

**UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI" CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE GEOGRAFIE**

TEZĂ DE DOCTORAT

**FENOMENE HIDRICE EXTREME ÎN CÂMPIA ROMÂNĂ
DINTRE OLT ȘI ARGEȘ**

- REZUMAT -

**Coordonator științific:
Prof. univ. dr. Victor SOROCOVSCHI**

**Doctorand:
Florentina-Mariana Dina (Toma)**

**Cluj-Napoca
2011**

CUPRINS	2
1. INTRODUCERE	5
2. ISTORICUL CERCETĂRIILOR	9
3. AȘEZAREA GEOGRAFICĂ, LIMITE ȘI ELEMENTE DE SUBORDONARE TERITORIALĂ	11
4. METODOLOGIA CERCETĂRII	14
5. CARACTERIZAREA SCURGERII RÂURILOR ȘI A PRINCIPALELOR ELEMENTE CLIMATICE DIN CÂMPIA ROMÂNĂ DINTRE OLT ȘI ARGEȘ ..20	
5.1. Surse de date	20
5.1.1 Date utilizate	20
5.1.2 Organizarea rețelei de stații hidrometrice și meteorologice	20
5.2. Caracteristici climatice generale	21
5.2.1. Analiza temperaturii aerului	21
5.2.2. Analiza precipitațiilor	24
5.2.3. Analiza stratului de zăpadă	26
5.3. Caracteristici hidrologice ale râurilor din Câmpia Română dintre Olt și Argeș	29
5.3.1. Variația multianuală a debitelor	29
5.3.2. Tendința de evoluție a debitelor	32
5.3.3. Probabilitatea de producere a debitelor cu diferite asigurări	35
5.4. Corelația între variația multianuală a precipitațiilor și cea a debitelor lichide de pe râurile din Câmpia Română dintre Olt și Argeș	42
6. FENOMENE HIDRICE EXTREME ÎN CÂMPIA ROMÂNĂ DINTRE OLT ȘI ARGEȘ	43
6.1. Viiturile din Câmpia Română dintre Olt și Argeș	43
6.1.1. Variabile implicate în geneza și evoluția viiturilor	44
6.1.1.1 Factori condiționali	44
6.1.1.1.1. Implicațiile elementelor morfometrice bazinale și fluviale în dinamica viiturilor și a inundațiilor	44
6.1.1.1.2. Influența vegetației asupra modului de manifestare a viiturilor	52
6.1.1.1.3. Rolul substratului lito-edafic în evoluția viiturilor	53
6.1.1.1.4. Factorul antropic	59
6.1.1.2. Factori declanșatori	61
6.1.1.2.1. Cantitățile excepționale de precipitații	61
6.1.1.2.2. Creșterea temperaturii aerului asociată cu topirea bruscă a stratului de zăpadă	63
6.1.2. Metodologia cercetării	67
6.1.3. Analiza viiturilor de pe cursurile de apă din Câmpia Română dintre Olt și Argeș	69
6.1.3.1. Rețeaua hidrografică și hidrometrică aferentă regiunii analizate	69
6.1.3.2. Viiturile de pe cursurile de apă din regiunea analizată	73
6.1.3.3. Analiza cantitativă a viiturilor	75
6.1.3.3.1. Timpul total al viiturilor	76
6.1.3.3.2. Timpul de creștere al viiturilor	78
6.1.3.3.3. Timpul de descreștere al viiturii	80
6.1.3.3.4. Stratul scurs al viiturii	82

6.1.3.3.5. Debitul maxim al viiturii	84
6.1.3.3.6. Volumul total al viiturii	85
6.1.3.3.7. Coeficientul de formă al viiturii	89
6.1.3.4. Frecvența viiturilor.....	90
6.1.3.5. Probabilitatea de producere a viiturilor	96
6.1.4. Efecte negative asociate viiturilor și riscul indus	99
6.1.4.1. Terminologia utilizată în studiul riscului și metodologia de analiză.....	99
6.1.4.2. Caracterizarea așezărilor și a populației expuse	106
6.1.4.3. Tipuri de efecte și pagube generate de viituri	109
6.1.5. Studii de caz	111
6.1.5.1. Viitura de iarnă din 1995	111
6.1.5.2. Viitura de vară din 2005	121
6.1.6. Măsuri de prevenire și diminuare a efectelor induse de viituri și inundații	140
6.1.6.1. Măsuri structurale	140
6.1.6.1.1. Lucrări de regularizare și îndiguire a albiilor	140
6.1.6.1.2. Acumulări permanente și nepermanente.....	141
6.1.6.1.3. Lucrări hidrotehnice și propuneri de lucrări de apărare	141
6.1.6.2. Măsuri nonstructurale	141
6.1.6.2.1. Cadrul legislativ în România și Uniunea Europeană	142
6.1.6.2.2. Măsuri organizatorice.....	143
6.1.6.2.3. Sistemul de asigurare și ajutorare a populației.....	144
6.1.6.2.4. Managementul bazinelor hidrografice și gestiunea ariilor inundabile	145
6.1.7. Percepția populației privind efectele inundațiilor	147
6.2. Secetele din Câmpia Română dintre Olt și Argeș	152
6.2.1. Considerații generale	152
6.2.2. Definierea conceptului de secetă	154
6.2.2.1. Factorii generatori ai secetelor	154
6.2.2.2. Clasificarea secetelor	155
6.2.2.2.1. Criteriul fazelor de evoluție.....	153
6.2.2.2.2. Criteriul perioadei din an în care se produc	160
6.2.3. Seceta meteorologică	161
6.2.3.1. Considerații generale	161
6.2.3.2. Surse de date și metodologia utilizată	163
6.2.3.2.1. Sursele de date.....	163
6.2.3.2.2. Metodele utilizate.....	163
6.2.3.3. Factorii generatori ai secetelor meteorologice	167
6.2.3.3.1. Factorii radiativi.....	167
6.2.3.3.2. Factorii dinamici.....	168
6.2.3.3.3. Factorii geografici	173
6.2.3.3.4. Factorii antropici	176
6.2.3.4. Analiza cantitativă a secetelor meteorologice	177
6.2.3.4.1. Perioadelor deficitare pluviometric identificate cu ajutorul abaterii procentuale	177
6.2.3.4.2. Perioadelor deficitare pluviometric identificate cu ajutorul metodei anomaliei standardizate și ponderate de precipitații (ASPP).....	181
6.2.3.4.3. Analiza variației cantităților de precipitații cu ajutorul curbei cumulate a anomaliei standardizate și ponderate de precipitații	189

6.2.4. Seceta hidrologică	
191	
6.2.4.1. <i>Considerații generale</i>	191
6.2.4.2. <i>Date și metode utilizate</i>	191
6.2.4.2.1. <i>Datele utilizate</i>	191
6.2.4.2.2. <i>Metodologia utilizată</i>	192
6.2.4.3. <i>Analiza cantitativă a secetei hidrologice</i>	194
6.2.4.3.1. <i>Frecvența secetelor hidrologice</i>	196
6.2.4.3.2. <i>Durata secetelor hidrologice</i>	200
6.2.4.3.3. <i>Severitatea secetelor</i>	203
6.2.4.3.4. <i>Tendința secetelor</i>	205
6.2.5. Studiu de caz: seceta din 2000	208
6.2.5.1. <i>Date și metode</i>	208
6.2.5.1.1. <i>Datele utilizate</i>	208
6.2.5.1.2. <i>Metodele</i>	209
6.2.5.2. <i>Cauzele dinamice ale secetei din iulie-august 2000</i>	209
6.2.5.3. <i>Anul secetos 2000</i>	210
6.2.6. Efecte negative asociate secetelor	214
6.2.6.1. <i>Efectele secetelor asupra calității apei din râuri și lacuri și asupra ecosistemelor acvatice</i>	214
6.2.6.2. <i>Efecte asupra agriculturii</i>	215
6.2.6.3. <i>Efectele secetelor asupra industriei</i>	217
6.2.7 Măsurile de prevenire și diminuare a efectelor induse de secete	218
6.2.7.1. <i>Metode sinoptice și statistice de prognoză</i>	218
6.2.7.2. <i>Monitorizarea secetelor-Sisteme de avertizare (Early Warning System)</i>	219
6.2.8. Metodologia evaluării impactului secetelor și a elaborării măsurilor de atenuare și combatere a efectelor negative ale secetelor	231
6.2.8.1. <i>Întocmirea listei de control a efectelor secetelor</i>	231
6.2.8.2. <i>Ierarhizarea formelor de impact ale secetelor</i>	233
6.2.8.3. <i>Evaluarea vulnerabilității teritoriului la secetă</i>	233
6.2.8.4. <i>Identificarea măsurilor de atenuare și combatere a efectelor negative ale secetelor</i>	234
6.2.8.5. <i>Stabilirea măsurilor ce trebuie luate pentru atenuarea și combaterea efectelor secetei</i>	234
CONCLUZII	235
BIBLIOGRAFIE	240
ANEXE	251

Cuvinte cheie: risc hidric, viitura, seceta, pagube, efecte, prevenire

INTRODUCERE

Scopul principal al acestei teze este de a identifica și de a analiza două fenomene hidrice extreme specifice Câmpiei Române între râurile Olt și Argeș, viiturile și seceta.

În vederea realizării obiectivului fundamental și al scopului acestei lucrări, în afara studierii și valorificării multor lucrări de specialitate, am întreprins cercetări asupra celor două fenomene de risc – viiturile și seceta – în numeroase zone ale Câmpiei Române dintre Olt și Argeș, am utilizat datele statistice din cadrul unor instituții de profil, am purtat discuții cu locuitori din aceste zone, am realizat diverse studii de caz utilizând metode de analiză consacrate de diverse cercetări din țară și/sau din străinătate.

Lucrarea este structurată în șase capitole, iar la final concluziile, bibliografia și anexe.

După un scurt istoric al cercetărilor referitoare la evoluția Câmpiei Române – geneză, dezvoltare, aspecte climatice, tipuri de relief -, în general, și, cu precădere, la regiunea analizată, dar, mai ales, la caracteristicile hidrologice ale râurilor din Câmpia Română, observând că în aceste lucrări nu au fost prezentate aspecte privind viiturile, cu atât mai puțin secetele, am considerat necesar să prezint, pe scurt, așezarea geografică a zonei analizate, precum și metodologia utilizată în timpul cercetării. Principalele elemente climatice, precum și caracterizarea scurgerii râurilor din Câmpia Română dintre Olt și Argeș constituie subiectul unui capitol aparte, deoarece am considerat că prezentarea și cunoașterea caracteristicilor hidrologice precum și a celor climatice sunt absolut necesare pentru înțelegerea și aprofundarea manifestării, pe de o parte, a viiturilor, iar, pe de altă parte, a secetelor, ca fenomene extreme de risc.

Partea cea mai consistentă a lucrării este alocată celor două fenomene hidrice extreme care constituie capitolul 6.

În subcapitolul referitor la **viituri** m-am ocupat, în primul rând, de factorii care condiționează producerea viiturilor și a inundațiilor, ca și de factorii declanșatori. Prelucrând datele furnizate de cele cinci stații meteorologice, s-au determinat factorii declanșatori ai viiturilor din regiunea analizată, iar, prin analiza datelor de la cele 12 stații hidrometrice s-au identificat și analizat parametrii calitativi și cantitativi ai acestora, precum și efectele negative și riscul indus, împreună cu pagubele economice, sociale și ecologice ale acestora.

Fenomenul de secetă afectează în prezent areale foarte mari peste tot în lume. În 1992, E. Bryant, în urma unei ierarhizări multicriteriale, considera că seceta este fenomenul de risc cel mai important care afectează planeta. Multe studii științifice și proiecte de cercetare au sau au avut ca principal scop studierea fenomenului în diferite regiuni ale globului (Assessment of the Regional Impact of Droughts in Europe, 2001, Sectoral Impacts of Drought and Climate Change, 2008, Evaluation of Arizona Drought Watch: The State's Drought Impacts Reporting System, 2009, State Drought Planning in the Western U.S.: A Multi-RISA-Agency-NIDIS Collaboration, 2010).

Reprezentând fenomene climatice de risc cu cel mai mare impact negativ asupra societății omenești (Bryant, 1991, citat de Moldovan, 2003), **secetele** afectează în prezent areale din ce în ce mai mari în lume, în România zonele cele mai vulnerabile fiind regiunile sudice și estice.

Având la bază o multitudine de factori, secetele – atmosferice, pedologice, freatice, hidrologice, mixte – au un impact extrem de negativ sub raport *ecologic* (degradarea terenurilor agricole și reducerea potențialului biologic al solului cu grave consecințe pentru condițiile de

viață și de muncă ale oamenilor), *economic* (afectarea producției agricole și insecuritatea alimentară a populației, reducerea efectivelor de animale, scăderea producției de energie electrică, dificultăți în alimentarea cu apă), *social* (sărăcie, boli, deteriorarea relațiilor interumane).

Ultimul subcapitol al prezentei lucrări, având ca obiect de cercetare acest al doilea fenomen hidric extrem, este structurat în opt subcapitole, primele trei trecând în revistă aspecte teoretice privind definirea conceptului, clasificarea secetelor, evidențierea factorilor generatori, descrierea principalelor tipuri de secetă (meteorologică și hidrologică).

În concluzie, în prezenta lucrare m-am ocupat de două fenomene hidrice extreme datorită faptului că *viiturile* constituie o experiență inedită pentru cei mai mulți oameni, și nu dintre cele plăcute, ci una traumatizantă și cu urmări uneori terifiante fiind, permanent, o amenințare nu numai pentru gospodărie și locuință, ci chiar și pentru viața omului, mai ales că, în majoritate, așezările umane se află în vecinătatea cursurilor de apă. În aceeași ordine de idei, *secetele*, deși sunt percepute ca fiind mai puțin periculoase decât inundațiile, au consecințe suficient de grave pentru a fi tratate cu o atenție deosebită, atât de cetățeni, dar mai ales de autorități.

