

ZONAREA FACTORILOR METEO-CLIMATICI DE RISC (VALURI DE CĂLDURĂ, VALURI DE FRIG) ÎN VEDEREA AJUSTĂRII ACTELOR NORMATIVE ÎN CONSTRUCȚII

¹Răileanu Valentin, ¹Nedealcov M., ²Croitoru Gh.

¹Institutul de Ecologie și Geografie

²Ministerul Economiei și Infrastructurii

Abstract. Extreme climatic phenomena present risk factors for agriculture, health, constructions etc and are studied profoundly these past years using extreme values theory. Several relations that describe positive extreme values' probability in GEV and Gumbel distributions are presented in the article. As an example we show the maps of characteristic and reference of some climate parameters (waves of heat, cold waves) with a probability of exceeding per year equal to 0.02, which is equivalent to the mean return interval of 50 years. The obtained results could serve as a basis for elaboration of national annexes to Eurocode 1, parts 3 and 4 in constructions.

Key-words: return period, Extreme Values Theory, Gumbel distribution, digital maps.

INTRODUCERE

Calculul perioadelor de revenire în baza Teoriei Valorilor Extreme (EVT), pentru fenomenele nefavorabile ce iau aspectul de risc (valuri de frig, valuri de căldură) în limitele țării, este extrem de necesar în vederea ajustării actelor normative în construcții către standardele europene. Menționăm, în acest context, că EVT cu succes a fost utilizată în hidrologie. Odată cu intensificarea riscurilor meteo-climatice, această metodă persistă și în cercetările cu caracter climatic.

MATERIALE ÎNȚIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Distribuția Generalizată a Valorilor Extreme (GEV) este reprezentată de Funcția de distribuție cumulativă. GEV include distribuțiile Gumbel, Frechet și Weibull ca cazuri particulare. Analiza Valorilor Extreme (EVA) include 2 metode – *Block Maxima* pentru valori maxime (sau minime) anuale, extrase din blocuri de date lunare sau diurne și *POT* pentru valori care întrec un anumit prag. Pe exemplul extremelor negative s-a utilizat prima metodă, înlocuind z cu $(-z)$. EVA permite de a calcula parametrii GEV, nivelurile și perioadele de revenire ale valorilor extreme, precum și intervalele lor de confidență (de încredere).

Pentru interpolarea și reprezentarea grafică a valorilor caracteristice temperaturilor extreme au fost utilizate Sistemele Informaționale Geografice, ca instrument modern de cercetare. Datele au fost obținute în baza prelucrărilor statistice a temperaturilor maxime și minime anuale (considerate valuri de frig, valuri de căldură), determinate din valorile diurne ale aerului la umbră, care ulterior au fost comparate cu o distribuție de valori extreme de tip Gumbel. Datele inițiale au fost colectate de la înălțimea de 2 m de-asupra terenului la 16 stații meteorologice cu șiruri uniforme și complete ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat în perioada 1961-2015, adică o perioadă de 55 ani.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Așadar, trendul temperaturilor minime anuale demonstrează, că începând cu anii 80 al secolului XX temperaturile minime extreme anuale descresc (fig.1), ceea ce nu înseamnă că iernile devin mai reci (cresc amplitudinile).

