

Primena Al-ja

Deo IV - Zadaci za samostalan rad

Prvo proučim i pokušam. Zatim tražim pomoć i proveravam.

Prof. dr Andrija Rašeta
Doc. dr Vladimir Živaljević
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Kako radim oba zadatka

Izvori: ETH Zürich: ocenjivanje i AI

Cilj je razumevanje modela i postupka, uz odgovornu primenu AI-ja.

1 - MODEL

Proučavam literaturu;
definišem model, veličine
i uslove važenja.

2 - MOJ POKUŠAJ

Sam skiciram sistem
i započinem proračun.

3 - MOJ UPIT

Prilažem pokušaj. Tražim
određenu, dozvoljenu pomoć.

6 - ZAKLJUČAK

Sam rešavam izmenu,
objašnjavam rad i prijavljujem
AI pomoć.

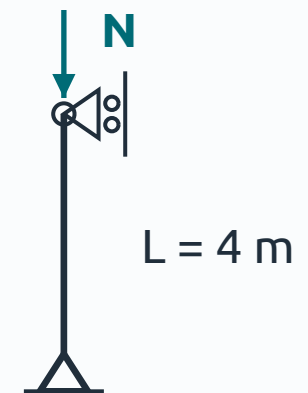
5 - MOJA PROVERA

Proveravam predlog prema
skici, jedinicama i literaturi.

4 - AI ODGOVOR

Dobijam smernicu ili proveru
koraka koje sam dostavio.

Čuvam bitne korake i poštujem dozvoljeni obim pomoći. Donja traka ističe korake prikazane na slajdu.



1 - MODEL

2 - MOJ POKUŠAJ

3 - MOJ UPIT

4 - AI ODGOVOR

5 - MOJA PROVERA

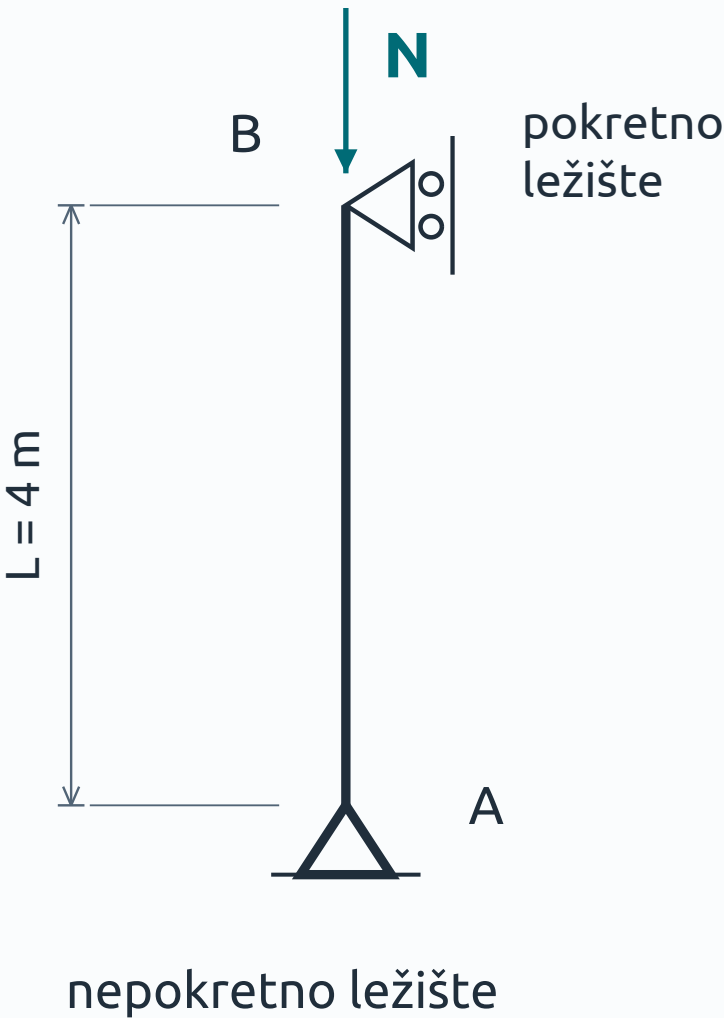
6 - ZAKLJUČAK

Zadatak 1 - Ojlerova kritična sila

Izvori: MIT: izvijanje stuba iz ravnoteže

Stub analiziramo u prostoru; ravanska analiza je prvi, ograničeni slučaj.

