

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 9 (1972)

**Rubrik:** Free discussion

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

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

## DISCUSSION LIBRE • FREIE DISKUSSION • FREE DISCUSSION

Ein besonderes Tragsystem für Hallen grosser Spannweite

A Special System of Space Structure for Halls of Wide Span

Un système de structure particulier pour halles de grande portée

JOSEF ZEMAN

Entwurfsbüro für Hüttenwesen

Prag, CSSR

Während letzter Jahre wurde in der Tschechoslowakei eine ungewöhnliche Tragkonstruktion für Hallen grosser Spannweiten entwickelt. Diese besteht aus einem Paar schräg gegeneinander geneigten Bogen, welche sich im Scheitel gegenseitig durchdringen. Dieses Bogenpaar bildet das Haupttragssystem für sämtliche senkrechte oder waagerechte Belastungen. Die übrigen Tragteile der Dachkonstruktion wie Unterzüge, Binder und Pfetten sind auf dem Bogenpaar mittels besonderer Hängestäbe eingehängt. Die Bogenpaare können in den Längs- oder auch Querachsen der entworfenen Objekte orientiert werden. /Siehe Bild 1./ Bei grossen und langen Objekten können sie dann auch nebeneinander beliebig oft wiederholt werden.

Die einfachere Ausführung - mit dem Bogenpaar in der Längsachse - wurde bereits mehrmals bei Sporthallen in der CSSR realisiert. Dagegen die weitere Möglichkeit wurde in der letzten Zeit für eine grössere Bauaufgabe in Prag verwendet.

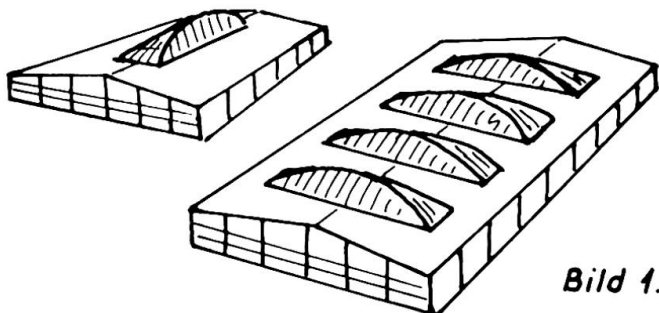


Bild 1.

Für die Überdachung eines grossen Objektes für Garagen und Pflege von Bussen der Hauptstadt Prag wurde eine grosse Hallenkonstruktion mit freiem Raum von 90 x 120m verlangt. Dabei waren die Ansprüche auf die freie Höhe dieses Raumes nicht allzu gross, cca 6-7m.

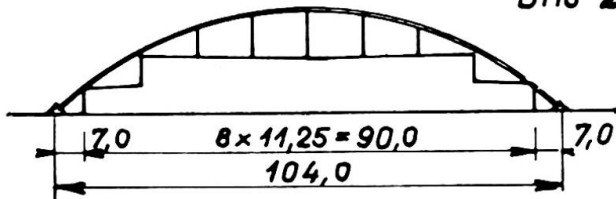
Für den Entwurf einer geeigneten Tragkonstruktion war dann auch der Bedarf an einer durchlaufenden Reihe von Toröffnungen für die Ein- und Ausfahrt der Buse in den beiden Giebelwänden entscheidend. Zuerst wurde für die Lösung dieser anspruchsvollen Aufgabe eine Seilkonstruktion gewählt.

Aus verschiedenen Gründen trat aber die Ausführungsfirma von der Realisation dieses Entwurfes ab und so entstand ein Problem, für die anspruchsvollen Bedingungen eine neue, geeignete Lösung

aufzufinden. Für die Tragkonstruktion dieser neuen Halle, welche mit ihren Grundrissabmessungen des freien Innenraumes von 90x120m die grösste seiner Art in der Tschechoslowakei ist, wurde dann die hier kurz dargestellte besondere Tragkonstruktion gewählt.

Das Dach dieser grossen Halle wird von einem Doppelpaar von schräg geneigten Bogen von einer Spannweite 104m und gegenseitiger Entfernung 45m getragen. Die Bogenpaare haben einen geschweissten Kastenquerschnitt und sind hier in der Querrichtung der Halle orientiert. Sie sind - überwiegend aus architektonischen Gründen - in ihrer ganzen Länge oberhalb des Hallengebäudes situiert, weshalb ihre Fundamente 7m hinter den Hallenlängswänden liegen, und die Halle dann eine freie Breite von 90m hat. /Siehe Abbildung 2./

Bild 2.



