

VARIABILITATEA SPAȚIO-TEMPORALĂ A PRECIPITAȚIILOR ATMOSFERICE ÎN PARTEA VESTICĂ A PODIȘULUI CENTRAL MOLDOVENESC

Vasile BUDUI

Cuvinte cheie: Podișul Central Moldovenesc, clima, precipitații, regresie, kriging, variabilitate spațio-temporală, Sisteme Informaționale Geografice (SIG).

Key words: The Central Moldavian Tableland, climate, precipitations, regression, kriging, spatial and temporal variability, Geographical Information Systems.

The spatial and temporal variability of the atmospheric precipitations in the west side of The Central Moldavian Tableland. In The Central Moldavian Tableland the spatial distribution of precipitations is influenced by the geographical position, altitude of relief, orientation of main rivers etc. Some climatic elements present a great variability in time – precipitations and temperature – as a consequence of the climate influenced by continentalism. Exposition to the polar and arctic air masses of East-European origin, less frequently Asian ones, that is why this region is characterised by a temperate-continental climate. The continental influence is present through a great variability of precipitation in time, through a variable yearly pluviometric regime, with a maximum in June and a minimum in January and through frequent periods of draught. Rain gauge characteristics in the western part of the Central Moldavian Tableland are mainly generated by cyclone activity which also gives the randomness of the atmospheric precipitations. The general circulation, is the climate factor with the highest range of fluctuation, represents the cause of the non-periodical variations of the climate. The intensity and frequency of the advection processes are reflected in the multiannual regime of the weather, becoming characteristics of the region's climate. Beside these there are local influences of the landscape which, though the increase of the altitude from south/east to north/east, amplify the influence of the retrograde cyclones and that of the water volumes and vegetation.

The altitude of relief determines the spatial differences of the climatic elements. For comparison, we used data from many pluviometrical posts and meteorological stations. Negrești meteorological station is the most representative climatic point in the west side of Central Moldavian Plateau, because give us a coherent data range, also Roman, Vaslui, Bacău and Strunga meteorological stations.

For the spatial representation we used the GIS programs that made possible interpolations. To model the spatial distribution of precipitations we used a combination of global and local interpolators (residual kriging method): the mean annual values of precipitations from 13 meteorological points, inside or in the surrounding areas, was statistic modelled, following three main steps: first, we applied linear regression in order to quantify the influence of altitude, then we mapped the regression's residues by means of ordinary kriging and obtained the final spatial distribution of precipitations by adding the regression results with the interpolated residues.

1. Introducere

În această lucrare vom analiza regimul multianual și anual al cantităților de precipitații atmosferice anuale și lunare din partea vestică a Podișului Central Moldovenesc, precum și diferențierile spațiale ale acestor elemente în cadrul regiunii respective.

S-au prelucrat datele lunare de la o serie de posturi pluviometrice și din tabelele meteorologice *TM 11* de la stațiile meteorologice Negrești, Roman, Vaslui, Bacău și Strunga, din perioada 1964-2003. Doar în foarte mică măsură s-au făcut referiri la datele zilnice. Poziția geografică a acestor puncte meteorologice este redată în figura 1 și tabelul 1. Datele au fost prelucrate în programul Microsoft Excel, iar reprezentarea distribuțiilor spațiale ale elementelor climatice s-a făcut cu ajutorul programului SIG *TNT Mips v. 6.4*.

Tab. 1. Poziția geografică a stațiilor meteorologice și posturilor pluviometrice din zona de interes a Podișului Central Moldovenesc dintre Stăvnic și Siret și sumele anuale medii multianuale de precipitații.

Nr. crt.	Stația / Postul	Altitudinea (m)	An (1964-2003)
1.	Bacău	182	559.0
2.	Băcești	150	543.3
3.	Bârnova	395	780.3
4.	Mădărjac	250	655.6
5.	Mogoșești	150	573.6
6.	Negrești	133	511.0
7.	Plopana	274	529.2
8.	Roman	216	541.0
9.	Strunga	280	621.5
10.	Solești	125	505.2
11.	Țibănești	175	570.6
12.	Vaslui	116	549.5
13.	Voinești	125	604.0

Pentru spațializarea influenței altitudinii asupra distribuției spațiale a precipitațiilor s-a utilizat *Modelul numeric al terenului*, realizat la o rezoluție de 20x20 m, pe baza curbelor de nivel digitizate manual de pe hărțile topografice la scara 1: 25.000.

2. Variabilitatea multianuală a cantităților de precipitații

Deoarece Podișul Central Moldovenesc se află la limitele extreme ale centrilor barici principali care determină precipitații (ciclonele oceanice care se dezvoltă la periferia anticiclonei azorice, ciclonele islandeze și ciclonele mediteraneene, mai ales cele cu evoluție retrogradă), ca și la periferia anticiclonei est-europene și a celui scandinav, regimul pluviometric anual este influențat de activitatea acestora. Acest

lucru conduce la o variabilitate a precipitațiilor pusă în evidență numeroase contraste pluviometrice. Aceste contraste se concretizează printr-o succesiune de perioade ploioase și secetoase în timpul anului sau multianual. Se impune să realizăm, pe viitor, o analiză mai detaliată actualizată a fenomenului de secetă, prin prelucrarea datelor zilnice.

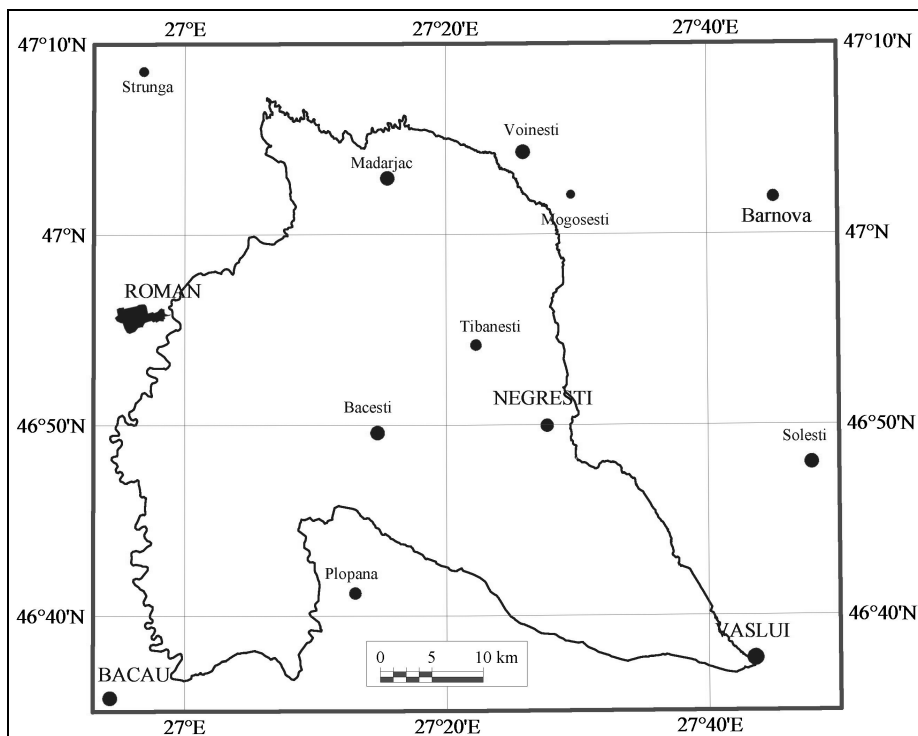


Fig. 1. Poziția stațiilor meteorologice și a posturilor pluviometrice în regiunea studiată.

Regimul multianual al sumelor anuale de precipitații din România a fost analizat detaliat de N. Topor (1963), dar pentru șirul de date existent până în 1961. A identificat perioadele de ani secetoși care au influențat recolta anilor respectivi, dintr-un registru de ani ploioși și secetoși ce s-a întins pe o perioadă de peste 2500 ani, perioadă la care a cuantificat frecvența perioadelor ploioase și a celor secetoase în regiunea țării noastre. A aplicat criteriul Hellman și a atribuit tuturor lunilor din perioada 1881–1961 calificative pluviometrice. În urma acestei analize a concluzionat că au predominat lunile secetoase (43,7 %), față de cele ploioase (35,6 %). Perioada 1961–1980 a fost analizată din punctul de vedere al fenomenului de secetă de Elena Erhan, la nivelul Podișului Moldovei. Autoarea a calculat frecvența perioadelor secetoase după criteriul Hellman și a constatat că acest indice scade dinspre nord-vestul podișului către sud-est și sud. Pentru stația Roman a calculat o frecvență anuală a perioadelor secetoase de 20 %, cu un maxim la începutul primăverii (martie 30 %, aprilie 25 %) și în toamnă (septembrie 30 %, octombrie 40 %). Din tabelul întocmit rezultă că luna iunie este caracterizată printr-o frecvență foarte redusă de apariție a perioadelor de secetă (5 %).