AȘEZAREA GEOGRAFICĂ, LIMITE ȘI ELEMENTE DE SUBORDONARE TERITORIALĂ

Regiunea aflată în studiu, și anume Câmpia Română între Olt și Argeș, se suprapune peste Câmpia Teleormanului. Aceasta are o suprafață de 12.490 km², ceea ce reprezintă 26,99 % din regiunile de câmpie ale țării. Pentru denumirea acestei subregiuni s-au folosit mai mulți termeni, ca de exemplu: Câmpia Română Centrală, Câmpia Munteniei de Vest, Câmpia Argeșului (Mihăilescu, 1966) ș.a. . Recent a fost numită Câmpia Teleormanului după valea și râul ce o drenează axial (Posea și Badea, 1984, citați de Geografia României, vol. V, anul 2005).

În sectorul supus analizei se încadrează trei bazine hidrografice: Vedea, Călmățui, Neajlov, care totalizează un număr de aproximativ 90 râuri

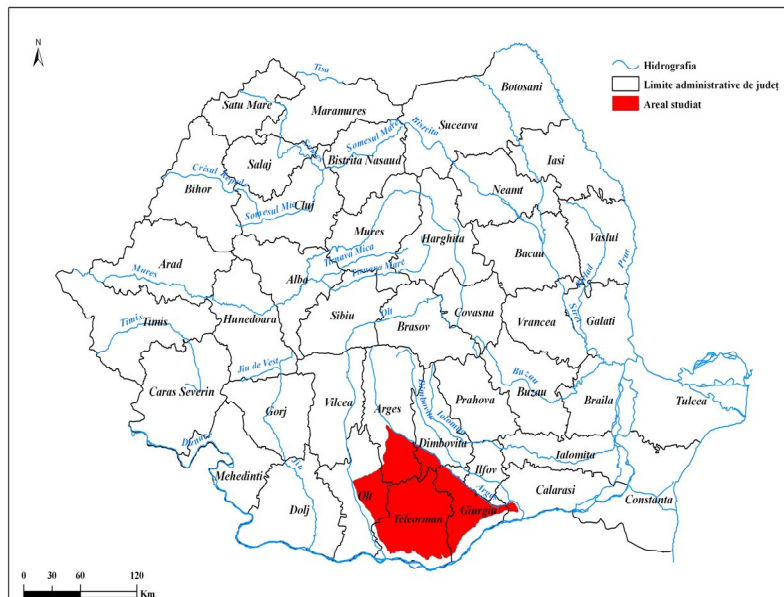


Figura. 1. Așezarea geografică a regiunii studiate în cadrul țării

METODOLOGIA CERCETĂRII

Pentru determinarea tendinței în seriile de timp s-a utilizat testul Mann-Kendall combinat cu panta Sen acestea fiind calculate cu programul de calcul automat MAKESENS, deoarece metodele respective oferă mai multe avantaje, în sensul că sunt permise valori lipsă, iar datele nu trebuie să fie conforme niciunei distribuții particulare și metoda Sen nu este afectată în mod deosebit de erori singulare în știrile de date.

Programul HYFRAN a fost utilizat pentru determinarea probabilităților, acestea oferind numeroase teste și având mai multe legi de probabilitate. Pentru fiecare râu a fost aleasă legea de probabilitate care a fitat cel mai bine pe seriile de date

Cu ajutorul metodei anomaliei standardizate și ponderate de precipitații (ASPP) am analizat situațiile cu risc pluviometric prin deficit sau cu risc excedentar pluviometric, constatând faptul că valorile ASPP au variat mult de la un an la altul, de la o stație meteorologică la alta dintre cele cinci (fig.2), de la care am obținut datele necesare cercetării.

Pentru realizarea hidrografului viiturii și determinarea elementelor caracteristice ale undelor de viitură singulare, propriu-zise sau obținute prin separarea lor din cadrul viiturilor complexe, am folosit programul CAVIS, acea aplicație Windows cu două module, unul de gestiune a datelor de intrare, celălalt de două module, unul de gestiune, celălalt de calcul al elementelor caracteristice ale undelor de viitură singulare.

Metoda pragului cantitativ, utilizată în cadrul proiectului European ARIDE mi-a fost de un real folos în caracterizarea simultană a secetei hidrologice sub aspectul duratei, al severității și al perioadei de apariție.

CARACTERIZAREA SCURGERII RÂURILOR ȘI A PRINCIPALELOR ELEMENTE CLIMATICE DIN CÂMPIA ROMÂNĂ DINTRE OLT ȘI ARGEȘ

Date utilizate

Pentru a putea analiza fenomenele hidrice extreme din Câmpia Română dintre Olt și Argeș, au fost utilizate datele obținute de la 12 stații hidrometrice și cinci meteorologice existente în regiunea analizată. Datele analizate acoperă o perioadă de 43 de ani (1965-2007). Datele climatice au fost furnizate de European Climate Assessment (Klein Tank AMG et al., 2002) și de Administrația Națională de Meteorologie.

Au fost analizate debite medii lunare, anuale și multianuale, debite zilnice și debitele înregistrate în perioada viiturilor, precum și temperaturi medii anuale, lunare, anotimpuale, precipitații medii și maxime în 24 h, stratul de zăpadă etc. .

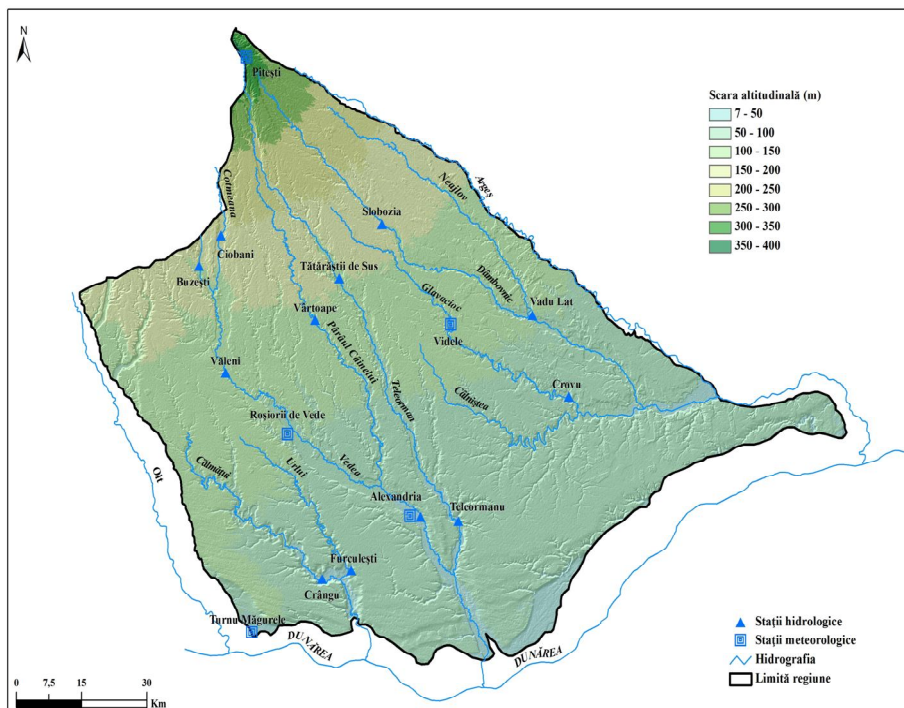


Figura.2 Rețeaua de măsurători hidro-meteorologice din Câmpia Română dintre Olt și Argeș

Caracteristici climatice generale

Analiza temperaturii

Temperaturile medii au o variație simplă, cu minima ce se înregistrează în luna ianuarie, cu valori între -1.1°C și -2.2°C , și maxima în luna iulie, cu valori de $20.8...23.3^{\circ}\text{C}$ (figura 3). Media anuală crește și ea de la nord la sud, respectiv de la 10.2°C , la Pitești, până la 11.4°C , la Turnu-Măgurele.

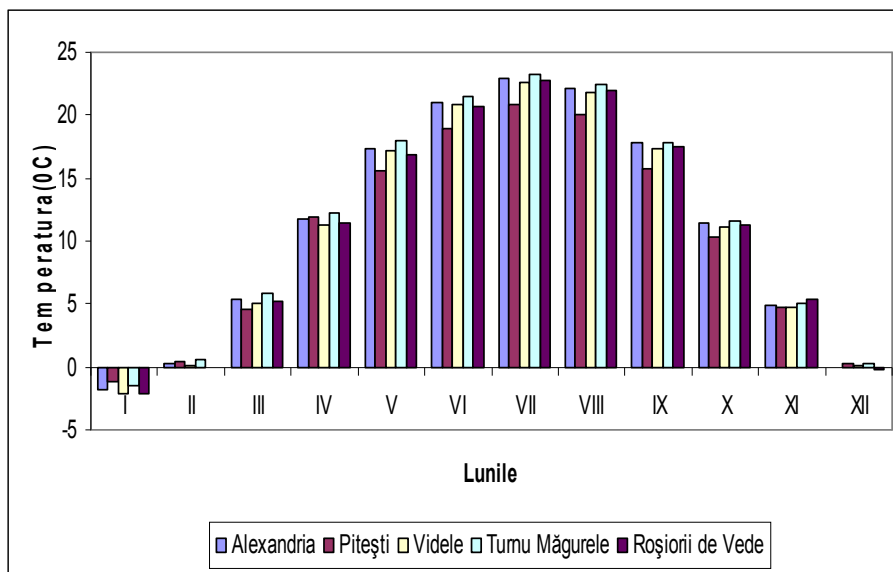


Figura.3. Temperatura medie lunară a aerului (1965-2005), ($^{\circ}\text{C}$)

În ceea ce privește tendința de evoluție a temperaturii aerului, se constată o încălzire generalizată la nivelul întregii regiuni pentru cea mai mare parte a seriilor de timp analizate. Astfel, pentru 11 dintre seriile de timp, există tendința de creștere la toate stațiile analizate, iar pentru valorile anuale, pentru cele caracteristice anotimpului de vară și pentru toate lunile de vară, analizate separat, tendințele pozitive au și semnificație statistică (tabelul 1). Pentru lunile septembrie, decembrie, precum și pentru anotimpul de iarnă, la cele mai multe dintre stațiile meteorologice analizate, pantele au fost negative. Alături de acestea, în aprilie și noiembrie, la unele stații s-au înregistrat tendințe staționare.

Tabel 1. Tendința temperaturii medii a aerului (°C/deceniu)

Stația Seria	Pitești		Videle		Roșiorii de Vede		Alexandria		Turnu- Măgurele	
	Q ¹	SS ²	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS
I	0,696	*	0,265		0,213		0,322		0,212	
II	0,354		0,315		0,289		0,366		0,298	
III	0,344		0,304		0,258		0,300		0,203	
IV	-0,067		0,000		0,000		0,069		-0,056	
V	0,266		0,257		0,303		0,290		0,140	
VI	0,667	***	0,636	**	0,614	**	0,750	***	0,442	*
VII	0,552	**	0,500	**	0,500	**	0,538	***	0,452	**
VIII	0,553	**	0,500	**	0,500	*	0,545	**	0,467	*
IX	0,000		-0,133		-0,131		-0,080		-0,200	
X	0,237	+	0,196		0,200		0,188		0,226	
XI	0,000		0,000		0,050		0,000		-0,065	
XII	0,200		-0,086		-0,127		-0,155		-0,167	
Anual	0,242	*	0,195	*	0,159	+	0,187	+	0,151	+
I	0,333		0,133		-0,037		-0,033		-0,031	
P	0,159		0,176		0,146		0,202		0,093	
V	0,532	***	0,504	***	0,497	***	0,539	***	0,444	**
T	0,061		0,000		0,012		0,000		0,025	

¹ – Panta medie

² – Semnificația statistică: $\alpha = 0.1$; * - $\alpha = 0.05$; ** - $\alpha = 0.01$; *** - $\alpha = 0.001$.

Analiza precipitațiilor

Cantitățile de precipitații medii multianuale lunare de precipitații se supun regimului temperat continental, cu maximele înregistrate în lunile de vară și minimele caracteristice perioadei reci din an.

Pentru sumele cantităților de precipitații pe intervalele considerate, se constată că în regiunea analizată există o tendință generală de scădere a acestora. Astfel, pentru 52 din seriile de timp considerate, reprezentând 61,18 % din totalul celor 85, tendințele sunt descrescătoare (tabelul 2). Dintre acestea însă, numai 8, respectiv mai puțin de 10%, sunt statistic semnificative cu diferite nivele de încredere variind de la 90% până la 99%.

Îngrijorător devine și faptul că, la toate stațiile analizate, cantitățile anuale de precipitații sunt în scădere, uneori cu valori foarte mari (30 mm/deceniu sau chiar peste).

Creșterea cantităților de precipitații în lunile de toamnă este foarte mică în comparație cu scăderea din anotimpul de vară, mai ales în sudul regiunii, ea nereușind să compenseze deficitul acumulat.

Tabel 2. Tendința sumelor lunare, anuale și anotimpuale de precipitații (mm/deceniu)

Stația	Pitești		Videle		Roșiorii de Vede		Alexandria		Turnu-Măgurele		
	Seria	Q ¹	SS ²	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS
I		1,029		0,145		-1,854		-1,777		-2,396	
II		-1,207		-2,297		-5,649	*	-4,586	+	-4,125	*
III		1,471		2,459		1,025		0,540		-0,387	
IV		1,365		1,812		-0,336		0,364		0,739	
V		-2,117		0,689		-3,520		1,386		-2,819	
VI		-10,031		-2,141		-5,319		-3,209		-7,523	+
VII		3,370		-0,528		-1,069		-5,101		-0,498	
VIII		-3,325		-7,933		-1,818		-13,976	**	-5,426	
IX		5,458		4,855		3,639		6,214	+	6,739	
X		5,697		3,240		3,074		1,986		2,927	
XI		-1,125		-2,012		-4,637		-2,766		-4,390	
XII		1,146		2,244		-0,400		-0,602		-1,519	
Anual		-11,682		-8,943		-22,511		-30,459		-30,000	
I		2,889		-3,164		-9,002		-11,600	+	-12,216	+
P		0,825		3,277		-2,895		1,931		-3,690	
V		-9,010		-10,906		-6,750		-24,458	+	-14,865	
T		8,063		9,456		4,892		7,638		8,139	

¹ – Panta medie

² – Semnificația statistică: $\alpha = 0.1$; * - $\alpha = 0.05$; ** - $\alpha = 0.01$; *** - $\alpha = 0.001$.

