

„WYKŁADY

NIEUCZESANE”



Mariusz Ruchwa

„Czy można nauczyć
studentów Mechaniki
Budowli bez
kolokwium?”



International Organization for Standardization
Polish Committee for Standardization
ISO/TC 98 BASES FOR DESIGN OF STRUCTURES



SEKCJA MECHANIKI
KONSTRUKCJI I MATERIAŁÓW
KOMITETU INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

"WYKŁADY NIEUCZESANE"



Można

~~Czy można~~ nauczyć studentów Mechaniki Budowli
bez kolokwium?!

Mariusz Ruchwa



Wykład zorganizowany w ramach Komitetu Technicznego PKN ISO/TC 98
BASES FOR DESIGN OF STRUCTURES

Patronat Sekcji Mechaniki Konstrukcji i Materiałów Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej
Polskiej Akademii Nauk

Łódź - Koszalin, 14.03.2025 r.

Część 1.

Podstawowe uwarunkowania

*Program studiów,
Harmonogram studiów, Karty kursów ...*



Co poprzedza **Mechanikę Budowli**

(studia I stopnia, kierunek Budownictwo, WILŚiG PK)

- Matematyka (sem. 1-4.) [w, ć]
- **Mechanika teoretyczna** (sem. 1.) [w, ć]
- Technologie Informatyczne (sem. 1.) [w, lab.]
- **Wytrzymałość Materiałów** (sem. 2. i 3.) [w, ć, lab.]
- Metody Obliczeniowe (sem. 3.) [w, lab.]

Mechanika Budowli (kursy powiązane)
(studia I stopnia, kierunek Budownictwo, WILŚiG PK)

- **Mechanika Budowli 1 (sem. 4.)** [w, ć]
- **Mechanika Budowli 2 (sem. 5.)** [w, ć]
- **Laboratorium Mechaniki Budowli (sem. 5.)** [lab.]

Mechanika Budowli 1

- podstawy Mechaniki Budowli (wiodące zagadnienia)

- Klasyfikacja podstawowych układów konstrukcyjnych;
- Podstawowe założenia, zasady i twierdzenia, dotyczące konstrukcji prętowych (zastosowania, wpływ ścinania itp);
- Wyznaczanie odpowiedzi statycznej konstrukcji statycznie i kinematycznie niewyznaczalnych (siły przekrojowe, przemieszczenia, linie wpływowe);
- Liniowa analiza statyczna konstrukcji prętowych w ujęciu klasycznym (*Metoda Sił, Klasyczna Metoda Przemieszczeń* i macierzowym (*Macierzowa Metoda Przemieszczeń*)).

Mechanika Budowli 2

- kontynuacja kursu Mechaniki Budowli (wiodące zagadnienia)
 - Wprowadzenie do *Metody Elementów Skończonych (MES)*. Podstawy analiz *MES* (konstrukcje prętowe, dźwigary powierzchniowe oraz konstrukcje bryłowe);
 - Analiza statyczna zginanych konstrukcji prętowych z udziałem dużych sił osiowych - w ujęciu *Macierzowej Metody Przemieszczeń* oraz *Metody Elementów Skończonych*;
 - Podstawowe zagadnienia stateczności - Stateczność początkowa, kryteria utraty stateczności konstrukcji, wyznaczanie wartości krytycznych obciążenia oraz postaci utraty stateczności wg *MES*;

Mechanika Budowli 2 c.d.

- kontynuacja kursu Mechaniki Budowli (wiodące zagadnienia)

- Podstawy dynamiki konstrukcji (rodzaje modeli obliczeniowych, rodzaje oddziaływań dynamicznych).
- Drgania własne oraz postacie drgań własnych (modele o jednym i o wielu stopniach swobody oraz modele ciągłe).
- Wybrane rodzaje analiz drgań wymuszonych konstrukcji (różne modele).
- Rodzaje analizy dynamicznych w ujęciu *MES*.
- Wybrane zagadnienia szczególne – więzi sprężyste, współpraca konstrukcji z podłożem sprężystym itp.
- Podstawy nieliniowej analizy konstrukcji w ujęciu *MES* (statyka, dynamika).

Laboratorium Mechaniki Budowli

(wiodące zagadnienia)

- Modelowanie i analiza konstrukcji w ujęciu *MES* przy zastosowaniu profesjonalnego oprogramowania inżynierskiego – *RFEM (Dlubal)*.
- Zastosowanie *Metody Elementów Skończonych (MES)* do analizy konstrukcji prętowych oraz dźwigarów powierzchniowych w zakresie statyki (teoria I i II rzędu), stateczności i dynamiki.

