



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

MODELE PENTRU CALCULUL VIITURII MAXIME PROBABLE (VMP) ȘI ANALIZA DISTRIBUȚIEI ÎN TIMP Partea I-a

Lucian MÂNDREA, Ileana POPA

MODELS FOR MAXIMUM PROBABLE FLOW CALCULATION AND THE TIME DISTRIBUTION ANALYSE – PART I

This paper presents an approach to estimate the maximum flow calculation and the time distribution analyse for different rivers from Romania.

Keywords: maximum probable flow calculation, time distribution, maximum probable rain

Cuvinte cheie: Viitura maximă probabilă, distribuție în timp, precipitația maximă probabilă

1. Introducere

Problematika estimării viiturii extreme este foarte des abordată în literatura de specialitate din hidrologie. Viitura maximă probabilă (VMP) aparține categoriei de fenomene hidrologice rare și se pot face câteva observații preliminare:

- frecvența statistică (sau tipul său de repartiție) nu poate fi estimat cu precizie;
- fenomenul în sine nu este comparabil cu evenimente observate;
- nici o estimare a VMP nu este verificabilă decât la nivelul conceptelor acceptate ca bază a estimării;

- nu există o metodologie optimă de estimare a VMP.

În general există două moduri de estimare a VMP:

- **calea statistică**, ce nu poate oferi decât o estimare a VMP la nivelul debitului maxim, aspecte legate de geneza viiturii fiind complet omise;

- **calea deterministă**, ce necesită un studiu mult mai amplu, care presupune folosirea conceptului de „ploaie maximă probabilă” (PMP) și transformarea acesteia în hidrograf al scurgerii.

Această ultimă cale de abordare constituie obiectul preocupărilor actuale.

Calculul „viiturii maxime probabile” pe calea deterministă presupune mai multe etape distincte:

- alegerea modelului de distribuție a PMP;

- calculul histogramei PMP;

- transformarea ploii brute în ploaie netă;

- transformarea precipitației nete în hidrograf al scurgerii.

În acest sens se abordează la început următoarele aspecte:

- determinarea precipitației maxime probabile (PMP) și analiza distribuției în timp;

- calculul viiturii maxime probabile (VMP) cu modele deterministe ploaie - scurgere.

2. Determinarea precipitației maxime probabile (PMP) și analiza distribuției în timp

Pentru calculul „precipitației maxime probabile” s-a ales metodologia statistică, care presupune o analiză statistică în spațiu a observațiilor disponibile la posturile pluviometrice și stațiile meteorologice [1], [2], [3].

Algoritmul metodei se bazează pe formule generale de analiză a frecvenței mărimilor hidrologice, propus de Chow (1961) și dezvoltat ulterior de Hershfield (1973):

$$X_{p\%} = \overline{X}_n + K \cdot S_n$$

unde: $X_{p\%}$ este stratul ploii corespunzător probabilității $p\%$;

\overline{X}_n este media celor „ n ” valori maxime anuale;

S_n este variația valorilor maxime anuale;

K este coeficientul statistic variabil.

Dacă în ecuația de mai sus, în loc de $X_{p\%}$ se introduce X_m , valoarea maximă observată, iar în loc de K se introduce K_m , atunci pentru fiecare șir în parte de precipitații maxime anuale, pentru diferite

durate: o oră, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore etc., se calculează valorile K_m cu formula:

$$K_m = \frac{X_m - \overline{X}_n}{S_n}$$

unde \overline{X}_n și S_n se calculează pentru șirurile de valori maxime fără valoarea cea mai mare înregistrată.

Esența metodei constă în determinarea înfășurătoarei pentru K_m , utilizând toate informațiile disponibile în regiunea de studiu a bazinele râurilor Bahlui și Jijia.

Bazinul râului Jijia se desfășoară în mare parte pe două județe: Botoșani și Iași. Din această cauză datele s-au analizat diferențiat pe județe și sunt prezentate în tabelele 1 și 2, pentru durata de 12 ore a ploii, respectiv în tabelele 3 – 4, pentru durata de 24 de ore.