Analiza stratului de zăpadă

Grosimea stratului de zăpadă este unul dintre cei mai importanți parametri pentru analiza viiturilor de sfârșit de iarnă și început de primăvară, alături de cantitatea totală de precipitații căzută într-o anumită regiune.

Pentru Câmpia Română, sectorul dintre Olt și Argeș, s-au analizat datele grosimii medii ale stratului de zăpadă din intervalul noiembrie-martie.

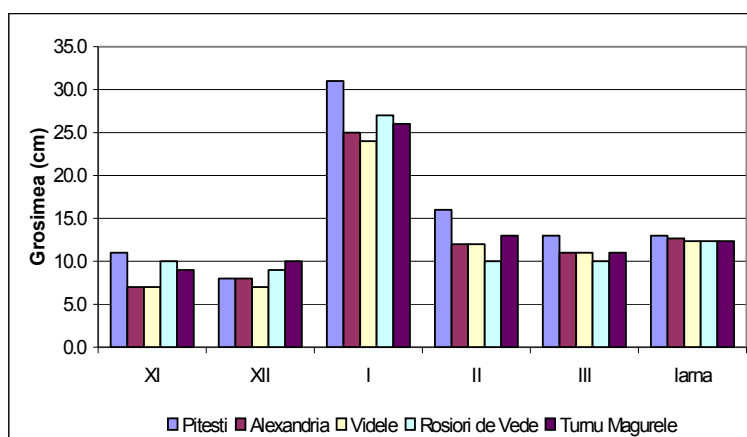


Figura 4. Grosimea medie a stratului de zăpadă(cm)

Caracteristici hidrologice ale râurilor din Câmpia Română dintre Olt și Argeș

Caracteristici generale ale zonei

Privit în ansamblu, sectorul Olt-Argeș al Câmpiei Române prezintă în cea mai mare parte a sa un relief de câmpie plană, cu excepția părții de nord unde prezintă un aspect de câmpie colinară (Câmpia piemontană a Piteștiului).

Rețeaua hidrografică are o densitate medie de 0.36 km/km^2 , variind între 0.67 km/km^2 , în zona superioară a regiunii analizate, 0.57 km/km^2 în zona mijlocie și până la 0.03 km/km^2 în zona inferioară.

Forma de bazine hidrografice, este dezvoltată, de la NV la SE, de-a lungul majorității râurilor, având o influență determinantă asupra caracteristicilor scurgerii.

Există peste 130 de acumulări cu caracter permanent sau nepermanent în bazinul hidrografic Vedea, majoritatea fiind pe râurile afluate, având utilizare economică.

Intervențiile antropice în peisaj (iazuri și lacuri cu diverse scopuri - de interes agro-piscicol, de atenuare a unor viituri, alimentare cu apă, sisteme de irigații) generează unele modificări în condițiile locale hidrologice și topoclimatice actuale, care aduc modificări regimului natural de scurgere.

Variația multianuală a debitelor

Apa râurilor provine din apele de suprafață și din apele de adâncime, fiecare dintre cele două surse depinzând de factorii fizico-geografici, îndeosebi cei climatici și litologici din regiunea supusă studiului. Sursele de suprafață sunt reprezentate de apele din precipitații și cele rezultate din topirea zăpezii. În regiunea analizată, precipitațiile cad în cantități mari primăvara și vara, însă cea mai mare parte din acestea se infiltrează.

Un rol important în variația nivelului apei îl are evaporația, aceasta determinând reducerea debitelor, și poate fi la suprafața apei, a solului, a zăpezii, a vegetației.

Tabel 3. Scurgerea medie anotimpuală 1965-2007

Nr. crt	Râul	Stația hidrometrică	Q_0 (m^3/s)	Q_{med} (m^3/s) Iarna	Q_{med} (m^3/s) Primăvara	Q_{med} (m^3/s) Vara	Q_{med} (m^3/s) Toamna
1	Vedea	Buzești	0,84	1,22	1,72	0,87	0,49
2		Văleni	4,16	5,58	5,96	3,48	2,38
3		Alexandria	7,65	10,26	10,94	5,96	4,92
4	Teleorman	Teleorman	2,78	3,38	4,42	2,28	2,48
5		Tătăraștii de Sus	3,06	3,32	3,32	2,93	0,87
6	Cotmeana	Ciobani	1,37	1,96	2,09	1,16	0,83
7	Pârâul Câinelui	Vârtoapele	2,84	2,39	2,75	0,12	0,15
8	Urluiu	Furculești	0,56	0,71	0,60	0,41	0,55
9	Călmățui	Crângu	1,46	1,67	1,71	1,15	1,29
10	Glavacioc	Crovu	0,83	1,08	1,10	0,62	0,77
11	Neajlov	Vadu Lat	4,29	4,73	5,19	3,92	3,76

Analiza comparativă a variației debitelor medii anotimpuale, realizată la cele două stații - Alexandria și Furculești -, indică cele mai mari valori de $10,94 \text{ m}^3/\text{s}$ la stația hidrometrică Alexandria în anotimpul primăvara, iar la stația Furculești valorile cele mai mari sunt înregistrate iarna $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$ (figura.5). Cele mai mici valori ale debitului mediu anotimpual sunt de $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$, vara la stația Furculești, iar la Alexandria se înregistrează toamna $4,92 \text{ m}^3/\text{s}$.

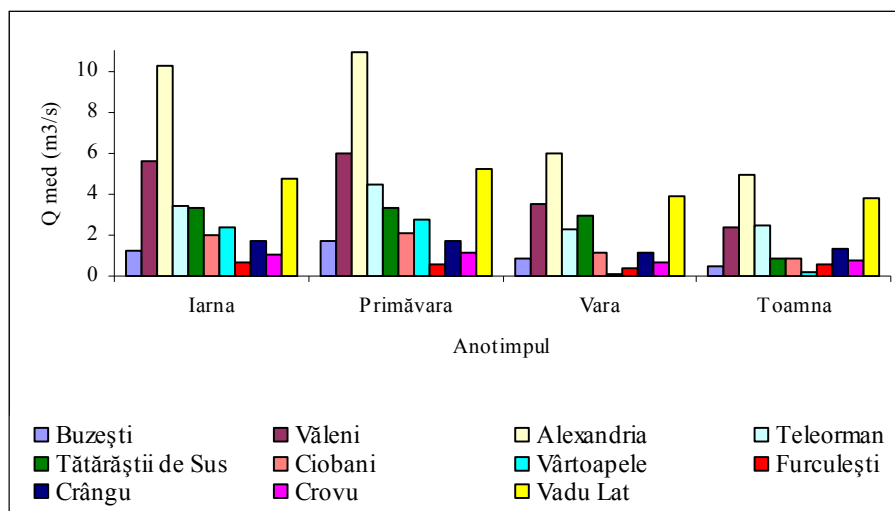


Figura.5. Debite medii anotimpuale

Probabilitatea de producere a debitelor cu diferite asigurări

Pentru determinarea probabilității de producere a debitelor medii și sezoniere am folosit aplicația HYFRAN, iar legea de aproximație pentru calculul probabilității a fost diferită pentru râurile din regiune.

Valorile maxime ale debitelor lunare nu respectă o regulă temporală sau spațială: debitele maxime lunare se înregistrează din februarie până în iulie, în timp ce valorile minime se înregistrează din iunie până în noiembrie.

Tendențele au fost analizate atât pentru debitele medii, cât și pentru cele maxime.

Se observă tendința generală de scădere a debitelor în întreaga regiune, atât pentru valorile medii, cât și pentru cele maxime.

Pentru toate râurile analizate, din noiembrie până în mai, dar și în august, toate seriile au tendințe descrescătoare. Pentru scăderea din timpul iernii, cauzele principale pot fi aceleași ca și în situația debitelor medii.

Pentru debitele maxime din timpul verii, numai două serii au pante pozitive. În această situație putem considera că la descreșterea cantităților de precipitații se adaugă creșterea evaporăției generată de temperaturile în creștere și ele. Panta extrem de mare din luna iulie pe râul Teleorman se datorează viiturii catastrofale din vara lui 2005, cu un debit maxim istoric înregistrat de $75,2 \text{ m}^3/\text{s}$, generat de cantitățile excepționale de precipitații, 226 mm , respectiv aproximativ de 3 ori mai mult decât suma medie lunară multianuală.

În ceea ce privește pantele, pentru cele mai importante râuri din regiune (Vedea și Teleorman), debitul mediu a scăzut cu rate cuprinse între 0 și 22 % pentru întreaga perioadă (între 0 și 9 %/deceniu). Aceste rate sunt mult mai ridicate decât cele estimate de modele (0-23 % până în anul 2020) (IPCC; 2007).

Tabel 4. Panta Sen a tendinței debitelor lichide maxime în Câmpia Română dintre Olt și Argeș în perioada 1965-2007 (m³/s*decadă)

Seria	Vedea 1 (Văleni)		Vedea 2 (Alexandria)		Teleorman 1 (Tătăraștii de Sus)		Teleorman 2 (Teleormanu)		Urlui (Furculești)		PârâulCâinelui (Vârtoapele)		Cotmeana (Ciobani)		Dâmbovnic (Slobozia)	
	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS	Q	SS
Debite medii																
I	-0.150		-0.543	*	-0.084		-0.357	**	-0.038		-0.013		-0.025		0.061	
F	-1.327	*	-2.922	**	-0.308	*	-1.141	**	-0.090	**	-0.110	*	-0.240	*	-0.186	
M	-0.450		-1.550	*	-0.176	*	-0.747	*	-0.056		-0.072	+	-0.111		-0.183	
A	-0.115		-0.500		-0.032		-0.098		-0.002		0.016		-0.081		0.123	
M	-0.404	*	-0.652	*	-0.013		-0.131		-0.006		-0.003		-0.191	*	0.057	
I	-0.526		-0.841	*	-0.052		-0.270		-0.023		-0.011		-0.145		0.142	
I	-0.308	*	-0.742	*	-0.021		-0.178		-0.012		-0.014		-0.057		0.112	
A	-0.041		0.029		0.000		-0.076		0.014		-0.011	+	0.007		0.193	
S	-0.094		-0.205		0.003		-0.095		-0.044		-0.012	*	-0.002		0.162	
O	0.043		0.003		0.020		-0.043		-0.026		-0.011	+	0.006		0.194	
N	-0.025		-0.335	*	-0.037		-0.191	**	-0.037		-0.019	*	-0.011		0.150	
D	-0.246		-0.407	+	-0.094	*	-0.200	**	-0.020		-0.023	+	-0.010		0.030	
Anual	-0.877	*	-1.270	**	-0.158	*	-0.429	**	-0.039		-0.059	*	-0.239	**	-0.020	
Debite maxime																
I	-0.286		-1.057	*	-0.256	*	-1.038	**	-0.150	***	-0.035		-0.191	+	-0.179	
F	-5.324	*	-1.200	**	-0.861	+	-4.333	**	-0.258	***	-0.530	**	-0.933	*	-1.211	*
M	-0.931		-2.775	+	-0.427		-1.600	+	-0.202	**	-0.147		-0.366		-0.585	+
A	-0.286		-0.800		-0.193		-0.263		-0.161	**	-0.056		-0.322		-0.277	
M	-1.466	*	-2.374	*	-0.500	+	-0.394		-0.190	**	-0.054	**	-1.855	**	-0.172	
I	-1.380		-0.615		-3.000	*	-1.229	**	-0.219	**	-0.054	*	3.545		-0.270	
I	-2.093	*	-3.571	*	8.040	***	-0.709	**	-0.125		-0.085	**	-0.722	**	-0.767	**
A	-0.107		-0.193		-0.096		-0.277	+	-0.140	+	-0.040	*	-0.053		-0.016	
S	-0.167		-0.342		-0.007		-0.329	***	-0.157	*	-0.023	*	-0.063		0.150	
O	0.072		-0.042		0.000		-0.118		-0.164	*	-0.022	*	-0.005		0.150	
N	-0.227		-0.562	+	-0.128	*	-0.330	**	-0.176	**	-0.022		-0.092	*	-0.139	
D	-0.527		-0.500		-0.180	+	-0.309		-0.142	**	-0.040	*	-0.042		-0.272	+
Anual	-6.670	+	-6.898	*	-1.126		-2.308	*	-0.193	***	-0.362	*	-2.529	*	-0.670	

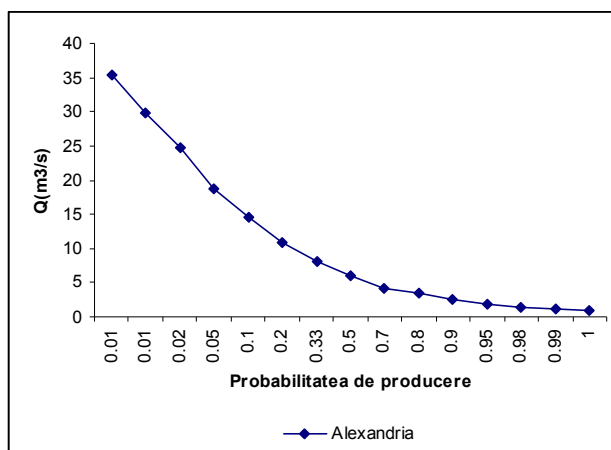


Figura.6. Probabilitatea de producere a debitului mediu la Alexandria

La Alexandria, probabilitatea de producere a debitului mediu multianual cu valoare de $7.65 \text{ m}^3/\text{s}$, este mai mare de 50% din cazuri, iar debitul de $10,8 \text{ m}^3/\text{s}$ are probabilitatea de producere de 20% (figura 6). Probabilitatea de producere a debit mediu de $28,8 \text{ m}^3/\text{s}$ este de de 1% , iar in 0,1 % din cazuri se produce un debit de $50,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Probabilitatea de producere a debitelor înregistrate în perioada apelor mari este diferită în funcție de poziția stației și a râului (tabelul 5).

