

REPARTIȚIA SPAȚIO-TEMPORALĂ A EXTREMELOR TERMICE ANUALE ȘI NIVELELE DE REVENIRE ODATĂ ÎN 10, 20 ȘI 50 ANI

Dr. Valentin Răileanu, Dr. hab. Maria Nedelcov

Institutul de Ecologie și Geografie, email: valentinraileanu11@yahoo.com

Abstract: *The values of the annual maximum and minimum temperatures registered at the meteorological stations in the Republic of Moldova were analyzed and the corresponding parameters of the Generalized Extreme Values Distribution were determined. Extreme annual temperatures were calculated with return periods once in 10, 20 and 50 years for each weather station and the corresponding maps were drawn up.*

Key-words: Generalized Extreme Values Distribution, return levels, return periods

Introducere

Schimbările climatice din ultimele decenii, condiționate de încălzirea globală, a modificat esențial regimul termic și de umezeală și afectează grav securitatea economiei și societății atât la nivel regional, cât și local. În special pot fi menționate valori extreme ale regimului termic. Ca exemplu poate servi seceta extrem de severă din acest an caracterizată de temperaturi extrem de înalte și lipsa precipitațiilor de lungă durată. În acest context prezintă interes evaluarea extremelor termice anuale cu diferite perioade de revenire.

Materiale și metode

Ca materiale inițiale au servit valorile maxime și minime anuale ale temperaturii aerului, extrase din valorile orare, înregistrate al stațiile meteorologice ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat în timp de 75 ani (1945-2019). Analiza datelor și calculele necesare au fost efectuate în programul EasyFit. Hărțile digitale ale valorilor extreme ale temperaturilor Maxime și minim cu perioadele de revenire de 10, 20 și 50 ani au fost elaborate în ArcGIS prin interpolare, utilizând metoda Spline.

Teoria valorilor extreme a fost elaborată de Fisher și Tippett [2], Gumbel [4] la începutul secolului trecut, însă este utilizată frecvent în ultimele decenii [1, 3] climatologie, hidrologie, seismologie, finanțe și economie în general și este exprimată prin Funcția cumulativă a Distribuției Generalizate a Valorilor Extreme (1):

$$F(x) = \begin{cases} \exp(-(1+kz)^{-1/k}) & k \neq 0 \\ \exp(-\exp(-z)) & k = 0 \end{cases}, \quad z \equiv \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

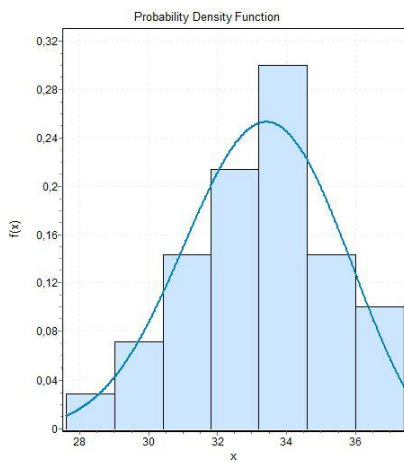
Distribuția este determinată de parametrii săi - μ (locația), σ (scara) și k (forma). Acești parametri sunt evaluați din date experimentale astfel, ca cuantilele teoretice să corespundă cu cele experimentale. Funcția cuantila teoretică este funcția inversă a $F(x, p)$, unde p este probabilitatea de apariție a valorii x . Valorile experimentale x trebuie să îndeplinească condiția iid – să fie independent și identic distribuite, ceea ce este corect dacă valorile x aparțin unui proces staționar și sunt colectate la intervale mari și egale de timp. Pentru serii de date anuale apariția unor valori x în 10, 20 sau 50 ani au probabilități de apariție într-un an 0,1, 0,05 și 0,02 corespunzător. Cunoscând funcția $F(x, p)$ cu parametrii evaluați după datele experimentale, pot fi determinate nivelele de revenire $x(p)$ corespunzător perioadelor de revenire menționate anterior. Calculele pot fi efectuate în mai multe pachete de programe statistice destinate Teoriei Valorilor Extreme MatLab, R, EasyFit, etc.