Podatak	Usvojeni model
Stub	Prizmatičan, idealno prav; $L = 4\text{ m}$; centrična sila pritiska N .
Materijal	Čelik: $E = 210\text{ GPa}$; $f_y = 235\text{ MPa}$. Linearno elastičan model.
Presek	Pravougaoni HOP $100 \times 60 \times 4\text{ mm}$, sa idealizovanim oštrim uglovima.
Oslonci	A nepokretno, B pokretno ležište; oba omogućavaju obrtanje za savijanje.



Odredi kritičnu silu, skiciraj prvi oblik izvijanja i objasni koja osa određuje rezultat.

Stub - prostor i oslonce definišem pre proračuna

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Sam nacrtam stub i ose x, y, z. Za prostorni model navedem oba poprečna pomeranja koja oslonci sprečavaju i slobodu aksijalnog pomeranja na vrhu.

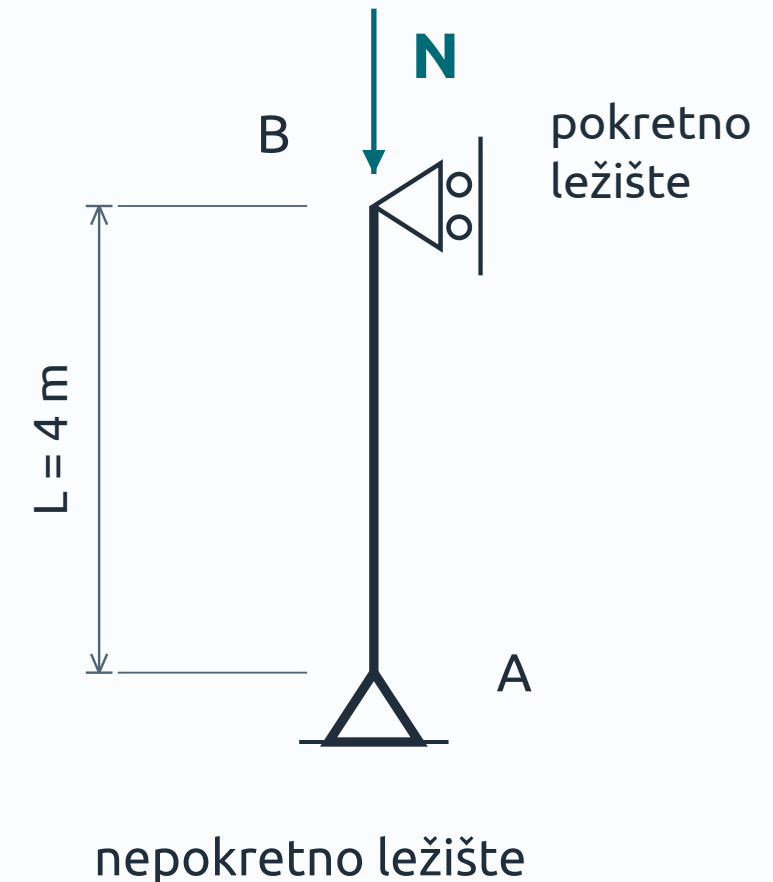


STUDENT - UPIT ZA AI

„Uz moju skicu proveriti da li uslovi oslanjanja jasno određuju ravanski i prostorni model. Ako nisu potpuni, pitaj.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Nepokretno ležište A sprečava pomeranja; B dopušta aksijalno i sprečava poprečna. Obrtanja za savijanje su slobodna.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Proverava opis sloboda oslonaca. Ne pretpostavlja neizrečene prostorne uslove.



