

1.5. Parametri ai curgerii totale și subterane

Rezultatul concentrării în **talvegul** unui râu a unei părți din precipitațiile interceptate de bazinul hidrografic al acestuia și a curgerii subterane din acviferele care îl alimentează este **curgerea totală**.

1.5.1. Parametri ai curgerii totale

Curgerea totală a unui râu se măsoară în talvegul acestuia și datorită variabilității în timp se evaluează pe diferite intervale de timp: lună, sezon, an. Cel mai frecvent, pentru studiile hidrogeologice, se apelează la intervalul anual calculându-se valori medii multianuale.

Curgerea medie multianuală reflectă potențialul bazinului de recepție și se exprimă prin intermediul unor **parametri** derivați din:

- **debitul** cursului de apă;
- **suprafața bazinului hidrografic** care se închide în secțiunea de măsurare a debitului;
- **intervalul de timp** luat în considerare.

Parametrii elementari utilizați pentru evaluarea scurgerii totale sunt: **debitul mediu multianual, debitul mediu specific, volumul curgerii totale, coloana de apă a curgerii medii, coeficientul curgerii totale medii, coeficientul modul al curgerii totale**. Pentru ușurința calculului, ei sunt exprimați în anumite unități de măsură, urmând ca în relațiile de legătură să se facă omogenizarea dimensională.

Debitul mediu multianual (Q_0) (**normal/modul**) este parametrul cel mai frecvent utilizat. El se calculează ca o medie aritmetică a debitelor medii anuale (Q_{0i}):

$$Q_0 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Q_{0i}}{n} \quad \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (1.58)$$

În România, datorită variabilității accentuate a curgerii totale, pentru calculul acestui parametru se recomandă serii de date înregistrate pe perioade de 30 de ani.

Debitul mediu specific sau **modulul scurgerii** (q_0) reprezintă debitul, exprimat în **litri/secundă**, ce se scurge de pe un **km²** al bazinului hidrografic (F -suprafața bazinului de recepție):

$$q_0 = \frac{10^3 \cdot Q_0}{F} \quad \left[\frac{\text{litri}}{\text{sec} \cdot \text{km}^2} \right] \quad (1.59)$$

Acest debit, fiind raportat la unitatea de suprafață, poate fi utilizat pentru compararea potențialului hidrologic a două sau mai multe bazine hidrografice.

Volumul curgerii totale (V_0) se referă la volumul de apă ce s-ar acumula în amonte de secțiunea râului în care se fac estimările, pe perioada unui an calendaristic mediu (durata unui an calendaristic mediu este $T=364,25$ zile/an $\times 86400$ sec/an = $31,56 \times 10^6$ secunde):

$$V_0 = T \cdot Q_0 = 31,56 \cdot Q_0 \quad \left[\frac{m^3}{\text{an}} \right] \quad (1.60)$$

Coloana de apă a curgerii medii (Y_o) se calculează în ipoteza unei repartizări uniforme a volumului V_o pe toată suprafața bazinului luat în considerare:

$$Y_o = \frac{V_o}{F} = \frac{10^9 \cdot V_o}{10^{12} \cdot F} = \frac{V_o}{10^3 \cdot F} \quad \left[\frac{mm}{an} \right] \quad (1.61)$$

unde F este suprafața bazinului hidrografic exprimată în km^2 .

Coeficientul curgerii totale medii (η_o) reprezintă raportul dintre curgere (Y_o) și precipitații (P_o), ambele exprimate în coloană de apă echivalentă, în decursul aceleiași perioade:

$$\eta_o = \frac{Y_o}{P_o} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1.62)$$

Acest parametru este o măsură a randamentului hidrologic de transformare a **precipitațiilor în curgere totală medie**.

Coeficientul modul al curgerii totale medii (K_i) reprezintă raportul dintre curgerea medie anuală și cea multianuală:

$$K_i = \frac{Q_{0i}}{Q_0} = \frac{q_{0i}}{q_0} = \frac{V_{0i}}{V_0} = \frac{Y_{0i}}{Y_0} \quad [-] \quad (1.63)$$

Coeficientul modul al scurgerii totale medii poate lua valori mai mari sau mai mici decât unu, exprimând în acest fel dacă un anumit interval de timp este mai bogat (>1) sau mai sărac (<1) în raport cu un an hidrologic mediu.