Discuții și rezultate

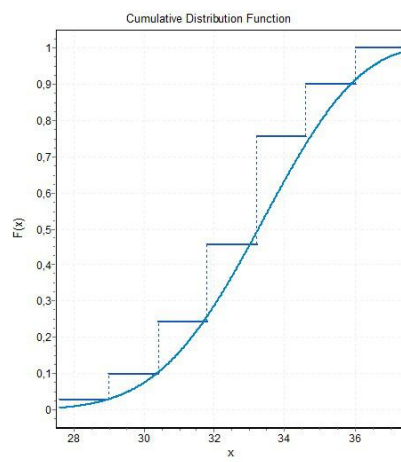
Calcululele pentru fiecare set de date (stație) au fost efectuate cu ajutorul programului EasyFit, care determină parametri distribuției, precum și perioadele de revenire odată în N ani (Tabelul 1, temperatura maximă anuală). Calcule analogice au fost efectuate și pentru temperaturile minime anuale. Validarea rezultatelor calcululelor este efectuată cu ajutorul histogramelor distribuției și a graficilor Probabilități teoretice – Probabilități experimentale și Cuantile teoretice - Cuantile experimentale. Ca exemplu sunt prezentate sunt prezentate graficele corespunzătoare pentru stația meteorologică Briceni pentru temperaturi maxime anuale (Fig. 1). Distribuțiile spațiale ale temperaturilor maxime și minime anuale cu perioadele de revenire de 10, 20 și 50 ani sunt prezentate în Fig. 2.

Tabelul 1. Parametrii Distribuției Generalizate a Valorilor Extreme și nivelele de revenire $T_{max}(Nani)$, °C

| Stația | k | σ | μ | $T_{max}(10)$ | $T_{max}(20)$ | $T_{max}(50)$ |
|--------------|----------|----------|--------|---------------|---------------|---------------|
| Bălțața | -0,29788 | 2,1852 | 34,268 | 37,851 | 38,576 | 39,309 |
| Bălți | -0,28743 | 2,1676 | 34,106 | 37,698 | 38,436 | 39,191 |
| Bravicea | -0,32503 | 2,2421 | 34,270 | 37,849 | 38,549 | 39,228 |
| Briceni | -0,36119 | 2,1948 | 32,489 | 35,870 | 36,487 | 37,081 |
| Cahul | -0,31171 | 2,0859 | 33,989 | 37,361 | 38,030 | 38,698 |
| Camenca | -0,11305 | 2,0071 | 33,576 | 37,564 | 38,639 | 39,908 |
| Ceadâr-Lunga | -0,2673 | 2,3703 | 34,750 | 38,758 | 39,609 | 40,493 |
| Chișinău | -0,36473 | 2,2089 | 33,989 | 37,381 | 37,996 | 38,587 |
| Comrat | -0,37223 | 2,0468 | 34,872 | 37,991 | 38,550 | 39,084 |
| Cornești | -0,30061 | 2,2978 | 33,057 | 36,815 | 37,571 | 38,336 |
| Dubăsari | -0,31973 | 2,1585 | 34,826 | 38,289 | 38,965 | 39,638 |
| Fălești | -0,17596 | 2,2690 | 33,922 | 38,138 | 39,171 | 40,327 |
| Leova | -0,29874 | 2,0760 | 34,096 | 37,497 | 38,184 | 38,879 |
| Râbnița | -0,24413 | 2,2453 | 33,684 | 37,571 | 38,427 | 39,333 |
| Soroca | -0,35707 | 2,2814 | 33,092 | 36,620 | 37,268 | 37,885 |
| Ștefan-Vodă | -0,23253 | 2,0086 | 33,886 | 37,405 | 38,194 | 39,037 |
| Tiraspol | -0,24984 | 2,1300 | 34,867 | 38,533 | 39,333 | 40,176 |