Mechanika Budowli 1 (studia I stopnia, sem. 4.)

- ECTS: 4
- Łączny nakład pracy studenta: 100-120 h
- Podsumowanie kursu: Egzamin

- na studiach stacjonarnych (15 tygodni):

- Zajęcia (60 h): 30 h - wykład i 30 h - ćwiczenia
- Praca własna studenta: 40-60 h

- na studiach niestacjonarnych (7 zjazdów):

- Zajęcia (35 h): 21 h - wykład i 14 h - ćwiczenia
- Praca własna studenta: 65-85 h



Mechanika Budowli 2 (studia I stopnia, sem. 5.)

- ECTS: 4
- Łączny nakład pracy studenta: 100-120 h
- Podsumowanie kursu: Egzamin

- na studiach stacjonarnych (15 tygodni):

- Zajęcia (60 h): 30 h - wykład i 30 h - ćwiczenia
- Praca własna studenta: 40-60 h

- na studiach niestacjonarnych (8 zjazdów):

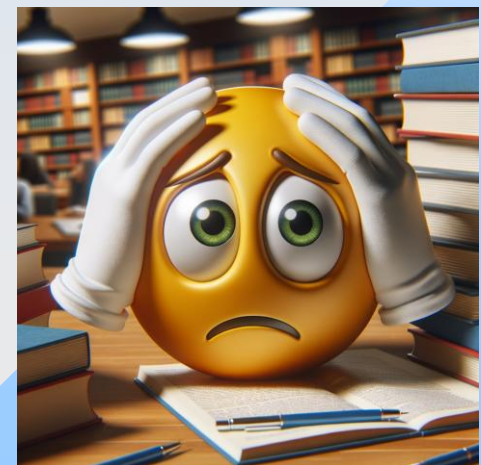
- Zajęcia (32 h): 16 h - wykład i 16 h - ćwiczenia
- Praca własna studenta: 68-88 h



Część 2.

Nauczanie Mechaniki Budowli nie jest proste ...

*W uczeniu się Mechaniki Budowli, w efekcie
końcowym, wiedza i umiejętności muszą być
kompletne (niczego nie można pominąć) ...*



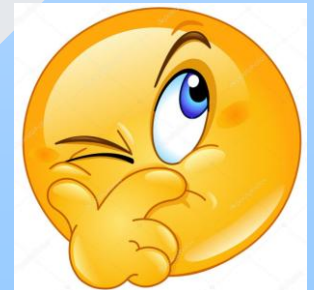
Kilka refleksji

- **Jak wygląda kształcenie na Uczelni?**
 - Czy sposoby kształcenia są równie nowoczesne jak badania naukowe (co do formy przekazu i relacji między osobami)?
 - Co jest na uczelniach bardziej powszechne:
stare czy nowe metody kształcenia?
- **Czy wiemy co myślą i czego oczekują studenci?**
 - Czy staramy się z tą wiedzą coś zrobić?



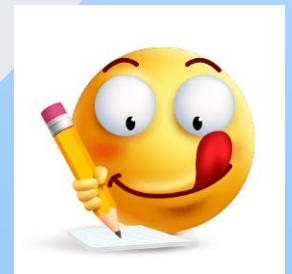
Kilka refleksji

- **Jakie jest nasze podejście do prowadzenia zajęć?**
 - Czy nie wkradła się już rutyna, powtarzalność, gasnąca iskra itp.?
 - Może dydaktyka na uczelni jest dla nas mniej ważna, bo punkty za inne aktywności więcej się liczą?
 - Czy staramy się indywidualizować kształcenie (student zdolny, student wymagający wsparcia)?
 - A czy uwzględniamy neuroróżnorodność studentów?
 - Czy staramy się, aby nasz przekaz był przyjazny dla tych, którzy wymagają wsparcia (może wśród nich są wyjątkowo zdolni i operatywni przyszli wykonawcy, niekoniecznie projektanci)?



Kilka refleksji

- **Jaki jest nasz własny cel zajęć ze studentami?!**
 - Czy w ogóle jest cel?
 - Może cel jest tylko formalny, zapisany w karcie kursu?
 - Czy jest istotny czy nieistotny?
 - A może mamy lub możemy wykrzesać autentyczną, własną chęć nauczania studentów tego co ważne?



