	76,2	49,2	32,8	28,2	24,3
<b>Suceava</b>	23,1	24,2	32,4	53,6	76,6	98,0	102,9	73,2	51,9	36,2	30,0	27,3

### **Analiza tendinței ajutorului metodei regresiei liniare**

Pentru analiza tendinței precipitațiilor căzute în perioada 1961-2010 s-a calculat tendința cantităților de precipitații cu ajutorul ecuației de gradul I pentru intervale de diferite lungimi (o lună, trei luni - anotimpuri, șase luni – sezoane, an), clasificându-se valorile obținute în funcție de calificativele obținute (Tabel 26).

**Tabel 26.** Calificativele și pragurile valorice utilizate pentru tendința cantităților de precipitații din bazinul hidrografic Suceava (după Croitoru, 2006)

Calificativ	Prag valoric	Calificativ	Prag valoric
+++ creștere intensă	$\geq 10$ mm/10 ani	-/0 scădere foarte mică	-1.0...'-0.1 mm/10 ani
++ creștere moderată	9.9...6.0 mm/10ani	- scădere mică	-5.9...'-1.1 mm/10 ani
+ creștere mică	5.9...1.1 mm/10 ani	-- scădere moderată	-9.9...'-6.0 mm/10ani
+/- creștere foarte mică	1.0...0.1 mm/10 ani	--- scădere foarte intensă	$\geq -10$ mm/10 ani

Tendințele au fost calculate atât pentru întregul interval, determinându-se tendința generală a precipitațiilor, cât și pentru perioade de 10 ani, analizându-se evoluția precipitațiilor în fiecare deceniu în parte. Ca exemplu, se prezintă tendința precipitațiilor în

perioada 1991-2000 (Tabel 30).

**Tabel 30.** Calificativele în funcție de valoarea tendinței precipitațiilor lunare, anotimpuale și semestriale în perioada 1991-2000

Stație/Perioadă analiză	1991-2000				
	Brodina	Izvoare	Marginea	Părhăuți	Suceava
Ianuarie	+	+	+	+	+/0
Februarie	+	+	+	+	+/0
Martie	+	+	+/0	-/0	-
Aprilie	+	+	+	+	+
Mai	--	--	--	--	--
Iunie	+/0	+/0	-	-	-
Iulie	-	+	-	-	-
August	+	+	+	+/0	+/0
Septembrie	+	+	+	+	+
Octombrie	-/0	-	+/0	+	+
Noiembrie	-	-	-	-	-
Decembrie	+/0	+	+/0	+/0	+/0
Primavara	-	-	-	--	--
Vara	+	++	-	-	-
Toamna	-	-	+/0	+	+
Iarna	+	+	+	+	+
Sezon cald	+/0	+	--	--	--
Sezon rece	+	+	+	+	+

#### **Analiza tendinței cu ajutorul testului non-parametric Mann-Kendall**

Testul non-parametric Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) a fost folosit pentru calcularea tendințelor precipitațiilor și a temperaturilor anotimpuale și din lunile extreme, cu ajutorul aplicației Excel MAKESENS (Mann-Kendall test for trend and Sen's slope estimates), creată de către cercetătorii de la Institutul Finlandez de Meteorologie (Salmi et al., 2002) Aplicarea acestui test a permis identificarea tipului de tendință (pozitivă sau negativă), iar a metodei nonparametrice Sen's (Gilbert, 1987) permite estimarea pantei tendinței. Variația de-a lungul perioadei de analiză a precipitațiilor este determinată de circulația atmosferică a aerului deasupra bazinului în studiu, cu particularități locale influențate de factorul de relief. Aceste diferențe au influențat puternic și regimul scurgerii apei râurilor din bazin, cu efecte pe termen îndelungat (Tabel 31).

**Tabel 31.** Tendința precipitațiilor pe anotimpuri și în lunile extreme (în mm/an) și rata modificărilor nete (în %) în perioada 1961-2010 la stațiile luate în studiu

Anotimp	Stație hidro.	Brodina	Izvoarele Sucevei	Marginea	Părhăuți	Suceava
	Parametri					
Iarna	Tendință	-0.65	-0.80	-0.22	-0.43	-0.52
	Calificativ	SU	SU	S	S	SU
	Pantă	-0.05	-0.10	-0.04	-0.05	-0.05
	Schimbare netă (mm)	-2.70	-5.21	-2.25	-2.33	-2.50
	Rata schimb. nete (%)	-7.99	-13.30	-7.35	-9.80	-10.07
Primăvara	Tendință	0.43	0.18	-0.13	-0.65	-0.60
	Calificativ	S	S	S	SU	SU
	Pantă	0.07	0.04	-0.04	-0.11	-0.17
	Schimbare netă (mm)	3.61	2.23	-1.89	-5.41	-8.33
	Rata schimb. nete (%)	5.34	2.63	-3.14	-10.56	-15.38
Vara	Tendință	0.85	0.97	1.02	1.05	1.15
	Calificativ	CU	CU	CU	CU	CU
	Pantă	0.23	0.33	0.30	0.30	0.28

	Schimbare netă (mm)	11.67	19.99	18.35	18.32	17.06
	Rata schimb. nete (%)	9.3	37.3	14.2	16.2	15.3
<b>Toamna</b>	Tendință	2.14	2.48	1.86	1.56	1.47
	Calificativ	CM	CM	CM	CU	CU
	Pantă	0.42	0.57	0.33	0.25	0.25
	Schimbare netă (mm)	21.06	28.42	16.58	12.59	12.42
	Rata schimb. nete (%)	40.61	47.75	36.98	34.30	31.52
<b>Ianuarie</b>	Tendință	-0.52	-0.62	-0.85	-0.87	-0.70
	Calificativ	SU	SU	SU	SU	SU
	Pantă	-0.07	-0.11	-0.13	-0.13	-0.10
	Schimbare netă (mm)	-3.62	-5.73	-6.58	-6.32	-4.78
	Rata schimb. nete (%)	-5.19	-7.00	-10.88	-12.37	-9.12
<b>Iulie</b>	Tendință	-0.02	0.23	0.12	0.38	0.54
	Calificativ	S	S	S	S	CU
	Pantă	-0.02	0.22	0.03	0.22	0.26
	Schimbare netă (mm)	-1.09	10.85	1.38	10.83	12.80
	Rata schimb. nete (%)	-1.57	13.25	2.27	21.20	24.42

### II.3.2.2. Stratul de zăpadă

În dezvoltarea scurgerii apei râurilor, un rol important îl are contribuția provenită din topirea stratului de zăpadă. Ca orice alt element climatic, stratul de zăpadă este caracterizat de mai mulți parametri: temporali - durata stratului de zăpadă (% , zile), data apariției stratului de zăpadă, data dispariției stratului de zăpadă, cantitativi – grosimea stratului de zăpadă (% , zile).

În funcție de altitudine, stratul de zăpadă persistă mai mult în zonele mai înalte, având durate mai scurte la deal și la câmpie. Acest lucru se datorează persistenței mai îndelungate a temperaturilor negative la altitudinile înalte. În Tabelul 37 se prezintă variațiile acestor parametri în bazinul râului Suceava calculate pe perioada 1961 – 2010.

**Tabel 37. Data apariție și dispariției primului, respectiv a ultimului strat de zăpadă**

	Altit. stație (m)	Primul strat zăpadă			Ultimul strat zăpadă		
		Prima dată de apariție	Medie	Ultima dată de apariție	Prima dată de apariție	Medie	Ultima dată de apariție
<b>Brodina</b>	1016	14.10.2008	06.XI	16.12.1985	22.03.2009	21.IV	04.05.2010
<b>Izvoarele Sucevei</b>	910	28.09.1976	03.XI	17.12.1999	23.03.2009	25.IV	07.06.2010
<b>Marginea</b>	446	24.10.1990	15.XI	20.12.1999	03.03.2010	26.III	24.04.1996
<b>Părhăuți</b>	300	26.10.1990	23.XI	26.12.1985	18.02.1989	24.III	18.04.1996
<b>Suceava</b>	296	26.10.1990	24.XI	26.12.1985	9.02.1976	18.III	18.04.1996

Între parametrii cantitativi ai stratului de zăpadă, cel mai important este grosimea acestuia, având implicații importante atât în regimul hidrologic al scurgerii apei din bazin (influențat aportul de apă provenit din topirea zăpezii, dar și de rezerva de apă acumulată în sol), dar și asupra economiei (agricultură), amenajări hidrotehnice, alimentare cu apă, etc..Grosimea stratului de zăpadă variază în funcție de altitudine, în zonele montane putându-se menține o grosime mai mare a stratului, datorită condițiilor meteorologice favorabile.

*Grosimea medie lunară.* Deși durata cea mai mare a stratului de zăpadă se înregistrează în luna ianuarie, cele mai mari grosimi se înregistrează în luna februarie (chiar și martie în sectorul montan) (Tabel 40). Acest lucru este determinat de menținerea temperaturilor negative până în luna martie, care favorizează acumularea masivă a stratului de zăpadă. Cele mai mari valori ale grosimii stratului de zăpadă se înregistrează la Izvoarele Sucevei, unde, în lunile februarie – martie, grosimea se menține la valori de 45, respectiv 47 cm de zăpadă. Odată cu

scăderea altitudinii, scade și grosimea stratului de zăpadă, ajungând până la 9 cm în sectorul inferior. Variațiile față de medie a grosimii stratului de zăpadă sunt mai mici în sectorul de podiș (6.5 cm), însă acestea cresc simțitor, însă acestea cresc simțitor odată cu trecerea în sectorul montan, atingând 34 cm în partea cea mai înaltă a bazinului.

**Tabel 40. Grosimea medie lunară (cm) a stratului de zăpadă**

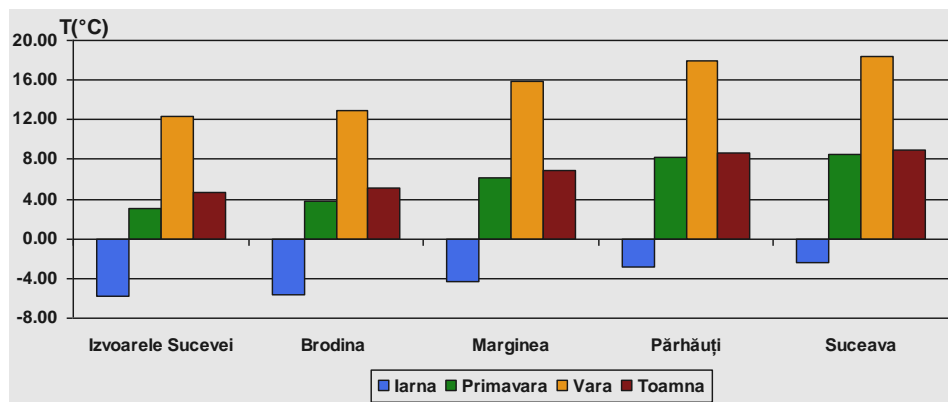
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Brodina</b>	27.474	<b>39.701</b>	37.506	7.224	0.044	0.004	0.00	0.00	0.001	0.412	4.547	15.018
<b>Izvoarele Sucevei</b>	32.309	45.314	<b>47.431</b>	11.979	0.106	0.005	0.00	0.00	0.006	0.672	5.525	18.434
<b>Marginea</b>	17.949	<b>21.585</b>	15.491	1.039	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.084	2.887	9.706
<b>Părhăuți</b>	8.067	<b>9.527</b>	6.415	0.213	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.014	1.173	3.903
<b>Suceava</b>	7.419	<b>8.795</b>	5.972	0.209	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.014	1.133	3.585

### II.3.2.3. Temperatura

Temperatura aerului este un element climatic aflat în directă legătură cu radiația solară, care influențează direct clima unei regiuni și, în același timp, și regimul de scurgere a râurilor din această regiune.

În ceea ce privește valorile semestriale ale temperaturilor, cele mai mari se întâlnesc în sezonul cald. Valorile temperaturilor din sezonul cald (aprilie - octombrie) cresc ca valoare odată cu altitudinea, cele mai mari valori înregistrându-se în sectorul de podiș (15,5°C – Suceava), iar cele mai mici în sectorul montan (9,7°C – Izvoarele Sucevei). Abaterile valorilor extreme înregistrate în acest sezon reflectă aceste variații, fiind însă mai mari la munte, ele variind între 10,9 și 15,3% (maxime) și -11,4 - -19,1% (minime).

În întregul bazin al râului Suceava, valorile anotimpuale ale temperaturilor medii sunt direct legate de variația altitudinală (Fig. 33). În anotimpul iarna, valorile medii ale temperaturilor sunt negative în întregul bazin, cele mai mari valori înregistrându-se în sectorul de podiș. Temperaturile primăverii sunt pozitive, atingând o maximă de 8.43°C în sectorul de podiș. Cele mai mari valori termice se înregistrează în timpul verii, când temperaturile medii variază între 12.38 și 18.31°C. În timpul toamnei, temperaturile revin la valoarea celor din timpul primăverii, fiind sensibil egale în sectorul de podiș, dar mai ridicate în sectorul mijlociu și superior.



**Fig. 33. Variația anotimpuală a temperaturilor medii multianuale (în °C)**

**Tendința temperaturilor.** Urmărind valorile obținute pentru perioada 1961-2010, s-a observat o tendință pozitivă a temperaturilor în întreg bazinul râului Suceava, tendință ce a variat de la staționar în timpul iernii la toate stațiile, la creștere accentuată în timpul primăverii și a toamnei la toate stațiile (Tabel 51). De asemenea, s-a realizat și o analiză a tendinței temperaturilor pe fiecare din cele cinci decenii din perioada analizată.

**Tabel 51.** Tendința temperaturilor anotimpuale (în °C/an) și rata modificărilor nete (în %) pentru temperaturile aerului în perioada 1961-2010 la stațiile luate în studiu

Anotimp	Stație hidro.	Brodina	Izv. Sucevei	Marginea	Părhăuți	Suceava
	Parametri					
Iarna	Tendință	2.46	2.34	2.49	2.58	2.66
	Calificativ	CM	CM	CM	CM	CM
	Pantă	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05
	Schimbare netă (mm)	1.83	1.59	2.03	2.39	2.37
	Rata schimb. nete (%)	37.70	27.83	47.39	85.06	96.22
Primăvara	Tendință	2.09	2.14	2.41	2.56	2.48
	Calificativ	CM	CM	CM	CM	CM
	Pantă	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
	Schimbare netă (mm)	1.17	1.18	1.36	1.74	1.71
	Rata schimb. nete (%)	22.88	37.67	22.12	21.31	20.04
Vara	Tendință	4.82	4.65	4.55	4.53	4.45
	Calificativ	CA	CA	CA	CA	CA
	Pantă	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	Schimbare netă (mm)	2.12	2.61	2.57	2.54	2.56
	Rata schimb. nete (%)	14.61	21.20	16.17	14.14	13.91
Toamna	Tendință	0.00	-0.25	0.07	0.12	0.02
	Calificativ	S	S	S	S	S
	Pantă	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	Schimbare netă (mm)	0.01	-0.26	0.06	0.08	0.02
	Rata schimb. nete (%)	0.10	-5.62	0.87	0.89	0.20
Ianuarie	Tendință	2.06	2.06	2.11	2.26	2.23
	Calificativ	CM	CM	CM	CM	CM
	Pantă	0.058	0.054	0.062	0.073	0.077
	Schimbare netă (mm)	2.91	2.72	3.12	3.66	3.84
	Rata schimb. nete (%)	48.65	41.84	56.29	90.42	104.87
Iulie	Tendință	3.95	3.93	3.96	4.02	4.02
	Calificativ	CA	CA	CA	CA	CA
	Pantă	0.050	0.051	0.053	0.053	0.054
	Schimbare netă (mm)	2.51	2.57	2.64	2.67	2.71
	Rata schimb. nete (%)	16.59	19.86	15.87	14.36	14.19

## II.4. VEGETAȚIA

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).

Se poate observa că pădurile sunt desfășurate neuniform în cadrul bazinului de studiu, fapt determinat de repartitia factorilor de relief și climă, dar și de puternica intervenție antropică, materializată prin defrișări foarte puternice produse mai ales în ultima parte a secolului XX și în primul deceniu al secolului XXI, în special în sectoarele de tranziție și de podiș, unde pădurile au fost înlocuite de terenuri agricole, pășuni (pentru creșterea animalelor) și construcții civile. Pădurile din bazinul hidrografic Suceava se includ în patru etaje de vegetație: păduri de conifere,



păduri de amestec, păduri de foioase și păduri de foioase în amestec. De la vest la est, odată cu coborârea în altitudine, în bazinul râului Suceava se deosebesc următoarele etaje de vegetație (Geografia României, 1987, 1992).

## II.5. FACTORUL EDAFIC

Solurile care apar în bazinul de studiu (Fig. 35) aparțin la 7 clase de soluri, care variază de la un sector la altul ca și suprafață, acestea fiind clasele argiluvisoluri, cambisoluri, spodosoluri, molisoluri (cernisoluri), soluri hidromorfe (hidrisoluri) și soluri neevolute (protosoluri).