Tabel 5. Probabilitatea de producere a debitului mediu în sezonul cu ape mari

T	q	Pârâul Căinelui	Ve-dea	Tătăraștii de Sus Telerorman	Teleorman Teleorman	Călmățui	Crovu Glavacioc	Vadu Lat Neajlov
10000	0.0001	26.9	267	21.8	72.7	8.23	19.4	39.3
2000	0.0005	15.7	154	13.2	44.7	6.67	10.9	26.1
1000	0.001	12.2	119	10.6	36.1	6.05	8.39	21.8
200	0.005	6.44	62.0	6.14	21.4	4.74	4.52	14.2
100	0.01	4.72	45.3	4.80	16.9	4.22	3.42	11.7
50	0.02	3.37	32.3	3.71	13.3	3.72	2.56	9.61
20	0.05	2.03	19.7	2.59	9.4	3.1	1.71	7.33
10	0.1	1.30	12.9	1.92	7.09	2.65	1.23	5.91
5	0.2	0.75	7.94	1.38	5.19	2.21	0.85	4.68
3	0.3	0.46	5.30	1.05	4.01	1.88	0.63	3.90
2	0.5	0.27	3.70	0.79	3.11	1.61	0.47	3.27
1.428	0.7	0.14	2.64	0.59	2.38	1.35	0.34	2.75
1.25	0.8	0.09	2.27	0.51	2.07	1.22	0.29	2.52
1.111	0.9	0.05	1.96	0.42	1.73	1.08	0.24	2.28
1.052	0.95	0.03	1.80	0.36	1.53	0.98	0.21	2.14
1.020	0.98	0.02	1.70	0.31	1.35	0.89	0.18	2.01
1.010	0.99	0.01	1.65	0.29	1.26	0.84	0.17	1.95
1.005	0.995	0.01	1.62	0.27	1.19	0.80	0.16	1.90
1.001	0.999	0.00	1.59	0.24	1.07	0.74	0.14	1.83
1.000	0.9995	0.00	1.58	0.23	1.04	0.72	0.13	1.81
1.000	0.9999	0.00	1.56	0.21	0.972	0.68	0.13	1.77

Corelația între variația multianuală a precipitațiilor și cea a debitelor lichide de pe râurile din Câmpia Română dintre Olt și Argeș

Corelația între precipitații și debite s-a făcut luând în considerare numai valorile anuale. Coeficientul de corelație s-a calculat între debitul lichid mediu anual înregistrat la fiecare stație hidrometrică și cantitatea de precipitații căzută la cea mai apropiată stație meteorologică (tabelul 6).

Analiza indică rezultate diferite pentru râurile din regiunea analizată. Astfel, pentru râul principal din areal – Vedea - valorile coeficientului r sunt mai mari decât 0.5 pentru ambele cupluri de date precipitații-debite. Pentru al doilea râu ca debit – Teleorman - corelația liniară a fost găsită numai pentru unul dintre cuplurile precipitații-debite. Debitele afluenților mici din regiune nu se corelează direct cu cantitățile de precipitații căzute la stațiile meteorologice cele mai apropiate.

Tabel 6. Coeficientul de corelație Bravais-Pearson

Râul	Stația hidrometrică	Stația meteorologică	Coeficientul Bravais-Pearson
Vedea	Alexandria	Alexandria	0.59
	Văleni	Roșiorii de Vede	0.67
Teleorman	Tătăraștii de Sus	Pitești	0.53
	Teleormanu	Alexandria	0.17
Cotmeana	Ciobani	Pitești	0.54
Dâmbovnic	Slobozia	Pitești	0.36
Urlui	Furculești	Turnu- Măgurele	0.40
Pârâul Câinelui	Vârtoapele	Roșiorii de Vede	0.34

FENOMENE HIDRICE EXTREME ÎN CÂMPIA ROMÂNĂ DINTRE OLT ȘI ARGEȘ

Analiza viiturilor de pe cursurile de apă din Câmpia Română dintre Olt și Argeș

Analiza viiturilor impune cunoașterea elementelor unde de viitura, a parametrilor acesteia și interpretarea fiecărui parametru.

Principalele elemente ale unei unde de viitură sunt: debitul maxim al viiturii, timpul de creștere, timpul de descreștere, timpul total, volumul total al scurgerii, stratul de apă scurs, coeficientul de formă al viiturii.

Timpul total (ore) reprezintă durata totală a viiturii rezultată din însumarea duratei de creștere și a celei de scădere.

În privința celei mai lungi viituri în regiunea și pentru intervalul analizat, se remarcă cea din perioada 1-23 februarie 1977, cu o durată de 520 ore, înregistrată la stația hidrometrică Vârtoapele de pe Pârâul Câinelui (tabelul.7).

Tabel 7. Variația timpului total al producerii viiturilor de pe râurile din regiunea studiată

Nr. crt	Râul	Stația hidrometrică	T total minim		T total mediu		T total maxim	
			Nr.ore	Anul	Nr.ore	Nr.ore	Anul	
1	Călmățui	Crângu	43	2002	150	375	1970	
2	Urlui	Furculești	206	2005	241	518	1994	
3	Teleorman	Teleormanu	40	2008	109	298	2006	
4		Tătăraștii de Sus	15	1997	90	239	2004	
5	Cotmeana	Ciobani	29	2004	82	273	1996	
6	Pârâul Câinelui	Vârtoapele	48	1996	181	520	1977	
7	Vedea	Buzești	24	1999	68	222	1988	
8		Văleni	42	2005	95	274	1996	
9		Alexandria	37	2008	118	463	2000	
10	Dâmbovnic	Slobozia	36	2009	98	203	2003	
11	Neajlov	Vadu Lat	46	2007	132	307	2006	
12	Glavacioc	Crovu	54	1998	180	513	2003	

Stratul scurs al viiturii

Grosimea stratului are valori diferite în funcție de volumul total al viiturii și suprafața bazinului hidrografic. Stratul maxim de apă scurs, pe râurile din Câmpia Română dintre Olt și Argeș, variază între 35,79 mm și 518 mm (tabelul 8).

Tabel.8 Stratul de apă scurs pe râurile din regiunea studiată

Nr.crt	Râul	Stația hidrometrică	Hs maxim		Hs mediu		Hs minim	
			Mm	Anul	Mm	Mm	Anul	
1	Călmățui	Crângu	6.54	1984	2.63	0.55	2002	
2	Urlui	Furculești	518	1994	362	206	1994	
3	Teleorman	Teleorman	23.44	2005	5.18	0.41	1995	
4		Tătăraștii de Sus	50.96	2005	10.77	0.58	1994	
5	Cotmeana	Ciobani	35.79	1995	10.48	0.25	1984	
6	Pârâul Câinelui	Vârtoapele	91.78	1972	13.74	0.88	1970	
7	Vedea	Buzești	29.58	2005	8.44	1.11	1988	
8		Văleni	122.87	1972	13.55	1.06	1970	
9		Alexandria	118.76	1972	11.29	0.67	1972	
10	Dâmbovnic	Slobozia	42.57	2005	6.42	0.29	1990	
11	Neajlov	Vadu Lat	55.17	2005	9.53	0.48	1995	
12	Glavacioc	Crovu	28.27	1997	8.33	0.92	1996	

Cea mai mare cantitate de apă scursă în timpul unei viituri înregistrată pe râurile din Câmpia Română dintre Olt și Argeș, a fost în anul 1994 la stația hidrometrică Furculești, având valoarea de 518 mm. Au mai fost înregistrare valori mari ale stratului maxim în anul 1972 pe râul Vedea la stațiile hidrometrice Văleni - 122,76 mm și Alexandria - 118,78 mm. La

Alexandria, deși suprafața bazinului este mare, de 3.246 Km², stratul maxim de apă scurs a fost mare și el, deoarece, în timpul viiturii din luna octombrie 1972, a fost înregistrat debitul istoric al viiturilor - 792m³/s.

Debitul maxim al viiturii

Cele mai mari valori ale debitului maxim al viiturilor au fost înregistrate la stațiile de pe râul Vedea.

Astfel, pe râul Vedea - la stația hidrometrică Alexandria - cel mai mare debit al viiturii 935 m³/s, a fost înregistrat în data de 11 octombrie 1972, la ora 23,00 (figura 7); la stația hidrometrică Văleni, cel mai mare debit al viiturii, 751m³/s, a fost înregistrat în data de 3 iulie 2005, la ora 14,00, iar la stația hidrometrică Buzești, cel mai mare debit al viiturii, 345 m³/s, a fost înregistrat în data de 23 mai 1995, la ora 17,00.

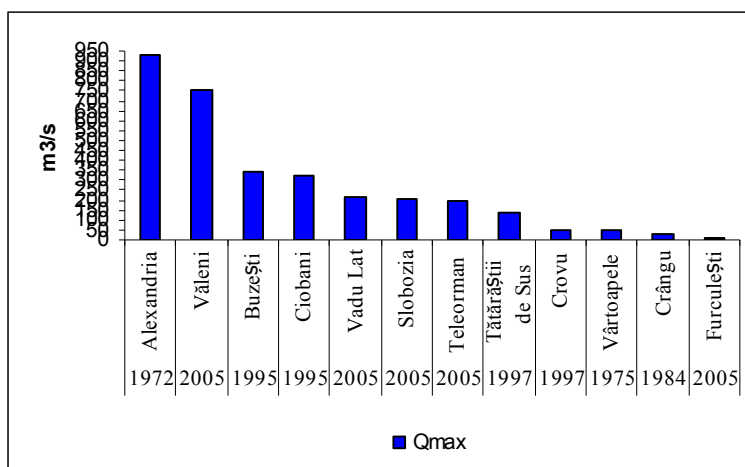


Figura 7 Variația debitului maxim al viiturilor înregistrate pe râurile din Câmpia Română dintre Olt și Argeș

Frecvența producerii viiturilor

Din numărul total al viiturilor, cele mai frecvente sunt viiturile cu un timp total cuprins între 50 și 150 de ore, având o pondere de 57,09% din total, în timp ce viiturile de 150-250 de ore au o pondere de 20,17% din total. Cele mai puține sunt cele de peste 350 de ore, care dețin un procent de 2,20% (tabelul 9).

Tabel 9 Frecvența orară a producerii viiturilor

Nr. crt	Râul	Stația	Număr viituri cu durata în ore				
			>350	250-350	150-250	50-150	< 50
1	Călmățui	Crângu	1	3	12	16	1
2	Urlui	Furculești	1	0	1	0	0
3	Teleorman	Teleormanu	0	1	2	19	2
4		Tătăraștii de Sus	0	0	2	20	5
5	Cotmeana	Ciobani	0	1	2	16	16
6	Pârâul Căinelui	Vârtoapele	3	4	10	17	1
7	Vedea	Buzești	0	0	1	13	14
8		Văleni	0	1	3	21	6
9		Alexandria	1	1	6	17	4
10	Dâmbovnic	Slobozia	0	0	6	19	3
11	Neajlov	Vadu Lat	0	1	8	16	1
12	Glavacioc	Crovu	1	0	11	9	0
13	Total		7	12	64	183	53

Din analiza datelor frecvenței anotimpuale a viiturilor normale se constată că cele mai multe se produc iarna - 129 și primăvara - 122, determinate fiind de cantitățile mari de apă rezultate din ploi, topirea bruscă a zăpezii, evapotranspirația redusă (figura. 8).

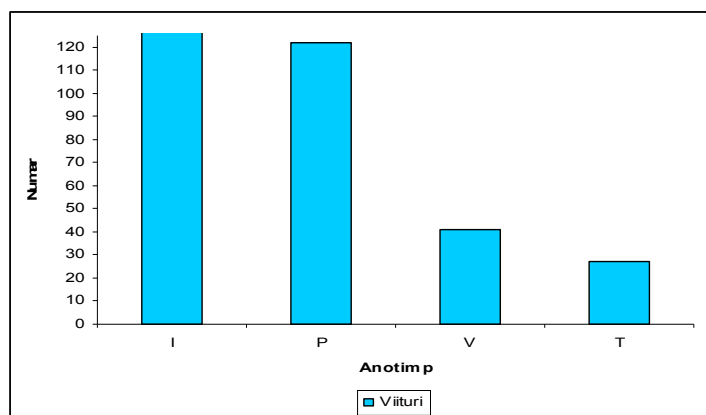


Figura. 8. Frecvența anotimpuală a producerii viiturilor

Viitura de vară din 2005

Anul 2005 este caracterizat ca fiind unul extraordinar din punctul de vedere al cantităților de precipitații înregistrate și al volumelor de apă scurse pe râuri.

Stația meteorologică Alexandria, situată în bazinul inferior al râului Vedea, a înregistrat 1061 mm, o valoare aproape de două ori mai mare față de suma medie multianuală de precipitații de 536,8 mm. Din luna mai până în septembrie au înregistrat valori cu 100-150 mm peste medie. Aceste precipitații au generat creșteri importante de nivel și debit pe toate râurile.

Situația sinoptică ce a generat precipitațiile abundente din perioada 2-7 iulie 2005 s-a caracterizat, inițial, în altitudine, la nivelul suprafeței de 500 hPa, printr-o circulație vestică.

La nivelul solului, cea mai mare parte a continentului european era dominat de formațiuni depresionare. Excepție făcea numai NV Scandinaviei deasupra căruia se afla un câmp de presiune ridicată.