Kilka refleksji

- **Jaki powinien być cel nauczania Mechaniki Budowli?**
 - Solidne podstawy teoretyczne (z odniesieniami do praktyki w projektowaniu, ekspertyzach i badaniach);
 - Rozumienie założeń, twierdzeń, metod;
 - Umiejętności wykonywania obliczeń, oceny wyników i ich weryfikacji;
 - Umiejętności doboru właściwych modeli i scenariuszy obliczeniowych;
 - Jak najlepsze przygotowanie do świadomego i odpowiedzialnego użytkowania systemów obliczeniowych (aktualnych i przyszłych).

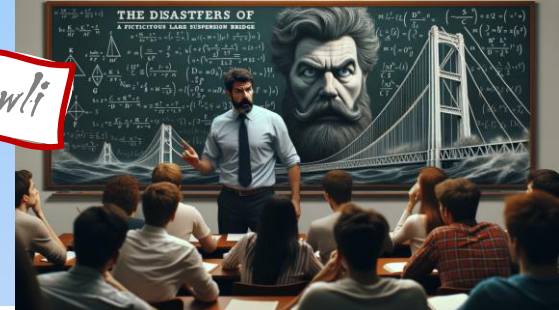




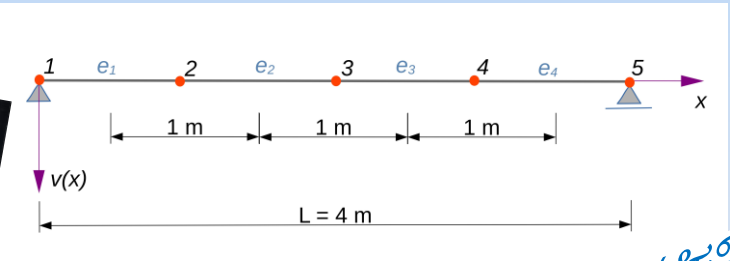
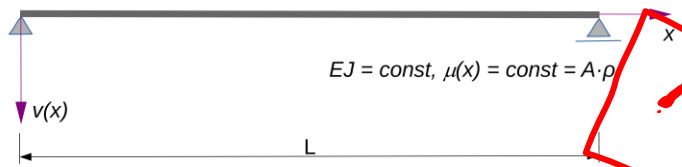
$$\mu \frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial t^2} + c \frac{\partial v(x,t)}{\partial t} + EJ \frac{\partial^4 v(x,t)}{\partial x^4} = p(x,t)$$



Mechanika Budowli



Mechanika Budowli



Mechanika Budowli

* Wyniki obliczeń /dot. postaci od 1 do 3/ *

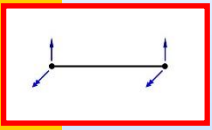
- częstotliwości drgań swobodnych [Hz]

fn = 48.768 446.81

- Wektory własne [-]

Xn =

0.70711	1	-0.70711
1	-2.2369e-15	1
0.70711	-1	-0.70711



Macierz bezwładności elementu belkowego (2D)

$$M = \frac{\mu L}{420} \begin{bmatrix} 156 & 22L & 54 & -13L \\ 22L & 4I^2 & 13L & -3I^2 \\ 54 & 13L & 156 & -22L \\ -13L & -3I^2 & -22L & 4I^2 \end{bmatrix}$$

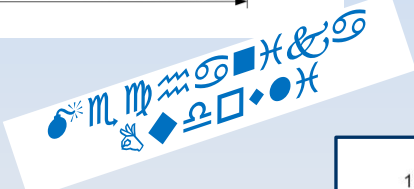
$$M = \frac{\mu L}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



$$(K - \omega_n^2 M) \phi_n = 0$$



$$[\phi, \lambda] = \text{eig}(K, M)$$



Macierz sztywności elementu belkowego (2D)

Teoria Bernoulliego-Eulera

$$K = \frac{EJ}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4I^2 & -6L & 2I^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2I^2 & -6L & 4I^2 \end{bmatrix}$$