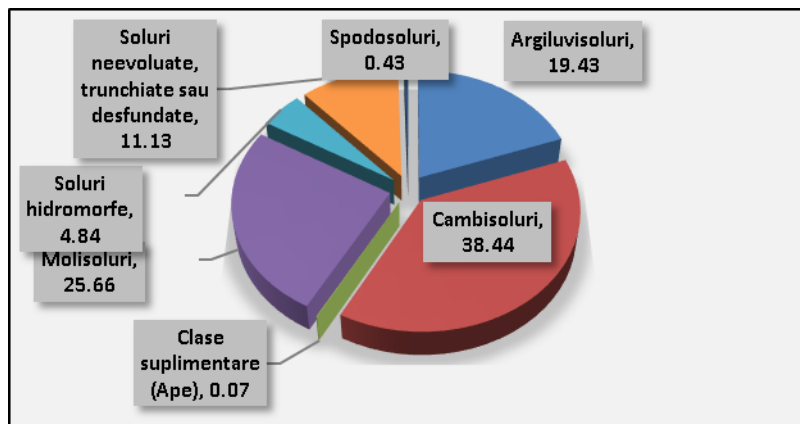
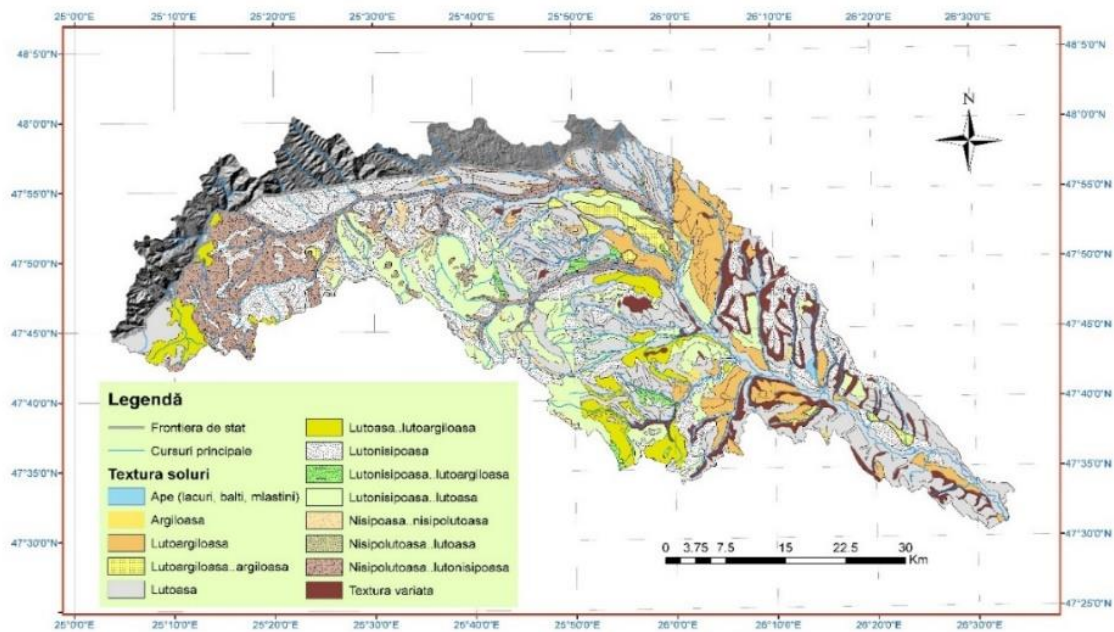


Fig. 35. Ponderea (în %) claselor de sol în bazinului hidrografic Suceava

Dacă se analizează **textura** acestor tipuri de soluri, aceasta fiind cea care influențează gradul de infiltrare al unui tip de sol, se poate că în bazin predomină solurile cu textură lutoasă-nisipoasă (76,5%) (Fig. 37), care sunt propice infiltrării apei în sol și ajută la o bună scurgere a acesteia, scăzând riscul producerii de inundații. Cea mai mare parte din soluri au textură lutoasă (31,5%) și lutoasă-nisipoasă (16,8%). La distanță mare se află solurile cu textură argiluoasă (19,4%), care prezintă un grad de infiltrare al apei redus, fiind propice formării de inundații.



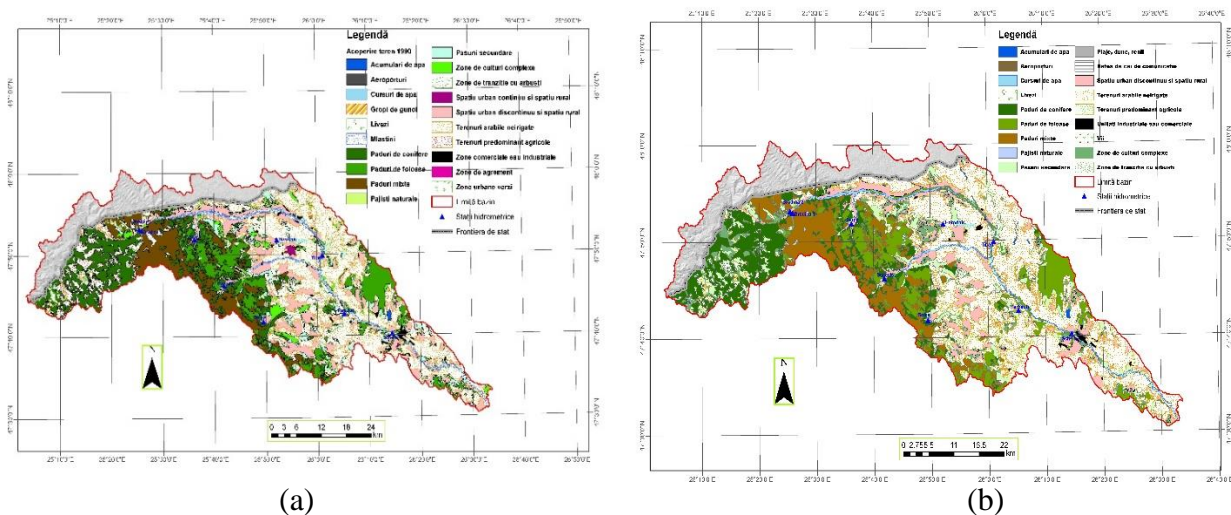
*Fig. 37. Textura solurilor din bazinul râului Suceava*

## II.6 ROLUL ȘI INFLUENȚA FACTORULUI ANTROPIC

Omul aduce un aport considerabil la modificarea regimului de scurgere a apei unui râu prin propria sa prezență în vecinătatea acestuia, prin acțiunile prin care le întreprinde asupra apei și a terenului din bazin, prin construcțiile pe care le ridică în albia râului și în întregul bazin, etc.. Acest aport poate avea influență pozitivă sau negativă în formarea și evoluția regimului de scurgere a apei (în majoritatea cazurilor negativă), manifestată în modul în care râul se comportă și reacționează la schimbările de mediu (în special cele climatice). De aceea, atunci când se analizează regimul de scurgere a apei unui râu, trebuie avut în vedere și rolul omului în cadrul acestuia, care poate modifica puternic regimul natural al unui râu.

### II.6.1. Modul de utilizare a terenului

Județul Suceava, și inclusiv bazinul râului Suceava, a fost de-a lungul a sute de ani, una dintre cele mai împădurite zone ale țării noastre. Însă creșterea rapidă a numărului de locuitori în perioada comunistă a determinat și creșterea rețelei de așezări și a căilor de comunicație. Ca rezultat a acestui lucru a crescut procentul terenurilor ocupate de construcții civile, dar și cele ocupate de terenurile agricole, toate acestea câștigate în detrimentul terenurilor ocupate de păduri și pășuni (Fig. 38).



**Fig. 38.** Comparație între utilizarea solurilor din bazinul râului Suceava în anii 1996 (a) și 2012 (b) (hărți după Corinne Landcover)

## II.6.2. Amenajări hidrotehnice din bazinul râului Suceava

Acumulările hidrotehnice cu funcționare permanentă sau nepermanentă din bazinul Acumulările hidrotehnice cu funcționare permanentă sau nepermanentă pot avea diferite roluri într-un bazin hidrografic, printre acestea unul dintre cel mai important fiind acela de apărare și de atenuare a viiturilor, dar și de influențare a valorilor scurgerii apei râurilor în perioada cu ape mici.

În bazinul râului Suceava există opt acumulări permanente și nepermanente administrate de SGA Suceava, cu funcție mixtă, în majoritate de piscicultură, de alimentare cu apă a orașelor Suceava și Solca, și de protecție împotriva viiturilor. Cele mai mari dintre acestea sunt Solca (56,24 mil. m<sup>3</sup>) pe râul Solca, Dragomirna (V = 19,22 mil. m<sup>3</sup>) pe râul Dragomirna, Șerbăuți (V = 1,59 mil. m<sup>3</sup>) pe Hătnuța, Grănicești (V = 1,36 mil. m<sup>3</sup>) pe Horaiț, și Mihoiești (0,31 mil. m<sup>3</sup>) pe Suceava. Doar acumulările Șerbăuți, Grănicești și cele nepermanente Horodnicu 1, 2 și 3 au fost construite pentru atenuarea viiturilor, după producerea viiturilor, ca reacție la efectele negative ale acestora.

## II.6.3. Lucrări hidrotehnice de îndiguire, regularizare, și consolidări de maluri

Înainte de viiturile istorice din perioada 2005-2010, în bazinul râului Suceava existau diguri și alte lucrări hidrotehnice cu o vechime mai mare de 30 de ani. Singurele lucrări cu o vechime mai mică se află în localitățile Salcea, Mihoveni, în zona ACET Suceava și în Frătăuții Noi (cu o vechime de 20 ani) și în localitățile Straja și Vicovu de Sus (funcționând din 2004) (Tabelul 60). Se poate observa că nu toate digurile sunt în subordinea Direcției Apele Române, ci aparțin și de Regionala CFR Iași, S.C. F.E.E. E.ON Moldova, diferite consilii locale și firme private, ceea ce face ca întreținerea lor să fie mult mai anevoioasă din cauza diversilor deținători.

Cele mai multe diguri ca lungime se află pe râul Suceava în municipiul Suceava (12,06 km) și la Vicovu de Jos (9,5 km), pe râul Pozen la Frătăuții Vechi (9,48 km) și la Horodnicu de Sus (7,37 km); pe pârâul Voitinel la Gălănești (7,15 km). Acest lucru a fost determinat de lipsa prezenței unor fenomene cu efecte negative foarte puternice în anumite părți ale bazinului, în timp ce altele, în care digurile au fost aproape absente, au fost foarte puternic afectate.

## II.6.4. Rețeaua de localități

Rețeaua de așezări din arealul studiat (cu o suprafață de 2278,46 km<sup>2</sup>) cuprinde 50 de unități administrativ-teritoriale, dintre care 8 orașe și 42 de comune cu satele aparținătoare (în total 143 de așezări), rezultând o densitate medie de 15,93 localități/km<sup>2</sup> (Fig. 41). Dintre aceste localități, 4 comune au extinse doar o parte din suprafața lor pe teritoriul bazinului Suceava. În totalitate 8 sate din aceste comune sunt extinse pe teritoriul bazinelor hidrografice Siret și Șomuzul Mic, fiind situate în partea de sud și de est a bazinului.

Dacă face însă o analiză la nivelul celor trei sectoare delimitate în acest bazin, reiese faptul că în sectorul montan se regăsesc 23 de localități (5 comune), în cel de tranziție 40 (4 orașe și 36 comune), iar în cel de podiș 80 (4 orașe și 76 comune) (59,7% din numărul total al localităților din bazin), determinând o densitate de 2,51 localități/km<sup>2</sup> în sectorul montan, 7,24 localități/km<sup>2</sup> în cel de tranziție și 9,86 localități/km<sup>2</sup> în cel de podiș.

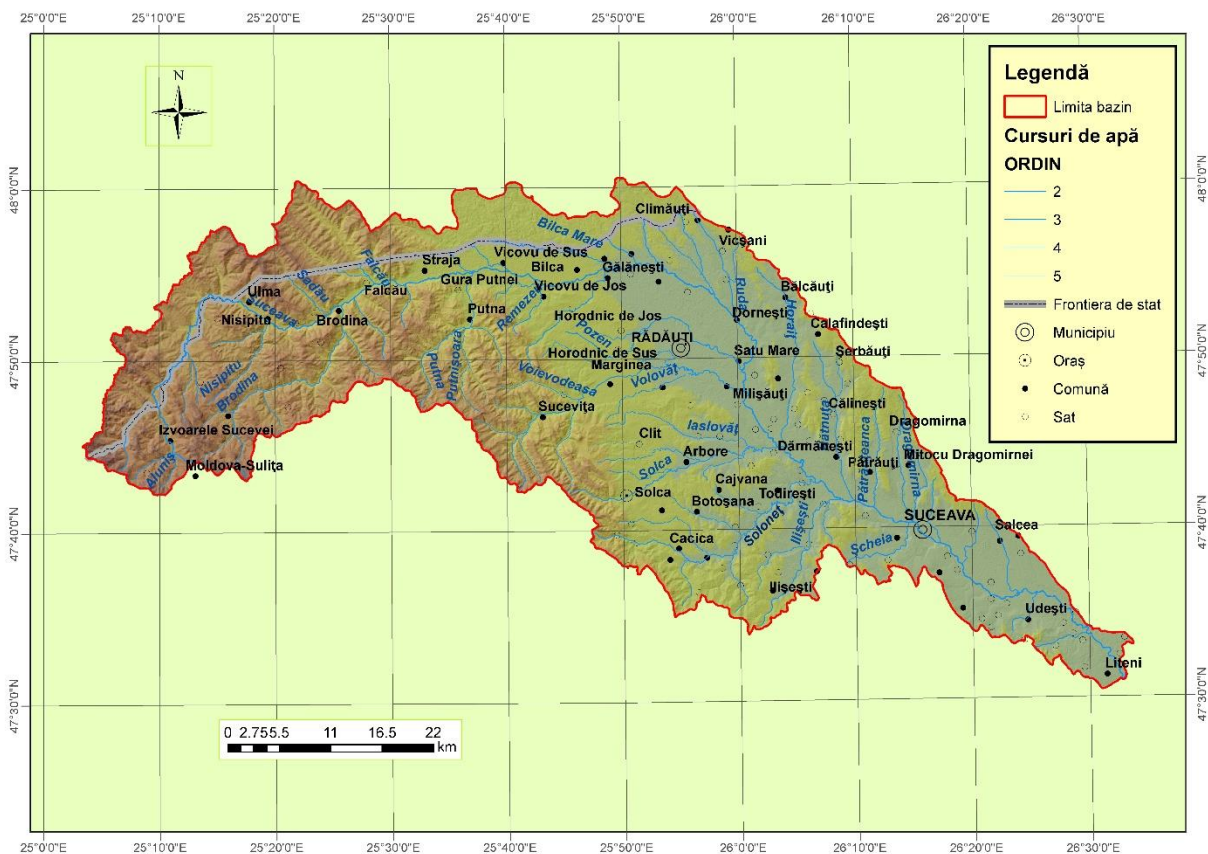


Fig. 41. Rețeaua de localități din bazinul râului Suceava

## CAPITOLUL III. REGIMUL SCURGERII APEI RÂURILOR DIN BAZINUL HIDROGRAFIC SUCEAVA

Studiul regimului de scurgere a apei unui râu implică cunoașterea variației scurgerii și a surselor de alimentare, depinzând de regimul factorilor climatici și de condițiile-fizico geografice ale bazinelor hidrografice, care de termină complexitatea regimului.

### III.1. SURSELE DE ALIMENTARE A RÂURILOR

Regimul de alimentare al râurilor este influențat de condițiile climatice locale și regionale, care determină caracteristicile acestuia. Alimentarea râurilor se face atât din surse de suprafață (scurgere lichidă de suprafață), cât și/sau din surse subterne, în funcție de caracteristicile factorii fizico-geografici și geologici. Dintre sursele de suprafață, cele mai importante sunt ploile și topirea zăpezilor, urmată de topirea ghețarilor și a zăpezilor permanente.

Separarea surselor de alimentare dintr-un bazin hidrografic se poate face cu ajutorul hidrografului debitelor medii zilnice. Astfel, cu ajutorul unei linii curbe se unesc minimele de iarnă și cele de vară și punctele finale ale viiturilor, obținându-se scurgerea provenita din sursele de alimentare subterane. Despărțirea între alimentare din ploi și din zăpezi se face cu ajutorul analizei factorilor meteorologici (precipitații, temperatură, strat de zăpadă) la stațiile din bazin.

În această s-au analizat sursele de alimentare pentru toate stațiile din bazin, obținându-se procentajul fiecărei surse în scurgerea totală a râului (Tabel 61).

**Tabel 61.** Sursele de alimentare (%) pentru râurilor bazinul hidrografic Suceava

Stație	Subteran	Surse de suprafață		Tip de alimentare
		Zăpadă	Ploi	
Brodina 2	15,5	34,79	65,21	Sp
Țibeni	24,86	33,7	66,3	Sp
Ițcani	11,13	25,48	74,52	Sp
Brodina 1	16,13	29,59	70,41	Sp
Putna	7,01	33,7	66,3	Sp
Horodnic	22,22	22,19	77,81	Sp
Părhăuți	18,89	18,9	81,1	Sp
Șcheia	66,66	11,78	88,22	Up

Pe baza analizei la stațiile din bazinul hidrografic Suceava (Figura 42), se poate spune că

alimentarea în bazin este predominant de suprafață, cu alimentare preponderent (peste 60%) din ploi (Sp), specifică pentru sectorul montan jos al Carpaților Orientali, excepție făcând stația Șcheia, unde alimentarea este Up.