A



B

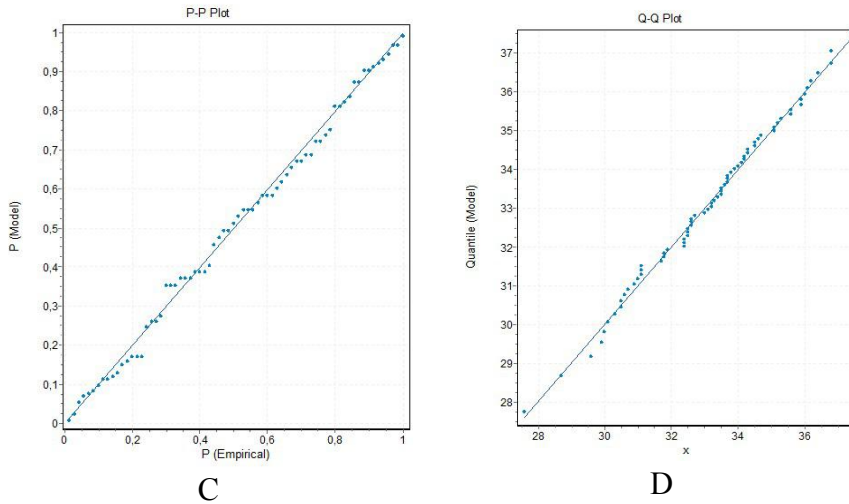
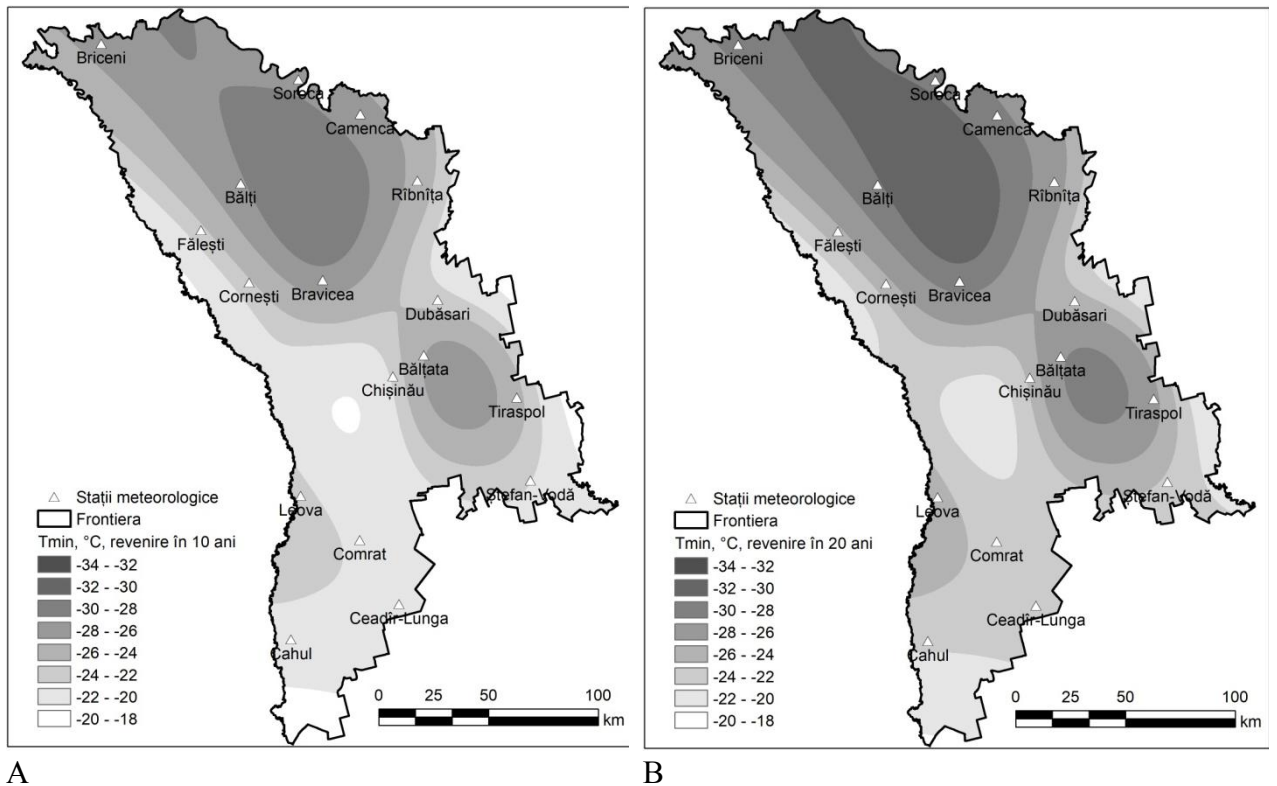