Între parametrii prezentați, în funcție de necesități, se pot stabili relații de legătură. Cel mai frecvent este utilizată relația de legătură între Y_o și q_o :

$$Y_o = \frac{V_o}{10^3 \cdot F} = \frac{31,56 \cdot 10^6 \cdot Q_o}{10^3 \cdot F} = 31,56 \cdot 10^3 \cdot \frac{Q_o}{F} = 31,56 \cdot q_o \quad (1.64)$$

1.5.2. Parametri ai curgerii subterane

În cercetările hidrogeologice este necesar uneori să se înceapă cu evaluarea curgerii totale medii, deoarece parametrii respectivi pot servi ca orientare și ca termeni de comparație în etapa următoare de calcul a parametrilor **curgerii subterane**. Parametrii curgerii subterane evidențiază două caracteristici principale ale acestora în raport cu curgerea de suprafață:

- **continuitatea mai bună** (un acvifer se epuizează mult mai greu decât un curs de apă de suprafață);
- **variabilitatea mai redusă** (variația debitului scurgerii subterane este mult mai mică decât a scurgerii de suprafață).

Parametrii curgerii subterane pot fi determinați în două situații:

- **în sezonul secetos**, când debitul măsurat în albia râului reprezintă în totalitate alimentarea subterană a acestuia și nu apar nici un fel de dificultăți în calculul parametrilor scurgerii subterane;
- **în perioadele cu precipitații**, când dificultățile separării curgerii subterane din curgerea totală se transformă în incertitudini asupra valorilor parametrilor acestora.

Un procedeu eficient și operativ pentru evaluarea parametrilor curgerii subterane constă în măsurarea debitelor curgerii totale (Q_1 și Q_2), la capetele unui tronson de lungime L fără confluențe al cursului de apă, într-un interval de timp fără precipitații (**Fig.1.51**). Cu aceste debite se pot calcula mai mulți parametri ai curgerii subterane, în varianta medie anuală sau multianuală: debit unitar, debit specific, coloană echivalentă, coeficientul alimentării subterane, coeficientul curgerii subterane, volumul curgerii subterane.

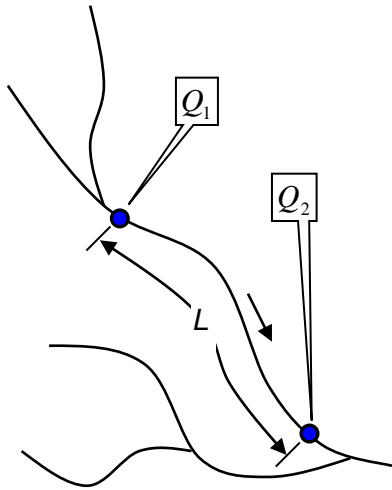


Fig.1.51. Estimarea scurgerii subterane pe un tronson de râu fără afluenți

Debitul unitar al alimentării subterane (q_u) este raportat la 1 km lungime a cursului de apă:

$$q_u = \frac{Q_2 - Q_1}{L} = \frac{Q_s}{L} \quad \left[\frac{m^3}{s \cdot km} \right] \quad (1.65)$$

În cazul cursurilor de apă infiltrante, acest parametru va avea semn negativ.

Debitul specific subteran (q_s) este analog cu debitul specific mediu, el fiind raportat la suprafața **bazinului hidrogeologic** (F_s), exprimată în km^2 :

$$q_s = \frac{10^3 \cdot Q_s}{F_s} \quad \left[\frac{litri}{sec. \cdot km^2} \right] \quad (1.66)$$

Coloana echivalentă a curgerii subterane se estimează cu:

$$Y_s = 31,56 \cdot q_s \quad \left[\frac{mm}{an} \right] \quad (1.67)$$

Coeficientul alimentării subterane a cursului de apă este definit cu relația:

$$K_s = \frac{q_s}{q} \cdot 100 = \frac{Y_s}{Y} \cdot 100; \quad [\%] \quad (1.68)$$

în care q și Y reprezintă parametrii curgerii totale medii.

