



DYDAKTYKA I TECHNOLOGIA



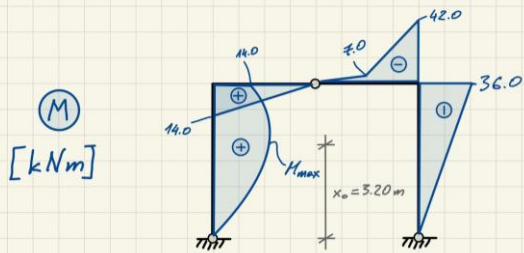
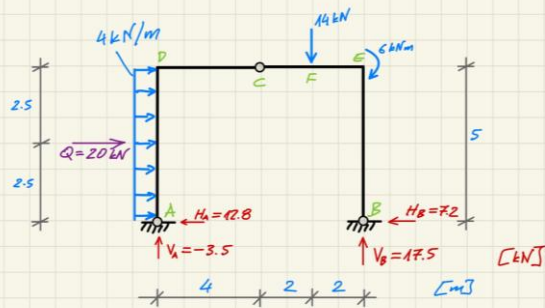
*XI Konferencja eTEE Dydaktyka i Technologia, CeLiID AGH, CNE PG*

# *Nauczanie Mechaniki Budowli z wykorzystaniem Mola Structural Kit*

*Mariusz Ruchwa*

Kraków, 18-19.09.2025 r.

# Mechanika Budowli czyli mnóstwo trudności w studiowaniu na kierunku Budownictwo



## MACIERZOWA WERSJA METODY PRZEMIESZCZEŃ

Macierze sztywności oraz wektory przemieszczeń pojedynczych elementów

Element ramowy 2D (element Timoshenki)

$$K = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 & -\lambda & 0 & 0 \\ 0 & \gamma & v & 0 & -\varepsilon & \delta \\ 0 & v & \alpha & 0 & -\delta & \beta \\ -\lambda & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & -\varepsilon & -\delta & 0 & \gamma & -v \\ 0 & \delta & \beta & 0 & -v & \alpha \end{bmatrix}, \quad \{q_e\} = \begin{Bmatrix} u_e^i \\ v_e^i \\ \varphi_e^i \\ u_e^j \\ v_e^j \\ \varphi_e^j \end{Bmatrix}$$

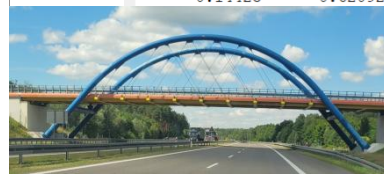
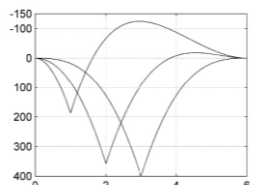
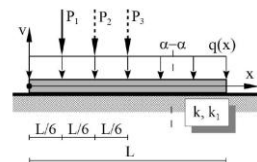
$$\alpha = 4 \frac{EJ}{L} \frac{(1+3\mu)}{(1+12\mu)}, \quad \beta = 2 \frac{EJ}{L} \frac{(1-6\mu)}{(1+12\mu)}, \quad \delta = v = 6 \frac{EJ}{L^2} \frac{1}{(1+12\mu)}, \quad \gamma = \varepsilon = 12 \frac{EJ}{L^3} \frac{1}{(1+12\mu)}$$

$$\lambda = \frac{EA}{L}, \quad \mu = \frac{kEJ}{GAL^2}$$

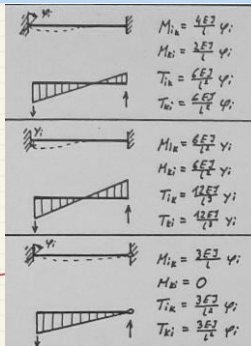
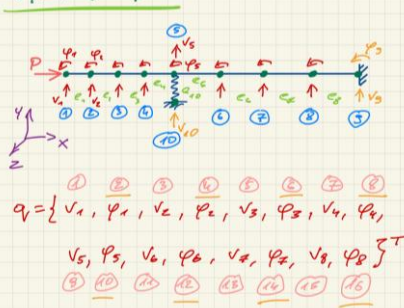
Wyniki obliczeń:  
/Wartości krytyczne - 1. i 2.