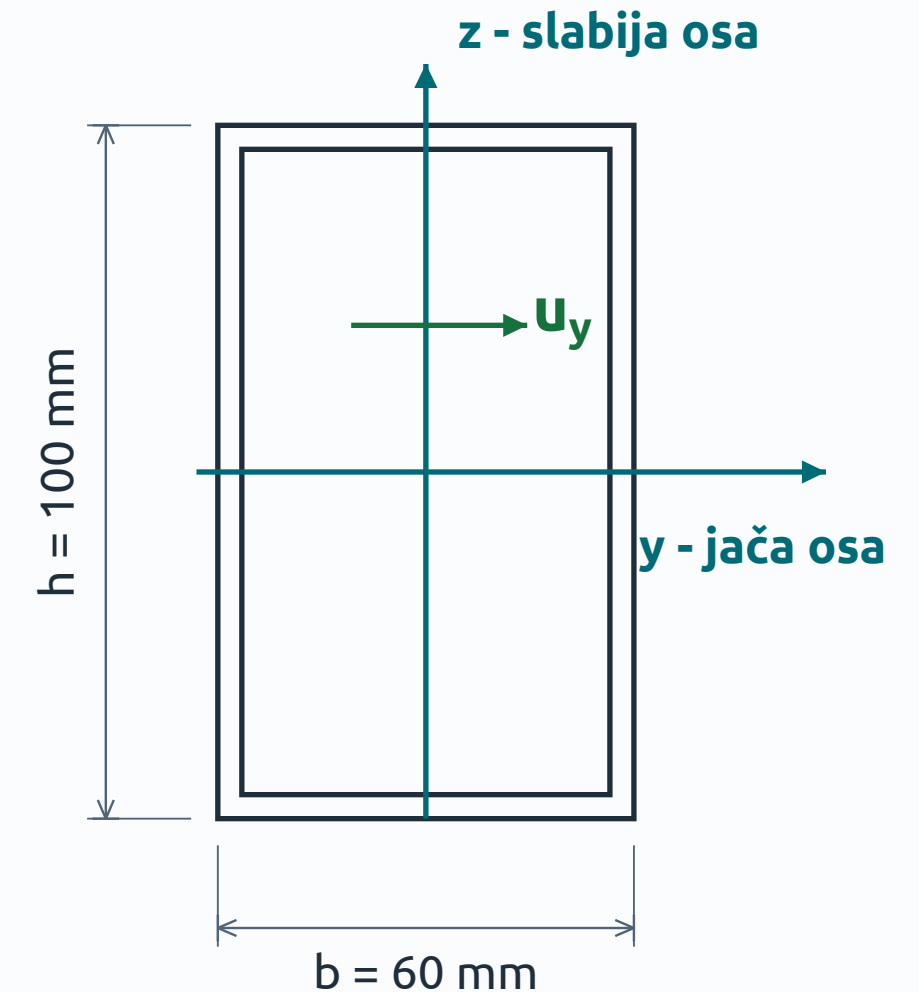
Osa izvijanja i pravac pomeranja nisu isto

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

Usvajamo: osa x duž stuba; y i z su glavne ose poprečnog preseka.

$$I_y = \frac{bh^3 - (b - 2t)(h - 2t)^3}{12}$$

$$I_z = \frac{hb^3 - (h - 2t)(b - 2t)^3}{12}$$



$I_y > I_z$. Izvijanje oko slabije ose z daje pomeranje u pravcu y, upravno na z. Nacrtaj osu i strelicu pomeranja.

Idealizovane mere služe zadatku. Za stvaran profil koriste se proverene karakteristike proizvođača.