Coeficientul curgerii subterane (η_s) reprezintă fracțiunea din precipitații (P) care se transformă în curgere subterană:

$$\eta_s = \frac{Y_s}{P} \cdot 100; \quad [\%] \quad (1.69)$$

Volumul curgerii subterane (V_s) se estimează cu:

$$V_s = Y_s \cdot F_s \cdot 10^3; \quad \left[\frac{mm}{an} \right] \quad (1.70)$$

1.5.3. Parametri statistici ai variabilității curgerilor

Variabilitatea complexă a debitului curgerilor hidrologice implică abordarea **probabilistă** a evaluării acesteia. Obiectivul acestei evaluări este **prognoza pe termen lung** a debitului curgerilor hidrologice, necesare proiectării construcțiilor hidrotehnice (baraje, diguri, canale, captări etc.).

Parametrii care stau la baza realizării prognozelor sunt **asigurarea experimentală/empirică de depășire/nedepășire** și **perioada de repetare**.

Extrapolarea asigurărilor empirice, realizată în condițiile lipsei unor șiruri de valori suficient de numeroase, se face cu ajutorul **funcțiilor teoretice de probabilitate** (ex.: funcția Gauss-Laplace, funcția logaritmică-normală, funcția Gumbel, funcția Pearson, funcția gama etc.), utilizate pentru **generarea** unor șiruri de valori cronologice cu **aceleași caracteristici statistice** cu ansamblul valorilor măsurate (**media, coeficientul de variație, coeficientul de asimetrie**, etc.).

1.5.3.1. Asigurare experimentală

Asigurarea experimentală se definește pentru un șir de n valori ale debitului curgerii (Q_1, Q_2, \dots, Q_n), măsurate la fiecare interval de timp Δt .

Dacă cele n valori ale debitului (Q) sau orice alt parametru al curgerii sunt **independente** și cu probabilitățile de realizare egale ($p = \frac{1}{n}$), se ordonează **descrescător (Tabelul 1.9)** și se definesc două tipuri de asigurări experimentale:

Tabelul 1.9. Ordonarea descrescătoare a debitelor

Q	$Q_1 >$	$Q_2 >$	$Q_3 >$	$Q_4 >$	$Q_m >$...	$Q_n >$
p	$p_1 = \frac{1}{n}$	$p_2 = \frac{1}{n}$	$p_3 = \frac{1}{n}$	$p_4 = \frac{1}{n}$	$p_m = \frac{1}{n}$...	$p_n = \frac{1}{n}$

- **asigurarea empirică de egalare sau depășire** ($P_m^{egalare}$) a debitului Q_m care reprezintă probabilitatea de egalare sau depășire a debitului Q_m calculată cu relația:

$$P_m^{egalare} = \sum_{i=1}^{i=m} p_i = \frac{m}{n} \quad (1.71)$$

sau relația lui Weibull care reduce efectul numărului de elemente n și face posibilă compararea asigurărilor calculate pe baza unor șiruri de valori cu efective diferite:

$$P_{W-m}^{egalare} = \frac{m}{n+1} \quad (1.72)$$

în care

m - rangul valorii (poziția valorii în șirul ordonat descrescător);

n - numărul total de valori disponibile.

- **asigurarea empirică de nedepășire** ($P_m^{nedepasire}$) a debitului Q_m care reprezintă probabilitatea de nedepășire a debitului Q_m calculată cu relația:

$$P_m^{nedepasire} = \sum_{i=m}^{i=n} p_i = \frac{n-m}{n} \quad (1.73)$$

sau relația Weibull:

$$P_{W_m}^{nedepasire} = 1 - P_{W_m}^{egalare} = 1 - \frac{m}{n+1} \quad (1.74)$$

Asigurarea experimentală de egalare sau depășire a unei valori cuprinse în intervalul Q_m și Q_{m+i} se calculează cu:

$$P_{m_m+1}^{egalare} = \sum_{i=m}^{i=m+i} p_m = \frac{m+i}{n} - \frac{m}{n} = \frac{i}{n} \text{ sau după Weibull: } P_{W_m_m+1}^{egalare} = \frac{i}{n+1} \quad (1.75)$$

relații în care $i = 1, 2, \dots, (n - m)$

De obicei, **scurgerea minimă** care se realizează în totalitate prin alimentarea subterană a cursurilor de apă se calculează pentru asigurări de depășire de $P^{depasire} = 80\%, 90\%, 95\%$.