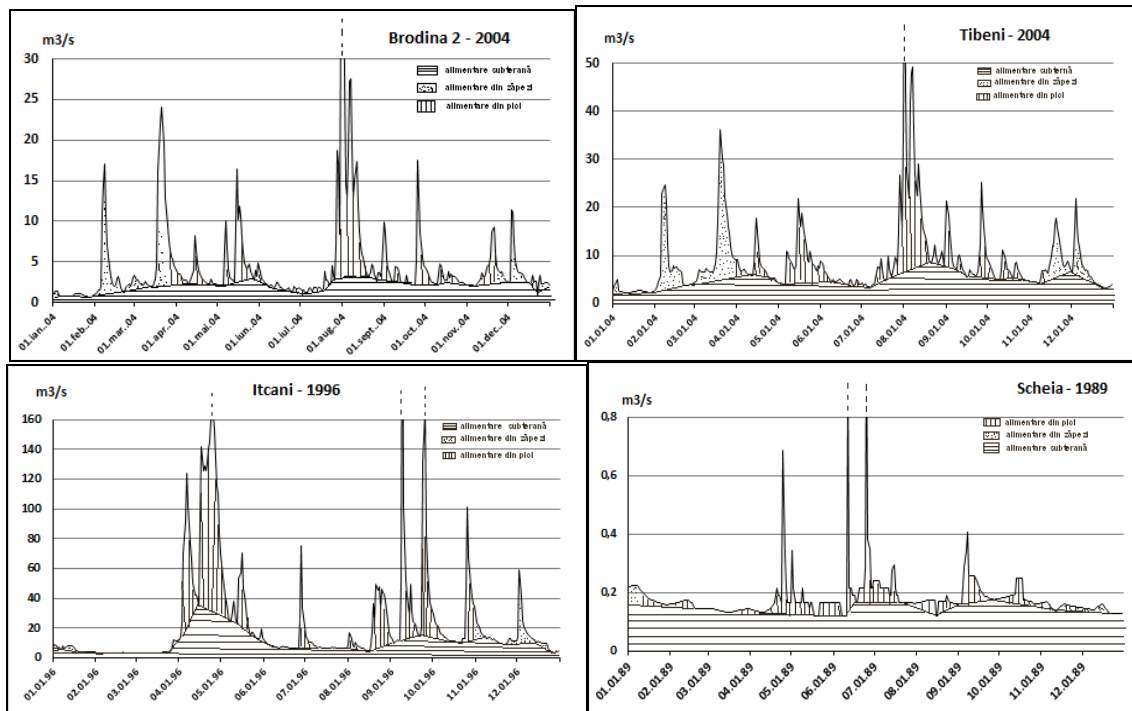


Fig. 42. Hidrografele pentru anii medii și sursele de alimentare ale râurilor din bazinul hidrografic Suceava

\*

## III.2. REGIMUL SCURGERII APEI RÂURILOR DIN BAZINUL HIDROGRAFIC SUCEAVA

### III.2.1. Regimul scurgerii anotimpuale

Repartiția scurgerii anotimpuale a apei râurilor din regiunea studiată (Fig. 62) se află în strânsă legătură cu condițiile climatice, apărând diferențieri cu caracter local, determinate de condițiile fizico-geografice.

Tabel 62. Valorile procentuale ale scurgerii anotimpuale a râurilor din bazinul hidrografic Suceava

	Iarna	Primăvara	Vara	Toamna
<b>Brodina 2</b>	8,5	35,4	39,7	16,4
<b>Țibeni</b>	9,9	36,5	38,6	15,0
<b>Itcani</b>	10,6	36,3	37,9	15,2
<b>Brodina 1</b>	8,5	34,0	41,3	16,2
<b>Putna</b>	10,2	33,2	40,8	15,8
<b>Horodnic</b>	14,8	34,5	34,4	16,3
<b>Părâuți</b>	13,6	36,1	35,0	15,3
<b>Șcheia</b>	16,9	32,8	33,3	17,0

În bazinul râului Suceava, *iarna* reprezintă anotimpul cu valoarea cea mai redusă a scurgeri pe râuri din timpul anului, râurile din sectorul montan prezentând valori foarte reduse ale scurgerii. Cele mai reduse valori ale scurgerii din timpul iernii (8,5% din volumul anual) se înregistrează la stațiile Brodina 1 și 2, aflate la cele mai mari altitudini dintre toate stațiile. Față de situația medie, apar abateri atât pozitive, cât și negative. Cele mai mari valori pozitive apar în anii 2002 (la stațiile aflate la altitudinile cele mai ridicate – Brodina 1,2, Putna) și 1982 la stațiile de pe cursul principal situate în podiș (Țibeni, Ițcani, și Șcheia) (Tabel 63). Abaterile maxime relative au depășit la toate stațiile 200%. Cele mai mici valori s-au înregistrat în anul 1964, la multe stații valorile scurgerii apropiindu-se de 0, cu abateri relative care au depășit chiar și -30%.

**Tabel 63.** Valorile maxime și minime ale scurgerii de iarnă și primăvară

Râu	Stația hidro.	Qi med (m <sup>3</sup> /s)	Valori extreme				Qp med (m <sup>3</sup> /s)	Valori extreme			
			Max		Min			Max		Min	
			Abs.	An	Abs.	An		Abs.	An	Abs.	An
Suceava	Brodina 2	1.462	3.43	2002	0.45	1964	6.093	14.63	1970	1.28	2002
Suceava	Țibeni	4.764	12.12	1982	1.35	1964	17.612	44.74	1970	3.28	1990
Suceava	Ițcani	7.192	19.34	1982	1.85	1964	24.682	61.29	1970	5.43	1990
Brodina	Brodina 1	0.591	1.44	2002	0.18	1964	2.352	6.83	1970	0.61	1994
Putna	Putna	0.258	0.66	2002	0.06	1964	0.838	2.21	1984	0.19	1990
Soloneț	Părhăuți	0.679	1.94	2008	0.14	1964	1.805	5.83	1970	0.30	1990
Pozen	Horodnic	0.315	0.82	1998	0.06	1964	0.733	2.29	1978	0.20	1987
Șcheia	Șcheia	0.111	0.27	1982	0.02	1964	0.215	0.50	1978	0.04	1974

*Primăvara* (III - V), reprezintă al doilea anotimp după vară ca valoare a scurgerii, singurile stații hidrometrice la care în acest anotimp se înregistrează maximum de scurgere primăvara fiind Horodnic (34,5%) și Părhăuți (36,1%). Valorile scurgerii din timpul primăverii reprezintă peste 30% din cantitatea anuală. Maxima procentuală din timpul primăverii (36,5%) se înregistrează la stația Țibeni. La restul stațiilor, valorile sunt aproximativ egale, variind puțin în jurul a 35%.

Cele mai mici valori ale scurgerii în acest anotimp s-au înregistrat în mai mulți ani cu variații de la o stație la alta (distanțându-se anul 1990 la patru stații), însă cu abateri relative mai reduse decât în timpul iernii, cea mai mică valoare înregistrându-se în anul 1994 la stația Brodina 2 (-25,9%). Cele mai mari valori ale scurgerii de primăvară s-au înregistrat în doi ani - 1970 și 1978, în anul 1970 apărând una dintre cele mai mari viituri care s-a produs pe teritoriul României, la stațiile Brodina 1 și Brodina 2 înregistrându-se unele dintre cele mai mari debite istorice, iar la stațiile Brodina 2 și Părhăuți înregistrându-se cele mai mari valori ale abaterii relative maxime – 290,6%, respectiv 323,9%.

**Tabel 64. Valorile maxime și minime ale scurgerii de vară și toamnă**

Râu	Stația hidro.	Qv med (m <sup>3</sup> /s)	Valori extreme				Qt med (m <sup>3</sup> /s)	Valori extreme			
			Max		Min			Max		Min	
			Abs.	An	Abs.	An		Abs.	An	Abs.	An
Suceava	Brodina 2	6.84	15.10	2010	2.04	1990	2.82	6.85	1997	0.89	1961
Suceava	Țibeni	18.59	57.45	1969	4.53	1987	7.22	17.31	1972	1.86	1963
Suceava	Ițcani	25.71	78.71	1969	6.01	1990	10.33	28.67	1996	2.54	1963
Brodina	Brodina 1	2.86	7.12	2010	0.62	1993	1.12	2.75	1997	0.35	1987
Putna	Putna	1.03	3.44	2008	1.71	1987	0.4	1.14	2001	0.08	1990
Soloneț	Părhăuți	1.75	6.50	2006	0.25	1990	0.77	2.01	2007	0.15	1990
Pozen	Horodnic	0.73	3.22	2010	0.11	1964	0.35	1.01	1996	0.08	1963
Șcheia	Șcheia	0.22	1.24	2010	0.03	1964	0.11	0.27	1981	0.02	1963

*Vara (VI - VIII)* reprezintă anotimpul cu valoarea cea mai mare a scurgerii din timpul anului la aproape toate stațiile (cu excepția stațiilor Horodnic și Părhăuți), apropiată de cea din timpul primăverii. La toate stațiile din bazin, valorile scurgerii din timpul verii depășesc 30% (Tabel 64). În sectorul montan, aceste valori depășesc chiar 40% (41,3% la stația Brodina 1; 40,8% la stația Putna). Valorile cele mai scăzute se înregistrează la stațiile aflate în Podișul Sucevei (Șcheia - 33,3%, Horodnic - 34,4% și Părhăuți - 35%).

Valori maxime ale scurgerii de vară s-au înregistrat mai ales în primul deceniu al secolului XXI, în anii 2008 și 2010 (Tabel 64), când s-au înregistrat cele mai mari viituri din acest bazin, cu cele mai mari abateri față de debitul mediu de 441,1% (Horodnic) și chiar 563,6% (Șcheia). Excepție fac stațiile Țibeni și Ițcani, unde cele mai mari debite maxime de vară s-au înregistrat în anul 1969. Anii în care s-au înregistrat minimele scurgerii de vară variază de la o stație la alta, concentrându-se însă în ani foarte secetoși, cum au fost anii 1964, 1987 și 1990.

Valorile înregistrate în timpul *toamnei* la toate stațiile din bazin variază între 15 și 17% din valoarea anuală. Cele mai mari valori se înregistrează la stațiile din sectorul montan (Brodina 1, Brodina 2), scăzând treptat odată cu intrarea în podiș. Valori mai ridicate se înregistrează și la stația Șcheia, unde dimensiunea redusă a bazinului determină o reacție mai rapidă la precipitațiile din timpul toamnei. Scurgerea a înregistrat abateri pozitive și negative, neputându-se evidenția nici un an, arătând caracterul neregulat al acestui anotimp la toate stațiile, valorile minime variind între -18,2% (Șcheia, 1963) și -31,6% (Brodina 2, 1961), iar cele maxime între 239,7% (Țibeni, 1972) și 288,6 (Horodnic, 1996). Totuși, se poate observa că cele mai mici valori s-au înregistrat la începutul perioadei de analiză, iar valori cele mai ridicate spre sfârșitul perioadei, arătând caracterul ușor sau chiar accentuat crescător al tendinței de scurgere în acest anotimp.

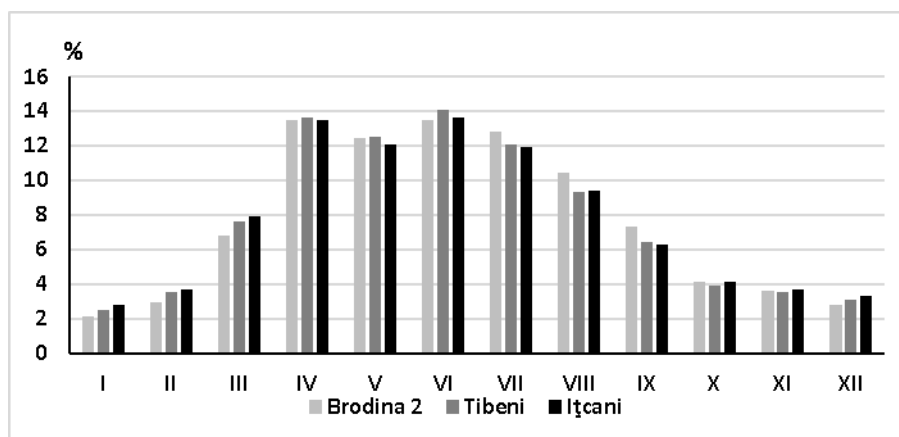


### III.2.2. Regimul scurgerii lunare

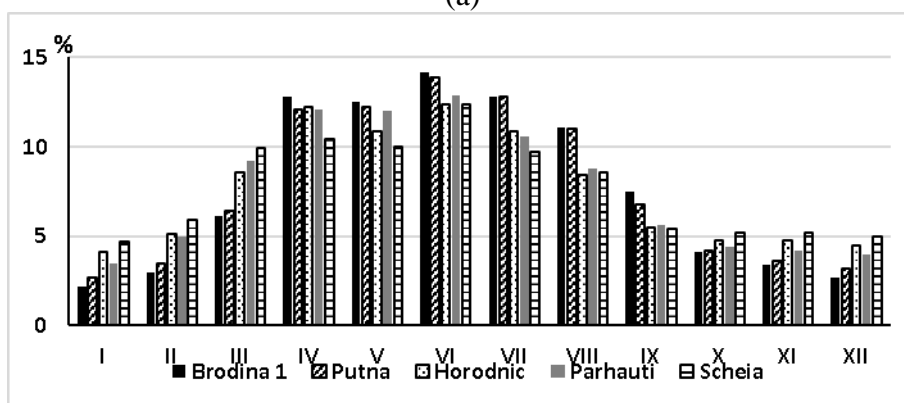
În bazinul râului Suceava, scurgerea lunară prezintă o variație uniformă în întregul bazin, având un caracter unitar, cu mici diferențieri teritoriale, determinate de factori locali. Astfel maximele scurgerii apar pe toate râurile, cu trei excepții, în lunile iunie, urmată de aprilie și mai. Excepție fac râurile din sectorul montan, care prezintă o altă succesiune a maximelor: Brodina 1 și 2 – iunie, aprilie, iulie; Putna – iunie, iulie, mai.

Toate minimele înregistrate în bazin apar în timpul lunii ianuarie, valorile depășind doar în cazul pâraurilor Pozen, Soloneț și Șcheia pragul de 3% din valorile totale anuale. Urmează apoi lunile decembrie, februarie și noiembrie ca valori minime.

Cursul principal al râului Suceava este cel care sintetizează evoluția scurgerii în bazin, prezentând de la izvoare la vărsare trecerea de la sectorul montan la cea de podiș (Figura 44). Se poate observa deosebirea puternică dintre scurgerea în acest bazin și tipurile de scurgere din Depresiunea Transilvaniei, unde scurgerea de iarnă are o pondere mult mai mare datorită temperaturilor mai ridicate din acest anotimp, iar cea din timpul verii are o pondere mai scăzută.



(a)



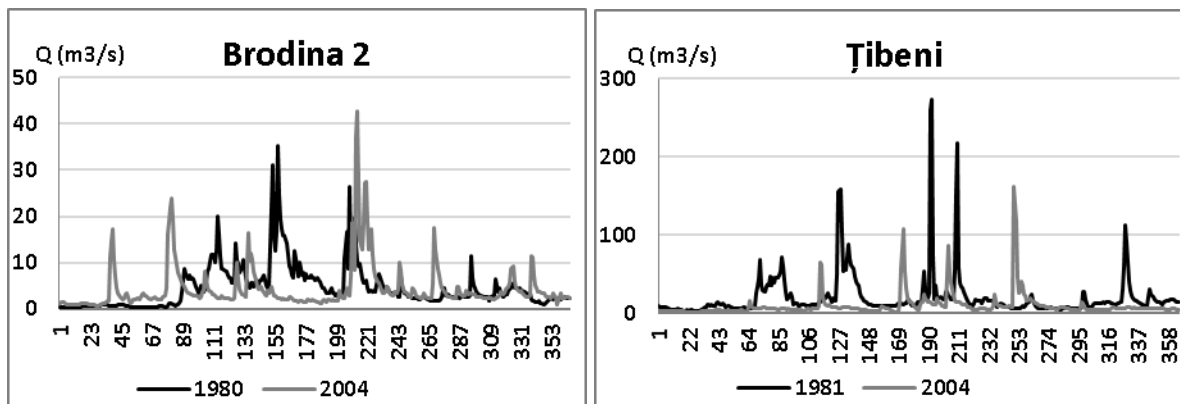
(b)

Fig. 44. Scurgerea medie lunară (%) la stațiile de pe cursul principal (a) și de pe afluenți (b)

### III.2.3. REGIMUL SCURGERII ZILNICE

Analiza regimului scurgerii zilnice se poate face cu ajutorul hidrografului tipic, alcătuit pe baza celor mai frecvente caracteristici ale fazelor de regim, adică pe baza celor mai frecvente mărimi, date de apariție și durate ale fazelor de regim (Râurile României, p. 64).

Pentru analiza acestuia se folosește hidrograful anului mediu caracteristic, care ar trebui să includă și condiția ca volumele de apă anuale și sezoniere să fie apropiate de cele medii multianuale. În Figura 44 sunt prezentate hidrografele tipice pentru stațiile din bazinul râului Suceava. Din analiza acestuia se poate observa că bazinul râului Suceava se include în tipul general de regim *est-carpatic*, cu ape mici de iarnă, ape mari de primăvară și viituri care apar mai târziu în luna mai, viituri în timpul verii și la începutul toamnei, care se continuă cu ape mari de toamnă, prelungite până la începutul lui octombrie. Se pot observa însă și mici variații în funcție de altitudine și de mărimea bazinului de recepție, apărând o tranziție de la sectorul montan (Brodina 2) spre cel de podiș (Părhăuți). În sectorul montan înalt, apele mari de primăvară apar mai târziu, iar viiturile înspre sfârșitul primăverii. Viiturile de vară apar în lunile iunie-iulie, fiind urmate de apele mari de toamnă începutul lui septembrie, care se continuă cu ape mici de toamnă, întinse până la începutul lui noiembrie. Apele mici de iarnă se păstrează la valori reduse la majoritatea stațiilor. Cu cât altitudinea scade, apele de primăvară apar mai repede (începutul lui martie - Horodnic), iar viiturile de primăvară apar la mijlocul anotimpului (sfârșitul lui aprilie - începutul lui mai). Viiturile de vară se extind în perioada iunie - iulie, cu o amplificare a viiturilor de la începutul toamnei (Fig. 45).