Tabelul 1

Valorile parametrului K_m pentru durata ploii de 12 ore. Județul Botoșani

| Nr. crt. | Stația meteorologică Postul | Ploaia maximă [mm] | X^* | Σ^* | K_m |
|----------|--------------------------------|------------------------|-------|------------|-------|
| 1 | Pomaria | 60,5 | 34,1 | 11,9 | 2,22 |
| 2 | Dumeni | 59 | 35,1 | 12,1 | 1,97 |
| 3 | Vorniceni | 80 | 33,3 | 11,9 | 3,93 |
| 4 | S.M.Dorohoi | 73,5 | 31,7 | 11,4 | 3,65 |
| 5 | Văculești | 69,7 | 31,4 | 10,3 | 3,71 |
| 6 | Ungureni | 76,9 | 32 | 10,7 | 4,16 |
| 7 | Roma de Sus | 155,6 | 34,9 | 12,1 | 10,8 |
| 8 | Cocorani | 73,6 | 36,1 | 11,9 | 3,15 |
| 9 | Baisa | 60,8 | 36,6 | 11,3 | 2,13 |
| 10 | Dăngeni | 66,5 | 37,8 | 12 | 2,38 |
| 11 | Gorbănești | 89,3 | 34,8 | 10,9 | 5,01 |
| 12 | Sulița | 69,3 | 38,6 | 12,5 | 2,45 |
| 13 | Cristești | 67,2 | 37,3 | 13,3 | 3 |
| 14 | Poiana Vorona | 80,1 | 37,7 | 12,3 | 3,45 |
| 15 | Tudora | 69,8 | 32,8 | 9,4 | 3,84 |
| 16 | Poiana Flămânzi | 71,1 | 39,2 | 13,3 | 2,4 |
| 17 | S.M. Răușeni | 108,3 | 37,5 | 15,7 | 4,51 |
| 18 | Rînghilești | 86 | 36,3 | 12,8 | 2,94 |
| 19 | Dobarceni | 86 | 38,9 | 12 | 3,93 |

Tabelul 2. Valorile parametrului K_m pentru durata ploii de 12 ore. Județul Iași

| Nr. crt. | Stația meteorologică Postul | Ploaia maximă [mm] | X^* | Σ^* | K_m |
|----------|--------------------------------|------------------------|-------|------------|-------|
| 1 | Hârlău | 57,4 | 33,4 | 10,4 | 1,76 |
| 2 | S.M.Cotnari | 71,8 | 35,3 | 13,6 | 2,68 |
| 3 | Chișcăreni | 99,5 | 34,7 | 11,5 | 5,63 |
| 4 | Coarnele Caprei | 74,3 | 33,3 | 12,1 | 3,39 |
| 5 | Movileni | 104 | 36,3 | 13,7 | 4,97 |
| 6 | Frăsuleni | 88,6 | 33,3 | 13,47 | 4,1 |
| 7 | Heleșteni | 74,5 | 38,8 | 12 | 2,97 |
| 8 | S.M.Strunga | 71,7 | 35,1 | 13 | 2,76 |
| 9 | Stornești | 93,5 | 39,3 | 13,6 | 2,73 |
| 10 | S.M.Podu Iloaiei | 75,8 | 35,6 | 9,1 | 4,41 |
| 11 | Voinești | 105,7 | 36,4 | 12,8 | 5,4 |
| 12 | Mogoșești | 135,2 | 34,2 | 13,6 | 7,29 |
| 13 | Bârnova | 135,7 | 49,2 | 19,1 | 5,52 |
| 14 | Rediu | 102,6 | 34,2 | 12,1 | 5,63 |
| 15 | Ciurea | 65,7 | 36 | 8,5 | 3,55 |
| 16 | Schitu Duca | 138,5 | 43,9 | 14,4 | 6,55 |
| 17 | S.M.Iași | | | | |