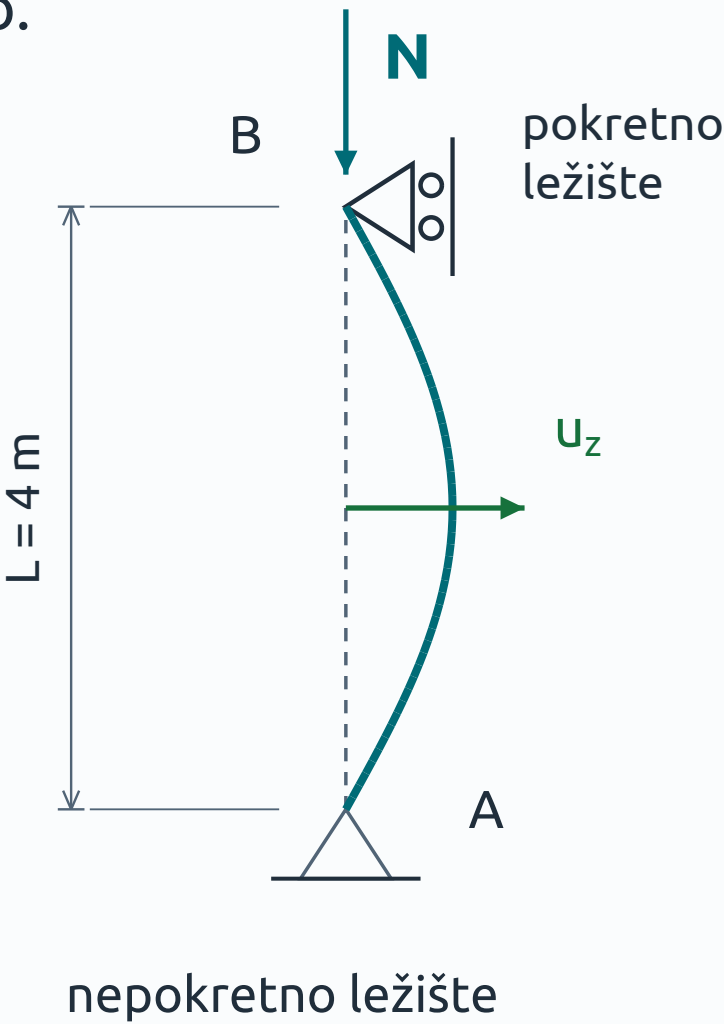
Zadatak 1A - ravanska analiza u ravni x–z

Izvori: MIT OCW: Eulerovo izvijanje

Pomeranje je u pravcu z; savijanje je oko ose y. Pomeranje van ravni je sprečeno.

Bez AI-ja	Moj zadatak
1 - Literatura	FTN: Teorija konstrukcija - stabilnost, str. 42–48 i 63–66. MIT OCW: Eulerovo izvijanje zglobno oslonjenog stuba.
2 - Pretpostavke	Navedi zašto je efektivna dužina L i zašto koristiš I_y .
3 - Proračun	Izvedi ili obrazloži $N_{cr,y} = \pi^2 EI_y / L^2$; proveriti jedinice.
4 - Oblik i granice	Skiciraj prvi sinusni oblik; proveriti pomeranja na krajevima.

Pre pomoći AI-ja napiši rezultat i razlog izbora ose. Ravanska analiza ne ispituje izvijanje van ravni.



Ojlerov model - pretpostavke moraju biti jasne

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Pre primene formule proverim: idealno prav stub, centrična sila pritiska, konstantno EI, linearna elastičnost i efektivna dužina prema osloncima.