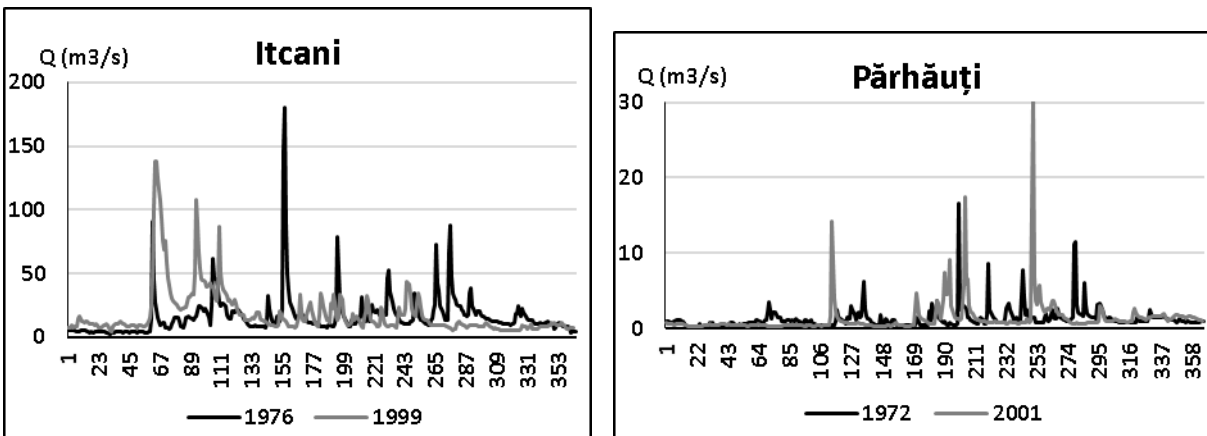


Fig. 45. Hidrografele tipice pentru anii medii la stațiile din bazinul râului Suceava

Se poate observa, de asemenea, o diferențiere între hidrograful tipic specific primei părți a perioadei de studiu și cel de la sfârșitul perioadei. La majoritatea stațiilor, scurgerea se amplifică, crescând valorile de apă scurse în toate anotimpurile, în special în perioada de iarnă, cu o creștere a apelor mari de toamnă cauzate de topirea mai rapidă a zăpezii. De asemenea, se poate observa o mutare a maximelor din timpul verii și al toamnei, determinate de o creștere a valorilor scurgerii spre sfârșitul acestor anotimpuri, ca urmare a creșterii temperaturii medii în aceste anotimpuri.

### III.2.4. Oscilația scurgerii anotimpuale și din lunile extreme

Variația în timp a scurgerii poate fi pusă în evidență cu ajutorul coeficienților de variație. Valorile cele mai mici ale acestui parametru în cadrul bazinului râului Suceava se întâlnesc în timpul primăverii, urmat îndeaproape de iarnă, variind între 0,38 primăvara la stația Brodina 2 și 0,9 vara la stația Șcheia.

Valorile mai scăzute (între 0,40 și 0,50 la stațiile Brodina 1 și 2) arată un caracter mai uniform al distribuției și evoluției scurgerii în întregul bazin al râului Suceava, excepție făcând afluenții cu dezvoltare mai mare în sectorul de podiș (Pozen, Soloneț și Șcheia), care au un caracter mai neuniform și în timpul iernii, dar mai ales în timpul primăverii (Fig. 46).

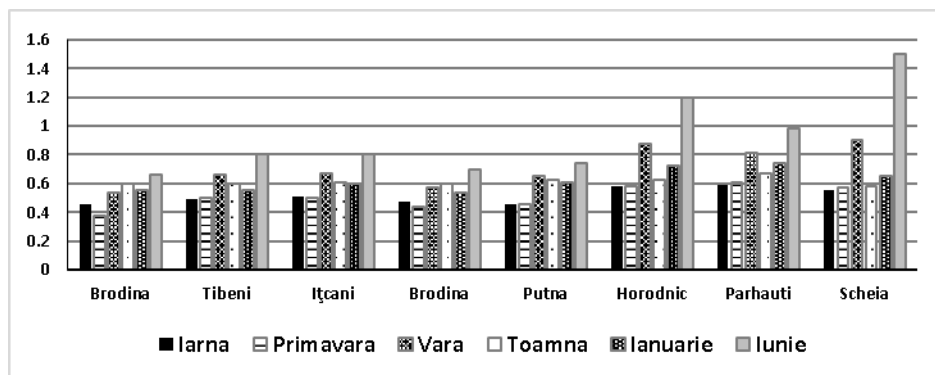


Fig. 46. Variația valorilor Cv anotimpuale și din lunile extreme ale scurgerii

### III.2.5. Tendința scurgerii anotimpuale

Tendința scurgerii apei dintr-un bazin hidrografic poate fi analizată prin mai multe metode. printre acestea se află metoda coeficientului de variație, metoda tendinței liniare, metoda testului Mann-Kendall și a pantei Sen etc.. Pentru analiza tendinței scurgerii s-a folosit în această lucrare metoda tendinței liniare și cea a testului Mann-Kendall.

#### Analiza tendinței scurgerii cu ajutorul metodei tendinței liniare

Tendința multianuală a scurgerii apei a fost, în majoritate, de creștere (Tabel 67). În timp ce primăvara, tendința s-a menținut la un nivel staționar la majoritatea stațiilor (cu excepția stațiilor Putna și Șcheia unde tendința a fost de ușoară creștere), celelalte anotimpuri prezintă creșteri ușoare și chiar accentuate. Cele mai mari creșteri s-au înregistrat în timpul iernii, exceptând stațiile Brodina 1 și 2 din zona montană, unde tendința a fost staționară sau de creștere ușoară, variațiile climatice în acest anotimp fiind mai reduse în sectorul montan.

**Tabel 67. Tendințele liniare ale scurgerii anotimpuale**

Râu	Stație hidrometrică	Iarna	Primăvara	Vara	Toamna
Suceava	Brodina 2	St	St	Cu	Cu
	Țibeni	Cu	St	Cu	Cu
	Ițcani	Ca	St	Cu	Cu
Brodina	Brodina 1	Cu	St	Cu	Cu
Pozen	Horodnic	Ca	St	Cu	Cu
Soloneț	Părhăuți	Ca	St	Cu	Ca
Putna	Putna	Ca	Cu	Ca	Ca
Șcheia	Șcheia	Ca	Cu	Cu	Ca
		St - Staționar	Cu – Creștere Ușoară	Ca – Creștere Accentuată	

#### Analiza tendinței scurgerii cu ajutorul metodei testului Mann-Kendall

În perioada 1961-2010 s-a observat o creștere a tendinței dinspre ușoară spre moderată a la toate stațiile din bazinul râului Suceava, cu excepția stațiilor Ițcani și Țibeni, unde aceasta a fost staționară. Dacă se face o analiză la nivel anotimpual, se pot observa anumite diferențieri de la un anotimp la altul și de la o stație stație la alta (Tabel 68).

**Tabel 68. Valorile tendințelor anotimpuale (în mm/an) și ale ratei modificării nete (în %) pentru debitele scurse în perioada 1961-2010 la stațiile hidrometrice din bazinul râului Suceava**

Anotimp	Stație hidro. Parametri	Brodina 2	Putna	Horodnic	Țibeni	Părhăuți	Ițcani
Iarna	Sens *	CM	CM	CA	CU	CA	CM
	Pantă	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	43.32
	Schimbare netă (mm)	0.22	0.11	0.28	1.31	0.53	43.32
	Rata schimb. nete (%)	4.58	41.19	81.89	26.94	72.25	43.32
Primăvara	Sens	S	S	S	SU	SU	SU
	Pantă	0.02	-0.002	-0.002	-0.001	-0.008	-0.128
	Schimbare netă (mm)	1.13	-0.08	-0.11	-0.07	-0.39	-6.38
	Rata schimb. nete (%)	23.96	-9.33	-14.23	-0.38	-20.49	-24.50
Vara	Sens	CU	CM	CU	S	S	S
	Pantă	0.06	0.01	0.00	0.13	0.01	0.18
	Schimbare netă (mm)	2.90	0.65	0.24	6.55	0.61	9.11

	Rata schimb. nete (%)	58.09	59.55	30.25	33.43	33.17	33.57
Toamna	Sens	CM	CM	CM	CM	CM	CM
	Pantă	0.02	0.00	0.00	0.06	0.01	0.10
	Schimbare netă (mm)	1.25	0.23	0.24	2.76	0.42	5.00
	Rata schimb. nete (%)	24.58	55.80	63.69	37.10	51.78	46.65

Pentru a se putea realiza mai ușor o analiză a factorilor care au influențat scurgerea în perioada se scurgere, s-a realizat o analiză a scurgerii în fiecare din cele cinci decade ale perioadei, cu rezultate relevante pentru zona luată în studiu.

**Decada 1961-1970** s-a impus printr-o tendință staționară a scurgerii în cazul anotimpurilor primăvară și de ușoară creștere în timpul iernii la toate stațiile. În timpul verii și mai ales a toamnei s-a putut observa o creștere ușoară și chiar moderată la aproape toate stațiile.

**Decada 1971-1980** a prezentat o scurgere cu o tendință generală staționară și chiar descrescătoare la unele stații, ca urmare a tendinței staționare a precipitațiilor și de scădere ușoară a temperaturilor.

**Decada 1981-1990** a fost caracterizată de cea mai mare scădere a debitelor râurilor din bazinul hidrografic Suceava, tendința scurgerii fiind la toate stațiile și în toate anotimpurile negativă. Tendința a variat între staționar și de scădere ușoară în timpul iernii și a toamnei, și de scădere ușoară până la scădere moderată în timpul verii și a primăverii, atingând un minim de - 1,97 mm/an la stația Horodnic.

**Decada 1991-2000** a fost caracterizată de o evoluție diferită a tendinței scurgerii de la un anotimp la altul. Cea din timpul iernii a înregistrat o creștere moderată, chiar accentuate, atingând un maxim de 3,04 mm/an la stația Țibeni.

**Decada 1991-2000** a fost diferită față de cele anterioare, în timpul iernii înregistrându-se o tendință de scădere ușoară a debitelor la stațiile de pe râurile mici cu altitudini mai mari, în timp ce la stațiile de pe cursul principal sau cu altitudini mai mici tendința este staționară sau chiar de creștere moderată. În timpul primăverii și a verii s-au înregistrat staționare și de creștere ușoară, manifestate în valori foarte mari ale ratei scurgerii în timpul verii, care au variat între 32,87% (Putna) și 214,29% (Șcheia). Toamna, tendința a fost staționară, cu o ușoară scădere.

### III.2.6. Tipurile de repartiție anotimpuală a scurgerii

Tipurile de repartiție anotimpuală a scurgerii au fost stabilite în funcție de succesiunea sezonelor în ordine descrescătoare a aportului acestora la scurgerea anuală. S-a constatat că tipul dominant este *V.P.T*, apărând la aproape toate râurile din bazin, excepție făcând râurile Pozen și Soloneț, unde apare tipul *P.V.T*, deși diferențele procentuale dintre valorile verii și primăverii sunt foarte reduse (sub 1%) (Figura 49).

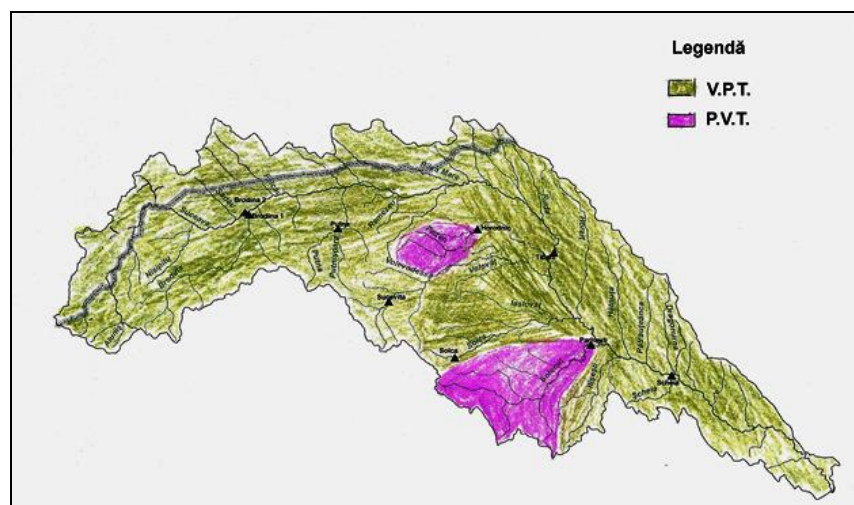


Fig. 49. Repartiția spațială a tipurilor de scurgere anotimpuală în bazinul hidrografic Suceava

### III.2.7. Tipurile de repartitie lunară a scurgerii

Tipurile de repartitie lunară a scurgerii au fost stabilite în funcție de ponderea (% din număr total cazuri) primelor și celor de-a doua luni cele mai bogate și cele mai sărace în scurgere (Tabel 75). La nivel general nu se poate face o grupare a stațiilor cu aceleași caracteristici ale regimului lunar, în special pentru lunile cele mai bogate în scurgere aparținând perioadei calde, în timp ce lunile cele mai sărace în scurgere sunt mai compacte ca pondere. Acestea diferențieri sunt determinate de altitudinea medie a bazinului și de suprafața acestuia.

Tabel 75. Lunile cele mai bogate și mai sărace în scurgere la comparativ în perioada 1961-2010

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	%
Brodina 2	V	22	IV	25	I	45	II	29
Țibeni	V	20	IV	36	I	40	II	24
Ițcani	IV	30	V	24	I	44	XI	24
Brodina 1	VI	33	VII	35	I	42	II	29
Putna	IV	23	VI	26	I	31	II	21
Horodnic	IV	29	VI	26	I	26	II	19
Părhăuți	V	24	IV	26	I	30	X	20
Șcheia	IV	21	III	26	I	26	X	16

### III.2.8. Tipurile de repartitie zilnică a scurgerii

Pentru analiza tipurilor de repartitie zilnică a scurgerii, cele care determină tipul de regim al unui râu, s-au folosit criteriile precum perioada de apariție și durata apelor mari, a viiturilor și a apelor mici, repartitia în timpul anului a scurgerii și sursele de alimentare.

Stațiile **Brodina 1 și 2** prezintă o repartiție similară a scurgerii, cu ape mici de primăvară începând din luna aprilie, viiturile fiind prezente cu preponderență în lunile iulie – iunie, cele din luna iulie depășind 30%. La sfârșitul verii apar ape mari, cu ponderi chiar mai ridicate decât cele din timpul primăverii, depășind 45%. Apele mici de toamnă se instalează până în octombrie, iar iarna apar cele mai lungi perioade cu ape mici. Alimentarea este preponderent superficială din ploii.

Repartiția scurgerii la **Țibeni** este similară cu cea de la stațiile precedente, cu mici diferențieri. Viiturile au ponderile cele mai mari în lunile iunie, iulie și septembrie, ponderea apelor mici de iarnă (45%) și toamnă scade, crescând însă mult ponderea apelor mari de vară (50%).

Stația **Ițcani**, poziționată la închiderea bazinului, în sectorul de podiș, prezintă caracteristici distincte de celelalte stații de pe cursul principal, determinate de combinarea caracteristicilor scurgerii din întregul bazin. Apele mari de primăvară (45%) apar mai repede, încă din luna martie, fiind urmate de viituri în lunile mai și iulie. Apele mari de la sfârșitul verii au o pondere ridicată, dar mai redusă decât cea a celor de primăvară. Ponderea apelor mici de iarnă se menține ridicată, la 49%.

Bazinele cu dezvoltare preponderentă în sectorul de tranziție și cel de podiș prezintă caracteristici distincte, determinate de dimensiunea lor redusă.

Stația **Putna** prezintă caracteristici similare cu stațiile Brodina 1 și 2, însă viiturile din timpul verii apar în mai și iulie, iar ponderea apelor mici de iarnă scade la 36%, crescând cea a apelor mici de primăvară.

Scurgerea la stațiile **Horodnic** și **Părhăuți** prezintă caracteristici similare cu cea de la stația Ițcani, scăzând apele mici de iarnă și crescând ponderea celor de vară și primăvară. Uneori apar cazuri de ape mari iarna.

Stația **Șcheia** prezintă caracteristici complet distincte de celelalte stații din bazin, datorate debitului mic, dimensiunilor reduse ale bazinului și poziționării acestuia exclusiv în sectorul de podiș, într-un mediu puternic antropizat. Apele mari de primăvară au cea mai mare pondere (35%), apar din timpul lunii martie, fiind urmate de apele mari de vară (31%) și toamnă (20%), uneori apărând și în timpul iernii. Viiturile apar în lunile iunie și iulie. Apele mici au cea mai ridicată pondere în timpul verii (31%) și al toamnei (28%), din cauza evaporației puternice, dar și a folosirii apei din bazin pentru alimentarea populației și pentru agricultură. Apele mici de iarnă scad ca pondere, la 23%. Un element specific la această stație este alimentarea preponderent subterană, care atinge 66,6% din total.

