Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 4 (1969)

Artikel: Aspects statistiques concernant les surcharges climatiques et la sécurité des constructions

Autor: Negoit, A. / Iancu, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-5926

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Aspects statistiques concernant les surcharges climatiques et la sécurité des constructions

Die statistische Seite der Klimabelastung und der Bauwerkssicherheit

Statistic Aspects on the Climatic Loadings and the Safety of Structures

A. NEGOIŢĂ
Prof. Ing.

A. IANCĂU
Conf. Ing.

Roumanie

L'étude de la sécurité des constructions [2], [5], [15], [22], [19], et des surcharges climatiques [1], [3], [4], [6], [9], [12], [13], [14], [17], [20], [21] ont été l'objet de nombreuses recherches. Les hommes de science ont cherché à déterminer avec exactitude les surcharges qui agissent sur les bâtiments et les efforts dans les éléments des bâtiments, pour pouvoir envisager un coefficient de sécurité minimal, qui ne compromette pas la résistance, la stabilité et les conditions d'exploitation des bâtiments.

Les nouvelles méthodes et les possibilités d'exécution ont permis de réaliser des toitures légères ayant un petit rapport poids propre sur grandeur des surcharges climatiques, ce qui augmente l'importance relative des surcharges climatiques.

Quand on néglige la possibilité des accumulations maximales de neige [9], [10], de son épaisseur maximale probable [13], [14], ou de la vitesse maximale du vent [12], [15], on risque l'écroulement partiel ou total ou la perte de la stabilité lors de l'exploitation.

Dans notre pays, le Prof.Dr.Ing. Cristea Mateescu, membre correspondant de l'Académie, a entrepris des recherches très intéressantes au sujet des accumulations de neige sur les toitures par l'action du vent, en effectuant des essais sur modèles dans un tunnel aérodynamique avec des matériaux pulvérulents et en établissant les critères des similitudes mécaniques [9].

En même temps, le Dr.Ing. Horia Sandi a effectué des études concernant la sécurité des constructions soumises aux surcharges temporaires à l'aide du calcul des probabilités, spécialement pour les toitures légères avec différentes durées d'exploitation [19].

Dans le calcul des constructions à l'état limite, on tient compte de la variabilité dans la qualité des matériaux, les charges et les surcharges, et dans les conditions de travail, en séparant le coefficient unique de sécurité en trois coefficients divers, à savoir les coefficients de surcharge n, d'homogénéité k, et des conditions de travail m (à l'aide duquel on réduit soit la résistance des matériaux m_m, soit la capacité portante de l'élément m_e).

La liaison entre la valeur du coefficient unique (c) et les coefficients diversifiés (n, k, m_m, m_e) peut être exprimée par la relation [11] :

$$c = \frac{n}{m_m \, m_e \, k} \qquad (1)$$

ou quand $m_m = 1$

$$c = \frac{n}{m_e \, k} \quad . \qquad (2)$$

Pour vérifier un élément constitué d'un matériau homogène, on peut employer la relation:

$$\sum n \, S^n \leqslant m_e \, m_m \, k \, R_F^n \qquad (3)$$

dans laquelle F est la caractéristique géometrique de la section de l'élément considéré. Dans le cas de l'élément exécuté à l'aide de plusieurs matériaux, cette relation devient:

$$\sum n \, S^n \leqslant m_e \, m_m \, k_i \, R_i^n \, F_i \quad . \qquad (4)$$

Les résistances de calcul sont données dans les prescriptions techniques et quand on tient compte des conditions de travail des matériaux, cette relation a la forme:

$$\sum n \, S^n \leqslant m_e \sum R_i \, F_i \qquad (5)$$

qui, dans le cas plus général où m = 1, devient

$$\sum n \, S^n \leqslant \sum R_i \, F_i \quad . \qquad (6)$$

La somme des sollicitations normées multipliées par le coefficient de surcharge, nommée sollicitation de calcul $\sum n \, S^n = S$, représente la sollicitation maximale possible.

Les normes françaises "élaborées par la Commission des spécialistes français sous la présidence de Monsieur N. Esquillan" considèrent comme surcharge normale la surcharge qui peut être atteinte une ou plusieurs fois dans l'année, et comme surcharge extrême la surcharge atteinte une seule fois pendant la durée de service de la construction.