În perioada studiată de noi (1964–2003) cantitățile anuale de precipitații au variat foarte mult, punându-se în evidență atât perioade de ani ploioși, cât și perioade de ani secetoși: în 18 ani (reprezentând 45 % din numărul total al anilor din perioada de analiză) cantități anuale de precipitații au fost mai mici decât media multianuală, iar în 22 de ani precipitațiile anuale s-au situat peste medie. Ani secetoși au fost 1964, 1965, 1973, 1985-1987, 1994, 2000 și 2003, pe fondul predominării unei circulații anticiclonice din estul Europei. În unii ani, precipitațiile anuale au scăzut față de media multianuală cu până la o treime. Se remarcă perioada 1985-1987, cea mai secetoasă din șirul analizat, cu vârful în 1986, când la Negrești au căzut doar 321.2 mm, iar la Vaslui 300.3 mm, efectele secetei din anul 1985 cumulându-se și amplificându-se în timp datorită secetei mai accentuate din anii următori (1986 și 1987). De asemenea, anul 2003 a fost extrem de secetos, după o perioadă de relativă scădere a cantităților de precipitații (2000 în special).

Cantitatea anuală minimă absolută înregistrată pe teritoriul vestic al Podișului Central Moldovenesc, în perioada 1964-2003, a fost de doar 288.8 mm la postul pluviometric Băcești, în anul 1964. La stația Negrești, cantitatea anuală cea mai scăzută din perioada analizată s-a înregistrat în anul 2000 și a fost de 312.5 mm, iar la Țibănești 343.1 mm în 2003 (tabelul 2), un an de asemenea deosebit de secetos. Fenomenul de secetă s-a manifestat mai ales în sudul și vestul arealului, adică pe valea Bârladului și în lunca Siretului, în regiunile mai înalte cantitățile anuale de precipitații scăzând în anii secetoși cu o pondere mai mică.

Anul 1986 a fost caracterizat de perioade lungi de secetă. În luna mai a acestui an au căzut doar 13.8 mm (de patru ori mai puțin decât valoarea medie multianuală). De altfel, seceta manifestată în perioada imediat următoare accidentului de la Centrala atomoelectrică de la Cernobâl (26 aprilie 1986), coroborată cu o circulație a aerului către nordul Europei a asigurat o oarecare protecție României, izotopii radioactivi nefiind astfel fixați în sol în cantități periculoase.

Tab. 2. Cantitățile anuale de precipitații în anii 1985-1987 la o serie de stații meteorologice sau posturi pluviometrice (mm/an).

Nr. crt.	Stația/Postul	1985	1986	1987	Media 1985-1987	Scăderea față de media multianuală (%)
1.	Negrești	414.8	321.2	414.9	383.6	-24.9
2.	Roman	542.3	359.8	459.8	454.0	-16.1
3.	Țibănești	517.9	372.8	398.1	429.6	-24.7
4.	Strunga	614.5	453.8	450.6	506.3	-18.5
5.	Mădârjac	657.5	468.3	592.1	572.6	-12.7
6.	Voinești	616.4	617.4	583.2	605.7	0.3
7.	Bârnova	767.8	458.9	520.9	582.5	-25.3

Anii ploioși s-au caracterizat printr-o circulație predominant vestică și nord-vestică, înscriindu-se cu cantități anuale de precipitații mult mai mari decât media multianuală. Astfel de perioade au fost 1969-1972, 1980, 1984, 1991, 1993, 1996-1999. În perioada 1969-1972 s-au înregistrat recorduri în ceea ce privește cantitatea de precipitații: la stația meteorologică Vaslui au căzut 849.8 mm în 1972, față de

549.5 mm cât este media multianuală, la Mădărjac 816.6 mm în 1970 sau 808.7 în 1971, față de 655.6 mm cât este media multianuală (tabelul 3). La Bârnova au căzut în 1970 1063.0 mm, a treia cantitate anuală ca valoare după cele din 1991 și 1980. În regiunile înalte ale podișului creșterile față de media multianuală nu au fost însă foarte mari (10-20 %). Această perioadă ploioasă a caracterizat întreaga țară (N. Topor, 1970), astfel că asemenea valori s-au produs și, mai ales, mult mai la sud de Podișul Central Moldovenesc, în regiunile joase de câmpie, cum sunt Câmpia Buzău-Siret și Bărăganul (P. Gâștescu și colab., 1979, O. Bogdan, 1975).

Tab. 3. Cantitățile anuale de precipitații în anii 1969-1972 la o serie de stații meteorologice sau posturi pluviometrice (mm/an).

Nr. crt.	Stația/Postul	1969	1970	1971	1972	Media perioadei	Media multianuală	Creșterea față de media multianuală (%)
1.	Plopana	687.5	645.3	602.4	712.8	662.0	529.2	25.0
2.	Țibănești	748.1	772.0	774.8	704.2	749.8	570.6	31.4
3.	Mădărjac	737.0	816.6	808.7	753.9	779.1	655.6	18.8
4.	Negrești	561.0	648.2	519.7	697.0	606.5	511.0	18.7
5.	Vaslui	563.9	629.9	559.6	849.8	650.8	549.5	18.4
6.	Roman	595.8	687.8	558.9	691.2	633.4	541.0	17.1
7.	Bârnova	784.1	1063.0	913.2	784.3	886.2	780.3	13.6

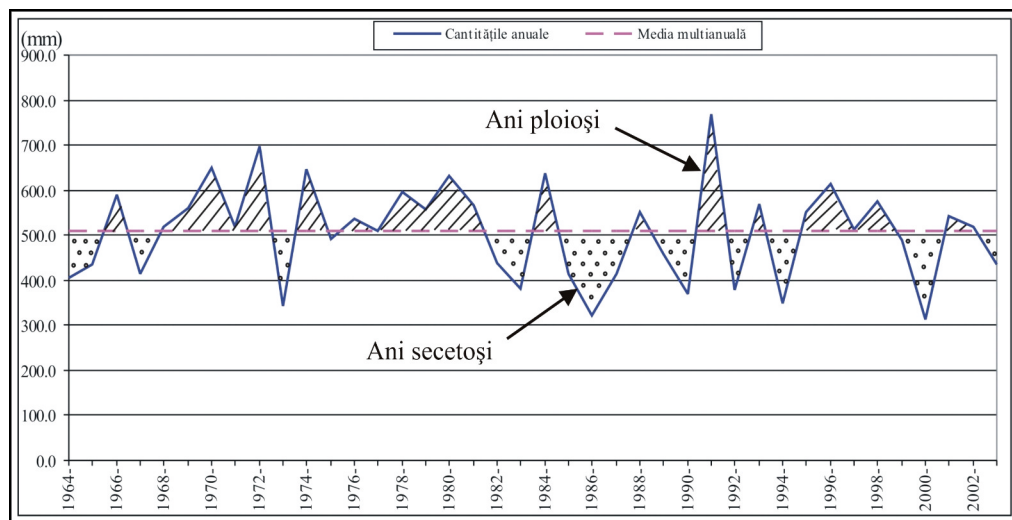


Fig. 2. Regimul multianual al precipitațiilor anuale la stația meteorologică Negrești în perioada 1964-2003.

Urmează anul 1972, cu o sumă de 698.3 mm la Negrești, din care 555.2 mm (79.5%) au căzut în intervalul iunie-octombrie. Anul 1970 a fost de asemenea bogat în precipitații (648.2 mm), dar cantitatea cea mai mare a căzut în intervalul mai-august (67%), interval în care s-au produs inundații catastrofale pe arii extinse, în toată țara. Această perioadă ploioasă a caracterizat întreaga țară (N. Topor, 1970; A.

Doneaud, 1970), astfel că asemenea valori s-au produs și în regiunile joase de câmpie, cum sunt Câmpia Buzău – Siret și Bărăganul (P. Gâștescu și colab., 1979; O. Bogdan, 1975).

La Negrești, cantitatea anuală maximă înregistrată în perioada analizată a fost de 769.6 mm, în anul 1991. Atunci s-a depășit media multianuală cu peste 50 %, mai ales pe seama ploilor din intervalul mai-august. De altfel, vara aceluși an s-a caracterizat prin inundații catastrofale, în special în bazinul mijlociu al Siretului. În figura 2 este prezentat regimul multianual al precipitațiilor comparativ cu media multianuală, la stația meteorologică Negrești, reprezentativă pentru zona joasă a Podișului Central Moldovenesc.

Urmărind cantitățile lunare de precipitații, observăm că maximele nu s-au realizat întotdeauna în anii cu sumele de precipitații cele mai mari din tot șirul de date analizat. La Negrești maxima lunară s-a înregistrat în luna iulie a anului 1974, caracterizat prin precipitații mai bogate decât în medie doar pe seama acestei luni.