## **CAPITOLUL IV. FAZELE CARACTERISTICE ALE SCURGERII APEI RÂURILOR DIN BAZINUL HIDROGRAFIC SUCEAVA**

Principalele faze ale scurgerii apei dintr-un râu sunt scurgerea maximă (perioadele cu ape mari și viituri) și perioadele cu ape mici.

### **IV.1. PERIOADELE SCURGERII MAXIME**

Perioadele cu scurgere maximă se manifestă prin ape mari și viituri, care apar cu durate și frecvențe diferite în profilul temporo-spațial. Se remarcă o frecvență mai redusă a perioadelor de suprapunere a apelor mari peste viituri.

*Apele mari* reprezintă fazele în care debitele zilnice, decadale și chiar lunare se află la valori ridicate, depășind debitul mediu multianual (Sorocovschi, 2002). Ele se produc ca urmare a topirii lente a zăpezii la începutul primăverii, în urma unor ploi de mai mică intensitate dar de lungă durată în timpul sezonului cald, sau ca urmare a suprapunerii celor două cauze. Uneori, peste apele mari se pot suprapune viituri, cu efecte catastrofale asupra populației, perioadele cu ape mari determinând o creștere a surplusului de apă înmagazinat în stratele freatice și în covorul vegetal.

*Viiturile* reprezintă o concentrare a scurgerii la nivel temporal, cu o creștere rapidă a debitelor până la atingerea unui maxim, urmată de o scădere mai lentă și de mai lungă durată a acestora.

Pentru a se putea delimita scurgerea maximă a apei râurilor de scurgerea medie, este necesar să se găsească anumit prag peste care debitul trebuie să crească pentru a se realiza scurgerea maximă. Acest prag se poate stabili în mai multe feluri, după necesitățile studiului. În acest studiu am luat ca etalon prag percentila de 80% din debitul scurs, care este mai adecvată acestui studiu.

### IV.1.1. Apele mari

În bazinul de studiu, apele mari prezintă o *frecvență* redusă a numărului de cazuri în comparație cu viiturile, acest lucru fiind determinat de lungimea lor. Apele mari sunt cel mai puțin întâlnite în sectorul montan, unde arareori au apărut astfel de fenomene în perioada analizată (1 caz), crescând în sectorul de podiș, (7 cazuri). Cele mai mari frecvențe apar pentru apele mari de primăvară și cele de vară, când precipitațiile și suprapunerea celor doi factori este mai des întâlnită, valorile variind între 15% (Horodnic vara) și 30% (Brodina 2 vara) (Tabel 77).

*Tabel 77. Frecvența anotimpuală (absolută și relativă) a apelor mari*

Stație	Ape mari de iarnă		Ape mari de primăvara		Ape mari de vară		Ape mari de toamnă	
	Nr	%	Nr	%	Nr	%	Nr	%
<b>Brodina 2</b>	1	1,5	27	41,5	30	46,2	7	10,8
<b>Țibeni</b>	1	2,4	17	40,5	21	50,0	3	7,1
<b>Ițcani</b>	2	3,3	28	45,9	24	39,3	7	11,5
<b>Brodina 1</b>	1	2,0	21	42,9	22	44,9	5	10,2
<b>Putna</b>	1	1,8	21	37,5	25	44,6	9	16,1
<b>Horodnic</b>	6	10,9	21	38,2	15	27,3	13	23,6
<b>Părhăuți</b>	6	8,7	24	34,8	24	34,8	15	21,7
<b>Șcheia</b>	7	13,0	19	35,2	17	31,5	11	20,4

### IV.1.2. Viiturile

#### IV.1.2.1. Aspecte teoretice privind viiturile

Viiturile reprezintă o creștere bruscă a debitelor unui râu, urmată de o scădere relativ mai lentă. Există o multitudine de criterii după care viiturile pot fi caracterizate, fiecare cu destinația



și finalitatea lui, diferind de la un autor la celălalt, în funcție de scopul studiului acestuia. Principalele criterii care se iau în calcul când se analizează viiturile sunt: geneza, forma hidrografului, locație, severitate, modul de manifestare, perioadă de revenire, efectele asociate, etc. (Sorocovschi, 2002).

Dintre parametrii cantitativi care pot fi găsiți pe hidrograful unei viituri putem aminti: debitul de bază, debitul maxim sau de vârf, durata (timpul total, durata (timpul de creștere), durata (timpul) de descreștere (scădere), volumul (fără cel de bază, datorat alimentării subterane) total, de creștere, de descreștere, stratul de apă scurs, coeficientul de formă, coeficientul de scurgere, coeficientul de vârf.

#### IV.1.2.2. Cronologia viiturilor extraordinare în bazinul râului Suceava

În lucrarea de față s-a făcut o centralizare a înregistrărilor istorice despre viituri și inundații în bazinul de studiu. Primele însemnări ale acestui fenomen s-au găsit pe vremea lui Ștefan cel Mare, cu menționări de viituri în anul 1504. Alți ani în care au fost menționate astfel de fenomene au fost 1635, 1670, 1706, 1775. Din secolul XIX apar relatări mai amănunțite ale evenimentelor petrecute, în secolul XX trecându-se la o prezentare prin date măsurate ale acestora.

#### IV.1.2.3. Analiza viiturilor din bazinul râului Suceava

Pentru analiza caracteristicilor viiturilor din bazinul râului Suceava s-au luat în calcul numai primele două viituri (numite viituri normale), cu cele mai mari debite înregistrate într-un an, pentru perioada 1981-2010. Dintre acestea am separat viiturile care au depășit pragul debitului maxim mediu multianual, formând astfel viiturile importante din bazin.

Viiturile importante prezintă cel mai ridicat procentaj la stațiile din bazinul superior al râului Suceava – Brodina 2 – 43.75%, Brodina 1 – 37.7%. Aceste stații prezintă altitudini de peste 950 m. Cele mai puține viituri importante au fost înregistrate la Putna (18.18%) și Horodnic (20.45%).

*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 79,5% la stația Horodnic (Tabel 16). Viiturile compuse apar mai ales pe cursul principal, atingând un 45,8% la stațiile Țibeni și Ițcani, 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. Astfel, în bazinul râului Suceava, nt în majoritate covârșitoare de origine pluvial (peste 90%), cu excepția râului Pozen, care prezintă o valoare un pic mai redusă (88.64%)(Tabel 82). Acest lucru arată că viiturile de primăvară sunt puternic întârziate, iar topirile de zăpadă nu au intensități care să influențeze scurgerea.

**Tabel 82. Frecvența (în %) a viiturilor normale din bazin după geneză și formă**

Râu	Stație	Supr (km <sup>2</sup> )	Altit. bazin (m)	Formă		Geneză	
				Simple	Compuse	Pluvial (V-X)	Mixte (XI-IV)

Suceava	Brodina 2	366	990	62,5	37,5	97.92	2.08
Suceava	Țibeni	1228	730	54,2	45,8	93.75	6.25
Suceava	Ițcani	2377	613	54,2	45,8	93.75	6.25
Brodina	Brodina 1	142	989	63,9	36,1	97.92	2.08
Putna	Putna	53	847	65,9	34,1	97.73	2.27
Pozen	Horodnic	67	488	79,5	20,5	88.64	11.36
Soloneț	Părhăuți	204	467	64,6	35,4	93.75	6.25

Pe hidrograful unei viituri se găsesc *parametrii temporali și cantitativi* ai unei viituri. Dintre aceștia amintim: debitul de bază, debitul maxim sau de vârf, durata (timpul) total, durata (timpul) de creștere, durata (timpul) de descreștere (scădere), volumul (fără cel de bază, datorat alimentării subterane) total, de creștere, de descreștere, stratul de apă scurs, coeficientul de formă, coeficientul de scurgere, coeficientul de vârf.

*Parametrii temporali* cei mai importanți ai unei viituri sunt timpul de creștere și timpul total. Timpul de creștere al unei viituri arată gradul de pericolozitate al acesteia. 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 imediate înainte de producere și în timpul viiturii sunt mult mai puține. În bazinul râului Suceava, cele mari valori ale timpului de creștere se înregistrează la stațiile de pe afluenții din sectorul montan (Brodina, Putna), cu un maxim de 20,8% la stația Brodina 1 (Tabel 87), unde altitudinea medie mai ridicată a bazinului face ca viiturile să se declanșeze foarte rapid, apărând viiturile de tip fulger.

**Tabel 87. Timpul de creștere (în ore) a viiturilor din bazinul râului Suceava**

Râu	Stație	0-6 ore		7-12 ore		13-24 ore		25-48 ore		> 48 ore	
		Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%
Suceava	Brodina 2	3	6.25	7	14.58	21	43.75	14	29.17	3	6.25
Suceava	Țibeni	1	2.08	0	0.00	12	25.00	17	35.42	18	37.50
Suceava	Ițcani	2	4.17	3	6.25	14	29.17	14	29.17	15	31.25
Brodina	Brodina 1	10	20.83	9	18.75	16	33.33	5	10.42	8	16.67
Putna	Putna	7	15.91	6	13.64	15	34.09	8	18.18	8	18.18
Pozen	Horodnic	4	9.09	6	13.64	16	36.36	11	25.00	7	15.91
Soloneț	Părhăuți	3	6.25	7	14.58	21	43.75	13	27.08	4	8.33

Din analiza datelor obținute, se poate observa că timpul total al viiturilor este mai mare pe cursul principal decât pe afluenți (Tabel 86), fenomen normal din cauza debitului mult mai mare de apă scurs pe acesta, cât și din cauza combinării viiturilor sosite de pe afluenți, ceea ce prelungește viitura, atingând un maxim la stația Țibeni, unde 58,3% din viiturile normale înregistrate au avut durate totale mai mari de 96 ore. La stațiile de pe cursul principal nu s-au înregistrat viituri cu durate totale mai mici de 24 ore, la aceste stații lipsind viiturile-fulger.

**Tabel 86. Timpul total (în ore) de producere al viiturilor din bazinul râului Suceava**

Râu	Stație	0-24 ore		25-48 ore		49-72 ore		73-96 ore		>96 ore	
		Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%	Nr. cazuri	%
Suceava	Brodina 2	3	6.25	11	22.92	12	25.00	10	20.83	12	25.00
Suceava	Țibeni	0	0.00	0	0.00	7	14.58	13	27.08	28	58.33
Suceava	Ițcani	0	0.00	3	6.25	9	18.75	13	27.08	23	47.92
Brodina	Brodina 1	0	0.00	9	18.75	11	22.92	11	22.92	17	35.42

Putna	Putna	2	4.55	17	38.64	8	18.18	6	13.64	12	27.27
Pozen	Horodnic	4	9.09	9	20.45	13	29.55	9	20.45	8	18.18
Soloneț	Părhăuți	3	6.25	12	25.00	12	25.00	10	20.83	11	22.92

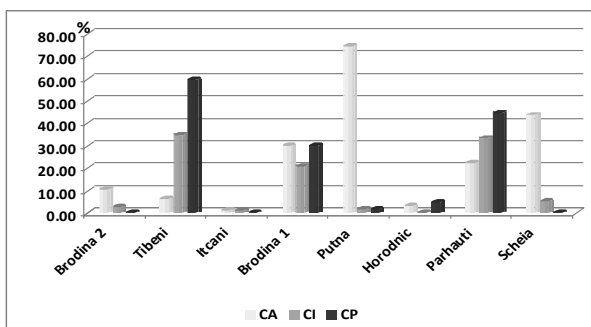
### Parametri cantitativi

Dintre parametri cantitativi ai unei viituri se amintesc debitul maxim ( $Q_{max}$ ), volumul de creștere ( $W_c$ ), volumul total ( $W_t$ ), stratul scurs ( $H_s$ ) și nivelul maxim atins. Valorile medii ale acestor parametri pentru bazinul râului Suceava pot fi observate în Tabelul 88.

**Tabel 88.** Valorile medii ale debitelor maxime, volumelor și stratelor scurse în timpul viiturilor din bazinul râului Suceava

Râu	Stație	$Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /s)	$W_c$ (mil. m <sup>3</sup> )	$W_s$ (mil. m <sup>3</sup> )	$W_t$ (mil. m <sup>3</sup> )	$H_s$ (mm)
Suceava	Brodina 2	70,100	3,159	7,781	13,533	29,861
Suceava	Țibeni	165,129	10,318	22,054	32,372	26,360
Suceava	Ițcani	225,268	13,010	28,577	41,503	17,603
Brodina	Brodina 1	53,903	1,841	4,751	6,582	45,935
Putna	Putna	14,739	0,634	1,120	1,753	33,117
Pozen	Horodnic	17,012	0,594	0,961	4,293	23,232
Soloneț	Părhăuți	36,044	0,800	2,001	2,800	13,733
Șcheia	Șcheia	4,326	0,161	0,291	0,452	13,730

Nivelele maxime atinse de un râu în timpul unei viituri pot depăși anumite cote (de apărare (CA), inundație (CI) sau pericol (CP)), cu valori care variază de la o stație la alta și de-a lungul timpului, fiind condiționate de valoarea debitului scurs și de condițiile geomorfologice ale albiei râului. Analizând frecvența nivelelor maxime ale apei atinse în timpul viiturilor din bazinul râului Suceava, s-a putut observa că anumite stații se detașează de celelalte. Astfel, la stațiile Țibeni, Brodina 1 și Părhăuți, nivelele de inundație și pericol au fost depășite în peste 50% din cazuri cu viituri normale (Fig. 47).



**Fig. 47.** Numărul de cazuri și frecvența (%) viiturilor care depășesc cotele de atenție, inundație și pericol

Din analiza debitelor și nivelurilor maxime absolute înregistrate în bazinul râului Suceava se poate observa că cele mai multe valori s-au înregistrat în timpul viiturii din iulie 2008 (Tabel 20).

**Tabel 84.** Valorile maxime medii și absolute ale viiturilor înregistrate în perioada 1981-2010

Râu	Stație hidro.	$Q_{max}$ med (m <sup>3</sup> /s)	$H_{max}$ med (cm)	$Q_{max}$ abs. (m <sup>3</sup> /s)	$H_{max}$ abs. (cm)	Data înregistrării
Suceava	Brodina 2	79.17	177.76	426	341	26.07.2008
Suceava	Țibeni	199.18	361.71	1118	500	26.07.2008
Suceava	Ițcani	291.94	430.90	1710	1561	27.07.2008
Brodina	Brodina 1	55.83	186.44	292	362	28.06.1995
Putna	Putna	19.77	174.78	143.64	410	26.07.2008
Pozen	Horodnic	20.95	226.18	192	530	28.06.2010
Soloneț	Părhăuți	55.42	316.21	382	740	26.07.2008

### IV.1.3. Efectele asociate scurgerii maxime

Viiturile reprezintă un hazard hidrologic des întâlnit pe suprafața globului și de-a lungul istoriei de milioane de ani a Pământului. Ele pot avea asupra mediului înconjurător natural și antropic efecte pozitive, dar și efecte negative, fiind unul dintre singurele riscuri naturale cu efecte pozitive asupra mediului înconjurător.

**Efectele negative** ale viiturilor poartă numele de inundații, apărând atunci când debiturile și nivelele râurilor depășesc capacitatea de stocare a albiei. Ele acționează pe mai multe planuri, atât la nivel social și psihologic, cât și la nivel economic și ecologic.

Pentru o analiză mai exactă a efectelor și din cauza lipsei de date statistice referitoare la viiturile din bazinul râului Suceava din perioada luată în studiu, s-a luat în considerare perioada 2005 -2010, cea în care s-au înregistrat viituri istorice catastrofale în bazin, cu date foarte bine documentate.

**Efectele sociale.** În perioada 2005-2010, inundațiile din bazinul râului Suceava au produs 22 de decese, cele mai multe în 2006 când în cazul viiturii spontane produse în localitatea Arbore (30.06-01.07.2006) au murit 11 persoane (dintre care un bebeluș), ceea ce arată rapiditatea cu care s-a produs această viitură într-o zonă bine populată și slab amenajată din punct de vedere hidrotehnic. Restul de 11 persoane decedate au apărut în localitățile Liteni (1 persoană decedată - 2005), (2 persoane decedate - 2005), Cacica (1 persoană decedată - 2006), Satu Mare (1 persoană decedată - 2008), Brodina (1 persoană decedată - 2010), Marginea (1 persoană decedată - 2010), Șerbăuți (3 persoane decedate - 2010), Todirești (1 persoană decedată - 2010).

**Efectele economice.** Se poate observa că la nivelul întregului bazin, cele mai mari **pagube totale** au fost produse de inundațiile din anii 2008, respectiv 2010, care au însumat împreună peste 475 mil. lei, care au reprezentat 85% din pagubele totale înregistrate în această perioadă. Dacă facem o analiză a pagubelor pe sectoare (Fig. 52), se poate observa că cele mai mari pagube s-au produs în sectorul de tranziție, cel mai mic ca suprafață, dar și cel mai dinamic din punct de vedere al elementelor geografice.