$$P_{\text{krytyczne}} = \begin{matrix} 3.0087e+05 & 2.1327e+06 \end{matrix}$$

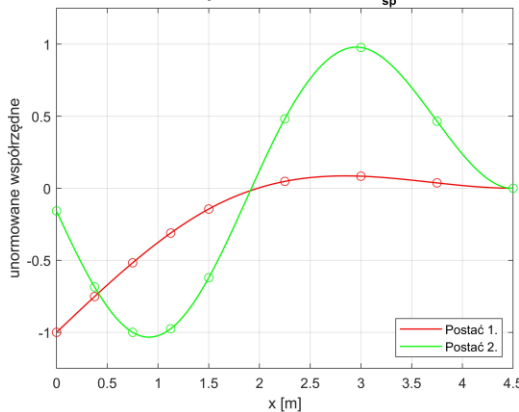
$$X_n = \begin{matrix} -1 & -0.15749 \\ -0.75159 & -0.68508 \\ -0.51746 & -1 \\ -0.31106 & -0.97529 \\ -0.14425 & -0.62092 \end{matrix}$$



## Dyskretyzacja

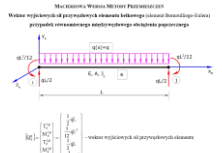


Postacie utraty stateczności - MES -  $k_{sp} = 1e6 \text{ N/m}$



9) Ciężar własny elementu

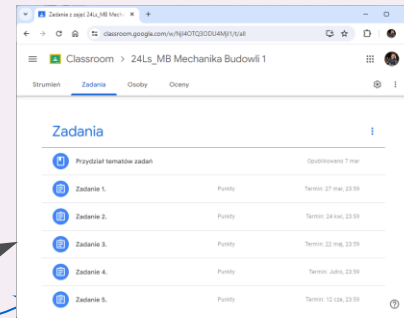
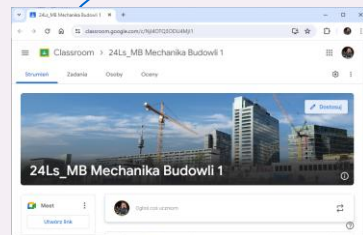
$$Q = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



# Moje zajęcia: Zadaniowość i bieżąca interakcja (zamiast kolokwium)



Interakcja w przestrzeni internetowej



Praca podczas zajęć bezpośrednich oraz asynchronicznie z wykorzystaniem chmury obliczeniowej, usług sieciowych, nowoczesnych narzędzi obliczeniowych itd.

Interakcja na zajęciach i konsultacjach

Podczas zajęć



Poza zajęciami



# *Zajęcia bezpośrednie ze wsparciem usług zdalnego kształcenia oraz zadaniową pracą studentów*





CENTRUM  
NOWOCZESNEJ  
EDUKACJI

**Pt.**  
Dydaktyczne  
Piątki

21 lutego 2025 r.

