

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

Band: 4 (1969)

Rubrik: Free discussion

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: 25.01.2026

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

II

DISCUSSION LIBRE / FREIE DISKUSSION / FREE DISCUSSION

M. LORIN
France

Que l'on soit probabiliste ou non, la vérification de la sécurité se traduit toujours sous la forme d'une inégalité : résistance de la pièce supérieure à la sollicitation à laquelle elle est soumise :

$$R > S$$

Pour être en sécurité, on introduit des coefficients, en termes probabilistes on dira qu'en fonction des valeurs probables prises pour la résistance et la charge on détermine des coefficients introduits dans les calculs pour que la probabilité de ruine dans un temps donné soit une valeur \mathcal{P} fixée en fonction des conséquences de la ruine.

On a le choix entre 3 vérifications possibles :

$$\frac{R}{A} > S \quad (1)$$

$$R > A.S \quad (2)$$

$$\frac{R}{A_1} > A_2.S \quad (3)$$

(1) Vérification en contraintes admissibles

(2) Vérification en charges pondérées

(3) Méthode mixte

Mais il faut considérer le comportement mécanique des structures.

Lorsque les déformations varient linéairement avec les charges (traction, flexion pure) (1)(2)(3) sont équivalentes.

Mais nombreux sont les cas de lois de déformation non linéaires (compression, compression avec flexion) (1) et (2) ne sont alors plus mécaniquement équivalentes.

Seule la forme (2) donne, du point de vue mécanique, une sécurité homogène quelle que soit la nature des sollicitations.

Cette difficulté d'avoir une sécurité homogène quelles que soient les natures des sollicitations apparaît nettement dans l'ancien règlement applicable en France aux charpentes métalliques (règles CM 56).

Ce règlement prenait comme base la règle (1) en contraintes admissibles.

Mais pour la flexion composée (pièce comprimée et fléchie) on était obligé d'introduire le coefficient dit de sécurité sur la charge (vérification (2), et ce n'est que par un artifice de présentation que ce règlement semblait utiliser le principe des contraintes des contraintes admissibles.

On préconise souvent une formule du genre (3).

Ayant analysé statistiquement les résistances et les charges on a pour chaque grandeur sa valeur moyenne et son écart type. On propose :

$$\left(\frac{R_m - K_m}{\gamma_m} \frac{s_m}{s_i} \right) > \sum_i \gamma_{si} (R_{si} + K_{si} s_i)$$

Pour un matériau dont la fabrication est régulière et contrôlée (les aciers de construction par exemple) on peut soigneusement déterminer R_m et s_m .

Il est logique pour avoir un même degré de sécurité, quel que soit le comportement mécanique de revenir à la vérification (2).

C'est pourquoi la Convention Européenne de la Construction Métallique recommande de prendre :

$$\underline{\gamma_m = 1}$$

Mais il est logique aussi de favoriser les progrès en exigeant les matériaux de plus en plus homogènes, et donc de donner du poids à la dispersion sur la résistance.

La Convention Européenne recommande $K_m = 2$

En termes probabilistes, pour atteindre la probabilité de ruine dans un temps donné \mathcal{P} (degré de sécurité) les γ_{si} et K_{si} seront choisis compte tenu de $\gamma_m = 1$ et $K_m = 2$.

II

Discussion libre / Freie Diskussion / Free Discussion

J.M. ANTON CORRALES

Profesor E.C.

Instituto E. Torroja

Madrid

- 1^o) Plusieurs théories probabilistes cohérentes, complètes et équivalentes peuvent aujourd'hui éclairer les normes de vérification et aider à fixer des coefficients. Nous pensons publier la nôtre. Leurs principes généraux, qui sont communs, ont été acceptés de fait.

Comme langage commun, nous sommes d'accord avec la proposition I.S.O. (Dr. Rowe), selon laquelle il faudrait fixer à priori la probabilité du dépassement de la charge caractéristique pendant la durée de service de la structure: 5 % conviennent. En plus, des trains de charges normaux à définir pour avoir des sollicitations caractéristiques maximales (à 5 %) dans les éléments principaux, il faut fixer la période de retour de la crue, de la tempête maritime maximale ou du séisme et les coefficients γ_s correspondants (peut-être 1) pour utiliser les mêmes coefficients γ_m d'un matériel pour toutes les charges. On peut, avec quelque inconvénient, avoir des probabilités de 5 % pour la résistance caractéristique du béton et 2,7 % en construction métallique, mais les charges caractéristiques pour l'acier et le béton, etc... doivent être les mêmes.