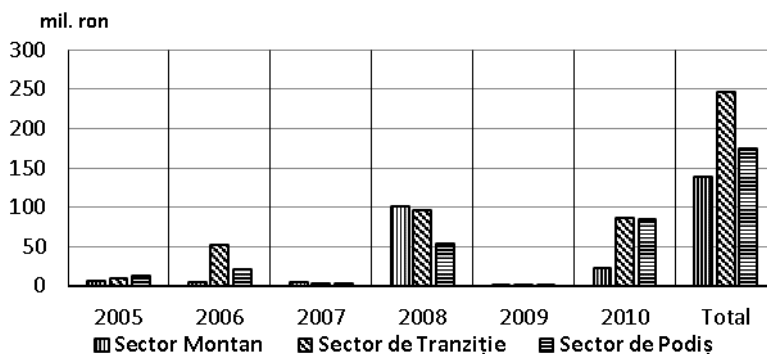


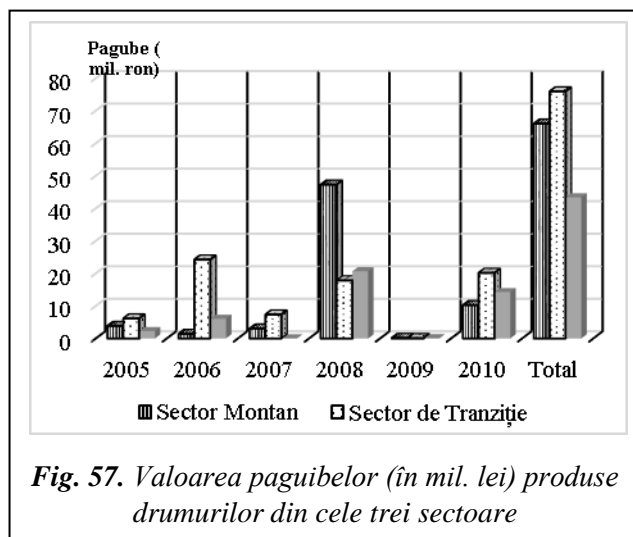
Fig. 52. Distribuția pagubelor totale (în mil. lei) pe cele trei sectoare din bazin în perioada 2005-2010

**Pagubele produse gospodăriilor.** Valoarea pagubelor produse gospodăriilor familiale în această perioadă s-a ridicat la 16,5 mil. lei (Tabel 21), peste 80% din aceste pagube înregistrându-se în anii 2010 și 2008, urmat la mare distanță de anul 2006. Un fapt interesant este însă acela că pagubele au fost mai mari în sectorul de podiș, lucru determinat de populația mai

mare și mai densă în sectorul de podiș, unde numărul de gospodării este mai mare decât în alte sectoare.

**Tabel 21.** Distribuția pagubelor totale (în lei) în intervalul 2005-2010 în bazinul râului Suceava

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Sector Montan	2.100	600	0	1.476.000	0	306.870	1.785.570
Sector de Tranziție	50.050	3.201.123	14.300	2.212.000	26.890	1.693.677	7.198.040
Sector de Podiș	50.820	90.880	0	2.876.820	605.846	4.429.848	8.054.214
Rural	68.670	3.249.553	14.300	5.519.020	26.650	6.269.488	15.147.681
Urban	34.300	43.050	0	1.055.800	606.086	189.907	1.929.143
<b>Total</b>	<b>102.970</b>	<b>3.292.603</b>	<b>14.300</b>	<b>6.079.820</b>	<b>632.736</b>	<b>6.432.800</b>	<b>16.555.229</b>



**Fig. 57.** Valoarea paguibelor (în mil. lei) produse drumurilor din cele trei sectoare

*Pagubele produse infrastructurii de transport.* Dacă se face o comparație între cele trei sectoare, se poate observa că acestea au fost afectate în mod variat, acest lucru depinzând de ponderea drumurilor pe cele trei sectoare, cu valori diferite pentru principalii ani cu viituri. Drumurile au fost mai puternic afectate în anul 2008, urmate de 2010 și 2006, cu valori diferite de la un sector la altul (Fig. 57). Dacă în anul 2008, drumurile au fost afectate mai ales în sectorul montan (incluzând și rețeaua de căi ferate de pe ruta Gura Putnei - Nisipitu), în bazinul superior al râului Suceava și al Putnei, în 2006 și 2010 au fost afectate drumurile din sectorul de tranziție, însă la valori asemănătoare cu cele din anul 2008.

**Efectele ecologice.** Cele mai afectate zone au fost acul cu baraj mobil de la Mihoiești pe râul Suceava, amonte de Ițcani, salba de lacuri și iazuri piscile de pe pârâul Dragomirna (cu lacurile de acumulare Dragomirna 1, 2, și mai multe iazuri piscicole particulare precum iazul piscicol Dragomirna 2 din Dragomirna), și pe pârâul Hătnuța (iazul Călinești din Șerbăuți), ăb special iazul Călinești, cu pagube în valoare de 30000 lei, și lacului Mănăstirea Dragomirna, cu colmatărilor succesive, fiind ulteriori desecat și pregătit pentru o curățire totală.

*Alunecările de teren.* În perioada 2005-2010 s-au produs numeroase alunecări de teren în întregul bazin al râului Suceava, în toate sectoarele, cea mai afectată localitate pe departe a fost municipiul Suceava, unde în 2006 o alunecare a versantului din zona Zamca a produs pagube de 3.513.448 lei, iar în 2010 o alunecare de versant a afectat Liceul Sportiv din localitate, cu daune de 3.600.000 lei. De asemenea, în același an au fost afectați de alunecări în această localitate 1650 m de versanți, însă fără pagube materiale.

#### IV.1.4. Măsurile de prevenire și combatere ale efectelor perioadelor cu scurgere maximă

*Măsurile structurale.* Viiturile cele mai periculoase din perioada 2005-2010 din bazinul râului Suceava (respectiv cele din iunie-iulie 2006, iulie 2008, iunie 2010) au fost viituri fluviale de tip Flash Flood, ceea ce a făcut ca timpul de avertizare să fie foarte scurt, aproape inexistent în unele cazuri. Din acest motiv, acțiunile de apărare care s-au putut desfășura în timpul viiturilor au fost limitate ca număr. Zonele care au putut fi cel mai bine apărate au fost orașele, situate pe un relief mai înalt, și zonele aflate în aval, unde timpul de concentrare al apelor din amonte a fost mai îndelungat, oferind mai mult timp autorităților și localnicilor pentru a salva ceea ce se putea salva.

Locuitorii au fost ajutați de autorități la refacerea și reconstrucția gospodăriilor afectate, prin scoaterea apei cu ajutorul motopompelor, ajutor fizic la reconstrucție, oferirea de ajutoare materiale (material lemnos, alte materiale pentru zidărie) pentru reconstrucții. S-a realizat igienizarea fântânilor colmatate, aflate în pericol de contaminare cu substanțe toxice (în acest bazin, în care jumătate din populația lui se află în mediul rural, s-a realizat și curățire a surselor de apă pentru zonele urbane, în special pentru municipiul Suceava. S-a realizat poduri de pontoane provizorii în locul podurilor puternic afectate (cum au fost podurile peste râul Suceava care să facă legătura între localitățile Rădăuți și Dornești; peste Suceava între Verești și Udești; peste Sucevița în localitatea Marginea, etc.).

*Măsurile nestructurale* includ planurile de apărare ale localităților și acțiunile de educare a populației. Astfel de acțiuni s-au desfășurat de-a lungul perioadei 2005-2010 și după aceasta, în județul Suceava, respectiv în bazinul râului Suceava, persoanele mai în vârstă având mai multă experiență, deci și mai multe cunoștințe cu privire la modul în care trebuie acționat în caz de inundații. Însă persoanele mult mai tinere au mult mai puține cunoștințe, deci sunt mai puțin pregătite să facă față inundațiilor. În anul 2009, ca urmare a inundațiilor puternice din anii anteriori, UNICEF împreună cu CRISP (Centrul de Resurse și Informare pentru Profesioniști Sociale) au realizat un proiect numit „Proiectului de formare a personalului didactic din comunități afectate de inundații”, care a vizat exact această categorie de persoane și ”a urmărit îmbunătățirea situației copiilor afectați psihologic de inundații din 48 de comunități din județele Neamț, Bacău, Botoșani, Suceava, Iași și Maramureș.” (UNICEF, 2009, p. 6).

#### **IV.1.5. Percepția inundațiilor în bazinul râului Suceava**

În perioada mai – iulie 2016 s-a realizat de către autorul acestei lucrări un studiu asupra percepției viiturilor și ale efectelor acestora în bazinul râului Suceava, cu numele *Chestionar de percepție a inundațiilor*, pentru a se putea observa modul în care privesc locuitorii bazinului acest fenomen de risc după toate experiențele neplăcute din perioada 2005 – 2010 și cea care a urmat acesteia. Pentru a se urmări percepția locuitorilor din bazin asupra inundațiilor, s-a încercat o analiză comparativă asupra percepției inundațiilor de către locuitorii din mediul rural și cei din mediul urban.

În urma acestui chestionar s-au obținut mai multe concluzii legate de percepția viiturilor în acest bazin. Astfel, există o diferență evidentă între locuitorii din mediul rural și cel urban, locuitorii mediului rural deținând mai multe cunoștințe despre inundații și despre alte fenomene de risc care ar putea afecta localitatea lor. Acest lucru este determinat de faptul că ultimii ani au fost foarte bogăți în fenomene naturale extreme, care au afectat mai ales zonele rurale, unde, deși nivelul studiilor ar trebui și este un pic mai redus decât cel de la oraș, deci și nivelul cunoștințelor teoretice față de inundații ar trebui să fie mai mic, experiența recentă a inundațiilor

în zona rurală a făcut ca persoanele de la sat să aibă cunoștințe mult mai adânci despre inundații și despre modul în care acestea se desfășoară. De asemenea, persoanele din mediul rural sunt mai deschise spre ajutorarea semenilor, necazurile suferite de aceștia în timpul inundațiilor făcându-i mai deschiși spre necazurile celorlalți.

Inundațiile din perioada 2005-2010 au avut un impact foarte puternic asupra conștiinței locuitorilor din bazin, de la cei mai tineri până la cei mai bătrâni, fiecare păstrând în memorie efectele foarte recente ale acestora. Ponderea mare a persoanelor care și-ar părăsi casa în caz de inundații și a celor care s-ar muta dacă li s-ar oferi condiții acceptabile din partea statului, ceea ce arată că locuitorii conștientizează gravitatea riscului la care se expun în caz de producere a unei inundații. Subiecții au adus niște răspunsuri interesante cu privire la cauzele inundațiilor, indicând corect printre acestea, pe lângă ploile abundente, factori precum defrișările, creșterea intensității vântului și cedarea barajelor.

## IV.2. PERIOADA SCURGERII MINIME

Scurgerea minimă reprezintă o fază a scurgerii râului, de real interes economic pentru economia și ecologia unui bazin hidrografic. Faza apelor mici din regimul de scurgere al apelor unui râu reprezintă acea perioadă din an în care debitul și nivelul apei râului se află mult sub nivelul debitului mediu multianual.

### *Geneza apelor mici*

La nivelul țării noastre, apele mici se produc în perioada de vară-toamnă, ca urmare a scăderii precipitațiilor atmosferice și a creșterii evaporăției la nivelul solului, iar în timpul iernii ca urmare a scăderii cantităților de precipitații căzute, în majoritate sub formă solidă, cât și apariției fenomenului de îngheț pe râuri. În aceste perioade, râurile se alimentează exclusiv din resursele subterane de apă.

Dintre cauzele care pot genera perioade cu ape mici amintim: deficitul de precipitații, activitățile umane (eroziunea terenului, despăduririle, irigațiile), sezoane uscate (la latitudinile tropicale), fenomenul El Nino, schimbările climatice, etc..

### *Parametrii perioadelor cu ape mici*

Pentru analiza caracteristicilor apelor mici (persistența, tendința, frecvența, durata și severitatea) și a modului de manifestare a acestora în timp și spațiu, s-a folosit metoda pragului cantitativ (Hisdall și colab., 2000).

Parametrii apelor mici depind de scăderea valorii debitului apei râului sub un anumit prag. În funcție de acest prag se determină caracteristicile sau parametrii secetei, după cum urmează:

**Parametri temporali:** **durata** (numărul de zile în care debitul mediu zilnic coboară sub pragul apelor mici; valori cumulate, maxime), **frecvența** (procentul din numărul total de cazuri în care durata evenimentelor s-a încadrat în anumite limite), **perioada de revenire (T)**.

**Parametri cantitativi:** **severitatea apelor mici** (volumul necesar regularizării la nivelul pragului debitului mediu zilnic), **debitul minim**, **data de producere a apelor mici** (data trecerii sub prag a scurgerii medii zilnice; media între data de început și de sfârșit al episodului cu ape mici; data producerii debitului minim)

*Durata perioadelor cu ape mici* pe râurile din bazinul râului Suceava variaza de la un caz la altul. Din Tabelul 103 se poate observa că cele mai des întâlnite sunt cele cu durată scurtă (sub 10 zile), cu valori cuprinse între 59,5% la stația Horodnic și 91,8% la stația Putna. Valoarea mare înregistrată la stația Putna 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 (329). Urmează ca pondere durata de 10-20 zile, însă la mare distanță (între 5% la stația Putna și 20% la stația Horodnic). Intervalele de timp de mai mult de 70 zile sunt mai rar întâlnite în acest bazin, ele apărând doar în anumite perioade de timp foarte secetoase din punct de vedere hidrologic și climatic.

**Tabel 103.** Procentul din numărul total de zile cu ape mici (%) pentru anumite intervale de timp (în zile) înregistrat între 1981-2005 la stațiile din bazinul râului Suceava

Stație	< 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	80 - 90	90 - 100	> 100	Total
<b>Brodina 1</b>	72	17	5	2	2	0	0	1	0	0	0	100
<b>Brodina 2</b>	71	13	5	5	1	2	0	1	0	0	2	100
<b>Putna</b>	92	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	100
<b>Horodnic</b>	60	20	7	5	5	0	0	1	0	1	1	100
<b>Țibeni</b>	68	14	4	6	0	4	0	2	0	0	2	100
<b>Părhăuți</b>	72	14	7	3	1	0	1	1	1	0	1	100
<b>Ițcani</b>	79	9	5	3	1	0	0	0	0	1	1	100
<b>Șcheia</b>	81	11	4	1	0	2	1	0	0	0	0	100

### **Frecvența anotimpuală a perioadelor cu ape mici**

Apele mici pot să apară în orice moment al anului, în orice anotimp, însă acestea sunt specifice mai ales iernii și toamnei.

În bazinul hidrografic al râului Suceava, perioadele cu ape mici apar în medie cel mai frecvent în timpul *iernii*, când cantitățile de precipitații sunt reduse, iar temperaturile foarte scăzute ale aerului ajută la scăderea cantităților de apă scurse, prin apariția înghețului. În această situație, râurile sunt alimentate doar din rezervele de apă subterane, determinând astfel apariția apelor mici. 69,3% din totalul de zile cu ape mici înregistrate la stația Brodina 2 în perioada 1981 – 2005 au apărut în acest anotimp, în timp ce la stația Brodina 1 s-au înregistrat 54% din cazuri, la aceste două stații înregistrându-se 40% din cazurile totale cu ape mici în acest anotimp. Odată cu trecerea spre sectorul de tranziție și spre cel de podiș ale bazinului, valorile înregistrate în acestui anotimp scad, atingând un minim la stația Șcheia, cu 22,8%, din cauza cantităților mai mari de precipitații și a temperaturilor mai ridicate înregistrate în aceste sectoare, făcând ca înghețul râurilor să se producă mai rar, crescând astfel debitul de apă scurs pe aceste râuri. Dacă se face o analiză a numărului total de zile cu ape mici înregistrate în bazin, se observă că în cei 25 de ani de analiză, la stația Brodina 2 s-au înregistrat 1200 de astfel de zile, fiind urmată de Brodina 1 cu 987 zile, cele mai puțin zile apărând la stația Șcheia - 353 (Tabel 105). Însă stația la care s-au înregistrat cele mai multe zile cu ape mici într-un an este stația Țibeni, cu 90 de zile în 1986.