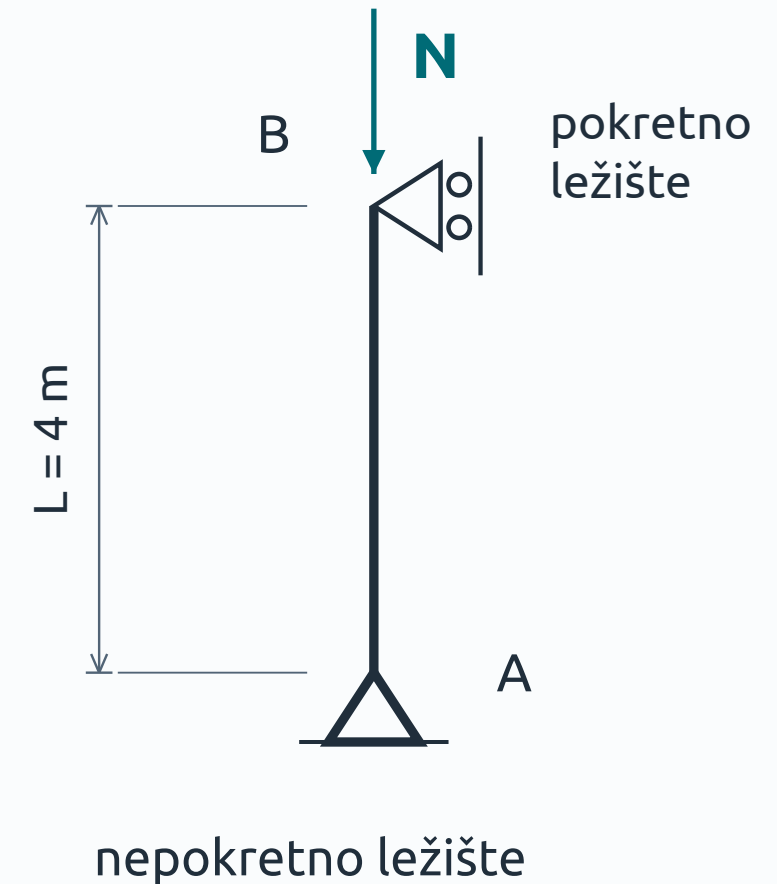
$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Uporedi moj spisak pretpostavki sa Ojlerovim modelom. Objasni zašto u ravanskom slučaju koristim I_y i L .“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Sam proveravam jedinice i izvor efektivne dužine. Lokalno i torziono izvijanje nisu predmet ovog modela.



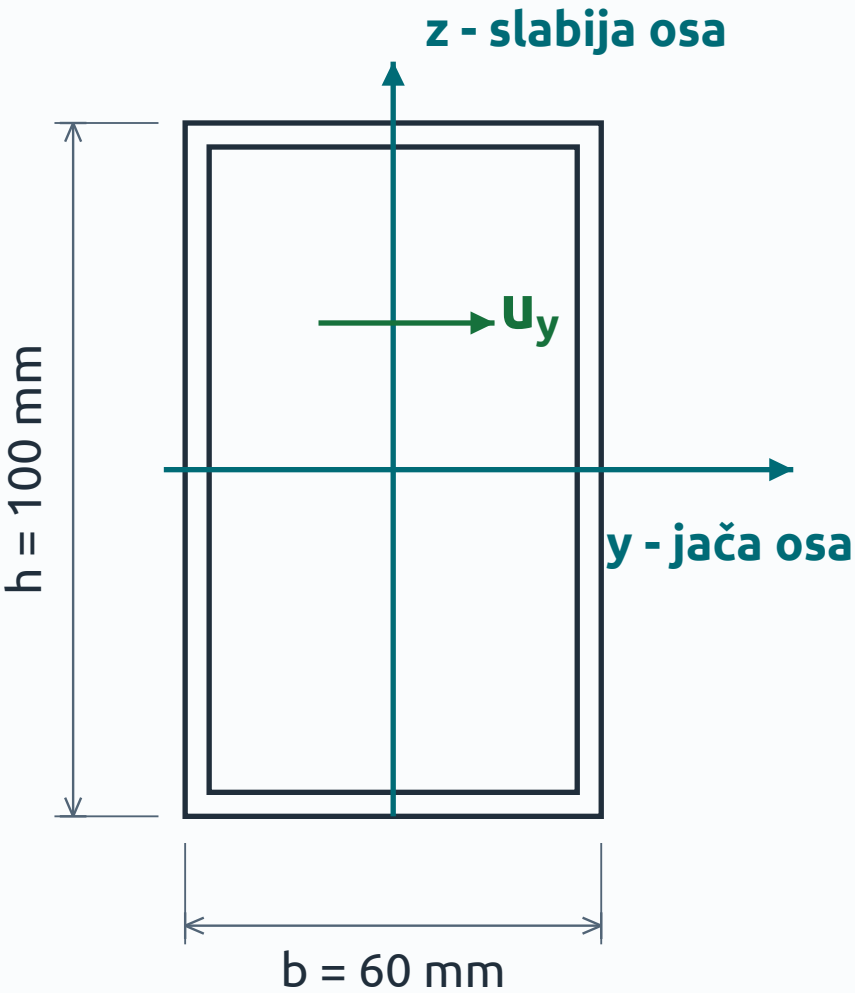
AI - OČEKIVANA POMOĆ

Komentariše uslove važenja formule i izbor ose. Ne zamenjuje izbor modela.