Curgerea maximă, la care participarea apelor subterane este practic nulă, se calculează pentru asigurări cuprinse între $P^{egalare} = 1\%$ și $P^{depasire} = 10\%$.

1.5.3.2. Perioadă de repetare

Dacă fiecare valoare a debitului din șirul de n valori se realizează **o singură dată în intervalul de timp Δt** , se definește **perioada de repetare (T_m)** a unei valori (Q_m), adică numărul de intervale de timp Δt la care:

- valoarea debitului este egalată/**depășită** o singură dată:

$$T_m^{egalare} = \frac{100}{100 \cdot P_m^{egalare}} \text{ sau după Weibull } T_{W_m}^{egalare} = \frac{100}{100 \cdot P_{W_m}^{egalare}} \quad (1.76)$$

- valoarea debitului este **nedeșită**:

$$T_m^{nedepasire} = \frac{100}{100 \cdot P_m^{nedepasire}} = \frac{100}{100 - P_m^{egalare}} \text{ după Weibull } T_{W_m}^{nedepasire} = \frac{100}{100 \cdot P_{W_m}^{nedepasire}} \quad (1.77)$$

Perioada de repetare în hidrologie poate fi exprimată în ani, trimestre sau luni dacă valorile elementelor nu se influențează reciproc de la un interval la altul.

Perioada de repetare și asigurarea empirică de depășire ajută la caracterizarea fiecărui an din punct de vedere al resurselor de apă:

- an foarte bogat: $P^{egalare} = 1\%$ și $T^{egalare} = 100ani$;
- an mediu: $P^{egalare} = 50\%$ și $T^{egalare} = 1an$;
- an foarte secetos: $P^{egalare} = 99\%$ și $T^{egalare} = 100ani$.

Valoarea perioadei de repetare corespunzătoare elementului studiat (ex.: Q) trebuie înțeleasă ca o mărime medie și nu în sensul că în mod cronologic, la fiecare perioadă se va realiza elementul menționat. Este posibil ca într-o suită de perioade să nu apară valoarea elementului, iar în altele să apară de mai multe ori.

Aplicație

Să se calculeze **asigurările de egalare** și perioadele de repetabilitate corespunzătoare pentru debitele râului Olt la postul Râmnicu-Vâlcea, pe baza unei serii de 20 de **debite medii anuale** (Q_i ; Tabelul 1.10).

Rezolvare:

După ordonarea descrescătoare a debitelor medii **anuale** se aplică pentru calculul asigurărilor de egalare și al perioadelor de repetare formulele lui Weibull (1.72, 1.77).

Asigurările de egalare/depășire calculate și exprimate sub formă de procente variază între 4,76% și 95,24% (Fig.1.52). Cu ajutorul lor se poate estima de câte ori un anumit debit multianual este egalat sau depășit într-un anumit interval de timp.

Într-un interval de **10 ani** debitul $Q_{14} = 115 \text{ m}^3/\text{sec}$ poate fi egalat sau depășit de:

$$nr_{\geq} = 10 \cdot \frac{66,67}{100} = 6,6 \cong 7 \text{ ori}$$

iar într-un interval de 20 de ani de:

$$nr_{\geq} = 20 \cdot \frac{66,67}{100} = 13,33 \cong 13 \text{ ori.}$$

Perioadele de repetare calculate pentru cele 20 de debite anuale variază între 21 de ani pentru cel mai mare debit ($Q = 220 \text{ m}^3/\text{sec}$) și 1 an pentru cel mai mic debit ($Q = 68 \text{ m}^3/\text{sec}$).