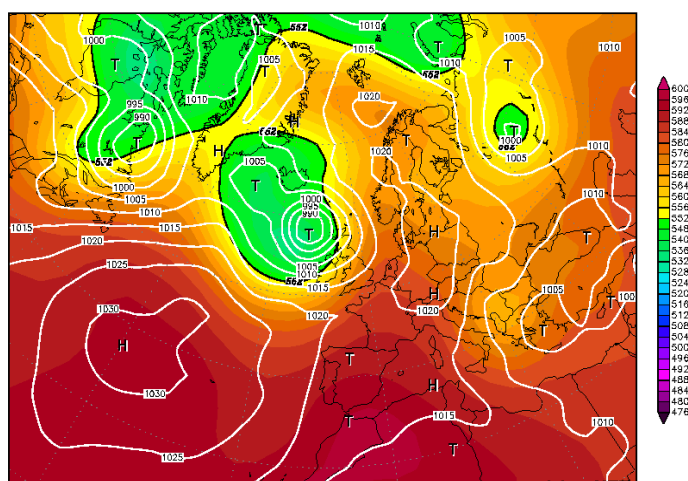


Figura.9 Câmpul de geopotential la nivelul suprafeței izobarice de 500 hPa (5500 m) combinat cu câmpul presiunii la sol, în data de 03. 07. 2005, ora 00⁰⁰ (după www.wetterzentrale.de)

În zilele de 2, 3 și 4 iulie, deasupra sudului României a acționat un câmp ciclonic de origine mediteraneeană. Dezvoltarea lui a fost favorizată și de individualizarea la 500 hPa a unui nucleu mai rece, în timp ce sud-vestul continentului se afla sub o dorsală caldă de origine nord-africană (figura 9).

În aceste condiții sinoptice, au fost înregistrate cantități foarte mari de precipitații, în partea centrală a Câmpiei Române: la Buzești s-au înregistrat 197 mm, la Văleni - 218 mm și 143.4 mm la Alexandria.

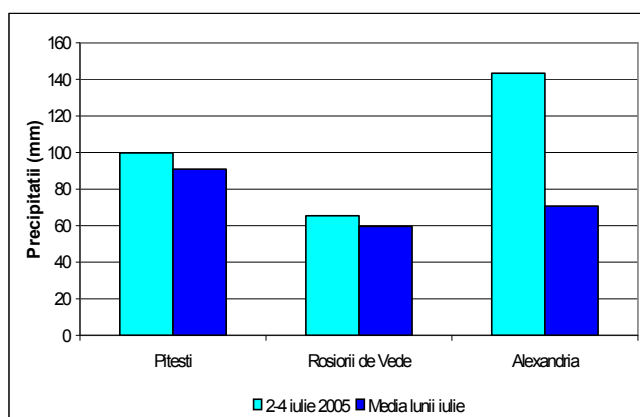


Figura. 10. Cantitatea de precipitații căzută în perioada 2-4 iulie 2005 comparativ cu media multianuală a lunii iulie

Pe baza hidrografelor s-au calculat elementele undei de viitură pentru fiecare stație hidrometrică din regiunea analizată, unde s-a produs viitura în luna iulie 2005.

Tabel 10. Elementele scurgerii directe și ale undelor de viitură la stațiile afectate de viitura din iulie 2005

Elementele scurgerii și viiturii		Râul Vedea			Râul Glavacioc	Râul Teleorman		Pârâul Căinelui
		Buzești	Văleni	Alexandria	Crovu	Teleor-manu	Tătăraștii de Sus	Vârtoapele
Elementele scurgerii directe	QmaxV (m ³ /s)	192.51	730.54	734.56	37.09	179.86	66.88	10.42
	WeV (mil.m ³)	4.49	22.09	38.26	1.09	5.97	0.59	1.24
	WdV (mil.m ³)	8.34	52.83	28.13	8.59	16.46	7.82	0.97
	WtV (mil.m ³)	12.83	74.92	66.40	9.68	22.43	8.41	2.21
	HsV (mm)	25.92	43.46	20.46	15.08	16.73	20.26	9.24
	GammaV	0.36	0.41	0.40	0.42	0.36	0.48	0.51
Elementele undei de viitură	Qmax (m ³ /s)	208.00	751.00	834.00	39.60	196.00	75.30	12.00
	Wc (mil.m ³)	4.92	22.92	44.14	1.31	6.95	0.79	1.43
	Wd (mil.m ³)	12.86	60.57	45.10	11.38	24.50	10.59	1.50
	Wt (mil.m ³)	17.78	83.48	89.25	12.69	31.45	11.34	2.93
	Hs (mm)	35.92	48.43	27.49	19.77	23.45	27.33	12.27
	Gamma	0.47	0.45	0.48	0.52	0.46	0.58	0.59
	Tc (h)	14	18	30	39	27	7	49
	Td (h)	37	51	32	133	70	65	66
Tt (h)	51	69	62	172	97	72	115	

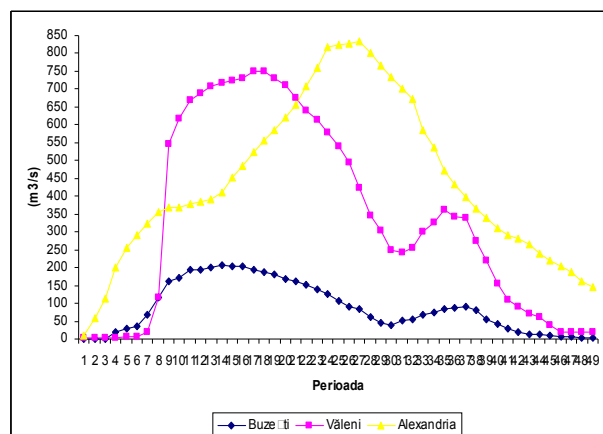


Figura 11 Hidrograful viiturii din iulie 2005, perăul Vedea

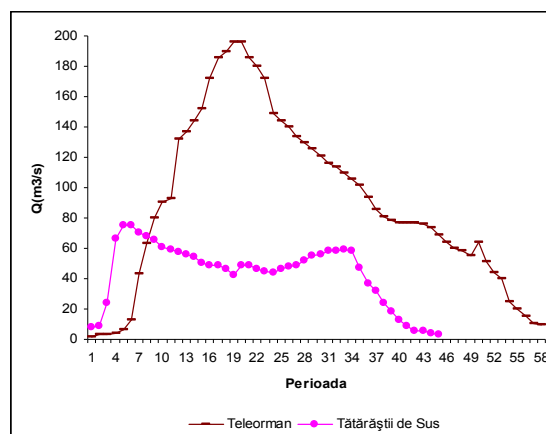


Figura 12 Hidrograful viiturii din iulie 2005, perăul Teleorman

Din analiza datelor furnizate de Ministerului Administrației și Internelor, se poate constata că în județul Teleorman, au fost afectate de viitură și apoi de inundație, 33 de localități (tabel 11), din care au fost evacuate 4.545 persoane, au fost afectate peste 5.000 de case dintre care 4.983 au fost avariate, cu pagube în valoare de 10.000.000 \$, 40 de case au rămas izolate prin dărâmarea podurilor care făceau legătura cu satele vecine sau cu o altă parte a satului, iar 292 de familii au rămas fără adăpost în urma distrugerii caselor.

Tabel 11. Efectele inundației din anul 2005 în Câmpia Română dintre Olt și Argeș
(după Buletinul informativ al Ministerului Administrației și Internelor, iulie 2005)

Nr crt	Județul	localități afectate	victime	populație evacuată	case distruse	case avariate	case izolate	anexe gospodărești	instituții	baraje rupte	poduri și podețe	drumuri (km)	rețea alimentare apă (km)	teren agricol (ha)	animale	fântâni
1	Argeș	10	0	0	0	78	0	95	0	2	13	19	0	1871	0	52
2	Giurgiu	7	0	137	1	47	0	65	1	0	4	30	0	0	138	47
3	Olt	9	1	0	0	9	0	31	0	0	0	30	0	1910	0	43
4	Teleorman	33	2	4545	291	4983	40	3746	31	19	66	418	1	831	10306	490
5	Total	59	3	4682	292	5.114	40	3936	32	21	83	494	1	4612	10.442	632

Prin măsurile luate de către Inspectoratul pentru Situații de Urgență locuitorii și animalele din localitățile calamitate - Talpa, Găleteni, Frăsinet, Băbăița, Țigănești, Brînceni, Frumoasa, Smârdioasa, Cervența, Ștorobăneasa și Vârtoape - au fost evacuate. Locuitorii comunelor au fost cazați în școli, cămine culturale și spitale.

În urma viiturii au fost afectate 8 lucrări hidrotehnice, au fost rupte 21 de baraje. De-a lungul afluenților mici au fost distruse 83 de poduri și podețe. În urma afectării acestor poduri, 40 de case au rămas izolate.

Secetele din Câmpia Română dintre Olt și Argeș

S-a considerat necesară studierea extinsă a secetei meteorologice, deoarece aceasta stă la baza producerii secetei hidrologice.

Seceta meteorologică se produce, în principal, ca urmare a absenței precipitațiilor, dar și a scăderii umezelii relative a aerului sub 40 % în condițiile unor temperaturi ridicate în aer.

În țara noastră, absența precipitațiilor este determinată de predominarea timpului anticiclonic generat de persistența formațiunilor barice anticiclonice staționare, cu extensiune foarte mare peste Europa.

În regiunea studiată au fost identificate mai multe perioade secetoase. Astfel, în 39 de ani, perioadele secetoase au însumat 18 ani, la Pitești, în partea de nord a regiunii și 25 de ani, la Alexandria, în centrul zonei.

Analiza secetei hidrologice

Regiunile de sud și de est ale României sunt considerate cele mai vulnerabile la diferite tipuri de secetă: meteorologică, hidrologică sau pedologică. Implicațiile devin mai importante, deoarece acestea sunt considerate ca fiind principalele zone agricole ale țării (Croitoru și Toma, 2010).

De aceea, mulți autori au studiat seceta meteorologică (Bogdan și Niculescu, 1999, Stângă, 2009) sau pe cea hidrologică (Ștefan et al., 2004, Ghioca, 2008, Holobacă, 2010, Sorocovschi, 2010).

Seceta hidrologică se identifică atunci când debitul lichid scade sub o anumită valoare considerată un prag critic. Valoarea sub care scade debitul lichid scurs pe un râu în timpul secetei hidrologice este considerată prag critic, q_0 (Yevjevich, 1967). Această abordare permite caracterizarea simultană a secetei hidrologice sub aspectul duratei (d_i), al severității (sau al deficitului volumului scurs, s_i) și al perioadei de apariție (Hisdal et al., 2001).

Dintre variantele de alegere a pragului critic (o valoare exactă, absolută a debitului lichid, un procent din scurgerea medie etc.), am ales să folosesc o percentilă din curba debitului, pentru că exprimarea debitului ca valoare de depășire permite compararea variației debitelor pe diferite râuri.

În conformitate cu documentația și metodologia utilizată în cadrul proiectului European ARIDE (Assessment of the Regional Impact of Drought in Europe) (Demuth and Stahl, 2001), pragul critic poate varia de la cel identificat cu probabilitatea de depășire de 70 % la până la cel de 90 %.

Pentru acest studiu, am ales ca prag critic, debitul cu probabilitatea de depășire de 80 % din scurgerea medie sezonieră, din mai multe motive. În cazul evenimentelor secetoase care se prelungesc mai mult decât un sezon, pragul se schimbă, măbind astfel acuratețea analizei.

Pragurile s-au calculat pentru sezonul cu ape mari, identificat din noiembrie până în martie, respectiv pentru sezonul cu ape mici, aprilie-octombrie.

Datele utilizate

Pentru studierea secetei hidrologice, s-au folosit datele zilnice ale debitelor înregistrate la șapte stații și posturi hidrometrice (fig.2). Cinci dintre seriile de timp acoperă o perioadă de 30 de ani (1980-2009). La două dintre stațiile hidrometrice (cele situate în Bazinul Neajlovului, pe Neajlov și Glavacioc) șirurile de date utilizate au o perioadă de 22 de ani (1988-2009).

Apoi au fost calculați și analizați cinci parametri specifici ai secetei hidrologice (HD): numărul mediu multianual al evenimentelor secetoase (HDE), durata medie multianuală a

evenimentelor secetoase HDEs, durata maximă a evenimentelor secetoase, durata maximă a evenimentelor secetoase, calculată atât pentru valorile medii, cât și pentru cele maxime, durata cumulată medie și maximă anuală a evenimentelor secetoase, scurgerea medie zilnică în timpul evenimentelor secetoase și deficitul mediu de scurgere (tabelul 12)

Tabel 12. Parametrii de bază ai scurgerii lichide în Câmpia Română dintre Olt și Argeș

Bazinul hidrografic Râul Parametrul	Vedea				Căl- mă-țui	Argeș	
	Vedea	Teleorman (Tatarasti)	Teleorman (Teleorman)	Valea Cânelui	Călmățui	Neajlov ¹	Glavacioc ¹
Q^2 (m ³ /s)	7.59	1.29	3.23	0.360	1.46	4.16	0.834
Q^2 sezon cu ape mici (m ³ /s)	6.10	1.06	2.60	0.211	1.25	3.83	0.666
Q^2 sezon cu ape mari (m ³ /s)	9.41	1.62	4.03	0.577	1.77	4.49	1.07
80% - EPT ³ pentru sezonul cu ape mici (m ³ /s)	2.27	0.511	1.48	0.055	0.720	2.52	0.295
80%-EPT ³ pentru sezonul cu ape mari (m ³ /s)	2.39	0.719	2.07	0.099	1.22	2.58	0.399

Notă: ¹ – date disponibile pentru intervalul 1988-2009; ² – debit mediu multianual ³ – pragul probabilității de depășire.

Numărul mediu anual de evenimente secetoase variază, în general, între 3 și 9, în timp ce numărul maxim de evenimente dintr-un an a fost cuprins între 10, în partea estică a regiunii analizate, și 25, în centrul său. Studiul relevă cele mai mari valori caracteristice secetelor hidrologice aparțin râului Teleorman, atât pentru valorile medii, cât și pentru cele maxime ale numărului de evenimente, pentru ambele stații situate pe râu.