Tabelul 3. Valorile parametrului K_m pentru durata ploii de 24 ore. Jud. Botoșani

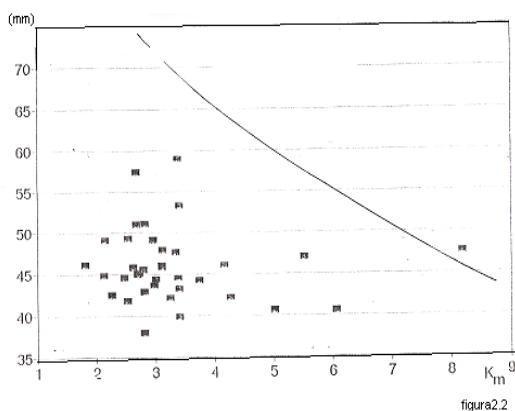
| Nr. crt. | Stația meteorologică Postul | Ploaia maximă [mm] | X^* | Σ^* | K_m |
|----------|--------------------------------|------------------------|-------|------------|-------|
| 1 | Pomaria | 88,7 | 42,2 | 15,6 | 2,79 |
| 2 | Dumeni | 100,8 | 42,2 | 15,6 | 3,75 |
| 3 | Vorniceni | 80 | 40 | 12,3 | 3,25 |
| 4 | S.M.Dorohoi | 109,1 | 39,8 | 13,8 | 5,02 |
| 5 | Văculești | 69,7 | 36,9 | 11,7 | 2,81 |
| 6 | Ungureni | 77 | 38,5 | 11,3 | 3,41 |
| 7 | Roma de Sus | 155,6 | 44 | 13,6 | 7,19 |
| 8 | Cocorani | 84,1 | 42,9 | 16,7 | 2,47 |
| 9 | Baisa | 83,9 | 43,4 | 15 | 2,7 |
| 10 | S.M.Botoșani | 80,4 | 42,5 | 13,5 | 2,81 |
| 11 | Dângenii | 86,4 | 43,9 | 16,2 | 2,62 |
| 12 | Gorbănești | 89,3 | 43,6 | 16,8 | 2,73 |
| 13 | Sulița | 96,1 | 49,5 | 17,4 | 2,68 |
| 14 | Cristești | 82 | 48 | 15,8 | 2,15 |
| 15 | Poiana Vorona | 95,5 | 44,2 | 16,5 | 3,11 |
| 16 | Tudora | 76 | 41,4 | 15,3 | 2,26 |
| 17 | Poiana Flămânzi | 90,7 | 48 | 16,8 | 2,54 |
| 18 | R.M.Raușeni | 145,8 | 38 | 17,8 | 6,07 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------|------|------|------|
| 19 | Ringhilești | 108,1 | 45,6 | 20 | 3,12 |
| 20 | Dobârceni | 106 | 49,6 | 20,1 | 2,82 |

Tabelul 4. Valorile parametrului K_m pentru durata ploii de 12 ore. Județul Iași

| Nr. crt. | Stația meteorologică Postul | Ploaia maximă [mm] | χ^* | Σ^* | K_m |
|----------|--------------------------------|-------------------------|----------|------------|-------|
| 1 | Hârlău | 76,4 | 43,8 | 15,3 | 2,13 |
| 2 | S.M.Cotnari | 97,5 | 42,3 | 16,2 | 3,40 |
| 3 | Chișcăreni | 100,8 | 42,6 | 19,4 | 3,01 |
| 4 | Coarnele Caprei | 87,1 | 40,3 | 18,4 | 2,53 |
| 5 | Movileni | 107,7 | 42,2 | 22 | 2,98 |
| 6 | Frăsuleni | 110,4 | 39,4 | 16,6 | 4,27 |
| 7 | Heleșteni | 96,5 | 45,9 | 15,1 | 3,34 |
| 8 | S.M.Strunga | 72,8 | 44,2 | 15,8 | 1,81 |
| 9 | Stornești | 117,6 | 50,5 | 19,7 | 3,41 |
| 10 | S.M.Podu Iloaiei | 100,2 | 44 | 18,1 | 3,11 |
| 11 | Voinești | 121,3 | 47,2 | 25 | 2,96 |
| 12 | Mogoșești | 154,3 | 44,2 | 20 | 5,58 |
| 13 | Bârnova | 167,9 | 69 | 38,3 | 2,58 |
| 14 | Rediu | 102,6 | 44,5 | 17,9 | 3,38 |
| 15 | Ciurea | 124,2 | 53,7 | 26,3 | 2,68 |
| 16 | Schitu Duca | 138,5 | 55,3 | 24,6 | 3,38 |
| 17 | S.M.Iași | 136,7 | 45,1 | 22 | 4,17 |