**Jak bez kolokwium pracować  
ze studentami w przyjazny  
i efektywny sposób**

Mariusz Ruchwa



Nagranie szkolenia jest dostępne w serwisie YouTube



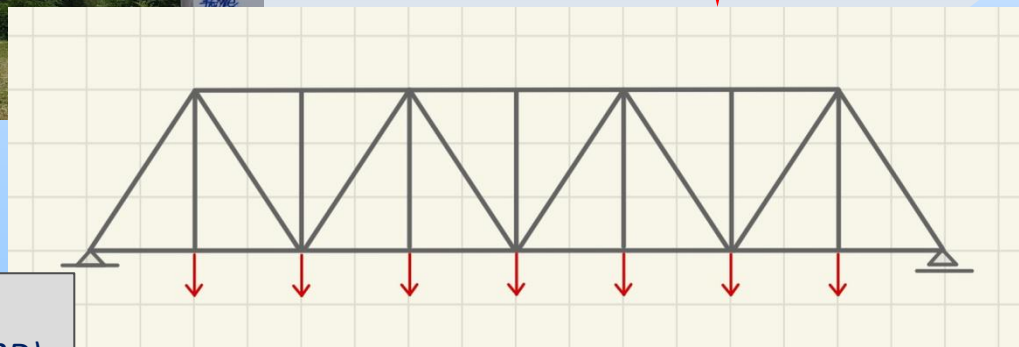
# Mechanika Budowli

– jak jeszcze można pomóc studentom w nauce?

Rzeczywista konstrukcja  
(3D)



$3D \longleftrightarrow 2D (?)$



Schemat statyczny  
(schemat obliczeniowy) (2D)

# Czy Edgar Dale miał rację ?



*Co oprócz slajdów, chmur, komputerów i innych pomocy ...,  
aby z większą świadomością rozwiązywać rzeczywiste problemy*



*Moje dodatkowe narzędzia pracy (te stare)*

*A co było moim marzeniem i stało się pomocą ...*



*Mola Structural Kit*

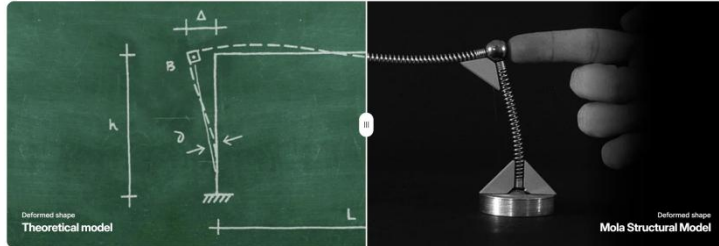


# Mola Structural Model



Scientifically validated system

## The science behind Mola



**Mola Education Ltda.**  
São Paulo, Brazil  
<https://molamodel.com>

*Marcio Sequeira de Oliveira*

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

## QUALITATIVE STRUCTURAL MODEL FOR PRE-EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF METALLIC STRUCTURES

MÁRCIO SEQUEIRA DE OLIVEIRA

ADVISOR: Prof. Dr. Arlene Maria Sarmanho Freitas

Dissertation presented to the Graduate Program of the Department of Civil Engineering of the Escola de Minas at Federal University of Ouro Preto, as part of the requirements to obtain the title of Master in Civil Engineering, field of concentration: Metallic Construction.

Ouro Preto, August 2008

# Mola Structural Kit



## *Jakie możliwości daje **Mola Structural Kit**?*

*Uwaga i prośba o zrozumienie*

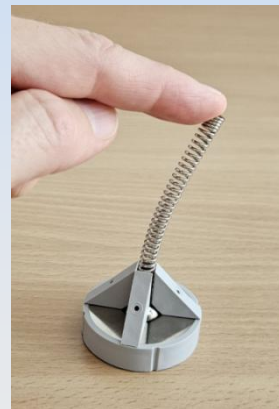
*Z góry przepraszam specjalistów z branży budowlanej,  
zwłaszcza tych zajmujących się Mechaniką Budowli,  
ale ze względu na szerokie grono uczestników Konferencji eTEE  
postanowiłem zrezygnować z fachowej terminologii i precyzyjnych definicji,  
aby mój przekaz był zrozumiały także dla osób spoza branży.*