**Tabel 105.** Frecvența medie anotimpuală a perioadelor cu ape mici în perioada 1981-2005 și numărul maxim de cazuri înregistrate



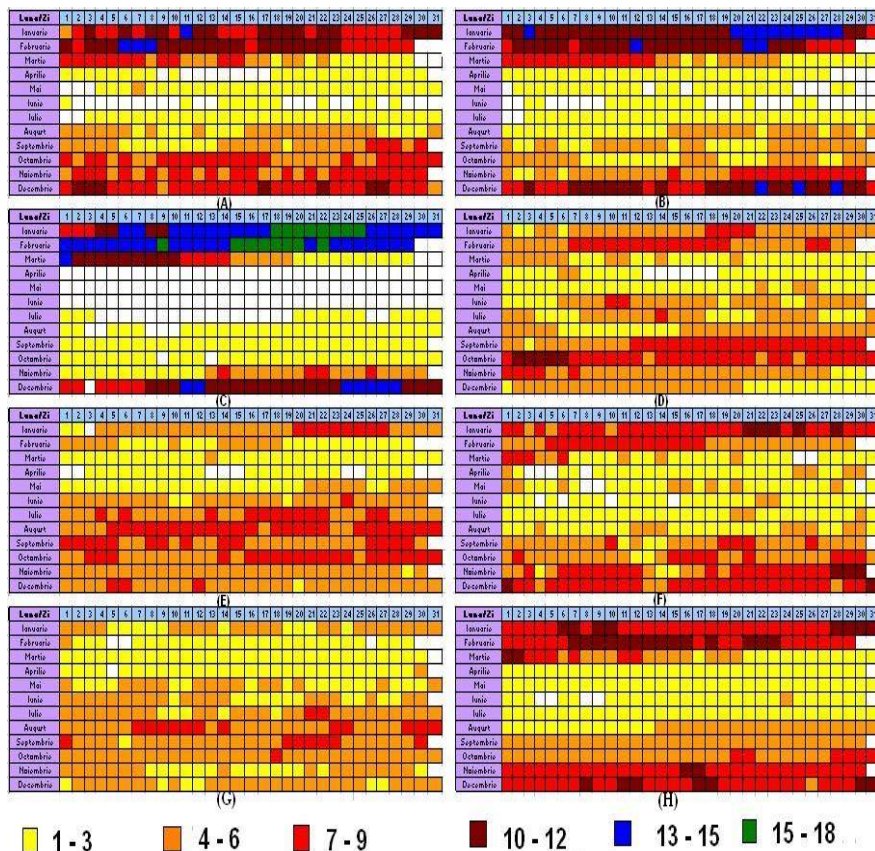
Stație	Iarna				Primăvara				Vara				Toamna				Total	
	Nr	(%)	M ax	An	Nr	(%)	M ax	An	Nr	(%)	M ax	An	Nr	(%)	M ax	An	M ax	An
<b>Brodina 2</b>	42	60,0	4	1988	11	15,7	2	1996	4	5,7	2	1987	13	18,6	3	1987	7	1987
<b>Țibeni</b>	33	45,8	3	1990	11	15,3	3	1986	11	15,3	4	1986	17	23,6	3	1990	11	1986
<b>Ițcani</b>	42	48,8	4	1990	12	14	4	1990	10	11,6	2	1987	22	25,6	3	1994	10	1990
<b>Brodina 1</b>	49	56,3	4	1986	13	14,9	2	1990	9	10,3	2	1990	16	18,4	3	1990	10	1990
<b>Putna</b>	44	36,4	5	1994	25	20,7	4	1990	19	15,7	4	1987	33	27,3	4	1994	15	1994
<b>Horodnic</b>	20	31,3	3	1991	8	12,5	3	1987	19	29,7	3	1987	17	26,6	3	1983	10	1987
<b>Părhăuți</b>	22	31,4	3	1990	7	10	3	1990	20	28,6	3	1995	21	30,0	3	1992	10	1990
<b>Șcheia</b>	25	22,7	4	1995	19	17,3	4	1995	35	31,8	5	2001	31	28,2	5	1994	13	2001

### Frecvența lunară.

La stațiile din bazinul superior montan (Brodina 1, Brodina 2), luna cu cele mai multe perioade cu ape mici este ianuarie, urmată de decembrie și februarie, cu peste 60% din cazuri, atingând chiar un maxim de 84% în luna decembrie la stația Brodina 2. Acest fenomen este determinat de temperaturile mai scăzute în lunile de iarnă. O situație similară apare în cazul stației Ițcani, unde cursul de apă este regularizat de lacul de acumulare aflat în amonte de această stație.

**Frecvența zilnică** de-a lungul perioadei 1981 – 2005 (Fig. 80) a perioadelor cu ape mici la stațiile din bazinul râului Suceava arată o frecvență mai mare (peste 13 cazuri într-o zi) la stațiile din sectorul montan (Brodina 2, Brodina 1) în luna ianuarie, respectiv februarie. Valori între 10 – 12 cazuri se înregistrează și la stația Ițcani în lunile ianuarie, februarie, martie și decembrie, determinate de debitul redus scurt și de caracterul regularizat în acest sector (Figura 89). De asemenea se poate observa la aceste trei stații numărul redus de cazuri înregistrate în perioada primăverii, când precipitațiile sunt cele mai ridicate.

La stațiile din bazinul mijlociu și inferior se observă o scădere a frecvenței zilnice, și o repartizare mult mai uniformă a perioadelor cu ape mici de-a lungul anului, mai ales la stațiile Putna, Țibeni, Horodnic și Părhăuți.



**Fig. 80.** Numărul zilnic de cazuri de ape mici înregistrate în intervalul 1961-2010 la stațiile Brodina 2 (A), Țibeni (B), Ițcani (C), Brodina 1 (D), Horodnic (E), Părhăuți (F), Putna (G) și Șcheia (H)

### Parametri cantitativi

Dintre parametrii cantitativi analizați, se pot remarca volumul minim și debitul minim, împreună cu deviația maximă a valorilor debitului (Fig. 110), care evidențiază foarte bine evoluția valorilor minime ale scurgerii în perioada analizată.

**Tabel 110.** Câțiva parametri ai scurgerii minime la stațiile din bazinul râului Suceava

Stație	Q minim	Anul producerii	Deficit cumulat mediu	Deficit cumulat maxim	Anul producerii	Deviație maximă
Brodina 2	2.12	2001	0.38	6.86	1984	-0.89
Țibeni	0.01	1987	1.54	46.31	1987	-2.69
Ițcani	0.2	1995	1.06	26.72	1990	-3.78
Brodina 1	0.14	1991	0.08	1.13	1987	-0.31
Putna	0.027	2002	0.02	0.75	1987	-0.14
Horodnic	0.088	1987	0.05	0.72	1987	-0.13
Părhăuți	0.103	1990	0.11	2.48	1990	-0.31
Șcheia	0.03	1987	0.15	0.55	1999	-0.08

*Deviația maximă* este în directă corelație cu debitul maxim, reprezentând deviația față de valoarea debitului multianual înregistrat la o anumită stație. În comparație cu deficitul maxim, se poate observa că deviația maximă este cea mai mare la stația Ițcani, și nu la stația Țibeni, ceea ce arată puterea de ameliorare a minimelor imprimată de prezența barajului mobil de la Mioveni și a salbei de lacuri de pe râul Dragormirna, desfășurate în jurul orașului Suceava, demonstrând caracterul antropizat al regimului la această stație.

### **IV.2.3. Efectele induse de apariția perioadei cu scurgere minima**

Perioadele cu ape mici au efecte importante, uneori devastatoare, asupra agriculturii și a societății umane. Reducerea cantităților de apă scurse într-un râu poate duce la secarea acestuia, fenomen apărut atunci când alimentarea cu resurse subterane încetează sau devine temporară, astfel încât nu poate susține scurgerea. Odată cu creșterea bazinului hidrografic al unui râu cresc și sursele de alimentare ale acestuia, ceea ce face ca secarea unui râu să fie destul de rară, fiind determinată de dimensiunea acestuia sau de fenomene extreme.

În bazinul râului Suceava, între anii 1961-2010 nu s-au înregistrat perioade cu o secare completă a nici unuiu dintre afluenții principali. Însă s-au înregistrat perioade în care nivelurile au înregistrat cote foarte reduse, cum au fost anii 1987-1988 și 1990, chiar și 2000, când seceta atmosferică a cauzat reducerea foarte mare a cantităților de apă provenite din precipitații intrate în bazin.

## **CONCLUZII**

În lucrarea de față structurată pe patru capitole, s-a realizat o analiză detaliată a regimului de scurgere în bazinul hidrografic Suceava. În primul capitol s-a prezentat bazele teoretice ale conceptului de regim hidric și istoricul cercetărilor în acest domeniu, s-a prezentat cadrul de lucru și baza de date, precum și tehnicile și metodele folosite pentru realizarea lucrării.

În capitolul doi s-a analizat modul în care geologia, relieful prin caracteristicile lui, clima în special prin precipitații, strat de zăpadă și temperaturi, vegetația, solurile și factorul uman au influențat în perioada 1961-2010 evoluția și variația în timpul anului și de-a lungul anilor a regimului de scurgere, cu aplicare la nivelul râului Suceava.

În capitolul trei, pornind de la aceste elemente fizico-geografice și antropice, s-a analizat în lucrarea de față *regimul de scurgere a râului Suceava* în perioada mai sus menționată. Fiind un bazin hidrografic cu alimentare preponderent de suprafață din ploi, nu s-a luat în calcul alimentarea subterană a râului.

Regimul de scurgere s-a analizat atât la nivel anotimpual, cât și lunar și zilnic. La nivel anotimpual, în timpul *iernii* s-au înregistrat cele mai reduse valori ale scurgerii (8,5% din volumul anual) la stațiile Brodina 1 și 2, aflate la cele mai mari altitudini dintre toate stațiile. Pe cursul principal, în aval de stația Țibeni, valorile procentuale ale scurgerii în acest anotimp

depășesc 10% din valoarea medie anuală. *Primăvara* reprezintă al doilea anotimp după vară ca valoare a scurgerii, singurile stații hidrometrice la care în acest anotimp se înregistrează maximum de scurgere primăvara fiind Horodnic (34,5%) și Părhăuți (36,1%), cele mai mari valori ale scurgerii de primăvară s-au înregistrat în anii 1970 și 1978, iar cele mai mici în mai mulți ani, printre care anul 1990. *Vara (VI - VIII)* reprezintă anotimpul cu valoarea cea mai mare a scurgerii din timpul anului la aproape toate stațiile, valorile scurgerii depășind 30%, în sectorul montan depășind chiar 40%. Valori maxime ale scurgerii de vară s-au înregistrat mai ales în primul deceniu al secolului XXI, anii 2008 și 2010, anii cu minime variind de la o stație la alta, ceea ce arată, concentrându-se însă în ani foarte secetoși, cum au fost anii 1964, 1987 și 1990. *Toamna*, valorile scurgerii sunt mai scăzute decât cele din timpul verii și primăverii, dar le depășesc pe cele din timpul iernii. În această perioadă apar perioade cu ape mari (care țin până la 10 zile), și uneori chiar și viituri.

La nivel decadal, se poate observa o corelație între tendința precipitațiilor și cea a scurgerii apei râurilor. Astfel, se distinge decada 1981-1990, când tendința scurgerii a fost la toate stațiile și în toate anotimpurile negativă. Valorile ratei modificării nete au fost și ele negative, cele mai mici valori înregistrându-se în timpul toamnei la stația Putna (-207,11%) și vara la stația Șcheia (-179,36%). Aceste valori extreme au fost datorate faptului că aceste râuri au cele mai mici debite, ceea ce determină o reacție foarte rapidă la schimbările bruște climatice. La pol opus se află decada 2001-2010, în timpul iernii înregistrându-se o tendință de scădere ușoară a debitelor la stațiile de pe râurile mici cu altitudini mai mari, în timp ce la stațiile de pe cursul principal sau cu altitudini mai mici tendința este staționară sau chiar de creștere moderată (Șcheia – 1,61 mm/an).

Regimul lunar al scurgerii în bazinul de studiu prezintă un maxim în lunile iunie (între 12,4-14,1%), urmată de aprilie și mai, cele mai mici valori înregistrându-se în luna ianuarie.

Analiza regimului scurgerii zilnice a folosit hidrograful anului mediu caracteristici. Din analiza acestuia se poate observa că bazinul râului Suceava se include în tipul general de regim *est-carpatic*, cu ape mici de iarnă, ape mari de primăvară și viituri care apar mai târziu în luna mai, viituri în timpul verii și la începutul toamnei, care se continuă cu ape mari de toamnă, prelungite până la începutul lui octombrie. Diferențele sunt determinate de altitudine și de mărimea bazinului de recepție, pe cursul apărând o tranziție de la sectorul montan (Brodina 2) spre cel de podiș (Părhăuți). În sectorul montan înalt, apele mari de primăvară apar mai târziu, iar viiturile înspre sfârșitul primăverii. Viiturile de vară apar în lunile iunie-iulie, fiind urmate de apele mari de toamnă începutul lui septembrie, care se termină cu ape mici de toamnă, întinse până la începutul lui noiembrie. Apele mici de iarnă se păstrează la valori reduse la majoritatea stațiilor. De asemenea, se poate observa că de-a lungul anilor, a viiturile de vară s-au mutat mai la sfârșitul verii, crescând în frecvență viiturile de toamnă, de asemenea și valorile scurgerii de iarnă.

În perioada 1961-2010 s-a observat o creștere ușoară spre moderată a tendinței scurgerii la toate stațiile, cu excepția stațiilor Ițcani și Țibeni, unde tendința a fost staționară. În timpul iernii s-a observat o creștere medie și accentuată a tendinței, cu cea mai mare rată a modificării nete de 81,89% la stația Horodnic. Primăvara, tendința scurgerii a fost influențată de tendința crescătoare a temperaturilor în acest anotimp, fiind, în majoritate staționară. Vara nu s-a putut observa o relație directă între altitudinea bazinelor și tendința scurgerii, aceasta fiind pozitivă la toate stațiile cu excepția stației Brodina 1 unde a înregistrat -0,63 mm/an, cea mai mare valoare, de 1,97 mm/an fiind înregistrată la stația Putna. Toamna s-au înregistrat cele mai mari valori ale

tendinței scurgerii, la toate stații apărând o tendință de creștere moderată, chiar de creștere accentuată la stația Șcheia.

Un pas important în studierea regimului de scurgere a unui râu este analiza fazelor caracteristice ale scurgerii – scurgerea maximă (ape mari și viituri) și scurgerea minimă (ape mici). Acest lucru s-a realizat folosind programul HydroOffice, cu ajutorul căruia s-au stabilit zilele cu debite aflate peste/sub o valoare-prag. Pentru scurgerea maximă s-a folosit percentila de 20%, în timp care pentru apele mici cea de 80%.

În bazinul de studiu, apele mari prezintă o frecvență redusă a numărului de cazuri, fiind cel mai puțin întâlnite în sectorul montan, unde arareori au apărut astfel de fenomene în perioada analizată (un caz). Numărul de cazuri crește în sectorul de podiș, atingându-se un maxim pe râul Șcheia (șapte cazuri), duratele cele mai mari întâlnindu-se pe cursul principal.

Ca fenomenul cel mai ușor de observat din regimul de scurgere al unui râu, *viiturile* înregistrate la stațiile din bazinul râului Suceava s-au produs în lunile iulie (20.83 – 31.25%) și iunie (21.25 – 31.25%). Cele mai mari valori ale scurgerii din aceste luni se întâlnesc la stațiile din sectorul montan (Brodina 2 și 1). Următoarele luni ca pondere sunt lunile august și mai, cu valori în medie de peste 10%. Debitele și nivelele maxime absolute s-au produs în anii cu viituri istorice în bazin (1995, 2008, 2010), la unele stații (Țibeni, Brodina 1 și Părhăuți), nivelele de inundație și pericol fiind depășite în peste 50% din cazuri.

Dintre elementele duratei unei viituri, timpul de creștere este cel mai important, arătând pericolozitatea extremă a acesteia. În bazinul râului Suceava, cele mari valori ale timpului de creștere se înregistrează la stațiile de pe afluenții din sectorul montan (Brodina, Putna), cu un maxim de 20,8% la stația Brodina 1, unde altitudinea medie mai ridicată a bazinului face ca viiturile să se declanșeze foarte rapid, apărând viiturile de tip fulger.

Au fost tratate separat efectele viiturilor în bazinul de studiu, cu un focus asupra efectelor viiturilor din perioada 2005-2010, și măsurile de prevenire, protecție și combatere a efectelor viiturilor efectuate de autorități din bazinul râului Suceava.

Un sub-capitol special a fost reprezentat de concluziile unui chestionar realizat de autor în perioada mai – iulie 2016 în bazinul de studiu cu privire la percepția inundațiilor de către locuitorii din bazin, evidențiindu-se diferențele între modul de percepere a inundațiilor de către locuitorii din mediul rural în comparație cu cei din cel urban.

Mai departe a fost analizată cealaltă fază a regimului scurgerii – apele mici, cele mai des întâlnite fiind cele cu durată scurtă (sub 10 zile), cu valori cuprinse între 59,5% la stația Horodnic și 91,8% la stația Putna. Valoarea mare înregistrată la stația Putna 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 (329). Urmează ca pondere durata de 10-20 zile, însă la mare distanță (între 5% la stația Putna și 20% la stația Horodnic).