24 ore Înfășurătoarea factorului de frecvență pt siruri anuale de precipitații maxime



Înfășurătoarea factorului de frecvență K_m în funcție de precipitația maximă medie pentru durata de 12 ore se prezintă în figura 1, iar pentru cea de 24 de ore în figura 2.

Fig.1
Înfășurătoarea factorului de frecvență K_m – 12 ore

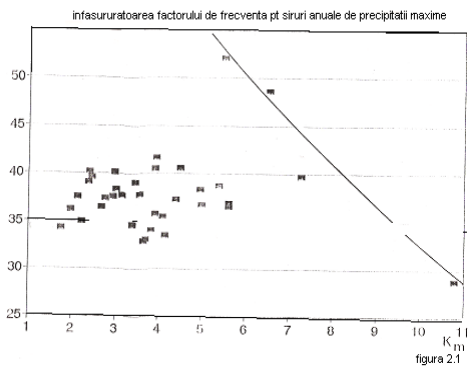


Fig. 2
Înfășurătoarea factorului
de frecvență $K_m - 24$ ore

Aceste grafice permit determinarea factorului de frecvență limită pentru orice punct din bazin, dacă sunt disponibile sintezele regionale ale mediei precipitației maxime anuale pentru diferite durate.

Pe lângă sinteze, pentru calculul precipitației maxime probabile sunt necesare și sinteze ale coeficientului de variație, deoarece valoarea PMP se poate calcula cu formula:

$$PMP = \bar{X}_{24\text{ore}} (1 + C_v \cdot K_m)$$

Se determină în continuare variația factorului de frecvență cu suprafața pentru diferite durate ale ploii, relație necesară pentru determinarea PMP spațial.

Determinarea structurii în timp a precipitației maxime probabile presupune stabilirea unor caracteristici specifice a căror variabilitate este foarte mare [4], [5].

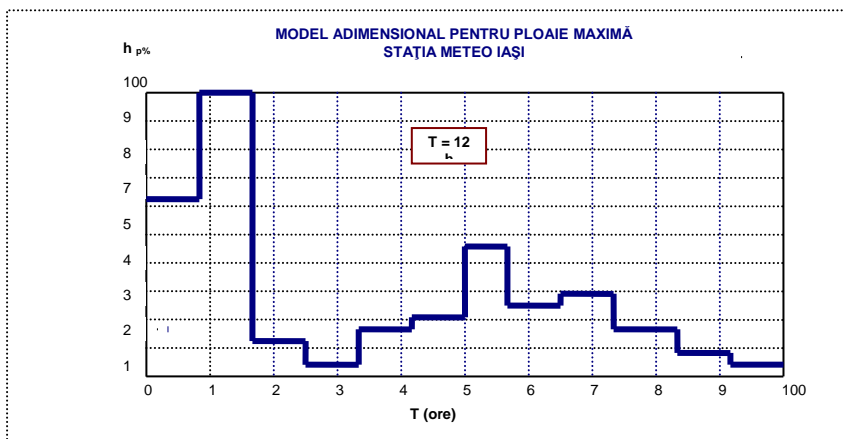


Fig. 3 Modelele adimensionale pentru ploaie maximă

În acest sens s-a efectuat analiza temporală a ploilor pe valori adimensionale cu metoda „Common hidrograf”.