*;-)*

## Podpory



*Podpora przegubowa*



*Podpora sztywna*



# Połączenia elementów

*Połączenia przegubowe  
dwóch elementów*



# Połączenia elementów

*Połączenia sztywne  
dwóch elementów*



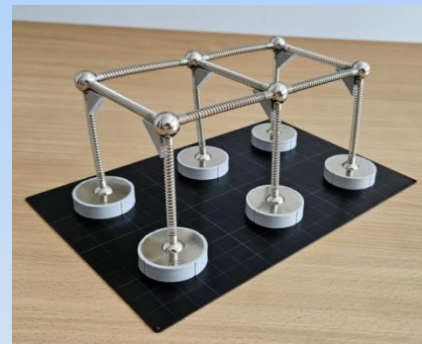
# Połączenia elementów

*Różne warianty połączeń  
trzech elementów*





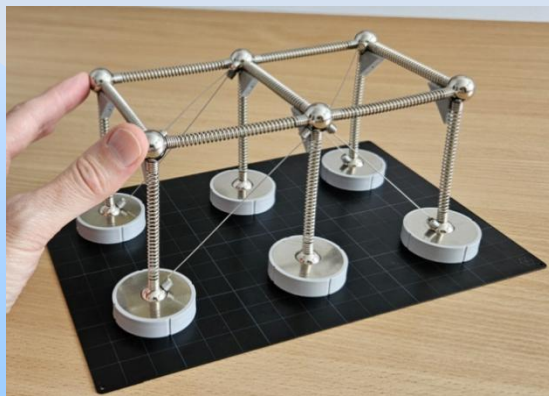
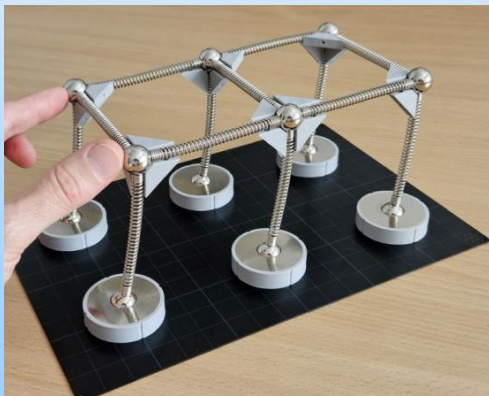
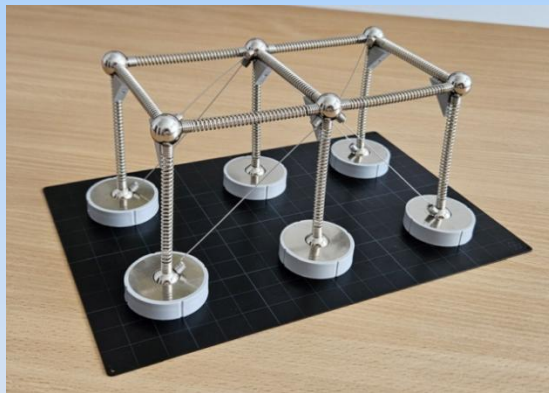
# Problemy z poprawnością tworzenia konstrukcji