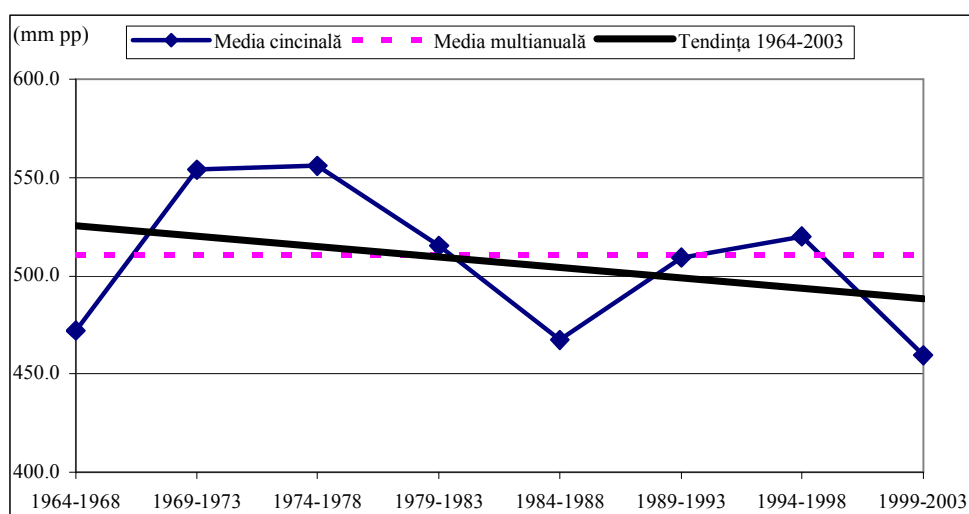


Fig. 3. Precipitațiile anuale la stația Negrești, medii pe perioade succesive de cinci ani, în intervalul 1964-2003.

Urmărind graficul din figura 3, realizat pe baza mediilor succesive pe perioade de câte 5 ani, intervalul de 40 de ani (1964-2003) analizat poate fi împărțit în cinci perioade cu pluviozitate diferită:

- 1964-1968: *perioadă secetoasă*, cu sume anuale ce nu au coborât sub 400 mm;
- 1969-1981: *perioadă ploioasă*, cu un interval de vârf la începutul perioadei; în acești 13 ani a făcut excepție doar anul 1973 cu o cantitate de precipitații căzute foarte redusă (342.3 mm);
- 1982-1990: *perioadă preponderent secetoasă* cu doar două excepții, anii 1984 și 1988;
- 1991-1999: *perioadă cu umiditate alternantă* în jurul mediei multianuale, detașându-se intervalul 1995-1998, cu umiditate mai mare;

- începând cu 1999, dar mai ales din anul 2000, constatăm o scădere a cantităților anuale de precipitații.

Cantitativ, acești ani nu au fost deficitari pe tot teritoriul Podișului Moldovei (de exemplu, la Iași), dar aceste situații, în care s-au depășit cantitățile plurianuale, s-au datorat unor averse puternice (Elena Erhan, 1991). Se observă tendința generală de scădere a cantității anuale medii de precipitații, în ciuda faptului că numărul anilor cu sume de precipitații peste media multianuală este mai mare decât cel al anilor cu sume mai mici decât aceasta.

Analizat în valori relative, regimul multianual al precipitațiilor este relativ asemănător atât în ariile mai înalte cât și în cele joase. Astfel, la Negrești se constată că sumele anuale variază cu ponderi cuprinse între -38.8 și +50.6 % față de media multianuală, în timp ce la Strunga, abaterea față de medie a fost mult mai mare, în sensul că valoarea excepțională din anul 1970 a depășit dublul valorii medii multianuale. După abaterea față de media multianuală, L. Apostol (2000) a propus următoarele clase de valori:

- excepțional de secetos: < 50 %;
- excesiv de secetos: 50 – 56 %;
- foarte secetos: 56 – 63 %;
- secetos: 63 – 71 %;
- normal dar puțin mai secetos 71 – 83 %;
- normal: 83 – 120 %;
- normal dar puțin mai ploios 120 – 140 %;
- ploios: 140 – 160 %;
- foarte ploios: 160 – 180 %;
- excesiv de ploios: 180 – 200 %;
- excepțional de ploios.

Tab. 4. Plaja de variație a cantităților anuale de precipitații față de media multianuală, calculată pentru perioada 1964-2003 la o seria de stații și posturi pluviometrice din zona Podișului Central Moldovenesc.

Stația/Postul	Ponderea valorilor anuale din media multianuală (%)	
	Minim	Maxim
Negrești	61.2	150.6
Tîbanesti	60.1	139.9
Mădărjac	59.0	140.5
Barnova	58.8	145.6
Strunga	62.4	206.4
Roman	58.9	174.4

Pentru locațiile reprezentative din Podișul Central Moldovenesc dintre Stavnic și Siret, ecartul de variație relativă față de media multianuală a cantităților anuale din perioada 1964-2003 este prezentat în tabelul 4. După această încadrare, se poate aprecia că peste 50 % din numărul anilor analizați se încadrează în categoria anilor normali. Corelat cu regimul anual, acest indice capătă o relevanță mult mai mare (N. Topor, 1963). Chiar în unii ani considerați ploioși după acest criteriu,

cantitățile lunare din perioada de vegetație a plantelor au fost mai reduse sau au căzut în câteva averse, urmate de lungi perioade secetoase.

3. Variabilitatea anuală a cantităților de precipitații

Continentalismul climatic caracteristic estului teritoriului României este evidențiat și de repartiția neuniformă a precipitațiilor în timpul anului. Influența continentală se reflectă în marea variabilitate a cantităților lunare de precipitații, cu abateri de la medie de peste 100 %. Regimul pluviometric anual mediu se caracterizează printr-un maxim în luna iunie și un minim în lunile ianuarie-februarie. Precipitațiile lunare medii multianuale din luna iunie au o pondere cuprinsă între 14 și 20 % din cantitatea medie anuală: la Bârnova 115.9 mm (15,4%), la Mădârjac 96.2 mm (14,8%), la Negrești 90.5 mm (17,8%).

Valorile lunare medii multianuale ale stațiilor și posturilor pluviometrice din regiunea vestică a Podișului Central Moldovenesc sunt prezentate în tabelul 5, iar regimul pluviometric anual mediu este prezentat grafic în figurile 4-6.

Tab. 5. Cantitățile medii de precipitații (lunare și anuale, exprimate în mm) la o serie de stații meteorologice și posturi pluviometrice din Podișul Central Moldovenesc (1964-2003).

Nr. crt.	Stația/Postul	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
1.	BACĂU	20.8	21.7	29.0	49.4	70.0	83.9	87.0	56.8	57.6	36.0	30.0	26.4	568.7
2.	Băcești	24.5	22.7	26.0	44.5	55.5	89.3	82.6	58.5	49.0	30.5	32.8	27.3	543.3
3.	Bârnova	39.0	41.2	45.6	63.3	78.6	115.9	106.1	74.8	83.4	41.3	48.4	42.6	780.3
4.	Mădârjac	34.6	35.7	42.1	62.1	70.1	96.2	84.3	60.2	57.4	35.1	39.9	38.0	655.6
5.	Mogoșești	28.1	24.2	28.9	47.9	60.1	89.0	84.1	62.7	55.1	33.3	32.3	27.8	573.6
6.	NEGREȘTI	19.7	19.6	23.2	40.3	53.0	88.4	78.6	54.5	48.8	31.0	29.3	24.6	511.0
7.	Plopana	18.6	20.5	24.3	45.9	58.1	86.5	77.8	59.1	51.1	31.9	30.0	25.5	529.2
8.	ROMAN	16.5	15.5	21.3	48.2	64.4	82.8	83.8	65.3	54.5	35.9	27.6	25.2	541.0
9.	Strunga	23.5	22.6	28.0	56.9	80.3	98.2	92.5	66.9	55.4	36.0	33.2	27.9	621.5
10.	Țibănești	25.9	26.0	30.3	47.8	61.5	89.5	86.6	50.6	56.0	32.1	33.4	30.9	570.6
11.	VASLUI	23.8	29.6	28.0	41.6	60.1	80.6	74.8	56.4	53.3	35.6	37.7	27.9	549.5
12.	Voinești	27.4	30.7	34.3	49.2	62.6	90.9	84.5	66.7	56.2	32.5	36.7	32.3	604.0

Date prelucrate după TM-11 și tabelele anuale de la posturile pluviometrice (1964-2003).

Minima pluviometrică din ianuarie are o pondere în general mai mică de 5% din cantitatea anuală și se datorează frecvenței mari a aerului continental (*Geografia României, vol. I, 1983*). Începând cu luna martie, activitatea ciclonică se intensifică, anticiclonele Azorelor se deplasează spre nord și pe la periferia nordică a dorsalei sale extinse la sud de România, au loc invazii puternice de aer umed. La producerea cantităților mari de precipitații din perioada caldă contribuie și procesul activ de convecție termică. Cantitățile mari din luna iulie se datorează în primul rând unei activități frontale intense, care se manifestă prin producerea de averse. Începând cu luna august, cantitățile de precipitații scad, ca urmare a persistenței unui regim anticiclonic, apoi urmat de o scădere a convecției termice, cantitățile din luna

octombrie fiind produse de activitatea ciclonilor mediteraneeni care se intensifică în această perioadă și afectează și țara noastră. În ultimii ani, această influență se observă în regimul anual ca un al doilea maxim anual.