- 2^o) Outre les méthodes d'analyse probabiliste totale (à développer), les méthodes "semi-probablistes" supposent des conditions de ruine réelles instantanées ($E_f(S_i) > E_r(\gamma_g)$) pour un élément. On vérifie la structure par "éléments", avec des majorations l de charges, avec la condition ($E_f'(\sum S_{ki} \cdot C_i \cdot e_{il}) > E_r'(\sigma_{kg}/\gamma_m)$) où l'on estime les fonctions antérieures E_f et E_r par E_f' et E_r' , les charges et résistances caractéristiques, en nombre réduit, et où l'on introduit les coefficients γ_m pour les matériaux et $C_i \cdot e_{il}$ ($= \gamma_s \cdot \gamma_c$), "de pondération", pour les charges. Avec plusieurs majorations l, on peut exprimer et même de façon probabiliste (nous publierons des résultats ci-dessous) le fait que les maximums des charges ne coïncident pas. Comparez ($1,5 \cdot S_{usage} + 1,5 \cdot S_{vent}$) avec ($(1,5 \cdot S_u + 1,2 \cdot S_v)$ et ($1,1 \cdot S_u + 1,5 \cdot S_v$)) et avec ($1,5 \cdot S_u$, $1,5 \cdot S_v$ et $1,3 \cdot (S_u + S_v)$). On peut songer à l'exploitation avec un vent normal ou supposer que les maximums annuels des charges supérieures pendant la durée de service se superposent pour établir les réductions.

Au moment de faire un projet, on commet des erreurs d'estimation et on considère des charges aléatoires de lois statistiques indépendantes dans des périodes indépendantes. En supposant que les charges et résistances S'_i et σ'_g ont des lois aléatoires données, la condition de ruine probabiliste pour une période donnée E H. $E_f'(S'_i) > E_r'(\sigma'_g)$ doit comprendre des erreurs d'hypothèse E H.

- 3°) A partir de la formule probabiliste, en suivant un critère (ou bien optimisation du coût de la ruine dans l'état limite considéré, multiplié par la probabilité de la ruine, plus le coût de l'élément, ou bien probabilité de ruine donnée de l'élément pendant la vie de la structure, ou bien probabilité de ruine pendant la première année différente la seconde), on peut calculer les γ de la formule de ccmprobation, et établir des tables de flambement.
- 4°) Pour savoir comment il faut répartir la sécurité entre γ_s et γ_m nous avons étudié un cas non linéaire ($S > P.R/(P + R)$) extrême, (P = limite d'équilibre). Les propositions C.E.C.M. ($\gamma_m = 1$) et C.E.B. ($\gamma_{ma} = 1.1$, $\gamma_{mb} = 1.5$) sont adéquates. On ne peut pas augmenter γ_m beaucoup sans se trouver du côté de l'insécurité. Des considérations inélastiques sont à envisager, en plus des efforts secondaires (cf. Franco Levi, Bulletin d'Information CEB n° 68).
- 5°) Les structures à essayer peuvent avoir des coefficients moindres (cf. CIGRE).
- 6°) Les coefficients optimums varient avec la dispersion de E H. Si elle passe de 10 % à 20 %, il faut majorer par 1.3 environ (selon nos calculs).
- 7°) Si $A = \text{coût ruine} / \text{coût élément}$, multiplier A par 10 ferait augmenter de 15 % le coefficient C_i .
- 8°) A x probabilité de ruine pendant la vie de la structure # 10 pour un élément donné.
- 9°) Les coefficients calculés avec les critères de 3°) sont plus forts pour le vent et l'exploitation que pour les charges permanentes.
- 10°) Un coefficient 1 pour la charge permanente favorable ($1.5.S_u - S_p$) va bien, sauf pour la stabilité au renversement où il faut le réduire.
- 11°) Il faudra des γ_s moindres pour états de service que pour ruine (en calcul élastique, ou en calcul en rupture).

II

Free Discussion / Discussion libre / Freie Diskussion

MILÍK TICHÝ

Dr.