On a fait des études statistiques pour les surcharges climatiques (vent et neige) [12] ,[13],[14],[15], en utilisant les observations météorologiques enregistrées [23]. Les fonctions de distribution théoriques qui correspondent le mieux à la distribution empirique des surcharges climatiques sont celles de Fisher-Tippot, de Gumbel, la fonction logistique, exponentielle, la loi de Poisson et de Pearson. On a obtenu des résultats convenables avec la méthode de Gumbel, appliquée aux surcharges climatiques en utilisant les études théoriques de Monsieur G. Demarre [3].

La vitesse maximale du vent à Bucarest-Filaret a été étudiée en utilisant une série d'observations de longue durée (65 années); la valeur maximale enregistrée est de 41,9 m/s et la moyenne de

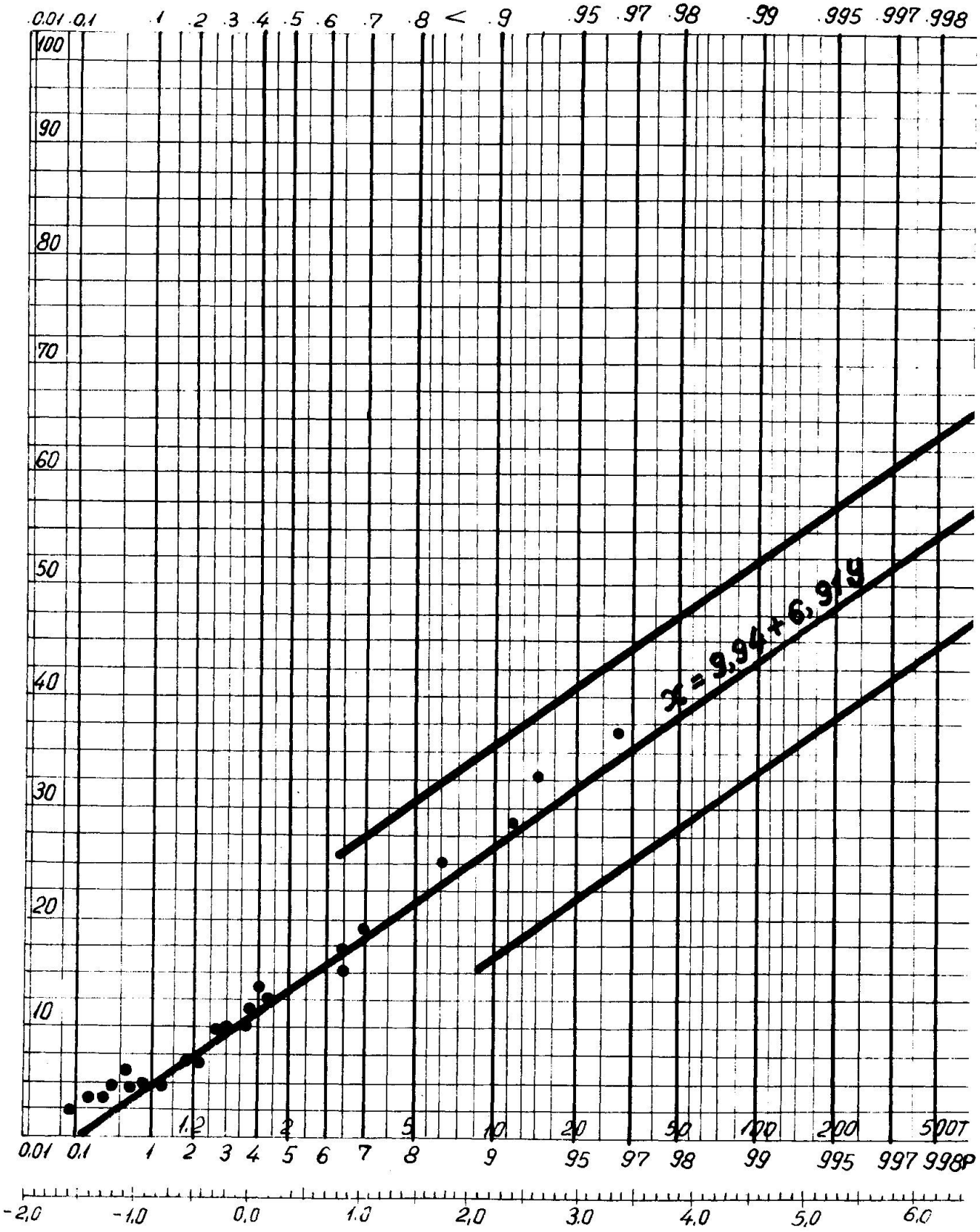

Fig. 1 La droite de Gumbel pour la vitesse du vent à Bucarest - Filaret

13,74 m/s (fig. 1).