Teoria Timoshenki

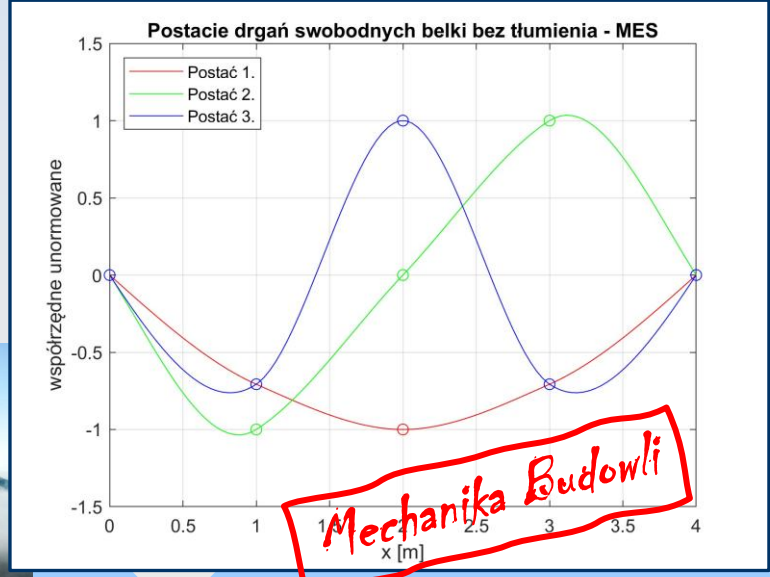
$$K = \frac{EJ}{(1+12\mu)L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4(1+3\mu)I^2 & -6L & 2(1-6\mu)I^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2(1-6\mu)I^2 & -6L & 4(1+3\mu)I^2 \end{bmatrix} ; \mu = \frac{EJ}{\kappa GA L^2}$$



$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix} \quad \phi = [\phi_1 \quad \phi_2 \quad \phi_3]$$

$$\tilde{\phi}_n = \frac{\phi_n}{\max|\phi_n|}$$

$$\omega_i = \sqrt{\lambda_i} \quad f_i = \frac{\omega_i}{2\pi}$$



Mechanika Budowli



Klasyczne zajęcia



Zajęcia online



A może coś innego ...

Jakie są nasze formy, metody i przestrzeń pracy dydaktycznej?

Jakie są pozytywne i negatywne strony naszych działań?

Może warto łączyć pozytywne cechy różnych form i metod?

Część 3.

Mój sposób na nauczanie bez kolokwium ...

Składowe:

- Motywacja (mam chęci, nie poddaję się),
- Cel (wiem co chcę osiągnąć),
- Odpowiednie środki (mam sposoby i narzędzia),
- Praca za studentami
(Cierpliwy, ale zdeterminowany Przewodnik),
- Efekty końcowe (jest lepiej niż było).



Zajęcia bezpośrednio ze wsparciem usług zdalnej edukacji oraz z zadaniową pracą studentów



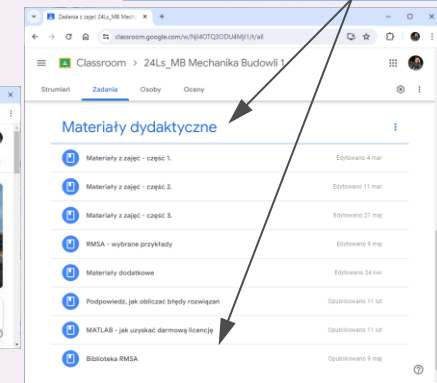
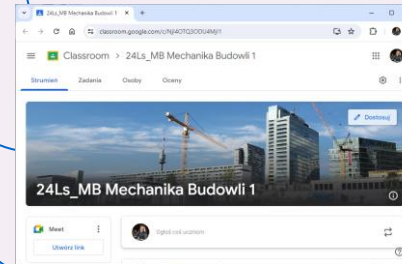
Przyjazny i nowoczesny przekaz treści

Materiały podstawowe i dodatkowe, autorskie narzędzia obliczeniowe



Dostępność treści

Przekaz zdalny



Ułatwienia w tworzeniu notatek (odciążenie studentów)

Możliwość uzyskania lepszej koncentracji na treści zajęć

Przekaz bezpośredni (wykład, ćwiczenia, konsultacje)



Przyjazny i nowoczesny przekaz treści



Wykład musi być angażujący!
*Niech wykład będzie przestrzenią
wspólnego rozumowania
i rozwiązywania kolejnych zagadnień.
Sięgajmy po przykłady, pomoce
(rekwizyty) ...*

***Prowokujmy do dyskusji,
rozumowania
oraz do działania!***

*Przekaz bezpośredni
(wykład, ćwiczenia, konsultacje)*



Podział materiału na działy ...