Zadatak 1B - prostorna analiza istog stuba

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

Uslov	Šta proveravam
Prostorni oslonci	A sprečava sva pomeranja. B sprečava oba poprečna pomeranja, a dopušta aksijalno.
Obrtanja i model	Obrtanja za savijanje su slobodna; torziono obrtanje je sprečeno. Posmatram samo globalno savojno izvijanje.
Dve mogućnosti	$L_{ef,y} = L_{ef,z} = L$. Izračunaj obe kritične sile.
Merodavan rezultat	Izaberi manju silu i objasni osu savijanja i pravac pomeranja.



Za iste efektivne dužine manji I daje manju kritičnu silu. Uporedi prostorni rezultat sa ravanskim.

Prostorno izvijanje - prvo predviđam oblik

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Za iste efektivne dužine uporedim I_y i I_z . Pre proračuna nacrtam osu savijanja i pravac poprečnog pomeranja.

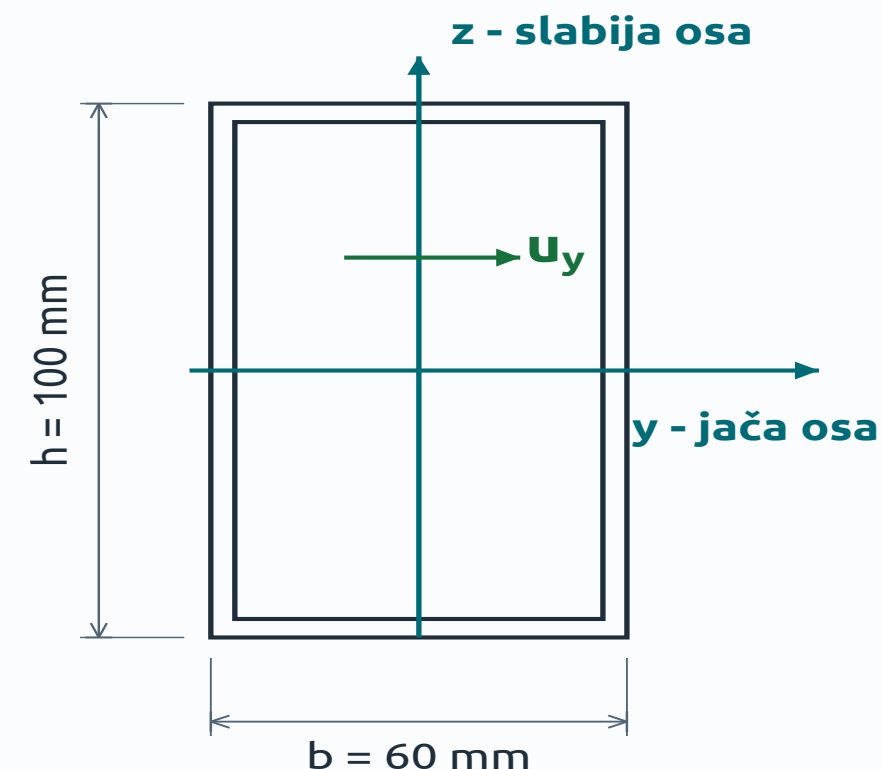
$$I_z < I_y \Rightarrow N_{cr,z} < N_{cr,y}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moju skicu: I_z je manji, savijanje je oko z , a pomeranje u pravcu y . Objasni vezu između ose i pomeranja.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Slabija osa je z . Kritična sila je manja za I_z ; pomeranje je upravno na z , u pravcu y .



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Proverava odnos karakteristika preseka i tumačenje izvijenog oblika.