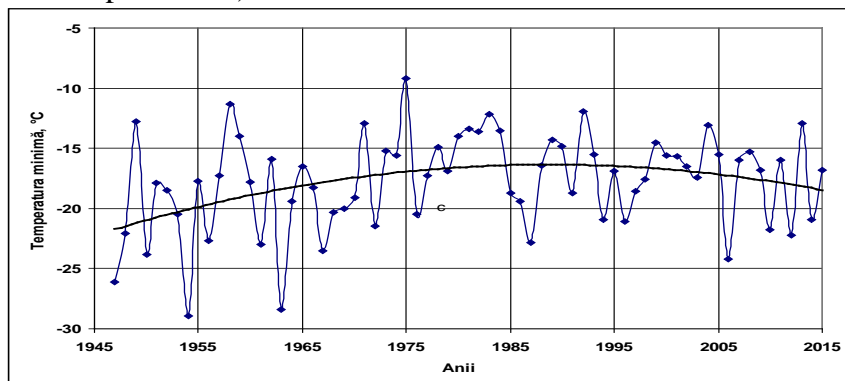


Fig.1. Temperaturile minime anuale (1946-2015), st.Chișinău

Calculul perioadei de revenire a temperaturilor minime pentru partea centrală a țării (fig.1, tab.1) în baza a două metode de estimare și anume cu Aproximație normală și Bootstrap parametric relevă faptul că peste 10 ani nivelul de revenire a temperaturilor minime va fi de $-23,0...-22,9^{\circ}\text{C}$ (conform ambelor metode) intervalul de încredere de 95% variind în limitele $-21,5...-21,6^{\circ}\text{C}$ în cazul primei metode și $-21,3—24,6^{\circ}\text{C}$, în cazul celei de-a doua metode.

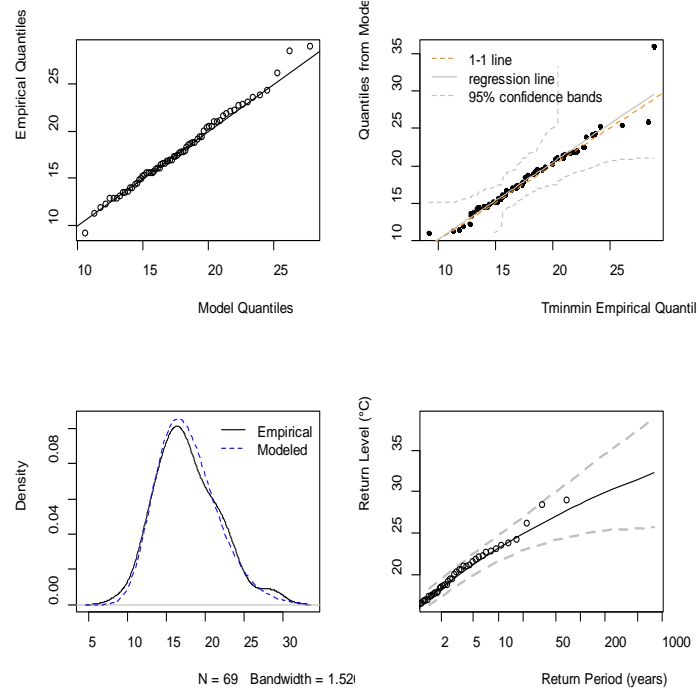


Fig.2. Perioada de revenire a temperaturilor minime (1946-2015), st.Chișinău

Conform standardului european EN 1991-1-5 și altor documente normative [1, 2], valorile caracteristice ale temperaturilor maxime și minime a aerului la umbră, sunt valori probalistiche cu o probabilitate anuală de depășire de 0,02 (echivalent cu intervalul mediu de recurență IMR = 50 ani).

Tabelul nr. 1

PERIOADA DE REVENIRE A TEMPERATURILOR MINIME ÎN PARTEA CENTRALĂ A ȚĂRII (ST.CHIȘINĂU)

Metoda de estimare	de	Perioada de revenire, ani	Nivelul de revenire, °C	Intervalul de încredere de 95%
Aproximație normală		10	-23.024	-21.4716, -24.5757
		20	-24.873	-22.8499, -26.8954
		50	-27.042	-24.153, -29.9302
		100	-28.516	-24.8253, -32.2063
Bootstrap parametric		10	-22.932	-21.3141, -24.6701
		20	-24.692	-22.8321, -26.7619
		50	-26.890	-24.0506, -30.4603
		100	-28.291	-24.7740, -32.3674