Durch schräge Hänger aus Rohren ist in die Bogenpaare die übrige Dachkonstruktion besonderer gebrochener Form mit einem mächtigen Oberlicht, eingehängt. Diese besteht aus besonderen, 15m langen Querträgern in 7 Zwischenebenen und in Entfernungen á 11m, in welche dann auch beiderseitig die Binder von 30m Spannweite eingehängt sind. Diese Fachwerkbinder aus Rohren /Bild 3./

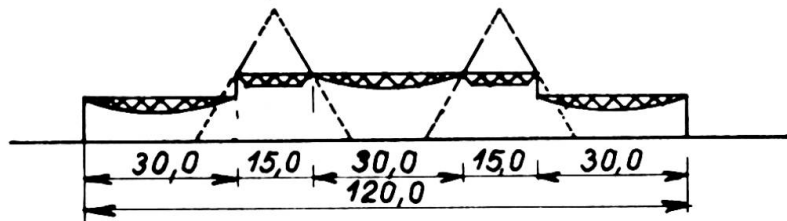


Bild 3.

haben eine linsenartige Form, die teilweise im Obergurt der gebrochenen Form des Daches angepasst wird. Auf den beiden Giebelseiten der Halle sind diese Binder auf einfache Stützen in Entfernungen á 11,0m aufgelagert. Zwischen diesen leichten Stützen bleibt genügend freier Raum für die Durchführung von einer durchlaufenden Reihe von Toröffnungen. Die Dacheindeckung selbst /Profiliertes Alu-Blech mit einer Ausgleichsschicht Leichtbeton und abschliessender, wasserdichter Dachpappe/ tragen leichte Fachwerkpfeilen 11m gespannt und in Entfernungen á 3m.

Ausser dieses beschriebenen Objektes wurde dieses besondere Tragsystem in einem Studienentwurf auch für ein weiteres grosses Objekt in Grundrissabmessungen von 90 x 480m gefolgt. Die Anzahl der Bogenpaare war - wegen der grossen Hallenlänge von 480m - insgesamt 11. Zusätzlich wurden aber bei dieser riesigen Industriehalle auf die entsprechend angepasste Dachkonstruktion noch die Kranbahnen für die eingehängten Kranbrücken von 20m Spannweite und 8,0MP Tragfähigkeit untergebracht. Die Studie hat bewiesen, dass man ein so grosses Objekt mit so anspruchsvoller Belastung mittels des beschriebenen Tragsystemes sehr ekonomisch und mit einem niedrigen Stahlverbrauch ausführen kann.



Bild 4.

Das Objekt der Grossgaragen in Prag im Bauzustand.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Beitrag beschreibt kurz einen besonderen Typ der Tragkonstruktion, welche für Hallen grosser Spannweiten geeignet ist. Das Haupttragelement dieses Systemes ist ein Paar schräg gegeneinander geneigter Bogen, welche entweder in der Längs- oder Querachse der Halle orientiert sind. In ihrem mittleren Teil ragen sie über die Dachebene hinaus und können dabei ein grosses Oberlicht bilden. Die übrige Dachkonstruktion ist in die Bogen eingehängt.

## SUMMARY

The contribution describes briefly a special type of the supporting structure which is suitable for halls of wide span. The main supporting element of this system is a pair of slanting converging inclined curvatures orientated or in the longitudinal or in the transverse axis of the hall. In their middle part they project above the roof plain and can form in this way a large skylight. The remainder roof construction is hanged up in the curvatures.

## RESUME

Ce travail décrit un type spécial d'éléments porteurs étudiés pour les halles de grande portée. La partie principale du système est une paire d'arcs, inclinés de biais l'un contre l'autre, qui sont orientés soit dans le sens de la longueur ou dans le sens de la largeur de la halle. Dans leur partie centrale ils ressortent du plan du toit et peuvent former un grand vitrage. L'autre partie du toit est suspendue aux arcs.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

## IIIb

### Monte Carlo Simulation of the Load Carrying Capacity of Members in Space Trusses

Simulation de la force portante d'éléments en treillis à trois dimensions moyennant la méthode Monte Carlo

Simulation der Tragfähigkeit von Elementen in Raumfachwerken mit Hilfe der Monte Carlo-Methode

