



Universitatea Tehnică a Moldovei

**CALCULUL STRUCTURILOR CONFORM EN1.
PROGNOZAREA VALORII PRESIUNII VÂNTULUI
PENTRU REPUBLICA MOLDOVA**

Masterand: gr. IS – 1501M

Vadim ȚURCAN

Conducător: conf. univ. dr.

Teodor SÂRBU

Chișinău – 2017

REZUMAT

Structura lucrării: Lucrarea conține o introducere, patru capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 23 titluri și include 2 anexe, 59 pagini, 13 figuri, 8 tabele.

Cuvinte cheie: eurocod, viteza vântului, presiune dinamică a vântului, repartiția maximelor tip Gumbel, harta de hazard de vânt.

Domeniul de studiu – științe tehnice.

Scopul tezei: prognozarea valorii presiunii vântului pentru Republica Moldova

Obiectivele lucrării. Sistematizarea cunoștințelor actuale în domeniului acțiunii vântului; studiul și identificarea metodologiei pentru calculul valorilor caracteristice ale încărcărilor de la vânt; procesarea datelor istorice despre vânt; calculul valorilor de referință în cadrul teoriei valorilor extreme; zonarea acțiunii vântului pe teritoriului Republicii Moldova .

Noutatea și originalitatea științifică a lucrării. Cercetările efectuate ne oferă posibilitatea de a reactualiza datele cu privire la încărcările normate de la vânt, în baza Eurocodurilor EN și zonarea teritoriului Republicii Moldova după intensitatea presiunii dinamice a vântului.

Problema științifică importantă cercetată. Constă în calculul valorilor de referință după exigențele *SR EN 1991-1-4* și evaluarea riscului de hazard de vânt asupra structurilor.

Rezultatele științifice ale tezei pot fi aplicate pentru a crea o bază solidă a Eurocodurilor EN și pentru elaborarea anexei naționale a *SR EN 1991-1-4*. Adăugător se pot estima acțiunile vântului în principalele localități de pe teritoriul Republicii Moldova.

ABSTRACT

Structure: The thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions and recommendations, 23 bibliography titles, 2 annexes, 59 pages, 13 figures and 32 tables.

Keywords: eurocod eurocod, wind velocity, velocity pressure, the extreme value distribution Gumbel, repartiția maximelor tip Gumbel, wind hazard map.

Field of study– technical sciences.

The aim of the thesis: forecasting of wind velocity and velocity pressure in Republic of Moldova.

Objectives: The thesis tries to systematise the actual state of the knowledge in the field of wind loads on structures and structural elements . Another objective is to identify the mathematical model for computing characteristic loads from wind velocity as well as reference values within the theory of extreme values. The Zoning of the territory of Republic of Moldova based on wind velocity and velocity pressure is also among the objectives.

Scientific novelty and originality of the work. The definition of loads and the concept of structural safety are treated unitary, on a probabilistic basis. The research allowed the possibility of refreshing the knowledge data regarding wind loads on structures and structural elements, according to Eurocodes and the mapping of the Republic of Moldova based on wind velocity and velocity pressure.

Important scientific problem solved. The computation of the characteristic values of wind loads, according to *SR EN 1991-1-4* and the evaluation of wind hazard on structures.

The scientific results of the thesis can be applied to create a solid foundation for the Eurocodes and for the development of the Republic of Moldova's national annex, according to *SR EN 1991-1-4*. Additionally, one can be estimated the action impact of wind loads on structures in the main localities of the Republic of Moldova.