Distribuția Gumbel [3] este o distribuție asimetrică cu probabilități mai mari pentru valori minime sau maxime extreme (corespunzător, partea stângă sau dreaptă a graficului), în comparație cu distribuția normală și este determinată de 2 parametri – locația și scara. Cuantilele distribuției ca funcție de probabilitatea p reprezintă nivelurile de revenire a valorilor corespunzătoare egală cu $1/p$. Distribuția de probabilitate a valorilor maxime sau minime anuale pentru fiecare stație meteorologică a fost comparată cu distribuția teoretică Gumbel, astfel ca distribuția Gumbel să fie la maximum apropiată de cea experimentală, din care pot fi determinați parametrii distribuției, care

sunt utilizați pentru calculul valorii caracteristice pentru stația meteorologică dată. Setul de valori caracteristice maximelor sau minimelor a fost utilizat pentru interpolarea spațială și obținerii hărții digitale a repartiției spațiale a acestor valori. Ca metodă de interpolare a fost utilizată metoda Spline (Radial Basic Functions, Minimum Curvature). Hărțile finale conțin izotermele valorilor caracteristice, rețeaua de coordonate (latitudine, longitudine în grade, minute), centrele raionale, municipiile, stațiile meteorologice, limitele raioanelor, municipiilor, și relieful (altitudinea) ca imagine de fond.

Distribuția Gumbel pentru maxime este definită de Funcția de Densitate a Probabilității (PDF):

$$f(x) = (1/\sigma) * \exp(-z - \exp(-z)) \quad (1),$$

și Funcția Distribuției Cumulative (CDF)

$$F(x) = \exp(-\exp(-z)) \quad (2),$$

unde $z = (x - \mu)/\sigma$, μ , și σ – locația și scara (parametrii distribuției), $f(x) = dF(x)/dx$.

Funcțiile (1) și (2) pentru valori minime pot fi utilizate înlocuind z cu $-z$. În cazul valorilor negative, μ este mai mic ca zero.

Parametrii distribuției pot fi exprimați prin media x_{med} și deviația standard σ_1 a eșantionului - pentru valori maxime:

$$\mu = x_{med} - \gamma \sigma, \text{ unde } \gamma \approx 0,5772 - \text{constanta Euler-Mascheroni}, \sigma = (\sqrt{6/Pi}) * \sigma_1. \text{ Prin urmare,} \\ \mu = x_{med} - 0,45 \quad (3)$$

$$\sigma_1 \text{ și } \sigma = 0,7797 \sigma_1.$$

Funcția Cuantila $x(p)$ specifică, pentru o probabilitate dată în distribuția probabilității a unei variabile aleatorii, valoarea la care probabilitatea variabilei aleatorii este mai mică sau egală cu probabilitatea dată. Cuantila este funcție inversă funcției de distribuție cumulativă $F(x)$. Pentru distribuția Gumbel pentru maxime :

$$x(p) = \mu - \sigma \ln(-\ln(p)) \quad (4)$$

prin urmare,

$$x(p) = x_{med} - \{0,45 + 0,7797 * \ln[\ln(1/p)]\} * \sigma_1 \quad (5)$$

Valoarea caracteristica a temperaturii maxime anuale de a fi depășită într-un an cu probabilitatea p este egală cu

$$x(1-p) = x_{med} - \{0,45 + 0,7797 * \ln[\ln(1/1-p)]\} * \sigma_1 \quad (6)$$

Valoarea caracteristica a temperaturii maxime anuale de a fi depășită într-un an cu probabilitatea $p=0,02$ (interval mediu de recurență $IMR=50$ ani) este egală cu

$$x(0,98) = x_{med} + 2,5923 * \sigma_1 \quad (7)$$

Valoarea caracteristica a temperaturii minime anuale de a fi depășită (ca valoare absolută) într-un an cu probabilitatea $p=0,02$ ($IMR=50$ ani) este egală cu

$$x(0,02) = x_{med} - 2,5923 * \sigma_1 \quad (8)$$

Pentru alte intervale de recurență (perioade de siguranță a construcției) probabilitățile de depășire sunt expuse în tabelul 2.