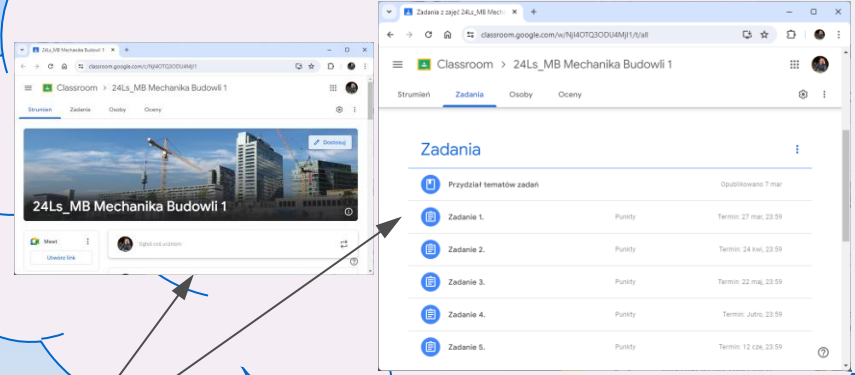
I co z tym dalej?



*Materiał kursu dzielę zwykle na pięć części/działów (w semestrze).
W trakcie każdej części kursu studenci realizują indywidualne zadania.
Termin wykonania zadania = Termin, do którego należy uzyskać
pozytywną ocenę.*

Zadaniowość i bieżąca interakcja *(zamiast kolokwium)*

Interakcja w przestrzeni internetowej



Przesyłanie treści zadań,
konsultowanie rozwiązań,
wskazówki, komentarze, przykłady,
komunikaty, sprawozdania itp.



Poza zajęciami

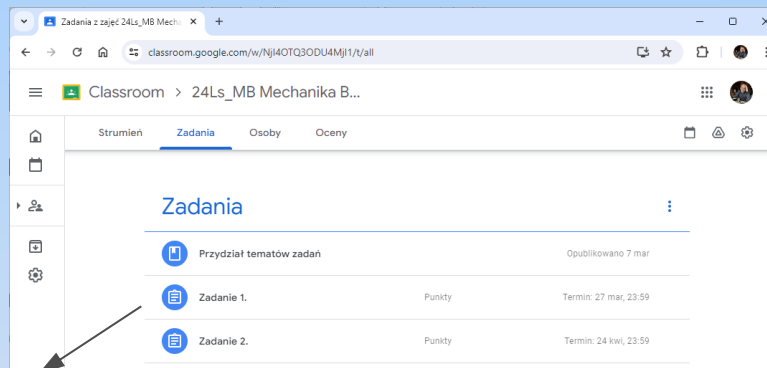
Interakcja na zajęciach
i konsultacjach
wykład, ćwiczenia (praca oraz Q&A),
konsultacje