În ceea ce privește analiza numărului minim de evenimente secetoase, merită menționat faptul că există două râuri (Călmățui și Neajlov) pe care, la sfârșitul anilor '80 și la începutul anilor '90 nu s-a înregistrat niciun eveniment de secetă hidrologică.

Cele mai lungi evenimente secetoase, ca valoare medie, s-au înregistrat pe râurile cu debite mici, Valea Cânelui și Glavacioc, în timp ce cele mai mici valori au fost caracteristice stațiilor hidrometrice sudice: Teleormanu, pe Teleorman, și Crîngu, pe Călmățui.

Durata anuală cumulată a evenimentelor secetoase indică faptul că perioadele cu secetă hidrologică sunt mai lungi în Bazinul Hidrografic Vedea comparativ cu celelalte două bazine unde valoarea medie depășește 140 de zile/an, în timp ce pe valoarea maximă este de 300 zile/an.

Dacă se analizează *durata maximă absolută a unui singur eveniment secetos*, aceasta variază foarte mult în arealul analizat, de la valori mai mici de 200 zile, pe Vedea, până la aproape 500 de zile, eveniment înregistrat pe cel mai mic râu din regiune, Pârâul Cânelui.

În urma analizei valorilor maxime și medii ale duratelor maxime absolute nu se poate spune că există o regulă care să facă legătura între debitul mediu multianual și lungimea maximă a evenimentelor secetoase. Astfel, mai degrabă factorii meteorologici, precum temperatura și intensitatea evaporației, par să joace un rol mult mai mare în apariția perioadelor extrem de lungi de secetă hidrologică.

După cum era de așteptat, debitul mediu zilnic multianual din timpul evenimentelor secetoase a înregistrat valori maxime pe râul Vedea și valori minime pe Valea Cănelui.

Cele mai ridicate valori ale deficitului mediu multianual de scurgere sunt specifice râurilor celor mai mari din regiune, Vedea și Neajlovul. Cel mai mic deficit de scurgere este specific Pârâului Văii Cîinelui – râul cu cel mai mic debit mediu multianual, cum era de așteptat.

Dacă se iau în discuție valorile maxime ale deficitului de scurgere, Pârâul Valea Cănelui devansează râurile Călmățui și Glavacioc.

Astfel, pentru valorile medii multianuale, cele mai mari valori sunt caracteristice afluenților mai mici ai Vedei, respectiv Pârâului Cănelui și sectorului superior al bazinului Teleorman (cel controlat de postul hidrometric de la Tătăraștii de Sus)

Tendința secetelor hidrologice

În acest context general, în lucrarea de față, s-au identificat tendințele de evoluție și s-au calculat pantele medii pentru perioadele de 30, respectiv 22 de ani, luate în considerare pentru toți parametrii secetelor analizați anterior.

Durata cea mai importantă a secetei a fost specifică zonei centrale, pe Pârâul Cănelui, atât în termeni de valori medii multianuale cât și valorile maxime absolute înregistrate în perioada 1980-2009. Intensitatea cea mai importantă a fost specifică principalelor râuri din zonă (Vedea și Neajlov).

Tabel 13. Tendința și panta medie de evoluție a parametrilor secetei hidrologice în Câmpia Română dintre Olt și Argeș (pantă medie/deceniu)

Bazinul hidrografic	Vedea					Călmățui	Argeș	
	Râul	Vedea	Teleorman (Tătăraștii de Sus)	Teleorman (Teleormanu)	Pârâul Cănelui	Călmățui	Neajlov ²	Glavacioc ²
Numărul mediu anual de evenimente secetoase	Q ²	-0,250	-0,085	-0,231	0,000	0,235	0,000	-0,125
	α^3	*		*		**		
Durata medie a perioadelor secetoase (zile)	Q	0,914	0,722	0,528	1,363	0,731	1,229	0,297
	α	**	*	**	+	**	+	
Numărul mediu anual de zile cu secetă hidrologică	Q	3,235	4,165	2,091	4,933	5,100	4,000	-3,235
	α				+	***	*	
Durata maximă absolută a unui eveniment secetos	Q	1,905	1,477	1,533	2,636	2,813	2,500	-1,500
	α	+	+	+		***	+	
Debitul mediu zilnic în timpul evenimentelor secetoase (m ³ /s)	Q	-0,002	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	-0,004
	α							+
Deficitul mediu anual se scurgere (mil. m ³)	Q	1,484	0,298	0,512	0,110	0,307	0,696	-0,161
	α		+			***	*	

CONCLUZII

În analiza fenomenelor hidrice de risc extreme din Câmpia Română dintre Olt și Argeș, respectiv viiturile și secetele, m-am orientat asupra perioadei 1965-2005.

Pentru perioada luată în considerare, tendința de scădere a debitelor medii și maxime a fost corelată cu tendința de creștere a temperaturii aerului și pantele descrescătoare ale cantităților de precipitații. Corelația Bravais-Pearson a relevat o legătură directă între tendința descrescătoare precipitații și reducerea debitelor.

În această zonă s-au produs în perioada analizată un număr de 319 viituri dintre care iarna - 40,43%, primăvara - 38,24%, valori care scad în timpul verii la 12,85%, iar toamna la 8,46%.

Pentru viiturile produse în sezonul cald, rolul precipitațiilor ca factor declanșator în producerea viiturilor a fost dominant; pentru producerea viiturilor în sezonul rece, pe lângă precipitații, o importanță deosebită a avut-o creșterea temperaturii aerului care a determinat topirea bruscă a zăpezii și eliberarea rezervei de apă stocate în stratul de zăpadă.

Din analiza datelor extrase de la cele 12 stații hidrometrice din regiunea respectivă, ca și din datele obținute de la autoritățile locale, am constatat că pe lângă factorii naturali aflați la originea acestor fenomene extreme de risc, factorul antropic s-a constituit într-un element de influență și control al frecvenței, al producerii și al intensității viiturilor. În regiunea analizată s-a constatat că acțiunile antropice cu un impact negativ asupra rețelei hidrografice au fost: extinderea sistemelor de irigații, constituirea unor lacuri de acumulare sau alte lucrări hidrotehnice, poluarea chimică care afectează vegetația din albia minoră a râurilor, defrișările reprezintă acțiunea cea mai distructivă, mai ales atunci când se realizează pe pantele înclinate, arăturile de-a lungul pantei, deși afectează suprafețe mici, duc la spălarea păturii superficiale a solului de către apele de șiroire.

Efectele cele mai grave, ca urmare a intervenției antropice, vizibile în zone de câmpie, sunt eroziunile asupra malurilor ce afectează case, drumuri și terenuri agricole.

Analizând parametrii secetei hidrologice am identificat câteva concluzii. Nu există corelație inversă între debitele medii multianuale și parametrii evenimentelor de secetă hidrologică.

În general există o tendință de creștere a fenomenului de secetă hidrologică în zonă, caracterizat prin reducerea numărului evenimentelor secetoase, dar creșterea lungimii acestora. Durata cea mai mare a evenimentelor secetoase este specifică părții centrale a regiunii studiate, pe Pârâul Câinelui, atât valorile medii multianuale cât și maxime absolute înregistrate în perioada 1980-2009.

Cele mai ridicate valori ale deficitului mediu multianual de scurgere sunt specifice râurilor celor mai mari din regiune, Vedea și Neajlovul. Fenomenul de secetă s-a înregistrat doar pe Pârâul Câinelui.

Inundațiile și seceta își manifestă efectele catastrofale mai ales asupra agriculturii, cu toate ramurile ei, dar pot influența negativ și alte ramuri ale economiei, iar, prin deteriorarea și a calității mediului, toate consecințele ar deveni dezastruoase pentru calitatea vieții oamenilor. Consider ca lucrarea de față poate fi folosită cu scopul de a îmbogăți, pe de o parte, literatura de specialitate referitoare la manifestarea acestor fenomene de risc în Câmpia Română dintre Olt și Argeș, iar, pe de altă parte, de a sprijini autoritățile locale implicate, în cercetările privind prevenirea sau combaterea unor asemenea fenomene hidrologice extreme.

BIBLIOGRAFIE

1. Administrația Națională de Meteorologie (2009), *Clima României*, Editura Academiei Române, București.
2. Alexander, D. (2002), *Natural Disasters*, Ediția a IV-a, Routledge, London and New York.
3. Anastasiu, N., Mutihac, V., Grigorescu, D., Popescu, C. Gh. (1998), *Dicționar de geologie*, Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București.
4. Anițan, I. (1974), *Scurgerea maximă în bazinul hidrografic Someș*, Teza de doctorat, Cluj-Napoca.
5. Antonescu – Remuși, P.S. (1890), *Dicționarul geografic al județului Vlașca*, București.
6. Arghiuș, V. (2008), *Studiul viiturilor de pe cursurile de apă din estul Munților Apuseni și riscurile asociate*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca.
7. Armaș, I. (2001), *Continuitate și discontinuitate în sistemul morfohidrografic*, Geography within the Context of Contemporary Development, Editura Napoca Star, Cluj-Napoca.
8. Badea, L., Dumitrescu, V. (1985), *Suprafețele unităților de relief ale României*, SCGGG – Geografie, XXXII.
9. Băloiu, V. (1971), *Gospodărirea apelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
10. Băloiu, V. (1980), *Amenajarea bazinelor hidrografice și a cursurilor de apă*, Editura Ceres, București.
11. Bălțeanu, D. (1989), *Efecte ale unei posibile încălziri a climei asupra mediului în Europa*, Terra, XXI.
12. Bălțeanu, D. (1992), *Natural Hazard in Roumania*. Revue Roumaine De Geographie., tome 36, București.
13. Bălțeanu, D. (2002), *Cercetarea geografică și dezvoltarea durabilă*, Revista Geografică, VIII (2001), București.
14. Bandrabur, T. (1965), *Precizări privind poziția stratigrafică și vârsta nisipurilor de Mostiștea*, Institutul Geologic – Studii tehnice și economice. București.
15. Bandrabur, T. (1968), *Cercetări hidrogeologice pe interfluviul Ialomița -Mostiștea – Dunăre*, Institutul Geologic – Studii tehnice și economice. București.
16. Bâzâc, Gh. (1972), *Probabilitatea producerii cantităților maxime de precipitații în 24 de ore pe teritoriul României*, Revista Hidrotehnică, București.
17. Bogdan, O. (1978), *Fenomene climatice de iarnă și de vară*, Editura Științifică și Enciclopedică, București.
18. Bogdan, O. (1983), *Suprafața subiacentă activă*. Geografia României, vol. I. Editura Academiei Române, București.
19. Bogdan, O. (1992), *Asupra noțiunilor de hazarde, riscuri și catastrofe meteorologice/climatice*, SCGeografie, XXXIX.
20. Bogdan, O., Niculescu, E. (1999), *Riscurile climatice din România*, Academia Română, Institutul de Geografie, București.
21. Bogdan, O., Marinică, I. (2007), *Riscuri meteoroclimatice din zona temperată* Editura Lucian Blaga, Sibiu.
22. Bois, P.H. (2000), *Hydrologie générale*, Institut National Polytechnique de Grenoble, E.N.S. d'Hydraulique et Mécanique de Grenoble.
23. Bojariu, R. (2009), *România, afectată de reducerea resurselor de apă* (interviu acordat ziarului Evenimentul zilei, 4 mai 2009), <http://www.resursenaturale.org/romania-afectata-de-reducerea-resurselor-de-apa/>, Accessed on January 31, 2009.
24. Bordei-Ion, E. (1983), *Rolul lanțului alpino-carpatic în evoluția ciclonilor mediteraneeni*, Editura Academiei, București.
25. Bordei-Ion, N., (1988), *Fenomene meteoroclimatice induse de configurația Carpaților în Câmpia Română*, Editura Academiei Române, București.

26. Bordei-Ion, N., Bordei-Ion, E. (1983), *Interferența circulațiilor de vest și de est în sectorul central-estic al Câmpiei Române*, Studii Cercetări– Meteorologie, IMH.
27. Bryant, E.A. (1991), *Natural Hazards*, Cambridge Universiti Pres.
28. Busuioc, A., Von Storch, H. (1996), *Changes in the winter precipitation in Romania and its relation to the large-scale circulation*, Tellus, 47, 4, 538-552.
29. Busuioc, A., Boroneanț, C., Baciuc, M., Dumitrescu, Al. (2008), *Observed temperature and precipitation variability in Romania* (Prezentare PowerPoint), <http://meteo.hr/SEECOF08/zi2/2-19.pdf>, accesată February 1, 2010.
30. Cădere, R. (1964), *Problema apelor subterane în R.P.R.*, Studii de Hidrogeologie, vol. I, București.
31. Călinescu, R. (1969), *Biogeografia României*, Editura Științifică, București.
32. Chiriac, D., Moldoveanu, M, Humă, C. (2002), *Impactul socioeconomic al fenomenelor naturale dezastruoase. Inundații, alunecări de teren, secete*, „Probleme economice”, vol. 20–21, CIDE, București.
33. Chiriac, V., Filotti, A., Teodorescu, I. (1976), *Lacuri de acumulare*, Editura Ceres, București.
34. Ciulache, S., Ionac, N. (1993), *General Evolution Trends of Air Temperature in Romania*, Analele Universității din București, seria Geografie, XLII: 61-67.
35. Ciulache, S., Ionac, N. (1995), *Fenomene atmosferice de risc*, Editura Științifică, București.
36. Ciulache, S., Cismaru, C. (2000), *Climatic Changes in Romania (Air Temperature)*. Analele Științifice ale Universității ‘Al.I.Cuza’ Iași, XL, s.II.s. Geografie: 37-43
37. Coteț, P. (1964), *Unele aspecte ale reliefului dezvoltat pe loess și depozite loessoide*, Comunicări Geografice – SSSG, III.
38. Coteț, P. (1976), *Câmpia Română. Studiu de geomorfologie integrată*, Editura Ceres, București.
39. Croitoru, A-E. (2000), *Situații sinoptice generatoare de viituri în Bazinul superior și mijlociu al râului Mureș*, în Comunicări de geografie ,IV, Editura Universității din București, pp 251-256.
40. Croitoru, A-E. (2006), *Excesul de precipitații din Depresiunea Transilvaniei*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca.
41. Croitoru, A-E., Chiotoroiu, B., Iancu, I. (2011), *Precipitation Analysis Using Mann-Kendal Test and WASP Cumulated Curve in Southeastern Romania* în Studia Universitatea Babeș Bolyai, Geographia, 1 .
42. Croitoru, A-E., Toma, F-M. (2010), *Trends in Precipitation and Snow Cover in Central Part of Romanian Plain*, in Geographia Technica, 1.
43. Croitoru, A-E., Toma, F-M. (2011), *Considerations on Streamflow Drought in Central Romanian Plain*, în Aerul și apa componente ale mediului, Editura Presa Universitară Clujeană, pp 147-154
44. Croitoru, A-E., Toma, F-M. (2011), *Climatic changes and their influence on streamflow in central Romanian plain* Proceedings of 5th Atmospheric Science Symposium.
45. Dauphiné, A. (2001), *Risque et catatrophes* , Armand Colin, Paris.
46. Diaconu, C. (1969), *Elementele statistice ale rețelei hidrografice a României*, Hidrotehnica, nr. 12, București.
47. Diaconu, C. (1971), *Râurile României, monografie hidrologică*. I.N.M.H. București.
48. Diaconu, C. (1988), *Râurile de la inundație la secetă*, Editura Tehnică, București.
49. Diaconu, C., Lăzărescu D. (1965), *Hidrologia*, Editura Tehnică, București.
50. Diaconu, C., Lăzărescu D., Mociornița, C. (1972), *Aspecte hidrologice ale viiturilor pe unele râuri interioare, din primăvara anului 1970*, Simpozionul Cauze și efecte ale apelor mari din mai-iunie 1970, București.