În concluzie, studiul regimului de scurgere a apei din bazinul hidrografic Suceava a prezentat o evoluție în timp a fazelor scurgerii condiționate de schimbările climatice produse de-a lungul celor 50 de ani, cât și de influența omului asupra mediului prin schimbarea modului de utilizare a terenului, prin intensele defrișări ale pădurilor, prin construirea de locuințe, și altele. Intensificarea încălzirii globale, care v-a cauza fenomene meteorologice extreme, va determina și fenomene hidrologice extreme – viituri cu inundații, și secete, care vor afecta puternic mediul înconjurător și societatea, iar în timp vor schimba regimul de scurgere a râului Suceava, de la unul carpat-estic la unul cu mult mai multe trăsături similare regimului pericarpat-estic, mult

mai expus schimbărilor de regim decât cel carpatic, puternic influențat de rolul moderator al munților.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Amăriucăi, M. (2000), *Șesul Moldovei Extracarpatică dintre Păltinoasa și Roman*, Edit. Corsar
2. Amell, N. W., Brown, R. P. C. & Reynard, N. S. (1990), *Impact of climatic variability and change on river flow regimes in the UK*, Report no. 107, Institute of Hydrology, Wallingford, UK
3. ANM (2008), *Clima României*, Edit. Academiei Române, București
4. Arghiuș, V.I. (2007), *Studiul viiturilor de pe cursurile de apă din estul Munților Apuseni și riscurile asociate*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca
5. Baim, Karen (1997), *Come hell or high water: A water regime for the Jordan River Basin*, Washington University Law Review, Vol. 75
6. Birsan, M.-V., Dumitrescu, A. (2014), *ROCADA: Romanian daily gridded climatic dataset (1961-2013)V1.0.*, Administratia Nationala de Meteorologie, Bucuresti, Romania, doi:10.1594/PANGAEA.833627
7. Baumgartner, A., Reichel, E. (1975), *The world water balance*, Edit. Elsevier, Amsterdam
8. Beckinsale, R.P. (1969), *River regimes*, în "Water, earth and man" (ed. R. J. Chorley), Edit. Methuen, Londra
9. Black A.R., Bragg O.M., Duck R.W. and Rowan J.S. (2005), *DHRAM: a method for classifying river flow regime alterations for the EC Water Framework Directive*, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15:427-446.
10. Bojan, N. Gh. (1998), *Carpații Orientali – 1*, Edit. Cantemir, București
11. Braud, I., Breil, P., Thollet, F., Lagouy, M, Branger, F. (2013), *Evidence of the impact of urbanization on the hydrological regime of a medium-sized periurban catchment in France*, Journal of Hydrology, Elsevier, 2013, 485, pp. 5 - 23
12. Bryant, E.A. (1991), *Natural Hazards*, Cambridge University Pres., UK
13. Cernovodeanu, P., Binder, P. (1993), *Cavalerii Apocalipsului. Calamitățile naturale din trecutul României (până la 1800)*, Edit. Silex, București
14. Chebotarev A. I. (1957), *Hidrologia uscatului și calculul scurgerii râurilor*, București
15. Cheval, S. (2003), *Percepția hazardelor naturale. Rezultatele unui sondaj de opinie desfășurat în România (octombrie 2001 – decembrie 2002)*, în Vol. "Riscuri și catastrofe", Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
16. Cocerhan, C. (2012), *Bazinul râului Suceava pe teritoriul României – valorificarea potentialului turistic*, Teza de doctorat, Universitatea București, București.
17. Croitoru, Adina-Eliza (2006), *Excesul de precipitații din Depresiunea Transilvaniei*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
18. Diaconu, C-tin. (1961), *În problema coeficientului de variație al scurgerii anuale a râurilor din R.P.R.*, ISCH, St. Hidrologie, București
19. Diaconu, C-tin. (1962), *Unele rezultate ale scurgerii în timpul anului al râurilor din R.P.R.*, Studii de Hidrologie, Vol.II, București
20. Diaconu, C-tin (1973), *Râurile României: monografie hidrologică*, Edit. Întreprinderea Poligrafică, București
21. Diaconu, C. (1988), *Râurile de la inundații la secetă*, Edit. Tehnică, București
22. Dina (Toma), Florentina (2011), *Fenomene hidrice extreme în Câmpia Română dintre Olt și Argeș*, [s.n.], Cluj-Napoca
23. Dukić, D. (1954) - *Contribution to the knowledge of regional river regime in Yugoslavia*, Bulletin of the Serbian geographical society, 34, 119-138
24. Gâștescu, P. (2003) – *Hidrologie continentală*, Edit. Transversal, Târgoviște

25. Gâștescu, P. (2014) – *Water resources in the Romanian Carpathians: genesis, territorial distribution, management*, în „Riscuri și catastrofe”, Vol. 14, Nr. 1, Editor Victor Sorocovschi, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
26. Hayden, B.P. (1988), *Flood Climates* (în volumul „Flood Geomorphology”, coord. Baker, V.R., Kochel, R.C., Patton, P.C.), Wiley, John & Sons, Incorporated, New York
27. Hisdall, H., Tallaksen, L.M. (edit.) (2000) – *Drought Event Definition*, ARIDE Tech. Rap. No. 6, University of Oslo, Norvegia
28. Hîrlav, C., Porcuțan, Adriana (2015) – *Seasonal flow regime on the rivers from Călimani Mountains*, în volumul conferinței ”Aerul și Apa component ale mediului”, Cluj-Napoca, pp. 540-545
29. Holobacă, I.H. (2006) – *Perioadele deficitare sub aspect pluviometric și efectele lor hidrologice în Podișul Transilvaniei*, Teză de doctorat, UBB, Cluj-Napoca
30. Hristova, N. (2007) – *Geographical specificity of the river's regime in Bulgaria*, Geographical Institute “Jovan Cvijic” Sasa, Collection of Papers NO 57
31. Hyndman, D. (2006) – *Natural Hazards and Disasters*, Thoman Nelson Publishers, Nashville, Tennessee, US
32. Isaia, I. (1996) – *Contribuții la îmbunătățirea prognozei meteorologice de lungă durată*, Lucrările Seminarului Geografic „Dimitrie Cantemir”, Nr. 15 – 16
33. Isaia, I. (2000) – *Vremea și clima în România sub impactul factorilor dinamici*, Edit. Cephohart, Brăila GIURMA, I. (2004) - Hidrologie specială, Edit. POLITEHNIUM, Iași
34. Juravle, D.T. (2004) – *Geologia regiunii dintre Valea Sucevei și Valea Putnei (Carpații Orientali)*, Teză de doctorat, Iași
35. Lambert, R. (1996) – *Géographie du cycle d'eau*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse
36. Lăzărescu, D., Panait, I. (1975) – *Tipurile de regim ale râurilor din România*, M.H.G.A., București
37. Lindemann, S. (2006) – *Water regime formation in Europe*, Forschungsstelle Fur Umweltpolitik Freie Universitat Berlin
38. Lvovich, M. I. (1938) – *Opyt klassifikatsii rek SSSR (Experience from classification of the USSR's rivers, in Russian)*, Trudy GGI6, Leningrad.
39. Kingsford, R.T., Thomas, R.F. (2000) – *Changing water regimes and wetland habitat on the Lower Murrumbidgee floodplain of the Murrumbidgee River in arid Australia*, în ”Report to Environment Australia”
40. Kissling-Näf, Ingrid, Kuks, S. (2004) – *The evolution of national water regimes in Europe. Transitions in water regimes and policies*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Olanda
41. Korck, J., Danneberg, J., Willems, W. (2012) – *Impacts of climate change on the water regime of the Inn River basin*, Ingenieurhydrologie, Angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik, Ottobrunn, Germania
42. Krasovskaia, I. & Gottschalk, L. (1992) – *Stability of river flow regimes*, Nordic Hydro I. 23
43. Krasovskaia, I., (2002) – *River flow regimes in a changing climate*, în ”Hydrological Sciences-Journal—des Sciences Hydrologique”
44. Maheshwari, B. L., Walker, K. F., McMahon, T. A. (1995) – *Effects of regulation on the flow regime of the river Murray, Australia*, în ”Regulated Rivers: Research & Management”, Volum 10
45. Martiniuc, C. (1960) - *Contribuții la studiul geomorfologic al teritoriului orașului Suceava și al împrejurimilor sale*, Universitatea ”Al. I. Cuza”, Iași
46. Emm. De Martonne (1926) – *Areisme et indice d'aridité*, C.R. Acaad, S.C. Paris
47. Middelkoop, H., Daamen, K., Gellens, D., Grabs, W., Kwadijk, J. C. J., Lang, R., Parmet, B. W. A. R., Schadler, B., Schulla, J. & Wielke, K. (2001) – *Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine Basin*, Clim. Change 49(1-2), 105-128.
48. Mihăilescu, V. (1963) – *Carpații sud-estici*, Edit. Științifică, București
49. Mihăilescu, V. (1966) – *Dealurile și câmpiile României*, Edit. Științifică, București

50. Minoiu, Anca-Ștefania (2011) – *Studiul viiturilor de pe râurile din bazinul hidrografic Gilort și riscurile asociate*, Teză de doctorat, Universitatea Babeș Bolyai, Cluj-Napoca
51. Mociornița, C. (1969) – *Scurgerea maximă pe râurile din R.S.R. și sectorul inferior al Dunării*, Institutul de Construcții București, Teză de doctorat
52. Mustețea, A. (2005) – *Viituri excepționale pe teritoriul României. Geneză și efecte*, Tipografia SC „ONESTA COM PROD 94 SRL București
53. Mustățea, A. (2005), *Viituri excepționale pe teritoriul României*, INHGA, București.
54. Mustățea, A. (2005), *Viiturile și inundațiile din România*, Edit. Ceres, București
55. Nistor, B. (2008) – *Podișul Sucevei – studiu termo-pluviometric*, Teză de doctorat, Univ. Al. I. Cuza, Iași
56. Olariu, P. (1983) – *Șesul Sucevei extracarpatică. Studiu de geolorfologie aplicată*, Teză de doctorat, Iași
57. Olariu, P. (1990) – *Impactul antropic asupra regimului scurgerii apei și aluviunilor în bazinul hidrografic Siret*, Lucr. III, Simpozion P.E.A., Piatra Neamț.
58. Pandi, G. (2010), *Undele de viitură și riscurile induse*, în ”Riscuri și catastrofe”, Vol. 8, Nr. 2, Editor Victor Sorocovschi, Edit. Casa Cărții de Știință, pp. 55-66
59. Pantazică, M. (1960) – *Contribuții la studiul hidrologic al râurilor din partea de nord-est a Moldovei*, [s.n], Iași
60. Pardé, M. (1933) – *Fleuves et rivières*, Edit. Armand Colin, Paris
61. Penck, A. (1896) – *Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grössen Landflächen.*, *Geogr. Abh., Bd. V, H. 5, Berlin*
62. Perrault P. (1674) – *De l'origine de fontaines (Paris, 1974)*, tradus de A. La Rocque în *On the origin of springs*, Hafner, New York, 1967, 213 pp
63. Podani M., Zăvoianu I. (1992) – *Cauzele și efectele inundațiilor produse în luna iulie 1991 în Moldova*, St.cerc. geol., geofiz., geogr., Seria Geografie, XXXIX
64. Popp, N., Martiniuc, C. (1971) – *Zona de contact între Carpații Orientali și Podișul Sucevei*, Studii și Comunicări, Științele Naturii 2/1, Muzeul Județean, Suceava
65. Popp, N., Iosep, I., Paulencu, D. (1973) – *Județul Suceava*, Edit. Academiei Republicii Socialiste Romania, Bucuresti.
66. Porcutan, Adriana (2014) – *The floods from June – July 2010 on the rivers from Suceava hydrographic basin*, în ”Riscuri și catastrofe”, Editor V. Sorocovschi, Vol. 15, Nr. 2/2014, pp. 135-145
67. Hîrlav, C., Porcutan, Adriana (2015) – *Seasonal flow regime on the rivers from Călimani Mountains*, în volumul conferinței ”Aerul și Apa component ale mediului”, Cluj-Napoca, pp. 540-545
68. Porcutan, Adriana, 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, pp. 524-531
69. Porcutan, Adriana, Sorocovschi, V. (2015) - *Particularities of floods in Suceava river basin*, în SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-36-0 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book3 Vol. 1, 485-492 pp
70. Porcutan, Adriana, Sorocovschi, V., Popa, Lăcrimioara (2015) - *The role of rainfalls in floods generation from Suceava river basin. Case study: the flood from Solonet River, July 2008*, în SGEM2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-36-0 / ISSN 1314-2704, June 18-24, 2015, Book3 Vol. 1, 689-696 pp
71. Porcuțan, Adriana (2015) - *Seasonal flow regime for the rivers inside Suceava hydrographic basin*, în Analele Universității Valahia din Târgoviște, Seria Geografie, Tom 15/2015, Volum 2, pp. 94-100
72. Porcutan, Adriana (2016) – *The particularities of minimum flow on the rivers from Suceava hydrographic basin*, în ”Riscuri și catastrofe”, Editor V. Sorocovschi, Nr. 2/2016, pp. 65-76



73. Porcutan, Adriana (2016) – *Particularities of periods with maximum water flow on the rivers from Suceava hydrographic basin*, în "Riscuri și catastrofe", Editor V. Sorocovschi, Nr. 2/2016, pp. 89-102
74. Porcutan, Adriana, (2017) – Particularities of air temperatures' seasonal trends in Suceava Hydrographic basin, în "Riscuri și catastrofe", Editor V. Sorocovschi, Nr. 2/2017, pp. 51-60
75. Porcutan, Adriana, Sorocovschi, V. (2017) – *Particularities of the seasonal water flow regime trends of the rivers from Suceava hydrographic basin*, în "Riscuri și catastrofe", Editor V. Sorocovschi, Nr. 1/2017, pp. 113-122
76. Porcutan, Adriana (2018) – *Floods perception in Suceava river basin*, în "Riscuri și catastrofe", Editor V. Sorocovschi, Anul XIVII, Vol. 22, Nr. 1/2018, pp. 111-120 (în curs de publicare)
77. Rădoane, N. (2002) – *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Edit. Universității Suceava
78. Răduianu, I-D. (2009) – *Resursele de apă din bazinul hidrografic al râului Suceava și valorificarea lor economică*, Teză de doctorat, Universitatea "Al. I. Cuza", Iași
79. Richter B.D., Baumgartner J.V., Powell J. and Braun D.P. (1996) – *A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems*, Conservation Biology 10(4):1163-1174.
80. Romanescu, Gh. (2009) – *Evaluarea riscurilor hidrologice*, Ed. Terra Nostra, Iași
81. Romanescu, Gh., Nistor, I. (2011) – *The effects of the July 2005 catastrophic inundations in the Siret River's Lower Watershed, Romania*, Nat. Hazards, 57:345–368
82. Rotariu, T., Iluț, P. (2001) – *Ancheta sociologică și sondajul de opinie. Teorie și practică*, Edit. Polirom, București
83. Sandu, I. (2010) – *Informații generale privind potențialul eolian și de radiație solară pe teritoriul României*, în cadrul Conferinței "Schimbări climatice - inițiative locale. Soluții concrete pentru Romania", București
84. Sandu, I. (2013) - *Schimbări climatice în Romania și efectele asupra resurselor de apă în agricultură*, în cadrul Conferinței "Securitatea alimentară și a resurselor de apă: între perspective europene și realități naționale", București
85. Sanislai, N. D. (2015) – *Riscuri induse de excedentul de apă în Câmpia Someșului*, Teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
86. Sorocovschi, V. (2002) – *Hidrologia uscatului*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
87. Sorocovschi, V. (2004) – *Percepția riscurilor induse de inundații. Rezultatul unui sondaj de opinie desfășurat în Dealurile Chujului și Dejului*, în vol. „Riscuri și catastrofe”, Nr. 2, Editor Victor Sorocovschi, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
88. Sorocovschi, V. (2005) – *Câmpia Transilvaniei: studiu hidrogeografic*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
89. Sorocovschi, V., Cocuț, M. (2008) – *Regimul scurgerii apei râurilor din Depresiunea Maramureșului și spațiul montan limitrof*, în "Geographia Napocensis", Anul II, Nr.2, Cluj-Napoca
90. Sorocovschi, V. (2011) – *The classification of hydrological hazards. A point of view.*, în „Riscuri și catastrofe”, An X, Vol. 9, Nr. 2/2011, Editor Victor Sorocovschi, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
91. Sorocovschi, V. (2017) – *Fenomene și procese hidrice de risc. Partea I. Domeniul continental*, Edit. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
92. Topor (1964) – *Anii ploioși și secetoși*, Institutul Meteorologic, București
93. Ujvari, I. (1956) – *Despre tipizarea râurilor din R.P.R. pe baza regimului debitelor zilnice*, în Rev. Transp. Nr. 9
94. Ujvari, I. (1968) – *La zonalité verticale des éléments climatique et hydrologique*, extras din "Mélanges. Hydrologie", pp. 699-707
95. Ujvari, I. (1972) – *Geografia Apelor României*, Edit. Științifică, București
96. *within the Churchill-Nelson River Basin*, în "Journal of Hydrology", 202(1-4):263-279

97. Wagner, S, Kunstmann, H., Bárdossy, A. (2006) – *Model based distributed water balance monitoring of the White Volta catchment in West Africa through coupled meteorological-hydrological simulations*, Adv. Geosci., 9, 39–44, 2006
98. Zaharia, Liliana (1997) – *Resursele de apă ale bazinului hidrografic Putna: utilizare, calitate, protecție*, Edit. Universității din București, București
99. Zamüano, G., Abarca del Rio, R., Cretaux, J.-F., Reid, B. (2009) – *First insights on Lake General Carrera/Buenos Aires/ Chelenko water balance*, Adv. Geosci., 22, 173–179
100. Zăvoianu, I. (1978) – *Morfometria bazinelor hidrografice*, Edit. Academiei, București
101. \*\*\* (1971) – *Râurile României*, Edit. Academiei Republicii Socialiste România, București
102. \*\*\* (1983) - *Geografia României, Vol. I, Geografie fizică*, Edit. Academiei, București.
103. \*\*\* (1987) - *Geografia României, Vol. III, Carpații Românești și Depresiunea Transilvaniei*, Edit. Academiei, București
104. \*\*\* (1992) - *Geografia României. Vol. IV: Regiunile pericarpatice: dealurile și Cîmpia Banatului și Crișanei, Podișul Mehedinți, Subcarpații, Piemontul Getic, Podișul Moldovei*, Edit. Academiei, București
105. \*\*\* (1992) – *Atlasul Cadastrului Apelor din România*, [s.n.], București
106. [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com)
107. [http://www.rowater.ro/EPRI%20Rapoarte/RO10\\_%20PFRA\\_Report\\_%2020130531.pdf](http://www.rowater.ro/EPRI%20Rapoarte/RO10_%20PFRA_Report_%2020130531.pdf)
108. <https://www.ipcc.ch>
109. <https://hydrooffice.org/Downloads/List.aspx?section=Manuals>
110. <http://www.s-cool.co.uk/gcse/geography/rivers/revise-it/hydrology>
111. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
112. <http://www.recensamantromania.ro/>
113. [http://www.dwa.gov.za/Documents/Legislature/nw\\_act/NWA.pdf](http://www.dwa.gov.za/Documents/Legislature/nw_act/NWA.pdf)
114. [taurus.gg.bg.ut.ee/jaagus/MAKESENS\\_Temperatuur.xls](http://taurus.gg.bg.ut.ee/jaagus/MAKESENS_Temperatuur.xls)
115. <http://www.foraqua.ro/produs/Hirologie/POROZITATEA>
116. <https://dexonline.ro/definitie/permeabilitate>
117. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Adrien-Marie\\_Legendre](https://ro.wikipedia.org/wiki/Adrien-Marie_Legendre)