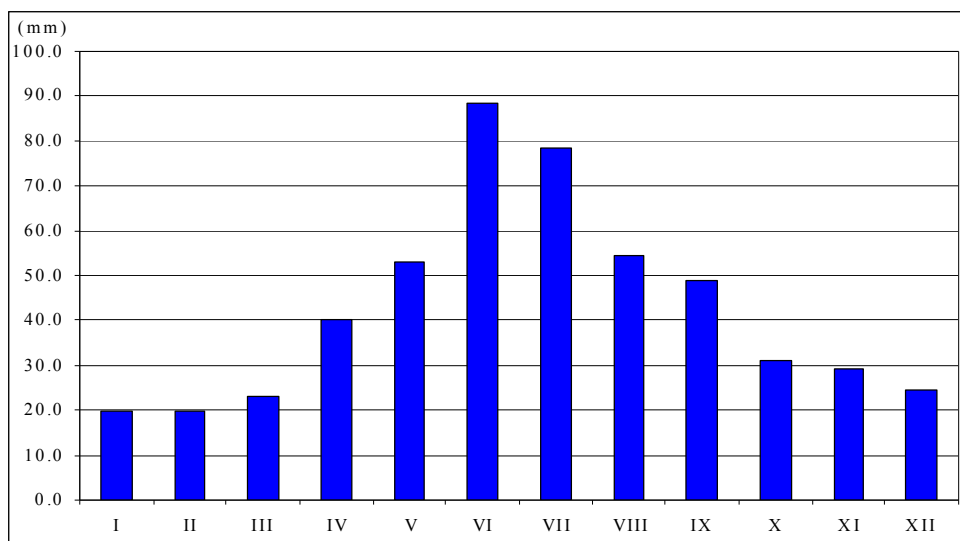


Fig. 4. Regimul pluviometric anual mediu la stația meteorologică Negrești.

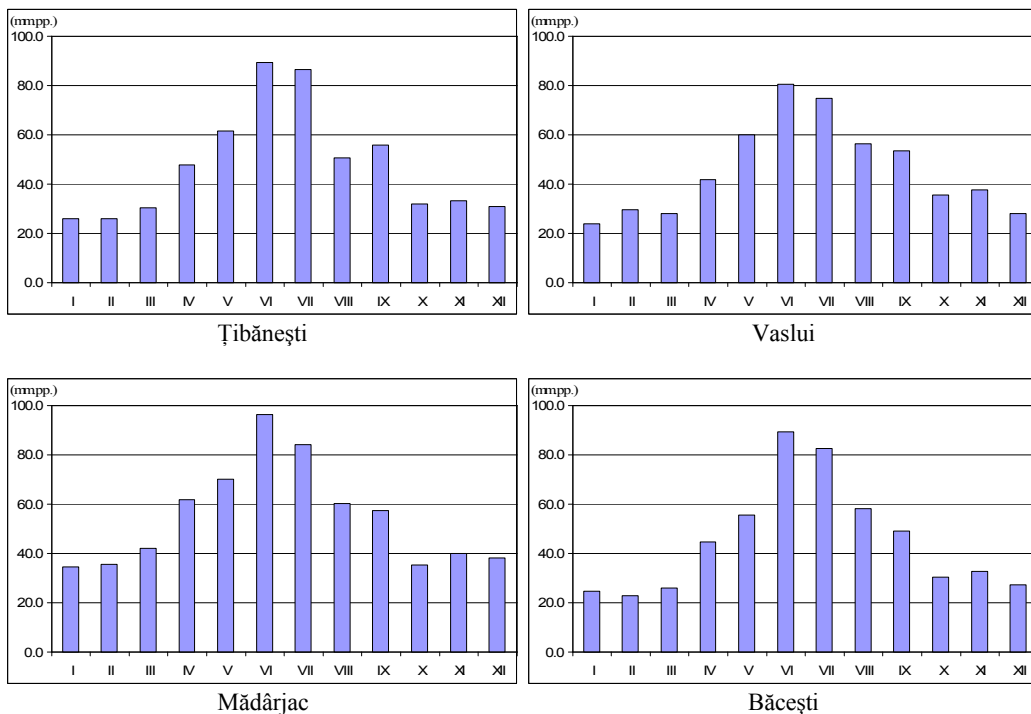


Fig. 5. Regimul pluviometric anual la o serie de puncte pluviometrice din vestul Podișului Central Moldovenesc.

Vasile BUDUI

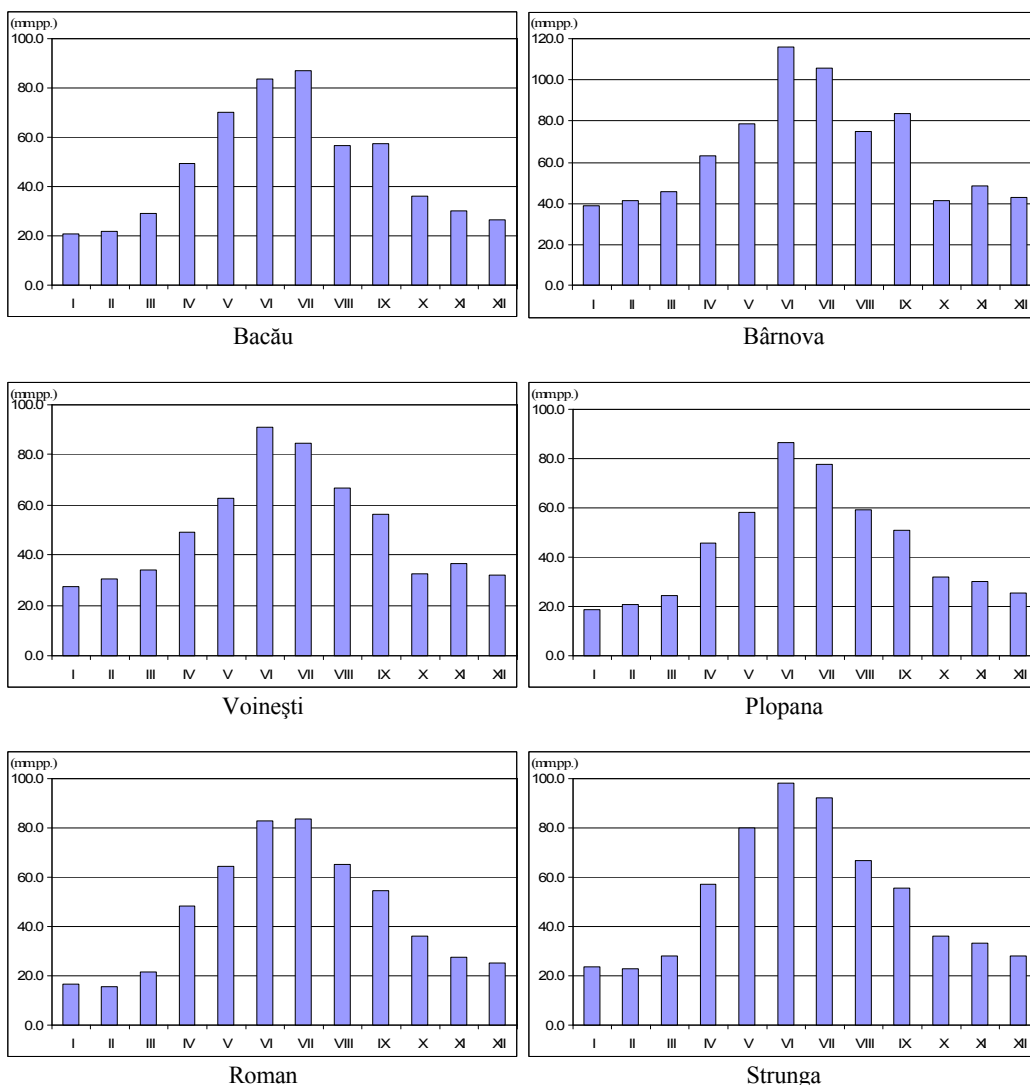


Fig. 6. Regimul pluviometric anual la o serie de puncte pluviometrice din preajma arealului vestic al Podișului Central Moldovenesc.

Regimul anual a fost destul de fluctuant în perioada analizată. În unii ani regimul a fost mult mai contrastant, în timp ce în alți ani regimul a fost mai uniform. Chiar în anii cu amplitudine pluviometrică mare, perioada de maximă pluviozitate a fost diferită. Pentru stația Negrești, se prezintă, în figurile 7-8, raportul dintre cantitățile de precipitații lunare din anii 1970, 1972 și 1991 (cei mai ploioși).

Diferențele de regim anual se explică prin activitatea frontală și convectivă mult mai intensă în timpul perioadei mai-august 1991 și, respectiv, iunie-octombrie 1972. Anul 1970 se remarcă prin două perioade ploioase: aprilie-mai și iulie-august, perioada septembrie-noiembrie fiind secetoasă (figura 8).

Deși în regimul anual mediu nu se evidențiază încă, în foarte mulți ani, luați individual, mai ales în ultima perioadă, se observă apariția unui maxim secundar în

toamnă (septembrie-octombrie), iar minimumul de iarnă se extinde și în luna februarie (figura 9).