Podczas zajęć



Struktura typowego zadania

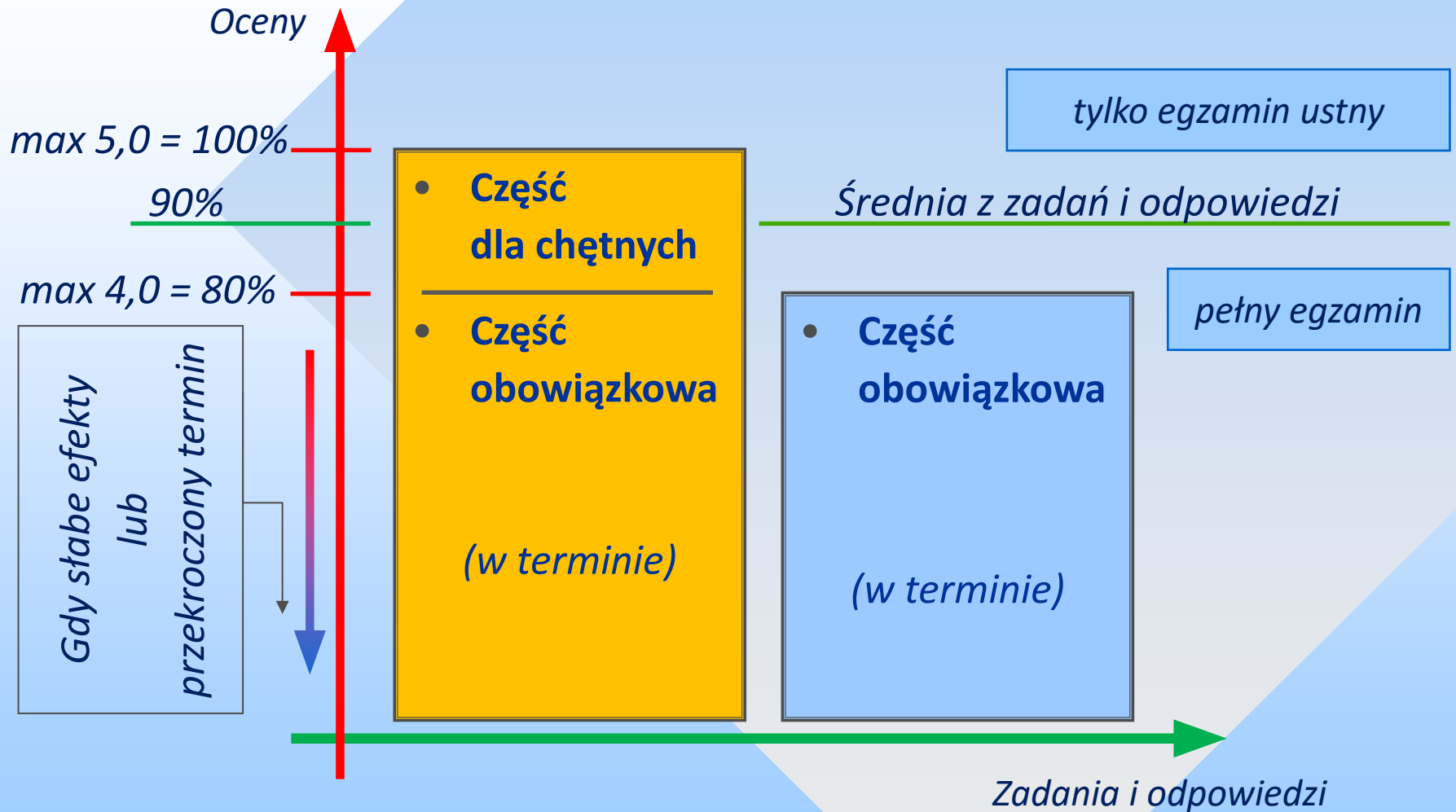


- **Część obowiązkowa:**
 - sprawdzenie wiedzy teoretycznej,
 - ok. 3-4 warianty obliczeń,
 - sprawdzenie umiejętności wnioskowania;
- **Część dla chętnych:**
 - dodatkowe 2 warianty obliczeń,
 - dodatkowe sprawdzenie umiejętności wnioskowania.



*I jeszcze:
Rozmowa przy ocenianiu
każdego zadania.*

System oceniania



Na studiach stacjonarnych 5 zadań, a na niestacjonarnych 4 zadania.

Część 4.

*Jakie są efekty nauczania
bez kolokwium?*

i bez stresu (!)

Jest lepiej niż było.

Idealnie nigdy nie będzie ..., bo ideał nie istnieje ;-)



Jak toczy się praca studentów

- Poprawa koncentracji studentów oraz rozumienia przedstawianych treści.
- Lepsza czytelność materiału kursu w oczach studentów.
- Swobodny dostęp do notatek, w każdym miejscu i czasie (wszędzie można się uczyć).
- Bardzo dobre zaangażowanie studentów podczas zajęć oraz poza zajęciami (realizacja wyznaczonych zadań zamiast sprawdzianów).
- Systematyczna interakcja podczas zajęć i poza nimi (na konsultacjach i w przestrzeni Internetu).
- Studenci mają możliwość popełniania błędów i uczenia się na nich (!).



To działa!



Jakie są efekty

- Indywidualizacja podejścia do studenta oraz dostosowanie tempa i zakresu pracy przez samych studentów.
- Lepsza możliwość pracy z uzdolnionymi studentami oraz ze studentami wymagającymi większego wsparcia.
- Nauka kontroli i weryfikacji uzyskiwanych wyników obliczeń.
- Samodzielność studentów oraz odpowiedzialność za wyniki własnej pracy.
- Nauka wyciągania wniosków na podstawie rezultatów wykonanych zadań.
- Satysfakcjonujące oceny na koniec kursu.



To naprawdę działa!!!

... więc może warto spróbować ...



*Damy radę
bez kolokwium!*



Dziękuję za uwagę

Łódź - Koszalin, 14.03.2025 r.



„WYKŁADY

NIEUCZESANE”



Mariusz Ruchwa

„Czy można nauczyć
studentów Mechaniki
Budowli bez
kolokwium?”

TAK!

Mariusz Ruchwa

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

LinkedIn