A l'aide de la droite de Gumbel, nous avons fait des extrapolations pour différentes périodes de temps, en calculant à l'aide de la formule de Newton les valeurs correspondentes de la pression dynamique de base.

Dans la littérature spécialisée, on prend en général la valeur 1,2 pour le coefficient de surcharge n des bâtiments habituel [16]. Pendant les 65 ans d'observation, cette valeur a été dépassée en atteignant un coefficient de surcharges 1,57. On mentionne que les normes françaises indiquent un rapport entre la pression dynamique normale et extrême de 1,75 [18].

Pour la surcharge de neige, on a analysé deux aspects: l'épaissur maximale probable de la couche de neige et la densité volumétrique de la couche de neige.

On a évalué l'épaisseur maximale probable de la couche de neige à Bucarest-Filaret en utilisant les observations effectuées pendant 48 ans. La valeur maximale enregistrée sur le terrain a été de 150 cm et la moyenne seulement de 47,5 cm. On prend pour la surcharge due à la neige un coefficient de surcharge n = 1,4. Les normes françaises [18] prennent 1,65 pour le rapport entre la surcharge extrême et la surcharge normale. Le poids de la neige pour 1 m^2 de surface horizontale dépend naturellement de la densité volumétrique de la neige et de son épaisseur.

L'Institut Météorologique Central de Bucarest a effectué ces dernières années des enregistrements systématiques de la densité volumétrique de la neige. La moyenne de la densité maximale mensuelle était 0,255 t/m^3, le maximum maximorum de 0,74 t/m^3 étant enregistré exceptionnellement au mois de février 1968. Au mois de janvier 1969, la densité volumétrique de la neige sur les toitures à Bucarest a atteint 0,30 - 0,55 t/m^3. On peut accepter pour la neige tombée successivement pendant l'hiver une densité volumétrique de 0,22 t/m^3 [11], en apportant des corrections à l'aide du coefficient de surcharge n et en fonction de la durée de service de la construction et du mode de l'action (direct, indirect etc.) de la neige sur l'élément de construction.

Les dernières recherches astronomiques font une liaison entre les éléments climatiques de la terre et le soleil; les éruptions du soleil, etc. On remarque dans les phénomènes solaires l'existence de cycles ayant des durées différentes: le plus connu est de 11 ans, et son existence a été marquée dans notre pays par des hivers exceptionnels (fig. 2), 80 et 400 ans sont aussi des cycles dont l'existence a récemment été étudiée. Nos observations météorologiques ne contiennent pas encore un si grand intervale de temps et on cherche maintenant à utiliser les méthodes statistiques mentionnées plus haut pour l'étude de la variation de longue durée de phénomènes solaires.

On emploie en général dans divers pays la classification des bâtiments d'après leur durabilité; on distingue trois catégories de

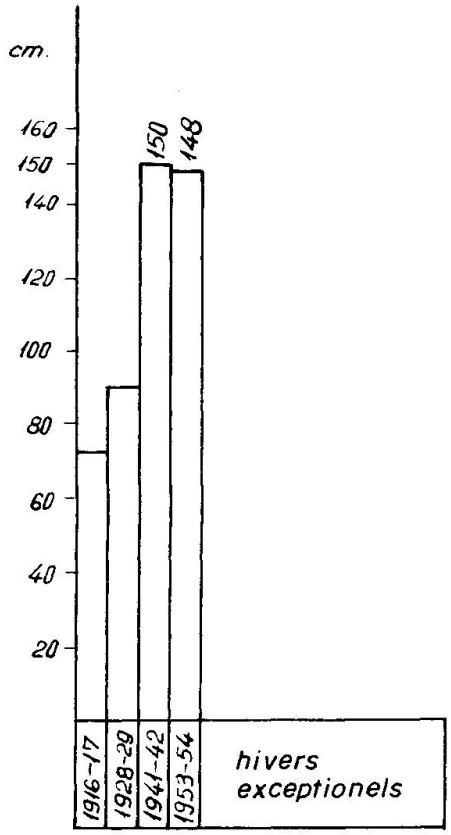

Fig. 2 L'épaisseur maximale de la neige lors des hivers exeptionels à Bucarest - Filarest

de bâtiments caractérisées par des durées de 20, 50 et 100 ans. On peut calculer différentes valeurs du coefficient de surcharge n, selon la durée d'exploitation de 20, 50 ou 100 ans, en fonction des enregistrements statistiques.