To niestety **nie** są dobre pomysły



# Problemy z poprawnością tworzenia konstrukcji

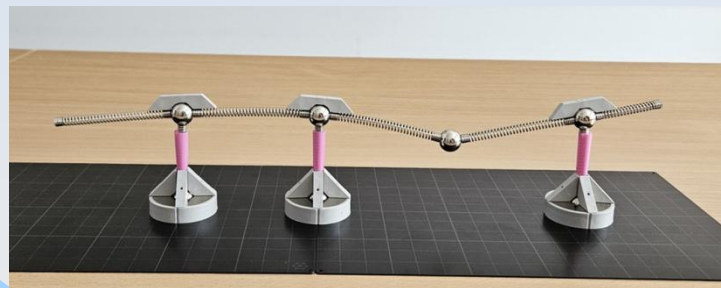


To są **dobre** pomysły

# Podstawowe rozwiązania statyki konstrukcji

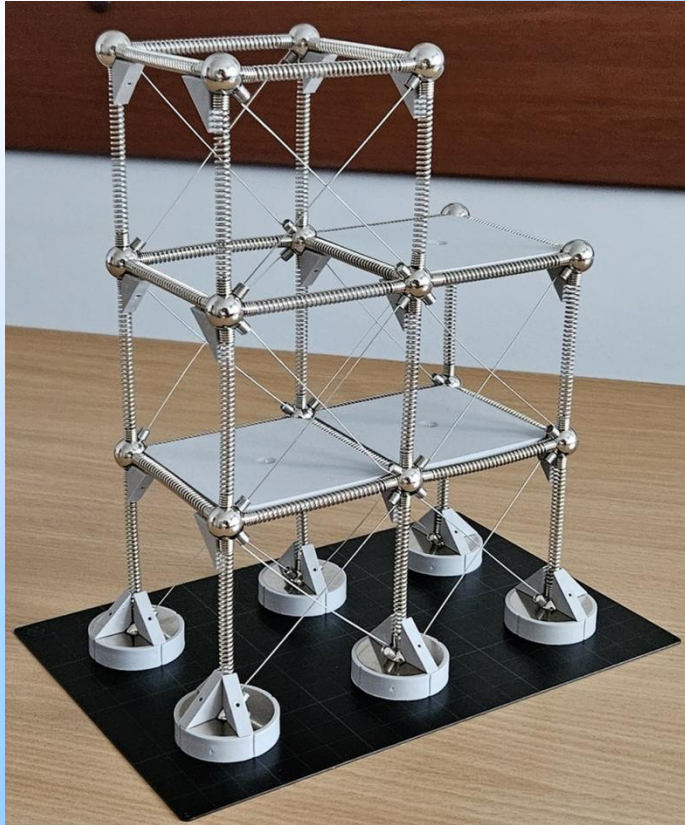


... te nieco bardziej skomplikowane





... i jeszcze bardziej ...





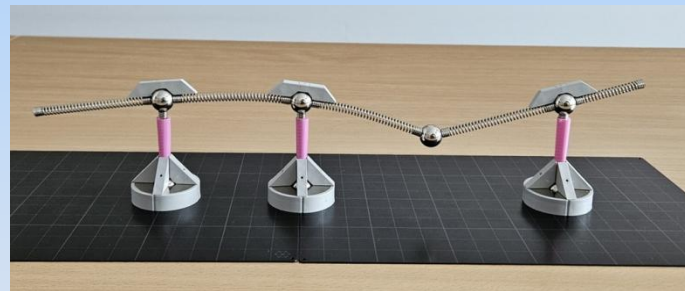
# Utrata stateczności – podstawowe rozwiązania