BO EDLUND

Assistant Professor  
Chalmers University of Technology  
Gothenburg, Sweden

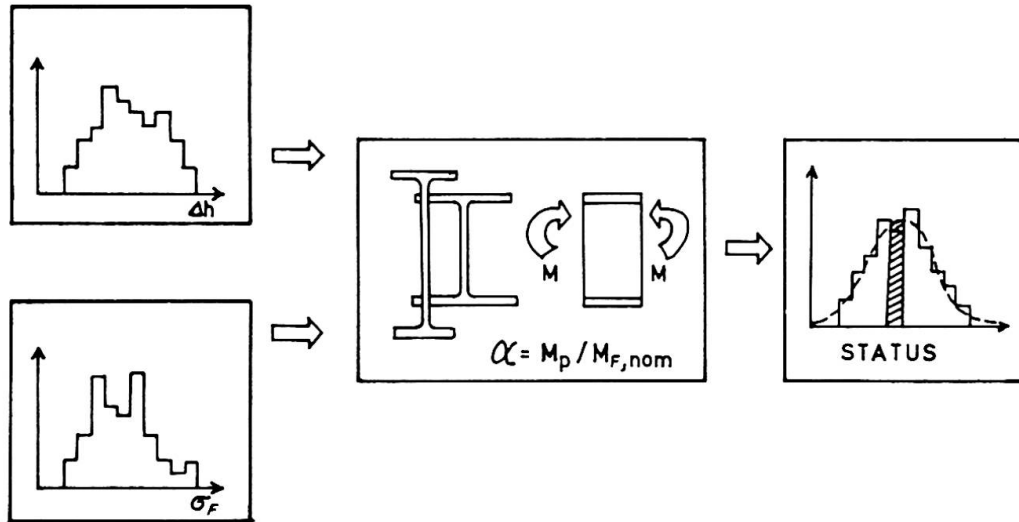
In their paper on the Influence of Member Quality on the Safety of Space Trusses Messrs. Tolman and de Witte use a Monte Carlo Simulation Method to determine the theoretical probability distribution of the collapse load of a truss. The number of bars, the bar arrangement and the number of inferior members with equal degree of inferiority  $f < 1$  are given. The authors seem to use the term "analogous simulation" in the sense of "representing some aspects of the real world by a mathematical model which may be easily manipulated to facilitate their study", i. e. what often is simply called simulation, [1], p. 1.

As single random variable Tolman and de Witte introduce the location of the inferior members. Their paper is an interesting study of the load carrying capacity of multiple-member structures with random defects. By use of the finite element method the same Monte Carlo procedure may be applied to problems of nonhomogeneous plates, membranes and shells.

In the following the main principles of a computer program system for Monte Carlo simulation of structural strength will be given. The interest will be focused on the determination of the scatter in the load carrying capacity of single members. As a consequence of this study it is suggested that a simulation of a space truss should be performed where  $f$  is treated as a random variable, and where  $f \geq 1$  is allowed.

#### Monte Carlo simulation program

A Monte Carlo method, i. e. a numerical procedure where random numbers are used, is suited for the investigation of different phenomena governed by stochastic variables [1]. Here we are especially interested in how the scatter in material properties and cross sectional dimensions affect the mean values and the scatter of the load carrying capacity of structural members [1] [2].



This block diagram shows the three main steps of our simulation method :

1. Input of known distribution functions (histograms) for the geometrical and strength variables.
2. A mathematical model for the load carrying capacity. The governing variables are randomly chosen for each play.
3. Output of the statistical distribution (i. e. histograms) of the load carrying capacity of the member. Statistical analysis of the results.

#### Example. Steel compression member [3]

The relative buckling load  $\beta = P_k / P_{F,nom}$  of a centrally loaded initially straight steel column of I-section is computed using the tangent modulus theory and the following mathematical model, which considers elastoplastic behaviour and residual stresses. Here  $P_{F,nom} = \sigma_{F,nom} A_{nom}$  is the yield load of a nominal cross section, and  $P_k = \sigma_k \cdot A$  is the buckling load of the actual column with cross section area  $A$  and buckling stress  $\sigma_k$ .