Building Research Institute
Technical University
Prague

The problem treated by Dr.Paloheimo has been investigated by Dr.Vorlíček and me since 1961 (see Ref. 1, 2, 3). The basic idea of our approach has been as follows:

An interaction curve describing the ultimate strength of a section subjected to a two-dimensional load-effect (e.g. moment with axial force, moment and shear force, etc.) is a random function. Sections can be led through the population of interaction diagrams and values of random variables describing the ultimate strength (e.g. M_U, N_U) can be established along these sections. Then, assuming a convenient statistical distribution minimum values ($M_{U,min}, N_{U,min}$) are found for a given probability μ . The locus of points defined by the minimum values is the minimum strength curve which can be used in the statistical design.

The same method is applicable also in other cases of multi-dimensional load-effects or loads.

References:

1. Tichý, M. - Vorlíček, M.: Safety of excentrically loaded reinforced concrete columns. Proc.of ASCE, Jo of Struct.Div.1962/ST5, discussion in 1963/ST2, ST3, ST6.
2. Tichý, M. - Vorlíček, M.: Statistical design of excentrically loaded reinforced concrete sections (in Czech with English summary). Rozpravy ČSAV 1964/5.
3. Tichý, M. - Vorlíček, M.: Statistical theory of interaction diagrams. Acta Technica ČSAV 1964/1.