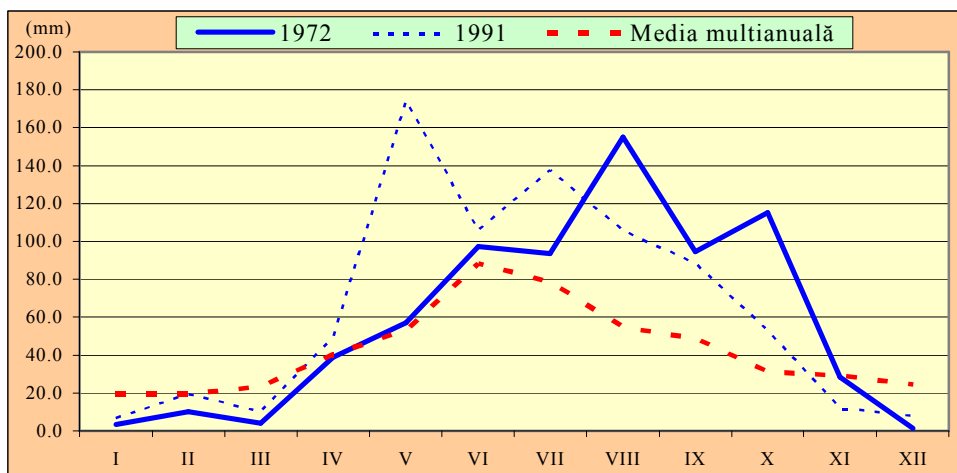


Fig. 7. Precipitațiile lunare la stația Negrești în anii 1972 și 1991, comparativ cu media multianuală.

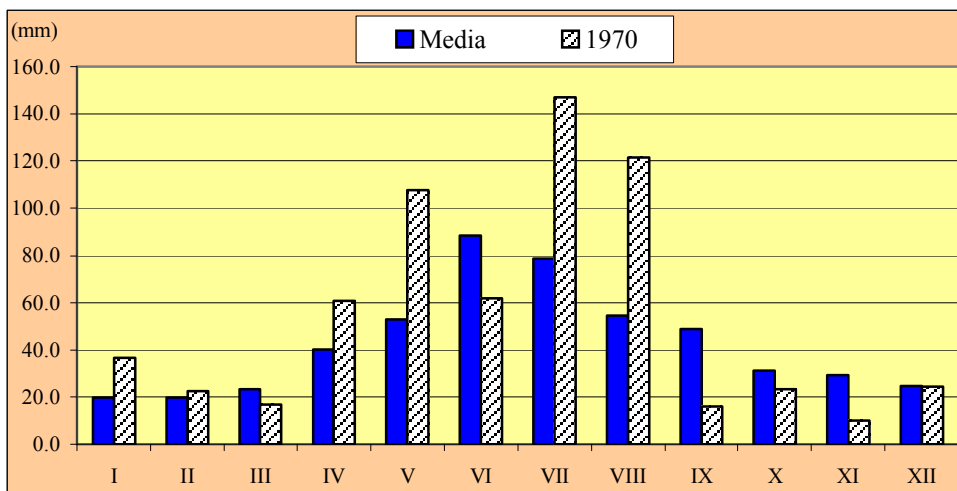


Fig. 8. Precipitațiile lunare la stația Negrești în anul 1970, comparativ cu media multianuală.

Recordurile pluviometrice lunare s-au înregistrat pe fondul convecției foarte active din timpul sezonului cald și a unei frecvente circulații frontale. La Vaslui s-au înregistrat în luna august a anului 1972, 203.7 mm, reprezentând 24 % din cantitatea căzută în anul respectiv, la Țibănești în iunie 1985 au căzut 207.5 mm (40 %), prin contrast, minimele lunare absolute s-au înregistrat, în general, în sezonul rece, la

Țibănești în luna decembrie a anului 1989, fiind de 0.5 mm, la Negrești în iunie 1965 au căzut 174.0 mm (40%), în timp ce la Mădârjac, la altitudine mai mare, au căzut în iulie 1974 189.2 mm (27%). În extrema cealaltă, cantitățile lunare minime absolute din perioada 1964-2003 s-au înregistrat pe fondul unei situații sinoptice anticiclonice dominante.

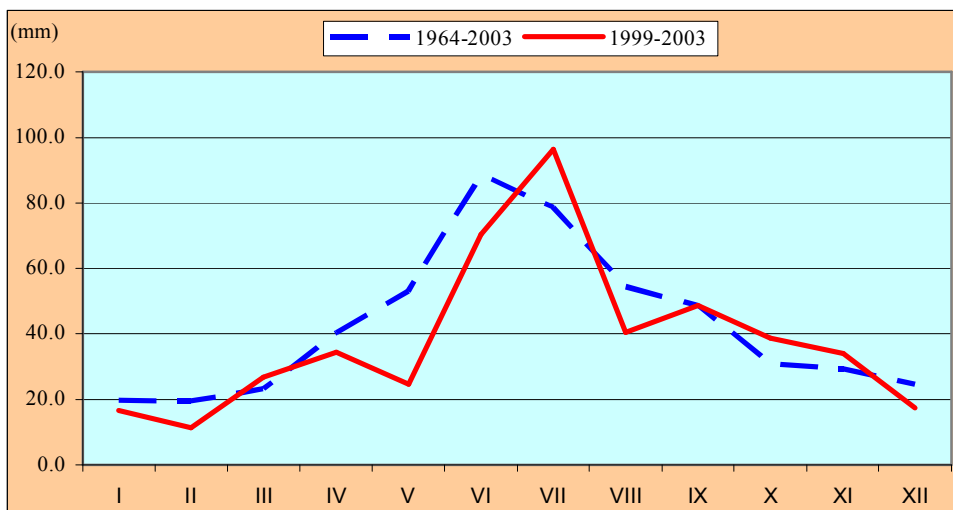


Fig. 9. Regimul pluviometric mediu la stația Negrești în perioada 1999-2003, comparativ cu media multianuală.

Regimul mediu sezonier al precipitațiilor prezintă un maxim în anotimpul de vară (41 % din cantitatea anuală) și un minim de iarnă (13 %). Valorile absolute ale cantității anotimpuale de precipitații au variat foarte mult însă în perioada analizată (tabelul 6). Cea mai secetoasă vară a fost cea a anului 2000 (110.3 mm, reprezentând jumătate din suma multianuală) iar cea mai ploioasă a fost cea a anului 1974 (359.4 mm, reprezentând 55.5 % din suma anuală).

Tab. 6. Cantitățile anotimpuale de precipitații la Negrești.

Anotimp		Iarna	Primăvara	Vara	Toamna
Media	mm	66.5	119.1	210.2	116.3
	%	13.0	23.3	41.0	22.7
Minim	mm	14.8	38.5	110.3	25.8
	an	1972	1986	2000	1973
Maxim	mm	130.3	233.3	359.4	239.3
	an	1969	1991	1974	1996

Ponderea cea mai mare din cantitatea anuală o are în general sezonul estival, dar au existat și ani în care precipitațiile din timpul primăverii au fost mai bogate decât cele din timpul verii, cum este cazul anilor 1981, 1984, 1993, sau apropiate ca valoare (1988). În acești ani vârful pluviometric s-a înregistrat în luna mai sau, dacă s-a produs în iunie, a fost urmat de o perioadă cu precipitații relativ scăzute cantitativ (iulie-august).

Indicele de concentrare sezonieră a precipitațiilor Péguy (I_3), stabilește tendința de concentrare a precipitațiilor pentru 3 luni consecutive. Pentru întreaga arie sezonul ploios se încadrează în intervalul mai-iulie (august), o dată cu intensificarea activității ciclonale și accentuarea convecției termice. Aplicând formula

$$I_3 = \frac{\sum_1^3 p}{\frac{1}{3} \sum_4^{12} p}$$

la cantitățile medii, am constatat că pentru toate posturile indicele are valori mai mari de 1.50. Pentru Negrești valorile indicelui se încadrează între 1.63 și 5.47, pentru stația Roman valorile acestui indice variază între 1.50 și 6.03 (tabelul 7). Concentrarea precipitațiilor se constată pentru lunile mai-august (32 ani). Valori mici ale indicelui se constată pentru concentrări de precipitații în intervalul aprilie-iunie sau când această perioadă se situează către anotimpul de toamnă, iar valorile maxime pentru intervalul iunie-august, adică anotimpul de vară, când activitatea frontală și convecția produc efecte maxime.

Tab. 7. Perioadele de concentrare a precipitațiilor și valoarea indicelui Péguy (I_3) pentru aceste perioade în diferite locații pluviometrice (excepție face anul 1966 la Madârjac cu $I_3=2.15$ pentru intervalul ianuarie-martie).