Tabelul nr. 2

PROBABILITATEA DE DEPĂȘIRE ALE INTERVALELOR DE RECURENȚĂ

Intervalul mediu de recurență, ani (<i>IMR</i>)	Probabilitatea de depășire într-un an, <i>p</i>
50	0,02
75	0,01333
100	0,01

Zonarea perioadei de revenire ($IMR=50$ ani) a temperaturilor maxime pe teritoriul Republicii Moldova, scoate în evidență ariile cu cel mai înalt fond termic (cu valori de $41...42^{\circ}C$) în partea

nord-vestică (rle Glodeni, Fălești) și central-estică (rle Orhei, Dubăsari, Grigoriopol) a țării. Teritoriile mai puțin vulnerabile către manifestarea temperaturilor de risc ($38...39^{\circ}\text{C}$), sunt altitudinile din extremitatea de nord (rle Briceni, Ocnîța, Dondușeni) și partea centrală a țării, unde în raioanele Ungheni, Nisporeni, Hîncești extremele termice vor însuma valori sub 40°C . În restul teritoriului temperatura maximă absolută va constitui $40...41^{\circ}\text{C}$. Eroarea dintre valorile observate și interpolate constituie în mediu 0.1°C , ceea ce demonstrează veridicitatea interpolărilor obținute (fig.3).

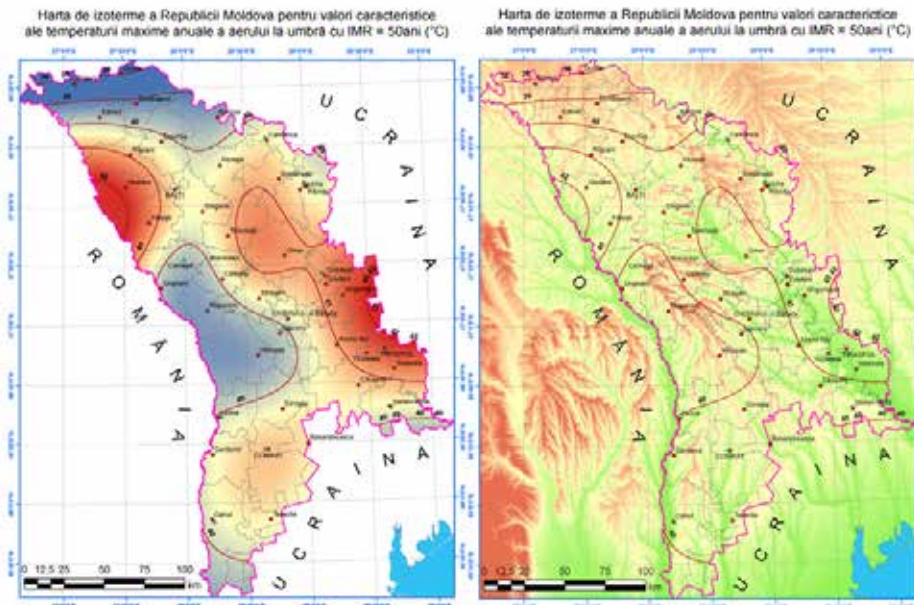


Fig.3. Modelul cartografic și zonarea perioadei de revenire (IMR=50 ani) a temperaturilor maxime pe teritoriul Republicii Moldova

În cazul elaborării modelelor cartografice și a zonării perioadei de revenire (IMR=50 ani) a temperaturilor minime absolute pe teritoriul Republicii Moldova (fig.4), teritoriile cu cel mai scăzut fond termic (cu valori de -36°C) le vor revine raioanelor Telenești, Sîngerei și Florești. Pe teritoriul raionului Anenii Noi temperatura minimă extremă poate atinge valori similare de $-30...-36^{\circ}\text{C}$.