Perioada de repetare $T_{W-14}^{\text{egalare}} = 1,5 \text{ ani}$ reprezintă intervalul de timp în care este probabil ca valoarea debitului mediu anual al Oltului, la Râmnicu-Vâlcea să fie mai mare sau egală cu $Q_{14} = 115 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Tabelul 1.10. Debitele medii anuale, asigurările de egalare și perioadele de repetare pentru râul Olt la Râmnicu Vâlcea

Rangul m	Q_i	P_{W-m}^{egalare}	T_{W-m}^{egalare}
	[m ³ /sec]	[%]	[an]
1	220	4.76	21.00
2	210	9.52	10.50
3	200	14.29	7.00
4	180	19.05	5.25
5	140	23.81	4.20
6	130	28.57	3.50
7	129	33.33	3.00
8	128	38.10	2.63
9	124	42.86	2.33
10	123	47.62	2.10
11	122	52.38	1.91
12	120	57.14	1.75
13	118	61.90	1.62
14	115	66.67	1.50
15	110	71.43	1.40
16	98	76.19	1.31
17	84	80.95	1.24
18	78	85.71	1.17
19	70	90.48	1.11
20	68	95.24	1.05

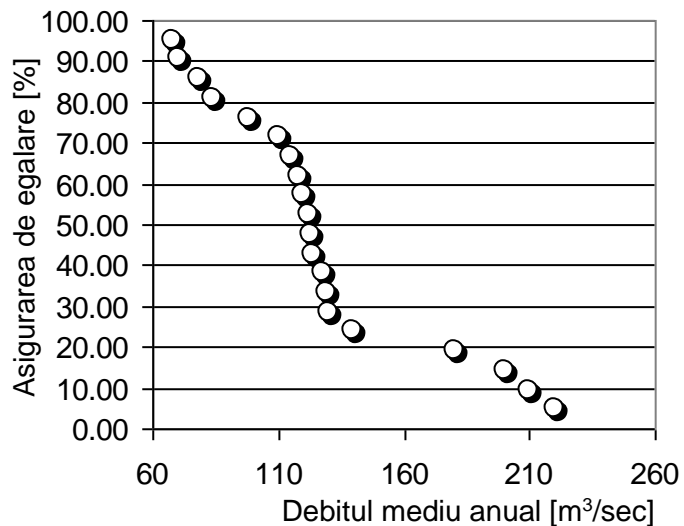


Fig.1.52. Asigurările empirice de egalare ale debitului râului Olt la postul hidrometric Râmnicu-Vâlcea.

1.5.3.3. Generarea valorilor cronologice

Extrapolarea șirurilor statistice scurte (40...50 de valori) este unul din procedeele pe baza cărora în studiile hidrologice se pot evalua asigurările de egalare de 1% și a perioadelor de repetare corespunzătoare de 100 de ani necesare proiectării construcțiilor hidrotehnice.

Simularea de șiruri de valori care succed în mod cronologic unui șir cunoscut consideră fenomenul hidrologic aleator iar valorile generate, în ansamblul lor, trebuie să aibă aceleași caracteristici statistice ca și ansamblul valorilor de bază (media, dispersia, coeficientul de variație, coeficientul de asimetrie etc.).

Relația de simulare derivă din teoria lanțului Markov, conform căreia trecerea unui sistem aleator de la timpul $(t-1)$ la timpul (t) depinde de probabilitatea de trecere a sistemului la timpul (t) .

Dacă **șirul de baza** este:

$$Q_1, Q_2, \dots, Q_n \quad (1.78)$$

iar **șirul în curs de generare** este:

$$G_1 = Q_{n+1}, G_2 = Q_{n+2}, \dots, G_i = Q_{n+i} \quad (1.79)$$

relația de simulare este:

$$G_{i+1} = \bar{Q} + (G_i - \bar{Q}) \cdot \rho + g_{i+1} \cdot \sigma_Q \cdot \sqrt{1 - \rho^2} \quad (1.80)$$

în care

\bar{Q} - media aritmetică a șirului de bază:

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} Q_i \quad (1.81)$$

ρ - coeficientul de autocorelație serială de ordinul 1 al seriei de bază:

$$\rho = \frac{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{i=n-1} Q_i \cdot Q_{i+1} - (\bar{Q})^2}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Q_i^2 - (\bar{Q})^2} \text{ pentru } i=1,2,\dots,n \quad (1.82)$$

g_i - variabilă gaussiană cu valori pozitive și negative, cu media zero și abaterea standard unitară:

$$g_i \cong \left(\sum_{k=1}^{k=12} f_k \right) - 6 \quad (1.83)$$

f_k - numere pseudoaleatoare cu distribuție uniformă în intervalul (0,1);

σ_Q - abaterea standard a seriei de bază:

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}} \quad (1.84)$$

Aplicație

Pentru seria de 20 de debite medii anuale ale râului Olt măsurate la postul hidrometric Râmnicu-Vâlcea, în perioada 1960-1979 (**Tabelul 1.10**), să se genereze 15 valori cronologice pentru perioada 1980-1994.