Il en résulte, par exemple, comme surcharge maximale extrême dans la zone de la ville de Bucarest, un coefficient de surcharge de 1,50 pour une durée de 80 ans, alors que la valeur utilisée dans quelques prescriptions est de 1,2. Les mêmes considérations peuvent être valables pour la surcharge extrême due à la neige. Il en résulte ainsi la nécessité d'établir les maxima maximorum (extrêmes) des surcharges climatiques pour un bâtiment, en fonction de 20, 50, 100 ans ou plus, et de la valeur des surcharges.

Evidemment il faut tenir compte du fait que les valeurs établies à l'aide des données statistiques doivent être appliquées différemment selon l'importance de l'élément de construction (principal ou secondaire), c'est-à-dire en fonction du mode d'application ou de transmission de la surcharge climatique, directement ou par l'intermédiaire d'autres éléments. Dans le cas des éléments de construction indirectement sollicitées, il faut faire des réductions correspondantes, différentes dans le cas de la neige ou du vent.

Pour le calcul des constructions soumises à l'action des surcharges climatiques, le rapport entre la charge accidentelle (surcharge) et le poids propre de l'élément (poids mort) présente aussi une certaine importance. Les études effectuées par le Dr.Ing. Horia Sandi [19] ont abouti à différentes valeurs du coefficient de sécurité des toitures (fig. 3), en fonction de la durée d'exploitation de la construction T, et du rapport Z^n/P^n (poids de la neige/poids propre de la toiture).

Dans le cas de la surcharge due à la neige, il faut aussi tenir compte de la possibilité de l'accumulation de la neige qui dépend de la forme de la toiture, de l'action du vent et des autres facteurs. On notera que la forme architectonique des toitures légères, qui peut très largement varier, est importante pour la surcharge due à la neige; l'étude sur modèle établie par le Dr.Ing.

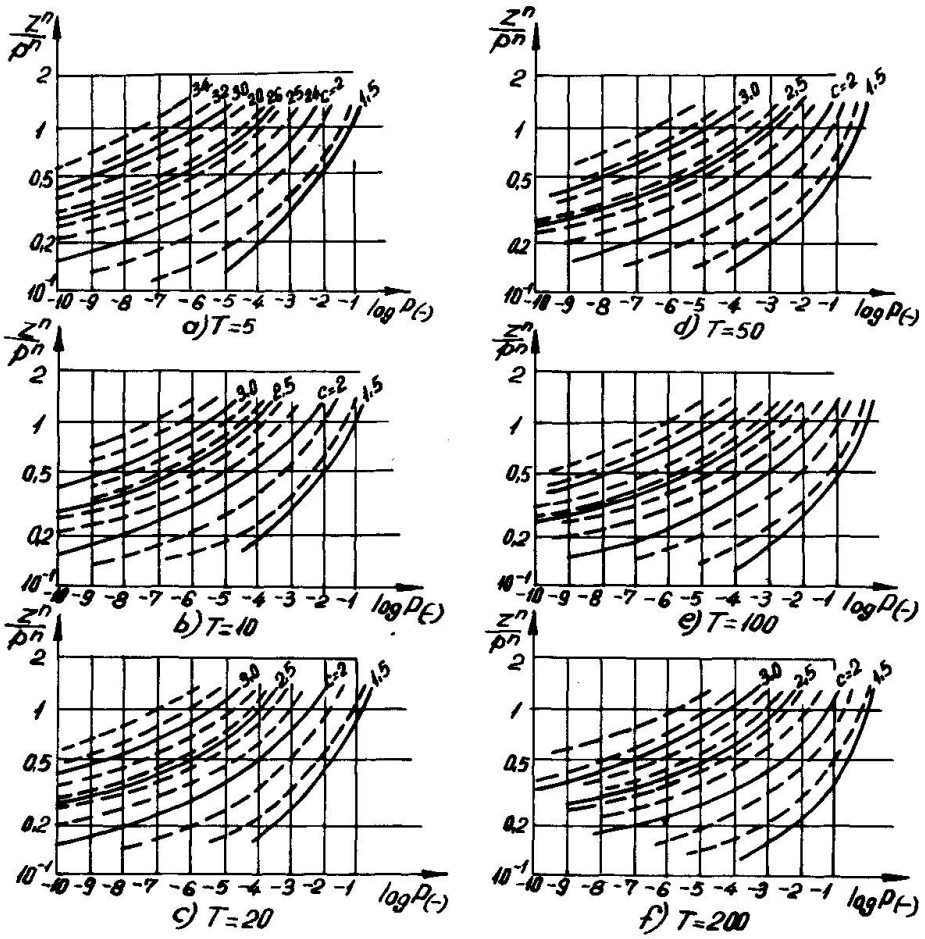

Fig. 3 Courbes des coéfficients de sécurités

Cristea Mateescu peut être appliquée avec une certaine exactitude dans ce cas [9] .