# Analiza stateczności złożonej konstrukcji, w różnych wariantach

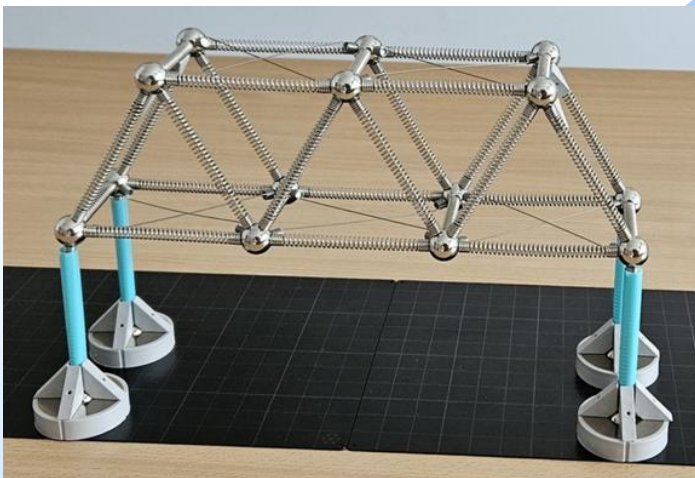


# Można pokazywać m.in. jak działa **Metoda kinematyczna** wyznaczania **Linii wpływowych**

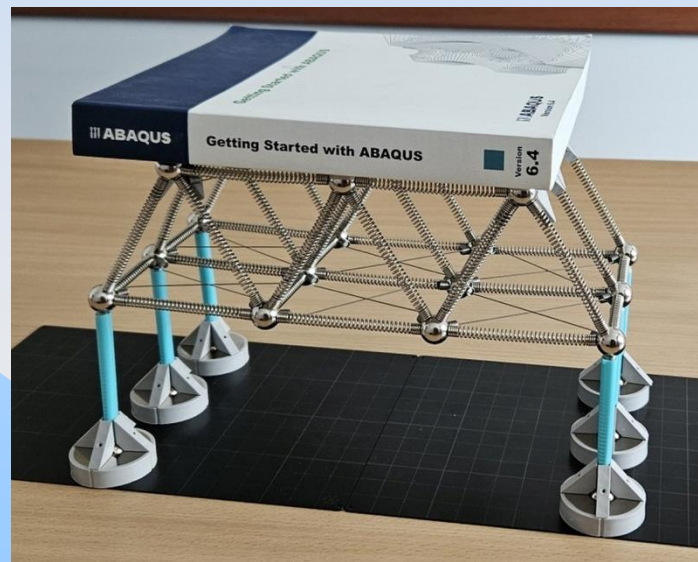
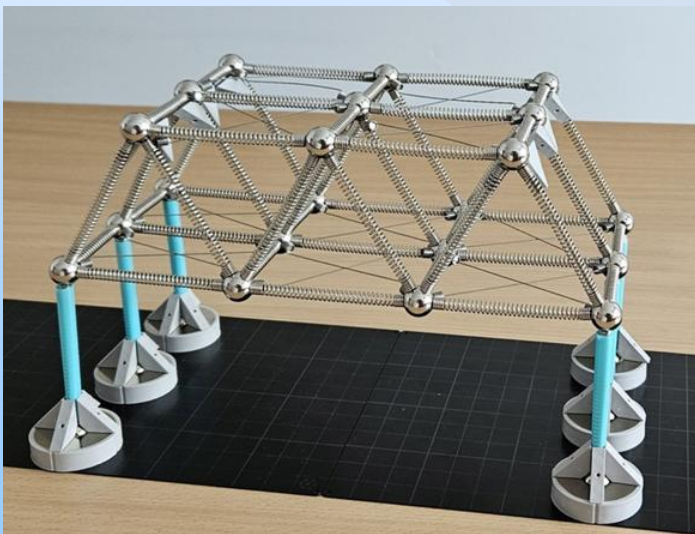


*Oj, niewielu studentów lubi to obliczać ...*





**Wniosek:** Zestawy konstrukcyjne Mola mogą posłużyć do nauki wielu zagadnień  
Mechaniki Budowli,  
z zakresu statyki, stateczności,  
a nawet dynamiki.





## Parę refleksji końcowych

- Wprowadzając ciekawe pomoce dydaktyczne zyskujemy zaangażowanie i lepszą koncentrację studentów podczas zajęć.
- Studenci lepiej rozwijają i przyswajają wiedzę, gdy mogą „dotykać rozwiązań” oraz gdy mogą samodzielnie testować swoje pomysły na rzeczywistych modelach (często ucząc się na błędach).
- Pracując w grupach, kształcą swoje umiejętności inżynierskie oraz „kompetencje miękkie” (współpraca, komunikacja, rozwiązywanie problemów itp.).
- Zestawy *Mola Structural Kit* dają ciekawe możliwości pracy ze studentami (jako dodatkowa aktywność) i mogą być stosowane w ramach różnych kursów związanych z mechaniką konstrukcji (*Mechanika, Wytrzymałość Materiałów, Mechanika Budowli* itp.), na kierunkach studiów takich jak: *Budownictwo, Architektura, Inżynieria Mechaniczna*.





DYDAKTYKA I TECHNOLOGIA



*XI Konferencja eTEE Dydaktyka i Technologia, CeLiID AGH, CNE PG*

*Dziękuję za uwagę*



*- Mariusz Ruchwa*

Kraków, 18-19.09.2025 r.

<http://www.kmb.tu.koszalin.pl/ruchwa>