Rezolvare:

Pentru generarea celor 15 valori se calculează pentru **seria de bază** formată din 20 de debite medii anuale ($Q_i, i = 1, 2, \dots, 20$), parametrii statistici (\bar{Q}, σ_Q, ρ) (**Tabelul 1.11**):

Tabel 1.11. Calculul parametrilor statistici ai seriei de bază (\bar{Q}, σ_Q, ρ)

i	Q_i	Q_{i+1}	$Q_i \cdot Q_{i+1}$	$Q_i - \bar{Q}$	$(Q_i - \bar{Q})^2$	Q_i^2
1960	128	122	15616	-0.35	0.12	16384
1961	122	110	13420	-6.35	40.32	14884
1962	110	124	13640	-18.35	336.72	12100
1963	124	115	14260	-4.35	18.92	15376
1964	115	68	7820	-13.35	178.22	13225
1965	68	123	8364	-60.35	3642.12	4624
1966	123	140	17220	-5.35	28.62	15129
1967	140	78	10920	11.65	135.72	19600
1968	78	180	14040	-50.35	2535.12	6084
1969	180	84	15120	51.65	2667.72	32400
1970	84	118	9912	-44.35	1966.92	7056
1971	118	220	25960	-10.35	107.12	13924
1972	220	98	21560	91.65	8399.72	48400
1973	98	210	20580	-30.35	921.12	9604
1974	210	129	27090	81.65	6666.72	44100
1975	129	70	9030	0.65	0.42	16641
1976	70	120	8400	-58.35	3404.72	4900
1977	120	200	24000	-8.35	69.72	14400
1978	200	130	26000	71.65	5133.72	40000
1979	130	-	-	1.65	2.72	16900
Σ	2567	-	302952	-	36256.55	365731

- **media** celor $n = 20$ de debite ale seriei de bază (\bar{Q}):

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=20} Q_i = \frac{1}{20} \cdot 2567 = 128,35 m^3 / sec$$

- **abaterea standard** a seriei de bază (σ_Q):

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{36256,55}{20-1}} = 43,68 m^3 / sec$$

Tabelul 1.12. Generarea valorilor cronologice

i	f _k												g _i	G _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	0.63	0.95	0.62	0.40	0.49	0.49	0.98	0.10	0.76	0.68	0.91	0.43	1.46	191.63
2	0.48	0.99	0.67	0.97	0.57	0.93	0.61	0.64	0.24	0.44	0.07	0.68	1.28	192.09
3	0.50	0.31	0.56	0.06	0.62	0.86	0.57	0.20	0.22	0.84	0.88	0.64	0.24	147.10
4	0.98	0.67	0.55	0.05	0.89	0.86	0.56	0.31	0.48	0.95	0.45	0.86	1.59	199.83
5	0.03	0.54	0.21	0.16	0.71	0.96	0.68	0.99	0.45	0.99	0.51	0.73	0.96	179.03
6	0.17	0.36	0.19	0.47	0.06	0.94	0.14	0.99	0.26	0.19	0.07	0.37	-1.79	57.25
7	0.15	0.23	0.16	0.28	0.31	0.29	0.47	0.87	0.90	0.61	0.67	0.73	-0.32	105.46
8	0.65	0.77	0.22	0.53	0.28	0.45	0.51	0.61	0.75	0.13	0.55	0.83	0.27	137.24
9	0.57	0.30	0.71	0.45	0.49	0.62	0.50	0.88	0.44	0.86	0.67	0.25	0.72	160.64
10	0.13	0.46	0.16	0.07	0.14	0.48	0.58	0.99	0.11	0.80	0.30	0.46	-1.34	74.64
11	0.17	0.27	0.60	0.42	0.29	0.23	0.19	0.85	0.54	0.27	0.50	0.04	-1.64	50.20
12	0.92	0.02	0.08	0.95	0.65	0.39	0.56	0.33	0.11	0.04	0.17	0.66	-1.11	70.25
13	0.10	1.00	0.77	0.79	0.74	0.71	0.06	0.61	0.37	0.71	0.03	0.28	0.17	128.33
14	0.59	0.03	0.36	0.02	1.00	0.39	0.49	0.40	0.77	0.70	0.69	0.40	-0.17	120.97
15	0.57	0.56	0.95	0.09	0.40	0.36	0.90	0.52	0.56	0.53	0.81	0.72	0.97	169.55