Fig. 1. Briceni, A - Histograma și funcția densității probabilității; **B –** Funcția cumulativă; **C -** Graficul p-p; **D –** graficul Q-Q

În Fig. 2 legendele hărților sunt același pentru fiecare tip de extreme ca să fie posibil de comparat nuanțele de gri. Temperaturile minime anuale absolute cu perioada de revenire 10 ani variază în spațiu în intervalul $-17,9 - -29,8$ °C, cele cu perioada de revenire 20 ani – $-19,3 - -31,7$ °C, iar cele cu perioada de revenire odată în 50 ani – $-21,0 - -34,8$ °C. Temperaturile maxime anuale absolute cu perioada de revenire 10 ani variază în spațiu în intervalul $35,2 - 39,0$ °C, cele cu perioada de revenire 20 ani – $35,5 - 40,3$ °C, iar cele cu perioada de revenire odată în 50 ani – $35,5 - 42,0$ °C.



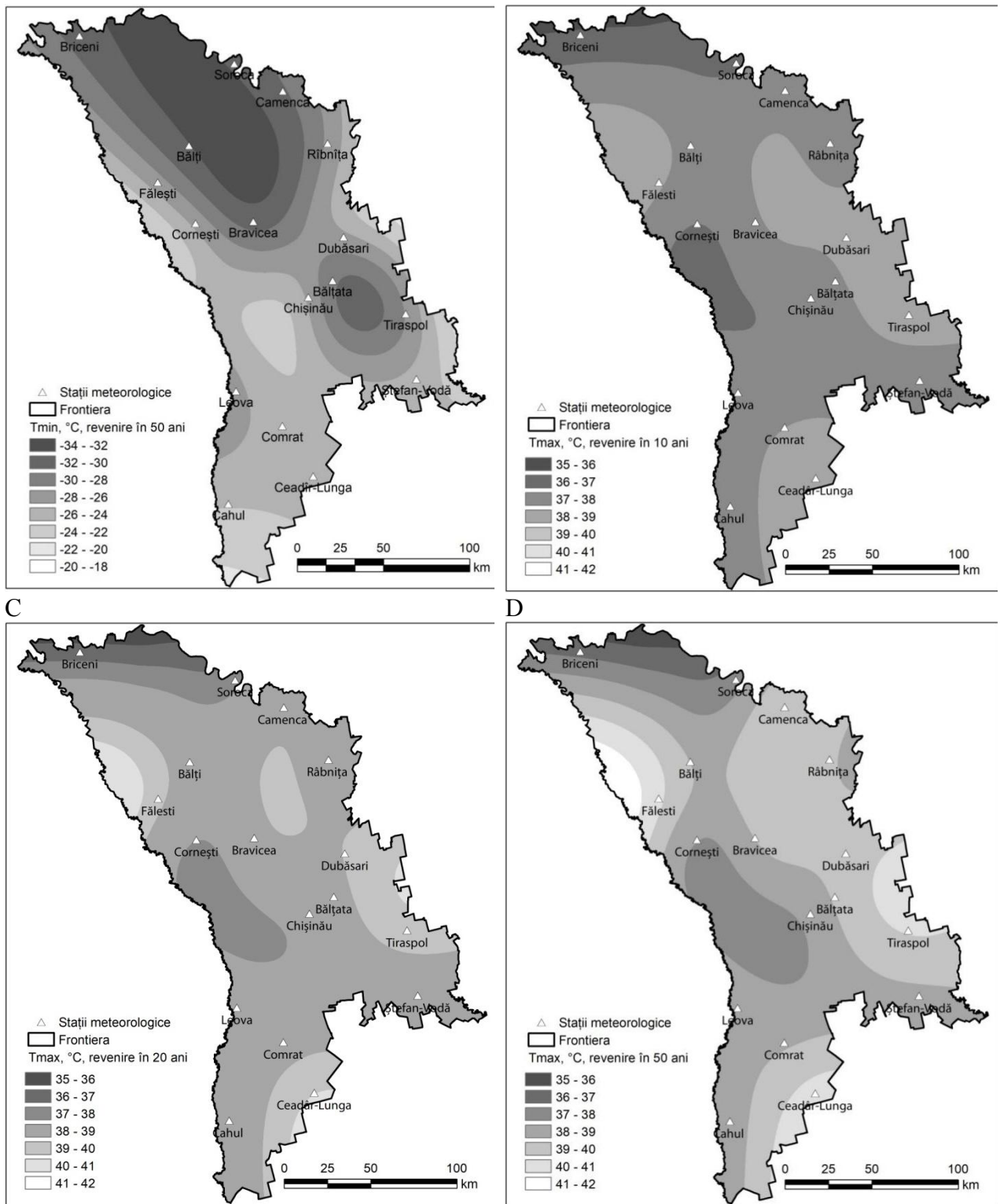


Fig. 2. Distribuția spațială a temperaturilor extreme anuale în limitele teritoriului Republicii Moldova

Temperaturi minime anuale cu perioada de revenire odată în: **A** – 10 ani; **B** – 20ani; **C** – 50 ani.

Temperaturi maxime anuale cu perioada de revenire odată în: **D** – 10 ani; **E** – 20 ani; **F** – 50 ani.

Este evidentă micșorarea temperaturilor minime absolute cu mărirea perioadei de revenire. În aspect spațial temperaturile descresc de la nord la sud. Cele mai joase temperaturi se observă în partea de nord a țării și în zona stației Bălțata, iar cele mai înalte – în zona Codrilor și în sudul țării.