L'étude statistique des phénomènes météorologiques permet de déterminer les surcharges climatiques maximales probables pour la durée convenable de 20, 50, 100 ans ou plus. On peut ainsi utiliser pour les bâtiments des coefficients de surcharges différents pour 20, 50, 100 ans ou plus.

Bibliographie

[1] Borges, J.F., Sollicitations dynamiques (particulièrement dues au vent et aux séismes), Association Internationale des Ponts et Charpentes, Huitième Congrès, New-York 9-14 sept. 1968.

[2] Carpena, A., Calcul probabiliste des structures métalliques, Paris, Constructions métalliques No 1/1967.

[3] Demarre, G., La loi de Gumbel et son application à la détermination des surcharges climatiques extrêmes, Paris, 1966.

[4] Esquillan, N., Les effets de la neige et du vent sur les constructions et les règles N.V. 65, Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Tra-

vaux Publics, No 250, oct. 1968, Paris.

[5] Freudenthal, A.M., Etude critique des critères de sécurité et de leurs fondements conceptuels, Association Internationale des Ponts et Charpentes, Huitième Congrès New-York, 9-14 sept. 1968.

[6] Guérin, P., Mesure de l'effet du vent sur les bâtiments de grande envergure, Paris, 1962.

[7] Guillot, M., Le poids de la neige en plaine, Communication à la Société Hydrotechnique de France, Section de Glaciologie, Paris, 1967.

[8] Kostin, S.I., Pokrovskaia, T.V., Climatologie, Bucureşti 1964.

[9] Mateescu, C., Contribuţii la studiul aglomerării cu zăpadă pe construcţii sub acţiunea vîntului. Nr. 3 Tomul 18/1963.

[10] xxx Monografia geografică a R.P.R., Bucureşti, Editura Academiei, 1960.

[11] Negoiţă, A., Drogeanun N., Clădiri civile, I, Bucureşti E.D.P. 1964.

[12] Negoiţă, A., Iancău, V., Aspecte statistice ale încărcării dată de vînt, comunicare la sesiunea ştiinţifică a cadrelor didactice de la Institutul Politehnic Cluj, oct. 1968.

[13] Negoiţă, A., Iancău, V., Consideraţii asupra încărcării dată de zăpadă, comunicare la sesiunea ştiinţifică a cadrelor didactice de la Institutul Politehnic din Iaşi, sept. 1967.

[14] Negoiţă, A., Iancău, V., Etudes statistiques concernant les surcharges de neige à Cluj -République Socialiste Roumanie, 1968.

[15] Negoiţă, A., Iancău, V., Contribuţii privind aspectele probabilistice ale încărcărilor climatice şi siguranţa construcţiilor, comunicare la Conferinţa Naţională de Mecanică Aplicată organizată de Academia R.S.R., Bucureşti 24-27 iunie 1969.

[16] xxx Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stările limită. P. 6-62, P. 7-62, P. 8-62, Bucureşti, Ed. Tehnică 1963.

[17] Pyschykov V.G., Methods for consideration of Variation and Probability of combination of Wind, Snow and Vertical Crane Loads, Kiew, 1967.

[18] xxx Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions.

[19] Sandi, H., Asupra siguranţei construcţiilor supuse încărcărilor temporare, studii şi cercetări de mecanică aplicată, Nr. 5, tomul 23/1966.

[20] Sfintesco, D., Effets du vent sur les ossatures métalliques, Mémoires, Association Internationale des Ponts et Charpentes, 26e volume, 1966.

[21] Sfintesco, D., Résistance aux actions dynamiques du vent, et des séismes, Association Internationale des Ponts et Charpentes, Huitième Congrès, New-York, 9-14 sept. 1968.

[22] Steleţki, A.S., Bazele calculului statistic al coeficientului de siguranţă a construcţiilor, Moscova, Gosstroizdat, 1947.

[23] xxx Buletinul observaţiilor meteorologice din România.