51. Dima, V., Popa, F., Banciu, D. (2005), *Studiu comparativ al contextului meteorologic în care s-au produs inundațiile din anii 1970 și 2005*, Sesiunea anuală de Comunicări Științifice, CD Culegere de lucrări, 28-30 septembrie, București.
52. Donciu, C. (1928), *Perioadele de uscăcine și secetă în România*, Buletinul Lunar obs. Meteorologic, seria II, III, 3.
53. Donciu, C. (1962), *Studiul secetelor în R.P.R., Cauzele sinoptice ale secetelor*, MHGA, VII.
54. Dragotă, C. (1999), *Precipitațiile atmosferice excedentare*, Teza de doctorat, Academia Română, Institutul de Geografie.
55. Dragotă, C. (2006), *Precipitațiile excedentare din România*, Editura Academiei, București.
56. Drăgușin, D., Teleanu, B. (2010), *Evaluarea calității resurselor de ape subterane din Câmpia Română Centrală (Câmpia Teleormanului), prin utilizarea tehnicilor GIS*. Geographia Technica No.1, Cluj University Press.
57. Dumitrescu Aldem, A. (1915), *Asupra Câmpiei Române*, București.
58. Dumitrescu, S. (1964), *Variația scurgerii anuale la râurile din RPR*, Hidrotehnică vol. IX, nr. 12, București.
59. Dumitrescu, V. (1976), *Apele excepționale din iulie 1975 în bazinul râului Olt*, Studii și cercetări, partea a II-a, Hidrologie XLV, București.
60. DVWK (Deutscher Verband für DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.) (1998), *How to work out a drought mitigation strategy*, în Guidelines for water management 309/1998. An ICID (Int. Commission on Irrigation and Drainage) Guide. Bonn, Germany.
61. Fărcaș, I. (1983), *Probleme speciale privind climatologia României (curs universitar)*, Cluj-Napoca.
62. Fărcaș, I. (1988), *Meteorologie – climatologie : prevederea vremii*, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca.
63. Fărcaș, I., Croitoru, A.-E. (2003), *Poluarea atmosferei și schimbările climatice*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
64. Florea, N. (1970), *Câmpia cu croturi, un stadiu de evoluție al câmpiilor loessice*, STE, Seria C, Studii pedologice, București.
65. Florea, N. (1976), *Geochimia și valorificarea apelor din Câmpia Română de Nord-Est*, Editura Academiei Române, București.
66. Gâștescu, P. (1961), *Tipuri genetice de lacuri în R.P.R., după originea cuvetei lacustre*, Probleme de Geografie, București.
67. Gâștescu, P., Breier, A., Driga, B. (1967), *Caracteristicile termice ale cursurilor din lunca Dunării în anotimpul de vară*. HGAM. București.
68. Gâștescu, P., Rusu, G. (1980), *Evaluarea resurselor de apă din râuri și amenajarea bazinelor hidrografice în România*, Terra XII (XXXII), nr.2, București.
69. Ghioca, M. (2006), *Spatial and temporal variability of Romanian precipitation and river flows on winter period in connection with the North Atlantic Oscillation*, Balwois conference, <http://balwois.com/balwois/abstract.php?id=559>, accessed on January 30 2010.
70. Ghioca, M. (2008), *Evaluarea fizică a impactului climatic asupra extremelor hidrologice*, Teză de doctorat, Universitatea București.
71. Gilbert, R.O. (1987), *Statistical methods for environmental pollution monitoring*, Van Nostrand Reinhold, New York.
72. Giurmă, I. (2003), *Viituri și măsuri de apărare*, Editura "Gh.Asachi" Iași.
73. Goțiu, D., Surdeanu, V. (2007), *Noțiuni fundamentale în studiul hazardelor naturale*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca.
74. Gout, J.P. (1993), *Prevention et gestion des risques majeurs, Les risques d'origine naturelle*, Les Edition de l'Environnement, Paris.
75. Grecu, F. (1989), *Elemente de analiză morfometrică a bazinelor hidrografice. Aplicații la bazinul Hârtibaciu (Podișul Transilvaniei)*, AAR – MSS, IX, 1/1986.

76. Grecu, F. (1997), *Fenomene naturale de risc. Geologie și geomorfologie*. Editura Universității din București.
77. Grecu, F. (2006), *Hazarde și riscuri naturale*, Editura Universitară, București.
78. Grecu, F., Comănescu, L. (1998), *Studiul reliefului. Îndrumător pentru lucrări practice*. Editura Universității din București.
79. Grecu, F., Cruceru, N. (2001), *Harta riscului geomorfologic a României*, Comunicări de Geografie, V.
80. Grigore, M. (1979), *Reprezentarea grafică și cartografică a formelor de relief*. Editura Academiei Române, București.
81. Grigore, M., Naum, T. (1974), *Geomorfologie*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
82. Guiton, M. (1998), *Ruissellement et risque majeur. Phénomènes, exemples et gestion spatiale des crues*, LCPC, Paris.
83. Haidu, I. (1997), *Analiza seriilor de timp. Aplicații în hidrologie*, Editura HGA, București.
84. Haidu, I. (2002), *Analiza de frecvență și evaluarea cantitativă a riscurilor*, Riscuri și catastrofe, Editura. Casa Cărții de Știință.
85. Hâncu, C.D., Gherghina, C. (2004), *Sisteme hidrotehnice de Gospodărirea apelor*, Editura Matrix Rom, București.
86. 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.
87. Haraga, St., Nițulescu, M. (1973), *Consideratii privind viitura din octombrie 1972 pe râurile din sudul țării*, Studii de hidrologie, XLI, București.
88. Hera, C., Canarache, A. (2000), *Seceta și deșertificarea, probleme actuale majore ale omenirii*, „Agricultura României” nr. 27/p. 1–7.
89. Hidal, H., Stahl, K., Tallaksen, L.M., Demuth, S. (2001), *Initial Time Series Analyses*, in Demuth, S., Stahl, K. (editors), *Assesment of Regional impact of Droughts in Europe*. Final Report to the European Union ENV-CT97-0553, Institute of Hydrology, University of Freiburg, Germany, p.47-53.
90. Holobacă, I.-H (2010), *Studiul secetelor din Transilvania*, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca.
91. Holobacă, I.-H., Moldovan, F., Croitoru, A.-E. (2008), *Variability in Precipitation and Temperature in Romania during the 20th Century*, Fourth International Conference, Global Changes and Problems, Theory and Practice, 20-22 April 2007, Sofia, Bulgaria, Proceedings, Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Geology and Geography, "St. Kliment Ohridski" University Press, Sofia.
92. Iancu, M. (1971), *Geografia Fizică a R.S.R.*, partea I. Centrul de multiplicare al Universității din București.
93. Ianoș, I. (1994), *Riscul în sistemele geografiei*, Studii și cercetări de Geografie, XLI, București.
94. Ichim, I., Rădoane, M. (1986) *Efectele barajelor în dinamica reliefului. Abordare geomorfologică*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, pg. 157.
95. Ichim, I., Bătuță, D., Rădoane, M., Duma, D. (1989), *Morfologia și dinamica albiilor de râuri*, Editura Tehnică, București.
96. Ielenicz, M. (2004), *Geomorfologie Generală*, Editura Universitară, București.
97. Iliescu, M.-C. (1995), *Characteristics of Romania's climate secular variation as expressed by thermal-pluviometrical indices*, Revue Roumaine de Géographie, 39, 63-70.
98. Iliescu, M., Tuinea, P. (1991), *Schimbări climatice în România – prime evaluări*. Raport către Ministerului Mediului.
99. Iliescu, M.-C. (1992), *Tendențe climatice pe teritoriul României*, Studii și cercetări de geografie, XXXIX, 45-50.
100. Ionesi, L. (1988), *Geologia României*, Editura Universității „Al. I. Cuza”, Iași.

101. Ipcc, (2001), *Third Assessment Report - Climate Change, Chapter 2 - Observed Climate Variability and Change*, Christy J.R., Clarke R.A., Gruza G.V., Jouze J., Mann M.E., Oerlemans J., Salinger M.J., Wang S.W. Lead Authors.
102. IPCC, (2007), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution to Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Parry, M.L, Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van der Linden, P.J., Hanson, C.E. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
103. Kendall, M.G. (1975), *Rank Correlation Methods*, 4th Edition, Charles Griffin, London.
104. Klein Tank, AMG and Coauthors, (2002), *Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment*, Int. J. of Climatol., 22, 1441-1453. Data and metadata available at <http://eca.knmi.nl>.
105. Kovach, R., McGuire, B. (2003), *Guide to Global Hazards*, Philip's, London.
106. Lăzărescu, D., Panait, I., (1957), *Bilanțul hidrologic în R.P.R.*, Meteorologie și Hidrologie, nr. 4, București.
107. Lăzărescu, D., Panait, I. (1957), *Sursele de alimentare ale râurilor din R.P. Română*, M.H.G.A., București.
108. Lăzărescu, D., Panait, I. (1957), *Tipurile de regim ale râurilor din R.P. Română*.MHGA., București.
109. Lăzărescu, D., Tuca, I. (1976), *Apele excepționale din iulie 1975 în bazinul hidrografic Ialomița*, Studii și cercetări, partea a II-a, Hidrologie XLV, București.
110. Ledoux, B. (1995), *Les catastrophes naturelles en France*, Editions Payot & Rivages, Paris.
111. Lefèvre, C., Schneider, J.L.(2002), *Les risques naturels majeur*, Collection Geosciences, Paris.
112. Leroux, M., (1996), *La dynamique du temps et du climat*. Etit. Masson, Paris, France.
113. Liteanu, E., Ghenea, C., (1962), *Relații hidrogeologice și hidrochimice între apele freatice și apele lacurilor din Câmpia Română Orientală*. Studii și cercetări de geologie, tom VII, nr. 2, Academia R.P.R., Secția de Geografie și Institutul de Geologie și Geografie, București.
114. Liteanu, E., Ghenea, C. (1966), *Stratigrafia cuaternarului din domeniul oriental al Depresiunii Valahe*. R.S.R., Comitetul Geologic, Institutul Geologic, Studii Tehnice și Economice, seria H, Geologia Cuaternarului, nr. 1, Cuaternarul din România. București.
115. Liteanu, E., Ghenea, C. (1967), *Evoluția mișcărilor tectonice ce au afectat, în cuaternar, Depresiunea Valah*, Comitetul de Stat al Geologiei – Institutul Geologic, Studii tehnice și Economice, seria H, Geologia Cuaternarului, nr. 3, Studii de Geologia Cuaternarului. București.
116. Loat, R., Petrascheck, A., (1997), *Consideration of Flood Hazards for Activities with Spatial Impact* – FOWM, FOSP, FOEFL – Berna, (disponibil la adresa <http://www.bafu.admin.ch>).
117. Mac, I., Petrea, D. (2002), *Polisemia evenimentelor geografice extreme*, în Riscuri și catastrofe vol I, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, pp 11-23
118. Mac, I., Petrea, D. (2003), *Sisteme geografice de risc*, în Riscuri și catastrofe vol II, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, pp 13-26
119. Măhăra, Gh. (2001), *Meteorologie*, Editura Universității din Oradea.
120. Mann, H.B. (1945), *Non-parametric tests against trend*, Econometrica, 13.
121. Marin, I.,(1997), *Impactul defrișare-poluare asupra mediului în Bazinul hidrografic Vedea*, Comunicări de geografie, București.
122. Marinescu, D. (1993), *Dreptul mediului înconjurător*. Ediția a II-a, Casa de Editură și Presă „Șansa” s.r.l. București.
123. Marcu, F. (2007) *Marele dicționar de neologisme*, Editura Saeculum Vizual, București.
124. Masure, P. (1994) *Risk Management and Preventive Planning in Mega-Cities: A Scientific Approach for Action* Regional Development Dialogue (RDD), vol. 15, No. 2).