CUPRINS

| | |
|---|----|
| LISTA TABELELOR | 1 |
| LISTA FIGURILOR, GRAFICELOR, DIAGRAMELOR ȘI SCHEMELOR | 1 |
| INTRODUCERE | 2 |
| 1. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND ACȚIUNEA VÂNTULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA | 4 |
| 1.1 Noțiuni generale despre originea și caracteristica vântului. Riscul vânturilor puternice în Republica Moldova | 4 |
| 1.2 Studii recente privind acțiunile vântului în Republica Moldova..... | 6 |
| 2. ACȚIUNILE VÂNTULUI ASUPRA STRUCTURILOR. PRESIUNEA DINAMICĂ A VÂNTULUI | 9 |
| 2.1 Normarea acțiunii vântului după СНИП 2.01.07-85 | 9 |
| 2.2 Normarea acțiunii vântului după Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor, Partea 1-4: Acțiuni generale – Acțiuni ale vântului..... | 11 |
| 2.3 Normarea acțiunii vântului după Eurocod 1, Partea 1-4. Studiu de caz: România, Ucraina și Polonia..... | 12 |
| 3. PROCESAREA ȘI ANALIZA DATELOR ISTORICE DESPRE VÂNT | 16 |
| 3.1 Evoluția Serviciului Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova..... | 16 |
| 3.2 Informații caracteristice despre vânt disponibile în Republica Moldova..... | 17 |
| 3.3 Rezultatele procesării datelor primare despre vânt | 17 |
| 4. PROGNOZAREA VALORII PRESIUNII VÂNTULUI ÎN REPUBLICA MOLDOVA. DETERMINAREA VALORILOR DE REFERINȚĂ ALE VITEZEI ȘI PRESIUNII DINAMICE A VÂNTULUI | 22 |
| 4.1 Teoria probabilităților. Evenimente aleatoare | 22 |
| 4.2 Repartiția de valori extreme tip I, Gumbel..... | 23 |
| 4.3 Valori de referință ale vitezei și presiunii dinamice a vântului..... | 28 |
| 4.4 Aplicație practică. Calculul valorilor de referință ale vitezei și a presiunii dinamice a vântului în Republica Moldova | 30 |
| 4.3 Zonarea acțiunii vântului în Republica Moldova..... | 34 |
| CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI | 38 |
| BIBLIOGRAFIE | 40 |
| ANEXA 1 | 42 |
| ANEXA 2 | 43 |

LISTA TABELELOR

| | |
|---|----|
| Tabel 1 Valorile de referință ale presiunii dinamice a vântului. | 10 |
| Tabel 2 Valorile de referință ale vitezei și presiunii dinamice a vântului în PN-EN 1991-1-4:2008. | 15 |
| Tabel 3 Date generale despre stațiile meteorologice (2) | 18 |
| Tabel 4 Exemplu de date brute măsurate la stațiile meteo | 21 |
| Tabel 5 Valorile maxime anuale ale vitezei vântului în stația meteorologică Briceni | 30 |
| Tabel 6 Frecvențe ale maximelor anuale ale vitezei vântului în Briceni..... | 31 |
| Tabel 7 Valorile de referință pentru viteza și presiunea dinamică a vântului pentru cele 18 stații hidrometeorologice..... | 33 |
| Tabel 8 Valorile de referință pentru viteza $vb.0$ și presiunea dinamică $qb.0$ a vântului în Republica Moldova având IMR=50 ani | 36 |

LISTA FIGURILOR, GRAFICELOR, DIAGRAMELOR ȘI SCHEMELOR

| | |
|--|----|
| Figura 1 Harta potențialului energetic al Republicii Moldova, la înălțimea de 70 m de la sol..... | 7 |
| Figura 2 Zonarea teritoriului U.R.S.S după presiunea dinamică a vântului..... | 10 |
| Figura 3 Zonarea teritoriului U.R.S.S. după viteza vântului în perioada de iarnă | 10 |
| Figura 4 Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului $vb.0$ în principalele localități din România (11)..... | 13 |
| Figura 5 Harta de zonare a valorii fundamentale a presiunii dinamice în Ucraina (12) | 14 |
| Figura 5 Harta de zonare a vitezei de referință a vântului $vb.0$ în Polonia (12) | 15 |
| Figura 6 Procesul stochastic al vitezei vântului la înălțimea z deasupra terenului, Vz, t (14)..... | 19 |
| Figura 7 Harta amplasării stațiilor hidrometeorologice pe teritoriului Republicii Moldova | 20 |
| Figura 8 Repartiția Gumbel pentru valori extreme maxime, aplicată încărcărilor climatice..... | 24 |
| Figura 9 Calculul fractililor repartiției Gumbel, pentru maxime | 28 |
| Figura 10 Graficul funcției și densității de repartiție pentru stația meteorologică Briceni..... | 32 |
| Figura 11 Valori de referință ale vitezei vântului $v0.98$ în m/s, având IMR=50 ani..... | 34 |
| Figura 12 Valori de referință ale presiunii dinamice a vântului qb în kPa, având IMR=50 ani..... | 35 |
| Figura 13 Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului $vb.0$ în Republica Moldova având IMR=50 ani | 37 |

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei abordate

În contextul Acordului de Asociere Republica Moldova – Uniunea Europeană și racordarea normativelor de construcții la cele europene, apare necesitatea cercetării suplimentare a efectelor de la încărcările climatice asupra edificiilor civile.