Temperaturile minime absolute cresc cu mărirea perioadei de revenire. Zonalitatea temperaturilor nu este atât de evidentă ca și în cazul temperaturilor minime. Cele mai mici temperaturi se observă la nord și în partea de centru-vest. Temperaturi mai mari sunt caracteristice părții de centru-est și sud-est a țării. O anomalie termică deosebită se observă la nord-vest de stația Fălești.

Concluzii și recomandări

- Rezultatele obținute pot fi utile pentru luarea deciziilor de organele de resort cu scopul diminuării consecințelor temperaturilor extreme, în special în sectorul agrar.
- Rezultatele au fost obținute cu condiția că temperaturile absolute anuale corespund unor procese staționare. În condițiile încălzirii globale procesele nu pot fi absolut staționare. Staționaritatea poate fi estimată analizând funcția de autocorelație a seriilor experimentale. Analiza a arătat că dacă pentru stația Briceni staționaritatea se află în limite acceptabile, pentru unele stații aceste limite sunt puțin depășite. În prima aproximație rezultatele obținute sunt utile, totuși o investigație suplimentară este necesară.

Bibliografie

1. Coles, G. S. (2001), An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values, 208 pp., Springer, New York
2. Fisher, R. A., and Tippett, L. H. C. (1928), "Limiting Forms of the Frequency Distribution of the Largest or Smallest Member of a Sample," Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 24, 180-190.
3. Gilleland, E., and Katz, R.W. (2005), The Extremes Toolkit Tutorial for Weather and Climate Applications. <http://www.assessment.ucar.edu/toolkit>.
4. Гумбель, Э. Статистика экстремальных значений. М: МИР. 1965. 454 с.