Stația	Martie-mai		Aprilie-iunie		Mai-iulie		Iunie-august		Iulie-sept.		August-oct.	
	I_3	N	I_3	N	I_3	N	I_3	N	I_3	N	I_3	N
Negrești	-	-	2.82	1	1.63-4.75	16	2.15-5.26	16	2.06-3.41	6	3.27	1
Roman	-	-	2.25-3.01	4	1.50-5.07	14	1.88-5.47	12	1.96-3.84	9	3.05	1
Țibănești	1.26-1.91	2	1.46-3.57	3	1.50-4.28	16	1.85-5.10	10	1.75-4.34	8	2.68	1
Madârjac	2.34-2.90	2	1.96-3.64	9	1.50-3.84	10	1.16-4.30	9	1.62-3.04	8	2.81	1

N=numărul anilor.

Valorile mici ale indicelui Péguy pentru unii ani sunt consecința „deplasării” intervalului de maxim pluviometric către exteriorul sezonului cald și a uniformizării regimului pluviometric anual. Așa s-a întâmplat în anii când au căzut precipitații bogate în luna septembrie (1964, 1996) sau în lunile de primăvară (1978, 1984).

Valorile mari ale indicelui sunt caracteristice unui regim pluviometric anual contrastant cu maximum pe lunile mai-iulie. Un regim mai deosebit a avut anul 1966, când la Mădârjac polul pluviometric s-a centrat pe intervalul ianuarie-martie; atunci au căzut în ianuarie 201.1 mm, iar în martie 100.8 mm. De asemenea, în luna ianuarie, pe toată Coasta Iașilor s-au produs căderi masive de precipitații sub formă

de ninsoare: La Iași au căzut 158.7 mm în 19 zile cu ninsoare; stratul de zăpadă persistând 29 de zile. Către sud cantitate căzută a scăzut: la Negrești 85.8 mm în 18 zile cu ninsoare.

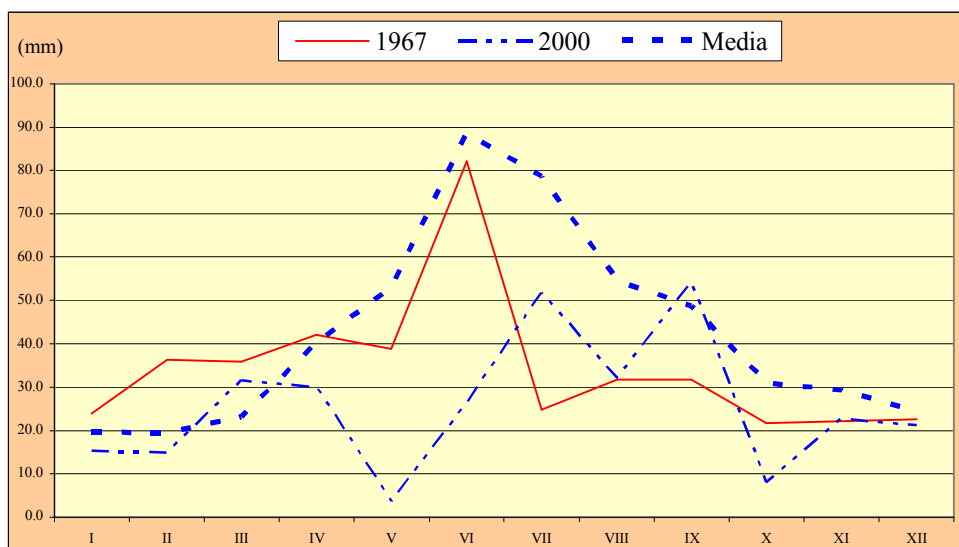


Fig. 10. Regimul pluviometric anual la stația Negrești în anii 1967 și 2000, comparativ cu regimul anual mediu.

Indicii minimi caracterizează anul 1967, care a prezentat un regim pluviometric mai puțin contrastant, cu excepția lunii iunie (figura 10).

Variabilitatea spațială a precipitațiilor anuale

Cantitatea anuală medie multianuală de precipitații cunoaște diferențieri însemnate în teritoriul studiat: la Negrești (1964-2003), este de 511.0 mm, mai scăzută decât la Vaslui, Plopana sau Țibănești, stații și posturi meteorologice situate în proximitatea stației de la Negrești. Cantitățile relativ mai reduse de precipitații de la Negrești pot fi puse, pe de o parte, pe seama efectelor foehnale ce se manifestă pe valea superioară a Bârladului, iar pe de altă parte, pe seama altitudinii mai joase la care se află stația Negrești (133 m) față de stațiile Țibănești (175 m) și Plopana (274 m). Valorile mari din nord, chiar la altitudini mai reduse, se explică prin influența Coastei Iașilor care obligă masele de aer, venind dinspre nord sau nord-vest, să escaladeze o diferență de nivel de cca. 200-300 m, dintre Câmpia Moldovei și Podișul Central Moldovenesc, și prin umezeala aerului mai ridicată în zona înaltă împădurită. În acest sens o situație specială oferă stația de la Bârnova, care este situată într-o depresiune orientată cu deschiderea către nord, ce conduce masele de aer în ascensiune venind dinspre nord către această regiune.

În Culoarul Siretului, cantitățile anuale sunt mai scăzute decât în aria imediat de la est, mai înaltă: la stația Bacău se înregistrează 559.0 mm/an, iar la stația Roman media multianuală este mai mică, 541.0 mm (1964-2003).

Analiza distribuției spațiale a cantităților anuale de precipitații s-a bazat pe prelucrarea statistică și aflarea gradientului pluviometric pe baza ecuației de regresie funcție de altitudine și pe introducerea formulei în programul SIG TNT Mips. Având în vedere că altitudinea maximă la care s-au făcut măsurători este 280 m la Strunga, iar altitudinea maximă este de 466 m (Dealul Tansa), constatăm că toate locațiile în care s-au făcut măsurători în cadrul limitelor precizate sau în imediata vecinătate, sunt situate într-un ecart altitudinal de doar 164 m, rămânând un interval altitudinal de 186 m (mai mare deci decât palierul inferior), uneori pe fronturi destul de extinse, neacoperit cu posturi pluviometrice. Strict în interiorul limitelor, postul Țibănești este situat la altitudinea cea mai mare de 175 m. Postul Bârnova este situat la altitudinea de 380 m, dar mai mult înspre est pe Coasta Iașilor. Pentru o mai bună interpretare, ar fi trebuit să existe o distribuție altitudinală relativ uniformă a posturilor pluviometrice.

Suportul teoretic al aplicării metodelor statistice în cadrul SIG a fost dezvoltat într-o lucrare anterioară (V. Budui și C.V. Patriche, 2005), în care am arătat avantajele și dezavantajele pe care le induce fiecare variantă. Reluăm pe scurt principalele idei.

Regresia este o metodă globală de interpolare care determină valorile în punctele necunoscute prin cuantificarea legăturilor dintre variabila analizată (în cazul nostru cantitatea anuală de precipitații) și factorii potențiali explicativi cu variabilitate spațială cunoscută (altitudinea reliefului). Modelul liniar este exprimat prin următoarea ecuație:

$$\hat{y} = a + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i \pm \varepsilon$$

unde:

- \hat{y} - variabila dependentă;
- x_i - variabilele independente;
- n - numărul variabilelor independente;
- a - termenul liber;
- b_i - coeficienții de regresie parțială;
- ε - eroarea standard de estimare a variabilei dependente.

Determinarea termenului liber și a coeficienților de regresie parțială se bazează pe condiția, anterior menționată, de *minimizare a varianței reziduale* pe care trebuie să o îndeplinească ecuația de regresie. Spațializarea informației climatice pe baza regresiei permite *cuantificarea* rolului factorilor care condiționează variabilitatea spațială a parametrului climatic în cauză; cu cât se introduc mai multe variabile cu atât distribuția spațială realizată este mai corectă. Dezavantajele constau în *netezirea* variației spațiale reale din punctele cunoscute și incapacitatea redării anomaliilor în distribuția spațială a parametrului climatic analizat. De asemenea, necesită un număr relativ mare de puncte (stații și posturi) pentru identificarea unei relații cauzale statistic semnificative. Din acest punct de vedere, o analiză spațială pe un teritoriu oricât de mic trebuie să se sprijine pe o rețea de puncte extinsă mult în afara respectivei arii. Pentru elemente cu variabilitate spațială mare (precipitații) un punct care din motive de dinamică locală se abate mult de la media șirului de date (de exemplu Bârnova) poate modifica gradientul altitudinal foarte mult, prin aplicarea ecuației de regresie, dacă nu se estompează efectul său printr-un număr cât mai mare

de puncte. În consecință, abordarea globală pe baza regresiei este adecvată în cazul elementelor climatice cu variabilitate spațială mai redusă și predictibilitate spațială mai ridicată (temperatura, umezeala aerului, durata de strălucire a Soarelui etc.), care depind, într-o mai mare măsură, de factorii radiativi.