- **coeficientul de autocorelație** al seriei de bază (ρ):

$$\rho = \frac{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{i=n-1} Q_i \cdot Q_{i+1} - (\bar{Q})^2}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Q_i^2 - (\bar{Q})^2} = \frac{\frac{1}{20-2} \cdot 302952 - 128,35^2}{\frac{1}{20-1} \cdot 365731 - 128,35^2} = 0,13$$

Generarea celor 15 debite medii anuale se bazează pe o variabilă gaussiană g_i pentru calculul căreia se utilizează 12 numere pseudoaleatoare cu distribuție uniformă pe intervalul $(0,1)(f_k; K = 1,..12;$

Tabelul 1.12).

Prin înlocuirea parametrilor statistici calculați, relația de simulare (1.80):

$$G_{i+1} = \bar{Q} + (G_i - \bar{Q}) \cdot \rho + g_{i+1} \cdot \sigma_Q \cdot \sqrt{1 - \rho^2}$$

devine:

$$G_{i+1} = 128,35 + (G_i - 128,35) \cdot 0,13 + g_{i+1} \cdot 43,68 \cdot \sqrt{1 - 0,13^2}$$

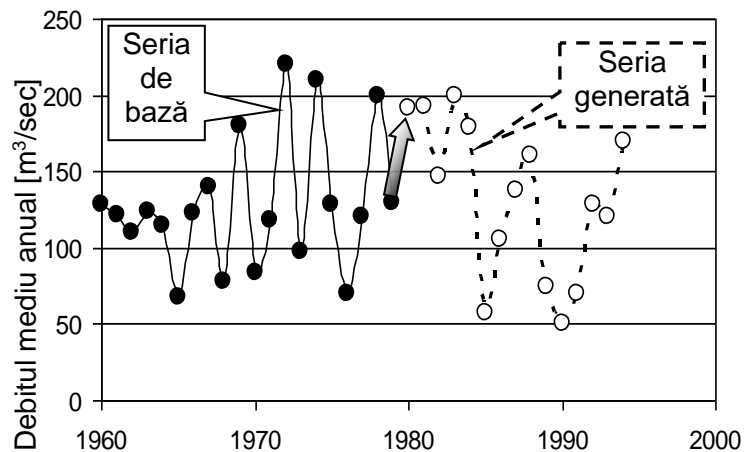


Fig.1.53. Variația debitului mediu anual în perioada 1960-1994.

Seria celor 15 debite generate continuă într-o manieră satisfăcătoare evoluția seriei de bază sub două aspecte:

- succesiunea cronologică din care se observă alura similară a hidrografului debitelor pe cele două perioade (**Fig.1.53**);
- analogia statistică rezultată din compararea parametrilor statistici ai celor două serii (**Tabelul 1.13**).

Tabelul 1.13. Compararea parametrilor statistici pentru cele două serii de debite

Parametru	Seria de bază	Seria generată	<i>Dif _ rel</i> [%]
Media	128,35	132,28	3,02
Abaterea standard	43,68	51,19	17,19

Pentru compararea parametrilor statistici s-a calculat o **diferență relativă** (*Dif _ rel*) raportată la parametrii seriei de bază de forma:

$$Dif_rel_{medie} = 100 \cdot \frac{|\bar{Q} - \bar{G}|}{\bar{Q}} \quad (1.85)$$

$$Dif_rel_{abatere} = 100 \cdot \frac{|\sigma_Q - \sigma_G|}{\sigma_Q} \quad (1.86)$$

Diferențele relative pentru media și abaterea standard sunt acceptabile și ele pot fi reduse prin creșterea numărului debitelor generate.