Histogramamele adimensionale au fost construite în procente din valoarea maximă a ploii pe intervalul de timp selecționat din durata totală a ploii pentru axa absciselor.

În figurile 3 – 6 sunt prezentate modelele adimensionale pentru ploaie maximă, pentru durate de 12 ore, respectiv 24 de ore, la stațiile meteorologice Iași, Podu Iloaiei și Dorohoi.

Fig. 4 Modelele adimensionale pentru ploaie maximă

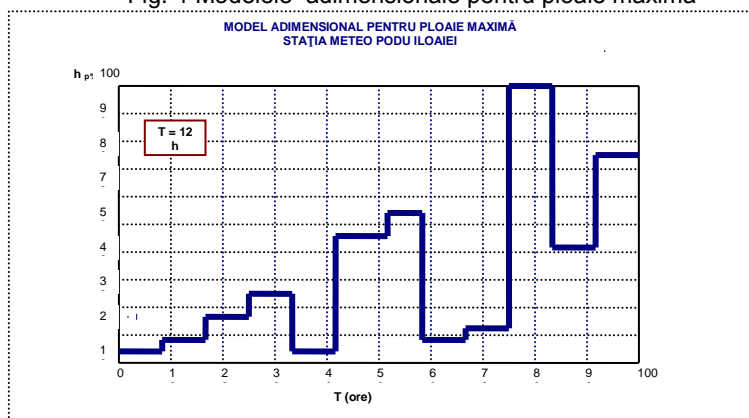
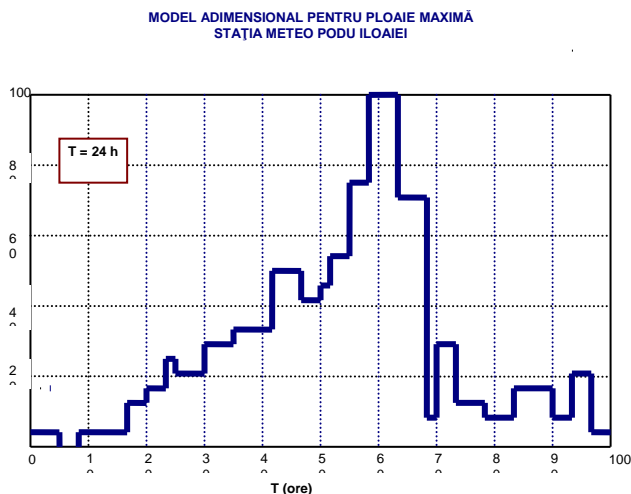


Fig. 5 Modelele adimensionale pentru ploaie maximă



Modele ale „precipitației maxime probabile” sunt prezentate în figurile 7 –10 pentru stațiile Dorohoi și Podul Iloaiei, pentru duratele de 12 și 24 de ore.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Pincovschi, I., *Hidrologie și Meteorologie*, Editura Printech, 2007.
- [2] Athens, R., *Meteorology*, Editura Prentice Hall, 1997.
- [3] Knight, K., *Science Book of meteorology*, Franklin Watts Incorporated, 2000.
- [4] Manoliu, M., Roman, P., *Metode statistice de calcul și prelucrare a datelor hidrologice și de calitate a apelor*, IPB., 1983.
- [5] Drobot, R., *Bazele statistice ale hidrologiei*, E.P.,1987.

Conf. Dr. Ing. Lucian MÂNDREA
Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului,
Universitatea Politehnica București, membru AGIR,
e-mail: mandrea_lucian@hotmail.com, lucian.mandrea@upb.ro

Șef lucr. Ing. Ileana POPA
Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului,
Universitatea Politehnica București,
e-mail: ileanapopa_pub@yahoo.com