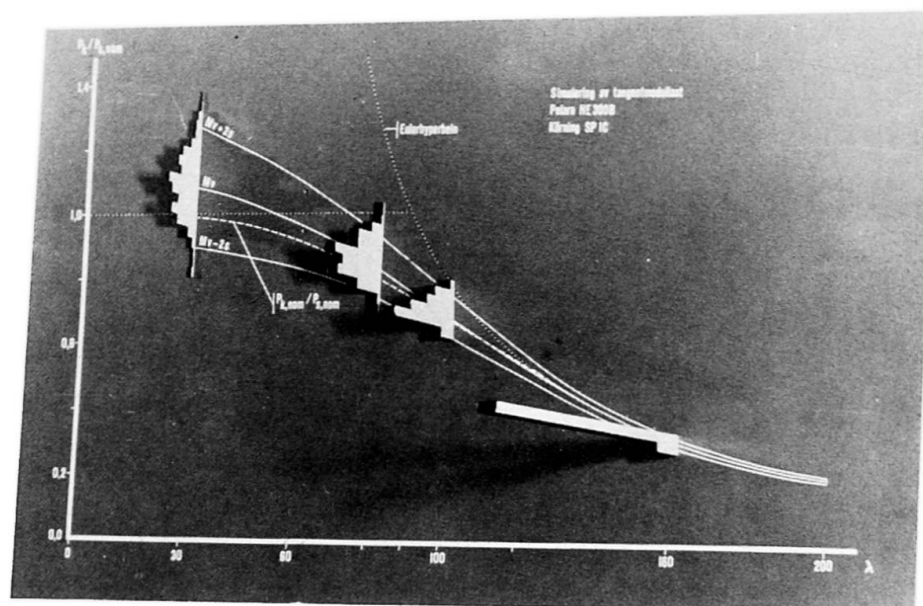
$$\sigma_k = (\pi^2 E / (L/i)^2) \sigma_r^{-q} \cdot (\sigma_F - \sigma_k)^q, \quad \sigma_k \geq \sigma_p = \sigma_F - \sigma_r, \quad 0 \leq q \leq 1$$

$$\sigma_k = \pi^2 E / (L/i)^2, \quad \sigma_k \leq \sigma_p$$

The column has length  $L$  and radius of gyration  $i$ .  $E$  is Youngs modulus,  $\sigma_F$  the yield stress, and  $\sigma_r = k_r \cdot \sigma_F$  the maximum compressive residual stress.

The input data consist of seven stochastic variables (yield stress and cross sectional dimensions) and three deterministic variables ( $k_r$ ,  $q$  and  $E$ ). For the exponent  $q$ , which determines the form of the stress-strain-diagram, the values  $q = 1/2$  and  $2/3$  were chosen [3].

The results are printed as histograms of the relative buckling loads  $\beta$  for every nominal slenderness ratio. The different histograms may be gathered in a 3-dimensional diagram.



The figure given here refers to a column HE 300 B and a mathematical model with  $q = 1/2$  and  $\sigma_F = 0.5 \sigma_{F0}$ . The assumed yield stress has a rather large scatter (coefficient of variation = 9.25 %).

In [3] the results of a series of simulations with different input data are statistically analysed and compared with each other and with experimental results. The large scatter in the simulated buckling load for short and medium length columns is mainly due to the variation in yield strength.

### References

- [1] Edlund, B. - Leopoldson, U.: Monte Carlo Simulation of the Strength of Steel Structures. Part I. Method and Basic Data. Publ. S 71:3. Chalmers Univ. of Technology, Division of Steel and Timber Structures, Göteborg 1971.
- [2] Edlund, B. - Leopoldson, U.: Monte Carlo Simulation of the Load Carrying Capacity of Steel Beams. To be published in Acta Polytechnica Scandinavica.
- [3] Edlund, B. - Leopoldson, U.: Simulering av bärförmåga hos stålpelare. Delrapport 1. Statistisk variation hos tangentmodullasten för valsade pelare med I- och H-tvårsnitt. Chalmers Tekniska Högskola, Inst. för Konstruktionsteknik, Stål- och träbyggnad, Int. skr. S 70:8, Göteborg 1970.



## SUMMARY

With knowledge of the statistical distribution of member properties, such as geometry, modulus of elasticity and yield strength, the distribution of the load carrying capacity of a member can be determined by a three step simulation procedure. As an example the scatter of the tangent modulus load of a compression member is computed.

## RESUME

En connaissant la distribution statistique des propriétés des éléments, tel que la géométrie, le module d'élasticité et la tension de fluage, la répartition de la force portante d'un élément peut être déterminée par un procédé de simulation en trois étapes. Le calcul du dispersement de la charge (calculée à l'aide du module tangent) d'un élément comprimé, est présenté ici comme exemple.

## ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der Kenntnisse über die Verteilungsfunktion von Elementeigenschaften wie Geometrie, Elastizitätsmodul und Streckgrenze kann die Verteilungsfunktion der Elementtragfähigkeit mit Hilfe einer dreistufigen Simulationsmethode bestimmt werden. Als Beispiel wird die Streuung der Tangenten-Modul-Last eines gedrückten Stabes berechnet.