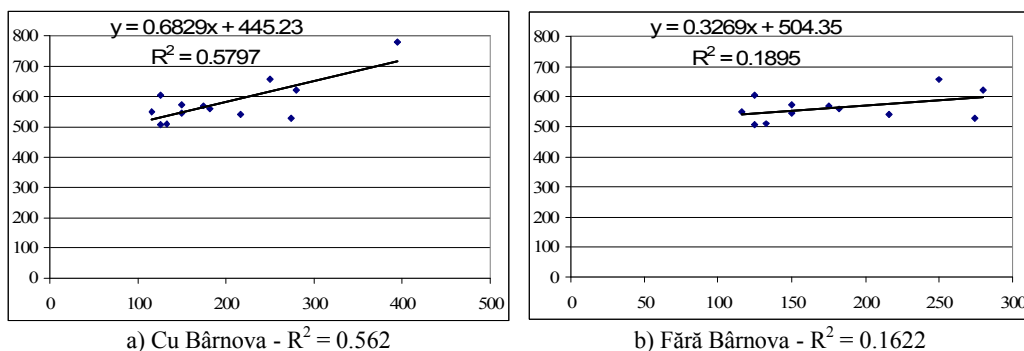


Fig. 12. Ecuțiile de regresie pentru precipitațiile din vestul Podișului Central Moldovenesc calculate incluzând (a) sau omițând (b) datele de la Bârnova.

Ecuțiile de regresie simplă (figura 12) ne arată o creștere a cantităților anuale de precipitații față de altitudine cu un gradient vertical de 68.3 mm/100 m, în situația în care se ia în considerare și datele de la Bârnova, și, respectiv, 32.7 mm/100 m, dacă nu se iau în considerare acele date. Așadar o diferență foarte mare indusă de un singur punct pluviometric care este, totuși, o realitate în pluviometria Podișului Central Moldovenesc, situat la cea mai mare altitudine dintre toate posturile regiunii, ce nu trebuie neglijată. Efectul de netezire induce o reducere a valorilor în regiunea Coastei Iașilor (reziduuri pozitive) și o exagerare în sudul și sud-vestul regiunii (reziduuri negative).

Kriging-ul este o metodă locală de interpolare, care pleacă de la presupunerea că valorile unei variabile spațiale sunt *autocorelate* pe distanțe mici. Cu alte cuvinte, în jurul unui anumit punct, valorile din punctele apropiate vor fi asemănătoare celei din punctul central, diferențele crescând proporțional cu distanța față de acesta.

Abordarea locală prezintă avantajul de a păstra ca atare valorile în punctele cunoscute (stații, posturi) și de a reda *anomalii spațiale* (ex: „insule” de temperatură mai ridicată în zonele cu procese de föhnizare a maselor de aer). Pe de altă parte, interpolatorii locali nu explică distribuția spațială a parametrului analizat, neincluzând în relațiile de calcul potențialii factori cauzali. Efectul acestora este, prin urmare, *implicit*. Un alt dezavantaj îl constituie necesitatea dispunerii de o rețea densă de puncte pentru a asigura finețea spațializării.

În consecință, metodele locale de interpolare sunt mai adecvate în cazul elementelor și fenomenelor climatice cu variabilitate spațială mai ridicată și predictibilitate spațială mai redusă (precipitații, vânturi, diferite fenomene atmosferice), care depind, în bună măsură, de factorul dinamic.

Cea mai bună abordare este probabil una mixtă, care să îmbine interpolatorii globali și locali (ex: kriging-ul rezidual). *Kriging-ul rezidual* (cu model de tendință,

universal), aplicat în lucrarea menționată (V. Budui și C. V. Patriche, 2005), presupune însumarea subsecventă a reprezentării spațiale rezultate prin regresie cu reziduurile (tabelul 8) interpolate prin kriging (figura 13) pentru a obține reprezentarea spațială finală. Se pune în evidență o creștere treptată a reziduurilor dinspre partea sud-vestică a regiunii către partea nordică și nord-vestică, o dată cu creșterea altitudinii. De reziduuri pozitive este caracterizată și partea sud-estică a regiunii, pe seama valorii mai mari a sumei anuale de precipitații de la Vaslui, înregistrată la o altitudine relativ mică, în comparației cu alte locații.

Prin însumarea în cadrul TNTmips a componentei regresive și a reziduurilor interpolate prin kriging, s-a obținut modelul final al distribuției spațiale a precipitațiilor (figura 14).

Comparativ cu modelul regresiei, prin combinarea celor două metode se obține creșterea ecartului de variație a valorilor, de la 508.4-766.7 mm/an la 492.9-795.5 mm/an, cu o deviație standard de 56 mm/an și reducerea ușoară a mediei pentru regiunea studiată la valoarea de 598,4 mm/an.

Analizând distribuția spațială rezultată, constatăm că în zona Coastei Iașilor și în partea înaltă din apropiere cantitățile anuale de precipitații depășesc 600 mm, punctele de măsurare cunoscute păstrându-și valoarea reală nemodificată.

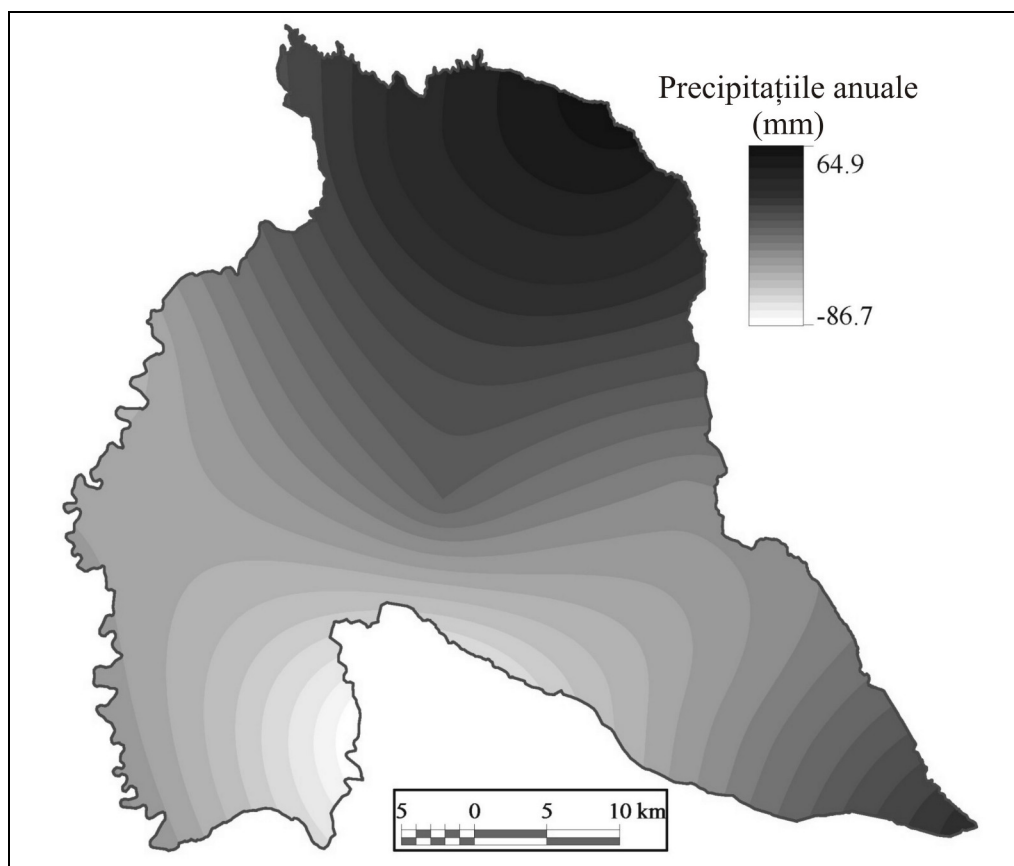


Fig. 13. Spațializarea reziduurilor regresiei prin kriging.

Tab. 8. Reziduurile rezultate prin aplicarea metodei regresiei.

Punctul pluviometric	Suma anuală (mm)	Altit. (m)	Regresat	Reziduu
Vaslui	549.5	116	524.4	25.1
Solești	505.2	125	530.6	-25.4
Voinești	604.0	125	530.6	73.4
Negrești	511.0	133	536.1	-25.1
Băcești	543.3	150	547.7	-4.4
Mogoșești	573.6	150	547.7	25.9
Țibănești	570.6	175	564.7	5.9
Bacău	559.0	182	569.5	-10.5
Roman	541.0	216	592.7	-51.7
Mădârjac	655.6	250	616.0	39.6
Plopana	529.2	274	632.3	-103.1
Strunga	621.5	280	636.4	-14.9
Bârnova	780.3	395	715.0	65.3