125. Matei, D. (1986), *Hidrologia Câmpiei Române dintre Olt și Argeș cu privire specială asupra apelor subterane*, teză de doctorat.
126. Mihăilescu, V. (1924), *Vlășia și Mostiștea. Evoluția a două regiuni din Câmpia Română*, Buletinul Societății Regale Române de Geografie, anul XLIII, București.
127. Mihăilescu, V. (1932), *Marile regiuni morfologice ale României*. Buletinul Societății Regale Române de Geografie, tom L, 1931. Atelierele Grafice SOCEC&CO, SA, București.
128. Mihăilescu, V. (1937), *Terasele fluviatile*. Buletinul Societății Regale Române de Geografie, tom LVI. București.
129. Mihăilescu, V. (1957), *Asupra limitelor și marilor diviziuni ale Câmpiei Române*, SCGG-Cluj, VIII, Cluj Napoca.
130. Mihăilescu, V. (1966), *Dealurile și Câmpiile României*, Editura Științifică, București.
131. Mihăilescu, V. (1969), *Geografia Fizică a României*. Editura Științifică, București.
132. Miță, P. (1986), *Temperatura apei și fenomenele de îngheț pe cursurile de apă din România*, Studii și cercetări de hidrologie, nr.54, I.N.M.H., București.
133. Mociornița, C., Popovici, V. (1979), *Aspecte deosebite privind caracteristicile hidrologice din spațiul Olt-Vedea-Teleorman*, Studii și cercetări, partea a II-a, hidrologie, XLVII, București.
134. Mociornița, C., Birtu, E. (1987), *Unele aspecte privind scurgerea de aluviuni în suspensie în România*, Hidrotehnica, nr.7, București.
135. Moldovan, F. (2001), *Meteorologie-climatologie*, Editura Universității „Dimitrie Cantemir”, Târgu Mureș.
136. Moldovan, F. (2003), *Fenomene climatice de risc*, Editura. Echinoc, Cluj-Napoca.
137. Morariu, T., Pișota, I., Buta, I. (1970), *Hidrologie generală*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
138. Mureșan, T., Croitoru, A-E. (2009), *Considerations on Fog Phenomenon in the North-Western Romania*, Studia Universitatis Babeș-Bolyai- Geographia, LIV, 2.
139. Mustățea, L. (1974), *Calculul debitelor maxime din ploii pe râurile din România*, Studii de Hidrologie, vol. XXXVI, p. 1-83.
140. Mustățea, L. (1974), *Probleme privind calculul debitelor maxime pe râuri mici*, Studii de Hidrologie, vol. XLI, p. 9-23.
141. Mustățea, L., Vlad, D. (1974), *În problema scurgerii maxime pe râuri mici*, Studii de Hidrologie, vol. XXXV, p. 115-131.
142. Mustățea, A. (2005), *Viituri excepționale pe teritoriul României*, INHGA, București.
143. Mustățea, A. (2005), *Viiturile și inundațiile din România*, Editura Ceres, București.
144. Mutihac, V., Ionesi, L. (1973), *Geologia României*, Editura Tehnică, București.
145. Neacșa, O., Dincă, I. (1980), *Tendencies of winter and summer air temperature variation in Romania*, Revue Roumaine de Géologie; Géophysique et Géographie Géographie, 24: 79-85.
146. Păltineanu, C., și colab(2007), *Ariditatea, seceta, evapotranspirația și cerințele de apă ale culturilor agricole în România*, Editura Ovidius University Press, Constanța
147. Păltineanu, Cr., Mihailescu, I.F., Dragotă, C., Vasenciuc, F., Prefac, Z., Popescu, M. (2007), *Geographical distribution of the aridity indexes in Romania*, Analele Universității Ovidius – Seria Geografie, vol.III, nr. 1, Ovidius University Press, Constanța,
148. Ogouwale, R., Donou, B., Houssou, C., Boko, M. (2010), *Vulnerabilité des établissements humains aux événements pluviométriques extrêmes dans le bassin de l’Oueme à Bonou (Benin)*, Geographia Technica, 1.
149. Pandi, G. (2010), *Undele de viitură și riscurile induse*, Riscuri și catastrofe, Editura, Casa Cărții de Știință, pp 55-66.
150. Paul, P., David, B.S. (2006), *Analysis of the historical precipitation sums of Sulina station by means of power spectra in relation to Sibiu station and NAO and SOI indexes*, Geographia Technica, 2.
151. Pișota, I. (1992), *Hidrologie – Lucrări practice*, Editura Universității București.

152. Pișota, I. (1995), *Hidrologie*, Editura Universității București.
153. Pișota, I. (2000), *Regimul termic și de îngheț al râurilor din Câmpia Română*, Analele Universității București.
154. Pișota, I. (2002), *Câteva observații hidrologice asupra regimului termic din apele curgătoare ale României*, Analele Universității București.
155. Pișota, I., Moisiu, C. (1975), *Câteva observații asupra fenomenului secării apelor pe unele râuri din Câmpia Română, Realizări în Geografia României*, Editura Științifică, București.
156. Pișota, I., Dinu, I. (1986), *Câteva observații hidrologice asupra debitelor medii lunare pe râurile din România*, Analele Universității București.
157. Pișotă, I., Zaharia, L. (1995), *Hidrologie (Lucrări Practice)*, Editura Universității București, p. 47-129, București.
158. Pișota, I., Zaharia, L. (1995), *Resursele de apă din România și protecția lor*, Analele Universității București.
159. Pișota, I., Zaharia, L., Diaconu, D. (2005), *Hidrologie*, Editura Universitară, București.
160. Pop, G.P. (1996), *România. Geografie hidroenergetică*, Editura. Presa Universitară Clujeană.
161. Posea, G. (1988), *Aspecte ale evoluției Dunării și Câmpiei Române*. Revista Ocrotirii Mediului Înconjurător, Natura, Terra, Subtitlul Terra, Societatea de Științe Geografice din R.S.R., anul XX(XL), nr.4. București.
162. Posea, G., Popescu N., Ielenicz M. (1974), *Relieful României*, Editura Științifică, București.
163. Posea, G. (2003), *Geografie Fizică Generală*, partea I, Editura Fundației România de Măine, p. 132-155, București.
164. Posea, G. (2004) *Geografia fizică a României – partea a II-a. Clima, apele, solurile, biogeografia, hazardele naturale*, Editura Fundației România de Măine, București.
165. Povară, R. (2000), *Riscul meteorologic în agricultură*, Editura Economică
166. Romanescu Gh. (2006), *Inundațiile ca factor de risc*, Editura Terra Nostra, Iași.
167. Roșu, C., Crețu, Gh. (1998), *Inundații accidentale*, Editura HGA, București.
168. Salmi, T., Määttä, A., Anttila, Pia, Ruoho-Airola, Tuija, Amnell, T. (2002), *Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates – the Excel template application MAKESENS*, Publications on Air Quality No. 31, Report code FMI-AQ.
169. Săraru, L., Tuinea, P. (2000) *Variation and Regime Tendencies of Winter in Northern Moldavia, A Climate Variability Index*. Analele Științifice ale Universității 'Al.I.Cuza' Iași, XL, s.II.s. Geografie.
170. Săraru, L.I. (2005), *Differentiation by Season of the Air Temperature Regime Trend in Romania* (in Romanian). Analele Universității Spiru Haret, 8, București: 17-22.
171. Șelărescu, M., Podani, M. (1993), *Apărarea împotriva inundațiilor*, Editura Științifică, București.
172. Smith, K. (2002), *Environmental hazards*, Ediția a III-a, Routledge, London and New York.
173. Sorocovschi, V. (1996). *Podișul Târnavelor – studiu hidrogeografic*, Editura. CETIB, Cluj-Napoca.
174. Sorocovschi V. (2002) *Riscuri hidrice, în Riscuri și catastrofe*, I, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca.
175. Sorocovschi, V. (2002) *Hidrologia uscatului. Partea I-a și a II-a*. Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
176. Sorocovschi, V. (2005) *Câmpia Transilvaniei – studiu hidrogeografic*, Editura. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2005.
177. Sorocovschi, V. (2009) *Seceta: concept, geneza, atribute și clasificare*, Riscuri și catastrofe, vol VIII, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, pp 62-73.
178. Stanciu, P. (2004) *Caracteristicile viiturilor și secetelor*, Revista Hidrotehnică, vol. 49, nr.2-3.
179. Stănescu V.A., Dobrot R., (2002), *Măsurile nestructurale de gestiune a inundațiilor*, Editura HGA.

180. Teodorescu, I., Filotti, A., Chiriac, V., Ceașescu, V., Florescu, A. (1973), *Gospodărirea apelor*, Editura CERES, București.
181. Toma, F-M, Croitoru, A-E. (2010), *Condiții sinoptice generatoare de secete în Câmpia Română dintre Olt și Argeș*, GEIS Referate și comunicări de geografie, vol. XIV, Editura Casei Corpului Didactic, Deva, pp59-64
182. Toma, F-M, Barbu, I. (2011), *Issues concerning occurrence of floods on the Vedea River*, în *Aerul și apa componente ale mediului*, Editura Presa Universitară Clujeană, pp 502-509
183. Tomozeiu, Rodica, Ștefan, Sabina, Busuioc, Aristita (2005), *Winter precipitation variability and large-scale circulation patterns in Romania*, *Theoretical and Applied Climatology*, 81, 193-201.
184. Topor, N. (1965), *Tipuri de circulație și centrul de acțiune atmosferică deasupra Europei*. Editura Academiei, București.
185. Topor, N. (1964), *Ani ploioși și secetoși în R.P.R., C.S.A.*, Institutul Meteorologic, București.
186. Trușăș, V., Vrabie, C. (1973) *Viiturile din octombrie 1972 pe râurile din Oltenia*, *Analele Universității București*, seria Geografie, anul XXII, București.
187. Ujvari, I. (1959), *Hydrografia RPR*, Ed. Științifică, București.
188. Ujvari, I. (1960), *Condiții de alimentare subterană a râurilor din R. P. Română*, *Comunicări de Geologie-Geografie*.
189. Ujvari, I. (1972), *Geografia apelor României*, Editura Științifică București.
190. Văduva, I. (2008), *Clima României*, Editura. Fundației România de Mâine, București.
191. Vâlsan, G. (1914), *Asupra evoluțiunii Câmpiei Române dintre râurile Olt și Argeș*, B.S.R.R.G, XXXV.
192. Vâlsan, G. (1971) *Câmpia Română*, în *Opere alese*, Editura Științifică, București.
193. Vâlsan, G. (1917), *Influențe climatice în morfologia Câmpiei Române*. Ședința de la 19 mai 1916, dări de seamă ale ședințelor, vol.VII (1915-1916). Institutul de Arte Grafice Carol Gobl. București.
194. Velcea, V. (1967) *Râurile României*, Editura Științifică, București.
195. Vladimirescu, I. (1980), *Bazele hidrologiei tehnice*. Editura Tehnică, București.
196. Wang, Ch., Weisberg, R.H. (2000), *The 1997-98 El Niño evolution relative to previous El Niño events*.
197. Zaharia, L. (1993), *Câteva observații asupra scurgerii medii a unor râuri tributare Dunării românești*, *Analele Universității București*, Geografie, București.
198. Zaharia, L. (2004), *Water resources of Rivers in Romania*, în *Analele Universității București*, Geografie, p. 77-85.
199. Zaharia, L., Beltrando G., Nedelcu, G., Boroneant, C., Toroimac, G. (2006), *Les inondations de 2005 en Roumanie*, *Actes du XIX eme Colloque International de Climatologie*, Epernay (Franța), 6 – 9 septembrie, p. 557-562, ISBN: 2-901560-70-9, http://prodig.univparis1.fr/umr/actualites/AIC_2006.pdf
200. Zăvoianu, I., Podani, M. (1977) *Les inondations catastrophiques de l'année 1975 en Roumanie-Considerations hydrologiques*, *Revue roumaine de geologie, geophysique et geographie*, tome 21, București.
201. Zăvoianu, I. (2006), *Hidrologie* (ediția a IV-a) – Editura Fundației România de mâine, București.
202. x x x (1960 – 1962), *Clima R.P.R.*, vol I și II.
203. x x x (1964), *Dictionar enciclopedic român*, vol II, 4 vol Editura Politică București.
204. x x x (1966), *Atlas Climatologic al R.S.R.*. Comitetul de Stat al Apelor, Institutul Meteorologic. București.
205. x x x (1969), *Geografia Văii Dunării Românești*. Institutul de Geologie și Geografie al Academiei R.S.R. Editura Academiei Române. București.
206. x x x (1978) *Mic dictionar enciclopedic*, Editura Științifică și Enciclopedică, București.
207. x x x (1983), *Geografia României – Geografie fizică* (vol. I) – Editura Academiei, București.

208. x x x (2001-2003), *Mic dicționar academic, 4 vol*, Editura Univers Enciclopedic, București.
209. x x x (2005), *Geografia României – Câmpia Română* (vol. V) – Editura Academiei, București.
210. x x x (2007) *Dicționarul explicativ ilustrat al limbii române*, Editura Arc-Gunivas, Chișinău.
211. xxx H.G.R nr.762/2008 pentru aprobarea Strategiei naționale de prevenire a situațiilor de urgență.
212. x x x (2009) *Dicționarul explicativ al limbii române*, Editura Univers Enciclopedic Gold, București.
213. x x x (2002 - 2010), *Riscuri și catastrofe*, volumele I, II, III și IV, Editor Sorocovschi, V., Editura Casa Cărții de Știință, Cuj-Napoca.
214. <http://earth.unibuc.ro/tutoriale/calcularea-densitaii-fragmentarii-reliefului>.
215. <http://www.CorineLandCover> 2000, EEA, Copenhaga.
216. <http://iridl.ldeo.columbia.edu>. Accessed on February 2, 2010.
217. <http://www.resursenaturale.org/romania-afectata-de-reducerea-resurselor-de-apa/>, Accessed on January 31, 2009.
218. <http://www.wetterzentrale.de>
219. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar. Accessed 22 September 2010.
220. www.apms.m.ro/
221. ww.gisdevelopment.net/glossary
222. www.inmh.ro
223. www.me.water.usgs.gov
224. www.rowater.ro/.
225. www.wmo.ch.
226. www.wrpllc.com/books/hyfr