Prin urmare calculul structurilor conform Eurocod-urilor, constituie un domeniu prioritar al dezvoltării regionale și în construcții, prin asigurarea respectării exigențelor esențiale ale construcției conform art. 6 al *Legii nr. 721 din 02.02.1996 "privind calitatea în construcții"*.

Totodată în *CP A.01.02/L:2014 "Aplicarea și utilizarea Eurocodurilor"*, în art. 7., 7.2 *Cercetări privind Eurocodurile EN* este specificat că cercetările se efectuează la inițiativa universităților și organizațiilor de cercetare, care câștigă experiență prin implicarea lor în calitate de părți terțe. Adăugător termenul de executare de elaborare a Eurocodurilor este trimestrul 4 al anului 2018. Astfel această lucrare vine în sprijinul elaborării documentelor normative Eurocod.

Prognozarea valorii presiunii vântului pentru Republica Moldova constituie parte integrată a anexei naționale ce urmează a fi elaborată în cadrul adoptării normativelor Eurocod. Astfel este necesar de efectua cercetări asupra problemei în cauză, prin studiul parametrilor meteorologici de pe teritoriul Republicii Moldova.

Scopul și obiectivele tezei

Prin această teză ne propunem să aducem o contribuție cu caracter științifico-practic la cercetarea efectelor vântului asupra structurii și elaborarea anexei naționale pentru normativul *SR EN 1991-1-4*.

Scopul general al tezei este evaluarea acțiunii vântului asupra structurilor și actualizarea datelor existente pe teritoriului Republicii Moldova.

Lucrarea de față a urmărit următoarele obiective:

Obiectivul 1. Identificarea metodologiei pentru calculul valorilor caracteristice ale încărcărilor de la vânt

Obiective specifice în cadrul obiectivului 1:

- ✓ Identificarea metodelor utilizate pentru calculul valorilor normate în cadrul teoriei valorilor extreme;
- ✓ Argumentarea necesității utilizării metodologiei alese;

Obiectivul 2. Procesarea datelor de la vânt

Obiective specifice în cadrul obiectivului 2:

- ✓ Procesarea datelor despre vânt de la 18 stații meteorologice, amplasate pe teritoriul Republicii Moldova;
- ✓ Elaborarea și analiza vitezelor maxime din fiecare an, pe perioada 1990 – 2011;

Obiectivul 3. Prognozarea valorii presiunii dinamice a vântului în Republica Moldova

Obiective specifice în cadrul obiectivul 3:

- ✓ Calculul valorilor fundamentale de referință a vitezei și presiunii dinamice a vântului;
- ✓ Elaborarea hărții de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință și presiunii dinamice a vântului în Republica Moldova având IMR=50 ani.

Metodologia cercetării și parcursul lucrării

Metodologia cercetării constă în obținerea informațiilor necesare despre parametrii meteorologici ale vântului în Republica Moldova. Prin urmare este necesar de cercetat arhiva Serviciului Hidrometeorologic de Stat pentru a obține date relevante despre direcția, viteza și presiunea vântului. Datele primare ale acestei lucrări constituie, datele meteorologice obținute de la cele 18 stații meteorologice, de pe teritoriul țării.

După obținerea acestor date este necesar de a efectua analiza acestora. În acest context este necesar de identificat vitezele anuale maxime ale vântului din fiecare stație meteorologică. Modelul matematic ce urmează a fi adoptat reprezintă Repartiția maximelor tip I, Gumbel, care este modelul recomandat conform exigențelor *SR EN 1991-1-4*, dar și în ultimile 4 ediții ale standartului american *ASCE 7*. Astfel este necesar de efectuat o serie de operații după modelul matematic pentru a obține valoarea fundamentală a vitezei de referință a vântului. Prin urmare vom obține 18 valori fundamentale ale vântului localizate în diferite poziții geografice pe teritoriului Republicii Moldova, în baza cărora vom putea determina caracteristicile zonale ale fiecărei regiuni. În continuare vom elabora harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință și presiunii dinamice a vântului, ceea ce constituie pilonul de bază în vederea elaborării anexei naționale pentru *Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor, Partea 1-4: Acțiuni generale – Acțiuni ale vântului*, având IMR=50 ani.

Valoarea aplicativă a lucrării

1. S-a calculat valoarea de referință a vitezei și presiunii dinamice a vântului în cele 18 stații meteorologice de pe teritoriului Republicii Moldova;
2. A fost demonstrat că valorile obținute sunt mai mari decât valorile normate aplicate în Republica Moldova, conform СНИП 2.01.07-85 "Нагрузки и Воздействия";
3. A fost elaborată harta de de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință și presiunii vântului