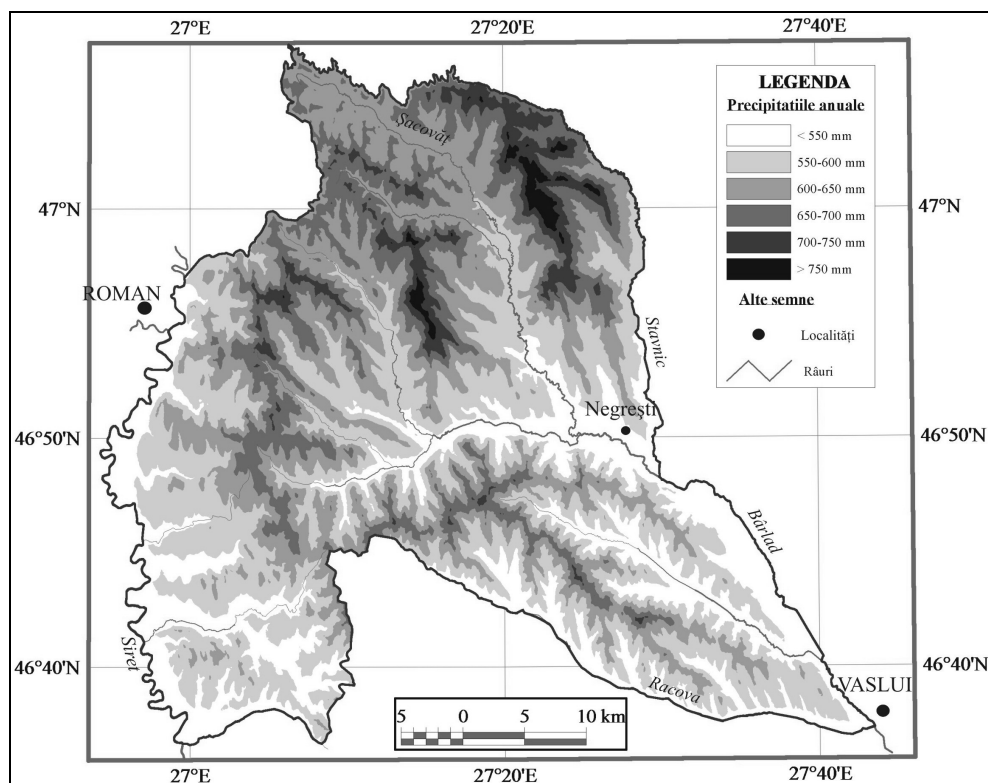


Fig. 14. Distribuția spațială a precipitațiilor anuale în Podișul Central Moldovenesc dintre Stăvnic și Siret realizată prin metoda regresiei combinată cu kriging-ul reziduurilor.

Concluzii

Poziția regiunii studiate la limitele extreme ale principalilor centri barici influențează regimul pluviometric caracterizat de o variabilitate mare a cantităților de precipitații, pusă în evidență de o alternanță neperiodică de perioade ploioase și secetoase în timpul anului sau multianual. Se impune să realizăm, pe viitor, o analiză mai detaliată actualizată a fenomenului de secetă, prin prelucrarea datelor zilnice.

Influența continentală se reflectă, din punct de vedere pluviometric, prin marea variabilitate în timp a cantității de precipitații. Precipitațiile atmosferice din partea vestică a Podișului Central Moldovenesc prezintă un regim multianual destul de fluctuant, cu variații mari în unii ani față de media multianuală. Variabilitatea anuală este și mai mare, cu abateri de la medie de peste 100 %. Cantitățile maxime se înregistrează în nordul regiunii, ca urmare a influenței Coastei Iașilor care forțează ridicarea maselor de aer umed care se deplasează către Podișul Central Moldovenesc.

Spațializarea precipitațiilor atmosferice se face cu mai puține erori prin utilizarea kriging-ului rezidual ca metodă de interpolare a precipitațiilor. Este o metodă mai adecvată, comparativ cu metoda regresiei, având în vedere variabilitatea spațială mare a acestui parametru climatic. Pentru această analiză am stabilit gradientul pluviometric pe baza ecuației de regresie simplă, ținând cont doar de altitudine. Avem în vedere ca, pe viitor, pentru ameliorarea componentei regresive și pentru o mai bună interpretare, să luăm în considerare și alte variabile: expoziția versanților (pentru care trebuie să cunoaștem amplasamentul posturilor pluviometrice în raport de acest parametru geomorfometric), panta terenului, energia de relief, prezența ariilor împădurite etc.

Repartiția spațială relativ concentrată a posturilor pluviometrice în palierul inferior altitudinal al Podișului Central Moldovenesc dintre Stavnic și Siret, nu permite o interpolare absolut corectă. Introducerea sau eliminarea unui post pluviometric în șirul de analiză spațială, conduc la modificări semnificative a gradientului pluviometric. Prezența stației Bârnova la altitudinea cea mai mare în întreg Podișul Central Moldovenesc este considerată drept o excepție prin cantitățile anuale cele mai mari de pe tot cuprinsul arealului, deși este la fel de posibil ca, dacă ar fi existat mai multe posturi la altitudini de 350-400 m, gradientul rezultat prin calcule să fi fost mai crescut. În concluzie, se impune efectuarea de interpolări care să ia în considerare mai multe locații de altitudine, pentru a surprinde o plajă altitudinală mai mare.

BIBLIOGRAFIE

- Apetrei, M., Groza, O., Grasland, C.** (1996), *Elemente de statistică cu aplicații în geografie*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza” Iași.
- Apostol, L.** (2000), *Precipitațiile atmosferice în Subcarpații Moldovei*, Edit. Univ. “Ștefan cel Mare” Suceava.
- Apostol, L.** (2004), *Clima Subcarpaților Moldovei*, Edit. Univ. Suceava.
- Băcăuanu, V., Barbu, N., Pantazică, Maria, Ungureanu, Al., Chiriac, D.** (1980), *Podișul Moldovei. Natură, om, economie*, Ed. șt. și encicloped., București.

- Bogdan Octavia** (1975), *Le régime des précipitations dans la période pluvieuse 1969-1972 qui a déterminé l'excès d'humidité de la plaine Roumaine d'Est*, RRGGG–Géogr., 19, 2, p.143-162.
- Bogdan Octavia, Niculescu Elena** (1999), *Riscurile climatice din România*, Inst. de Geogr., Academia Română.
- Budui V.** (2004), *Considerații privind distribuția spațială a precipitațiilor în Podișul Central Moldovenesc dintre Stavnic și Siret*, Analele Univ. ”Ștefan cel Mare” Suceava, s. Geografie, t. XIII.
- Budui V., Patriche C.** (2005), *Modelarea spațială a precipitațiilor atmosferice folosind metode statistice în cadrul SIG. Aplicații la teritoriul Podișului Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Siret*, Romanian Journal of Climatology, vol. 1, Edit. Univ. „Al I. Cuza” Iași.
- Burrough P. A., McDonnell R. A.** (1998), *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press.
- Doneaud A.** (1970), *Un fenomen meteorologic rar întâlnit în țara noastră cu caracter catastrofal*, Hidrotehnica, XV, 12, p. 615-619.
- Dragotă Carmen, Vasenciu Felicia** (1999), *Impactul factorilor de hazard climatic generat de precipitațiile atmosferice excedentare căzute în intervalul 1 ianuarie – 1 octombrie 1997 pe teritoriul României, cu referire specială pentru Moldova*, Lucr. semin. geogr. „D. Cantemir”, nr. 17-18 (1997-1998), Iași.
- Erhan Elena** (1983), *Fenomenul de secetă din Podișul Moldovei*, Anal. șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, s. II- b., t. XXIX.
- Erhan Elena** (1987), *Considerații asupra precipitațiilor atmosferice din partea de est a României*, Lucr. Semin. Geogr. „D. Cantemir”, nr. 8, Iași.
- Gâstescu P., Zăvoianu I., Bogdan Octavia, Driga B., Breier Ariadna** (1979), *Excesul de umiditate din Câmpia Română de nord-est (1969–1973)*, Edit. Academiei, București.
- Johnston R. J.** (1978), *Multivariate Statistical Analysis in Geography*, Longman, NY.
- Patriche C. V.** (2003), *Abordarea pe baze statistice a problemei spațializării informației climatice*, vol. *Indici și metode cantitative utilizate în climatologie*, coord. Sorin Cheval, Edit. Univ. din Oradea.
- Patriche C. V.** (2004), *Considerații privind abordarea statistică și geoinformațională a cartografiei tematice în climatologie*, Lucr. Simpoz.: „Sisteme Informaționale Geografice”, nr. 10, supliment al An. Șt. Univ. „Al. I. Cuza” Iași, tom L, s. II c., Geogr.
- Patriche C. V.** (2005), *Podișul Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Stavnic – studiu de geografie fizică*, Edit. „Terra Nostra” Iași.
- Precupanu-Larion Daniela** (1999), *Clima municipiului Vaslui*, Teză de doctorat, Univ. „Al. I. Cuza” Iași.
- Rădoane Maria, Ichim I., Rădoane N., Dumitrescu G., Ursu C.** (1996), *Analiza cantitativă în geografia fizică*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași
- Tveito O. E., Schöner W.** (editors, 2001), *Applications of spatial interpolation of climatological and meteorological elements by the use of geographical information systems (GIS)*, report no. 1/WG2 Spatialisation/ COST-719, DNMI, Oslo.
- * * * (2000), *Reference Manual for the TNT products V6.4*, Lincoln, MicroImages Inc.
- * * * – *Tabele meteorologice TM-11* pentru stațiile meteorologice Negrești, Vaslui, Bacău, Roman, Strungă, Plopana.
- * * * – *Tabele pluviometrice anuale* pentru perioada 1964-2003, pentru posturile pluviometrice din Bazinul superior al Bârladului.