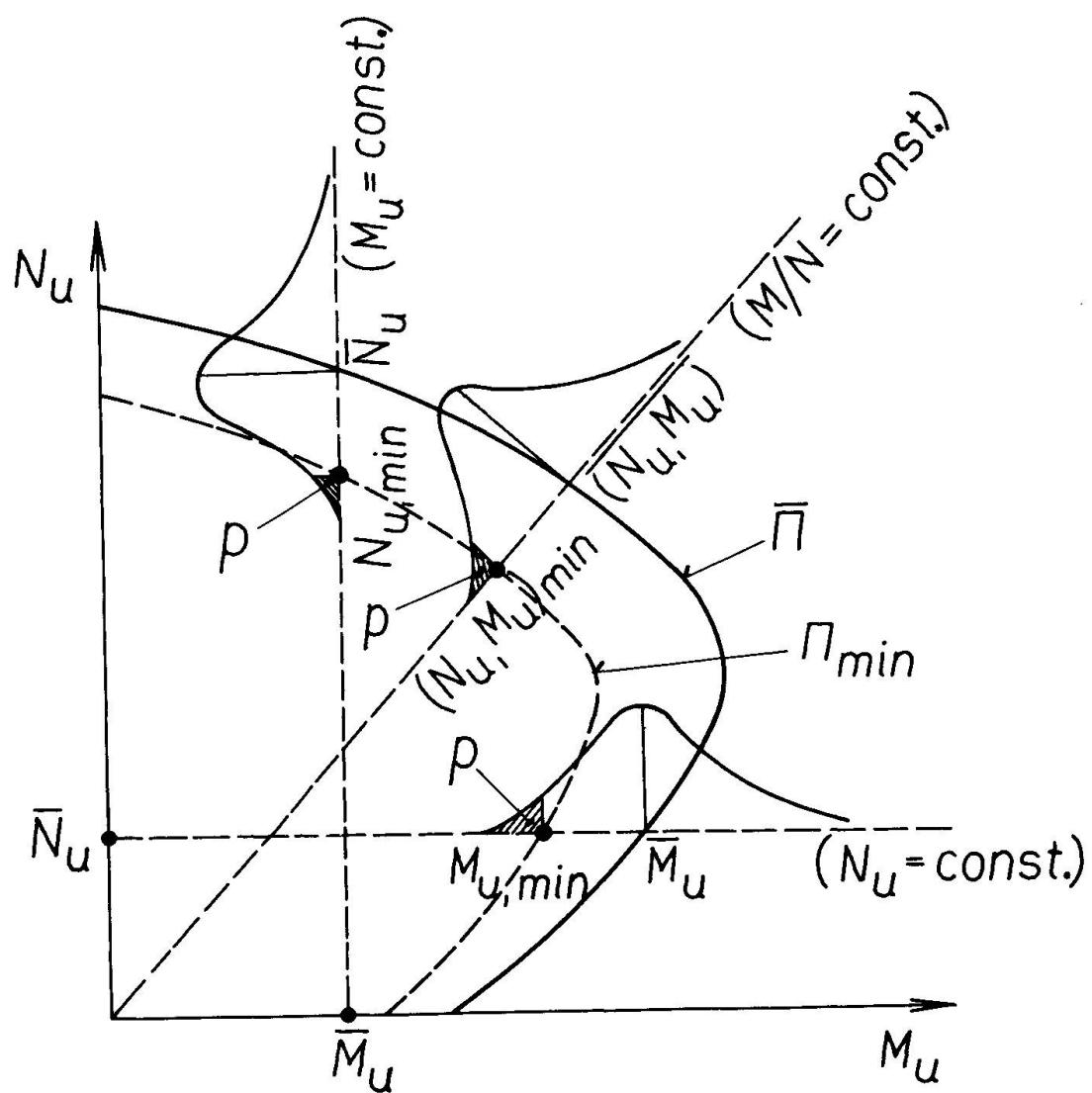


Fig. 1

II

Free Discussion / Discussion libre / Freie Diskussion

E. PALOHEIMO
Dr.-Ing.
Helsinki

Professor Lind says in his contribution that the total safety factor could be represented as a product of three different partial safety factors.

As I understand it, this is not possible, but the partial safety factors have very different weights depending on the form of the formula representing the capacity of the structure.

As a simple example I am here writing the equation representing the resistance of a rectangular reinforced concrete section which is first loaded by a moment and then by a normal force..

$$(1) \quad R = Z(h - \frac{\alpha \cdot z}{G_b \cdot b \cdot \beta}) \quad \text{P} \uparrow$$

$$(2) \quad R = (G_z \cdot A_z + G_b \cdot A_b) \quad \square \leftarrow (G_b \cdot A_b \gg G_z \cdot A_z)$$

We may notice that in the second case the resistance of the section is directly dependent on the variation of the strength of the material (concrete) but in the first case the importance of the variation of the strength of concrete is strongly dependent on the relation of h and the other factor in brackets, the height of the compressed zone.

I do not consider it possible to study the safety problem with sufficient accuracy without taking the type of structure and the type of failure into consideration, simply the equation which gives the resistance of the structural element.

II

Free Discussion / Discussion libre / Freie Diskussion

B.E. WEINBERG
U.S.A.

As Engineers, we have the responsibility of recognizing the fact that the answer to every engineering problem does not necessarily lie in an engineering solution. Rather, as Mr. Rodin pointed out, the more economical and more realistic solution and better way of assuring safety may lie in eliminating the cause of the problem. For example, instead of increasing tremendously the load requirements, as has been proposed in England as a result of the Ronan Point explosion, wouldn't it be possible to ban the cause of the explosion, in this instance gas, by government fiat until such time as the gas industry has developed a "fail-safe" device? After all, both in United Kingdom and the United States the government is trying to do something about the smoking-cancer problem by placing restrictions on the tobacco and advertising industries instead of waiting until the medical profession comes up with a cancer cure. Similarly, flight path restrictions near airports have been enforced to reduce airplane noises, and restrictions have been placed on the hours when alcohol can be sold or served.

II

Discussion libre / Freie Diskussion / Free Discussion

CATERINA MANUZIO
Italie

En me référant à une observation du Prof. Viest sur l'opportunité de traduire les principes probabilistes dans des règles de travail, je voudrais signaler une application pratique qui a été faite de ces principes.

Dans le numéro d'Octobre 1968 de la revue "Electra", qui est le journal officiel de la Cigre (Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques), cette dernière a publié un "Essai de Guide pour le projet des pylônes de lignes aériennes", qui est entièrement fondé sur des principes probabilistes et qui est d'ailleurs établi sous une forme complètement pratique, apte à être employée directement par les projeteurs.

Le but de ce Guide était exactement celui de proposer à l'attention générale les bases sur lesquelles on pourrait fonder un travail de révision et de rationalization des règles de calcul pour les pylônes.

Le "Guide", tel qu'il a été préparé, traite seulement des charges de vent parce qu'on a jugé de ne pas avoir à disposition pour le moment les données suffisantes pour prendre en considération aussi les surcharges de givre; toutefois on se propose d'examiner le plus tôt possible aussi ce type de charge.