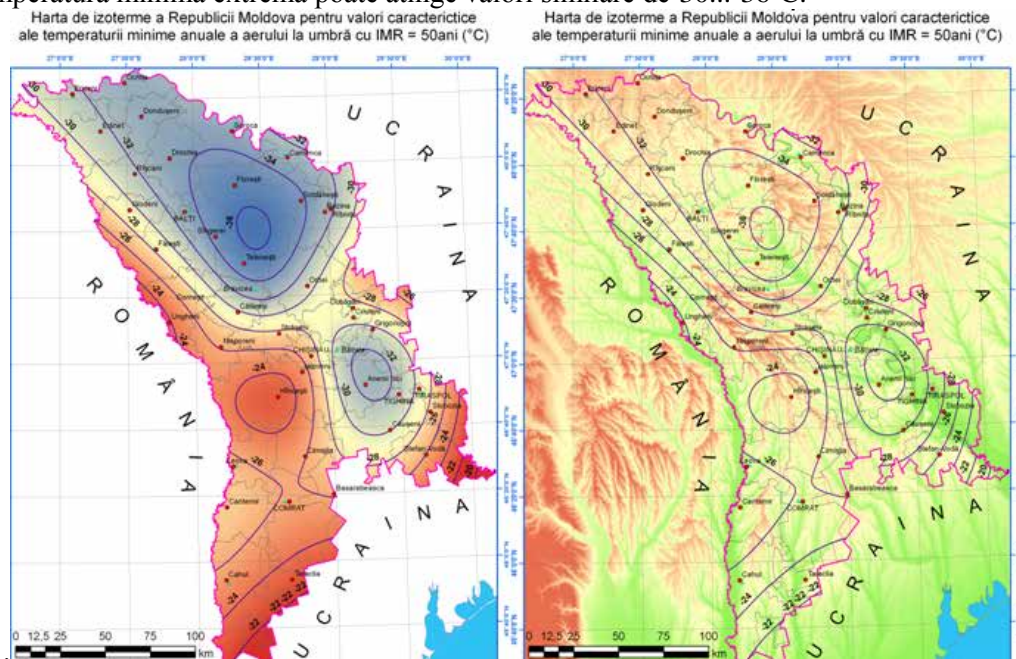


Fig.4. Modelul cartografic și zonarea perioadei de revenire (IMR=50 ani) a temperaturilor minime pe teritoriul Republicii Moldova

Extremitatea de sud și sud-est vor însuma valori doar de $-20...-22^{\circ}\text{C}$. Restul teritoriului țării se va caracteriza prin valori de $-24...-28^{\circ}\text{C}$. Eroarea dintre valorile observate și interpolate constituie în mediu 0.1°C , cu excepția st. Chișinău unde această eroare este de 0.4°C . Ținând cont de faptul, că diferențierile termice pe teritorii limitate pot constitui $10-12^{\circ}\text{C}$ în "acumularea frigului", aceste erori nu subminează veridicitatea interpolărilor efectuate (fig.4).

În concluzie constatăm, că cunoașterea manifestării spațio-temporale a riscurilor climatice este extrem de importantă, deoarece de aceasta depinde în mare măsură posibilitățile de atenuare a consecințelor lor de manifestare în diferite domenii de activitate umană, inclusiv și a construcțiilor. Ținând cont de caracteristicile fundamentale ale fenomenelor climatice extreme de a se dezvolta în cascadă, adică un risc (consecința unui hazard) poate deveni hazard pentru un alt risc și tot așa mai departe, considerăm oportun delimitarea arealelor vulnerabile în care un anumit fenomen de risc (valuri de frig, valuri de de căldură) poate să revină peste o anumită perioadă de timp.

BIBLIOGRAFIE

1. SR_EN_19911-1-2005_NA-2006.pdf.
EN 1991-1-3 (2003) (English): Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads [Authority: The
2. European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]JCSS, 2001. Probabilistic Model Code, Part 2: Load Models, 2.12 Snow Load, 6p.
3. JCSS, 2001. Probabilistic Model Code, Part 2: Load Models, 2.12 Snow Load, 6p.