Zadatak 1 - upit tek posle mog pokušaja

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

KONTEKST

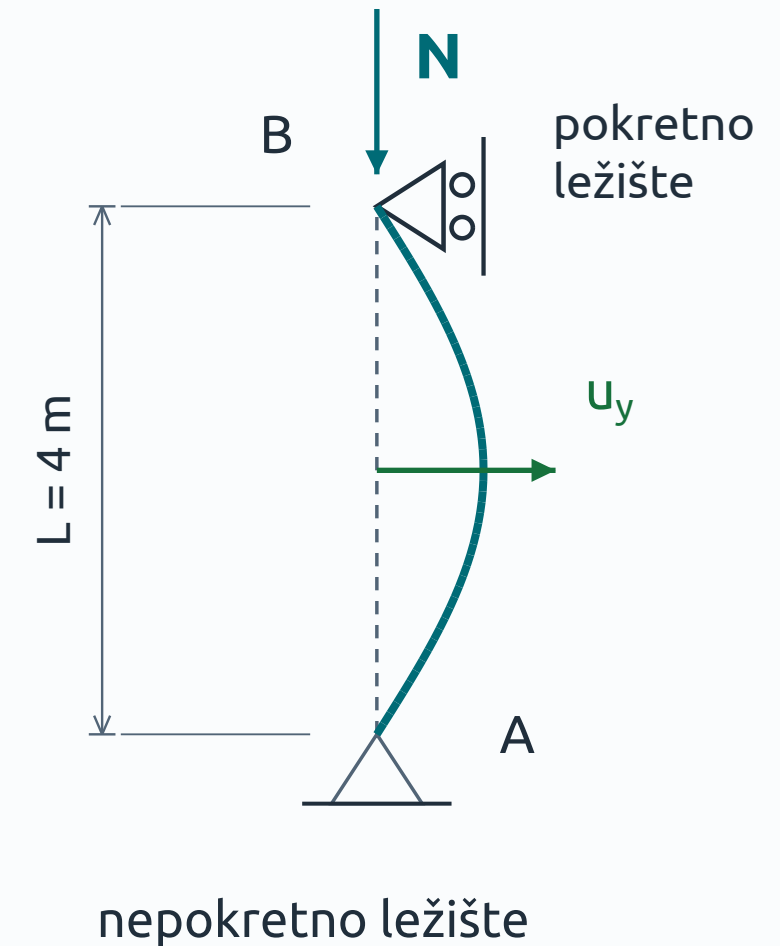
Stub $L = 4 \text{ m}$, $E = 210 \text{ GPa}$, HOP $100 \times 60 \times 4 \text{ mm}$ sa idealizovanim oštrim uglovima. Ose: x duž stuba, y po širini, z po visini preseka. Dostavljam skicu oslonaca, I_y , I_z i svoj proračun obe kritične sile.

ZADATAK

Proveri izbor ose i efektivne dužine za ravansku i prostornu analizu. Označi prvi sporni korak; daj smernicu i sačekaj moju ispravku. Ne zamenjuj moj proračun.

FORMAT

Tabela: moj korak / komentar / kontrola. Skica koja razlikuje osu savijanja od pravca pomeranja, sa jedinicama.



AI - POVRATNA INFORMACIJA

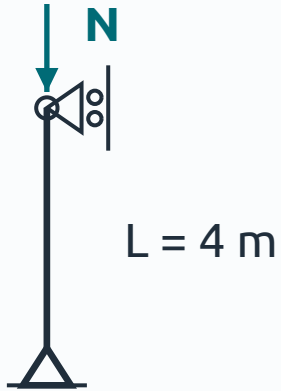
Očekujem proveru svog pokušaja. Odgovor proveravam prema skici i literaturi.

Zadatak 1 - moje nezavisne provere i predaja

Izvori: MIT: elastična stabilnost konstrukcija

Kontrola	Šta treba da pokažem
Dimenzije i krajevi	N u jedinicama sile; nulta poprečna pomeranja na oba oslonca.
Promena dužine	Ako L povećam dva puta, kako se menja N_{cr} ? Obrazloži bez AI-ja.
Elastični opseg	Proveri N_{cr}/A prema f_y . Navedi granice idealnog elastičnog modela.
Razumevanje	Zašto ravanski rezultat može biti veći od prostornog?
Predaja	Skica, sopstveni postupak, AI komentar, moje ispravke, provere i deklaracija.

Lokalno i torziono izvijanje nisu predmet ovog modela.

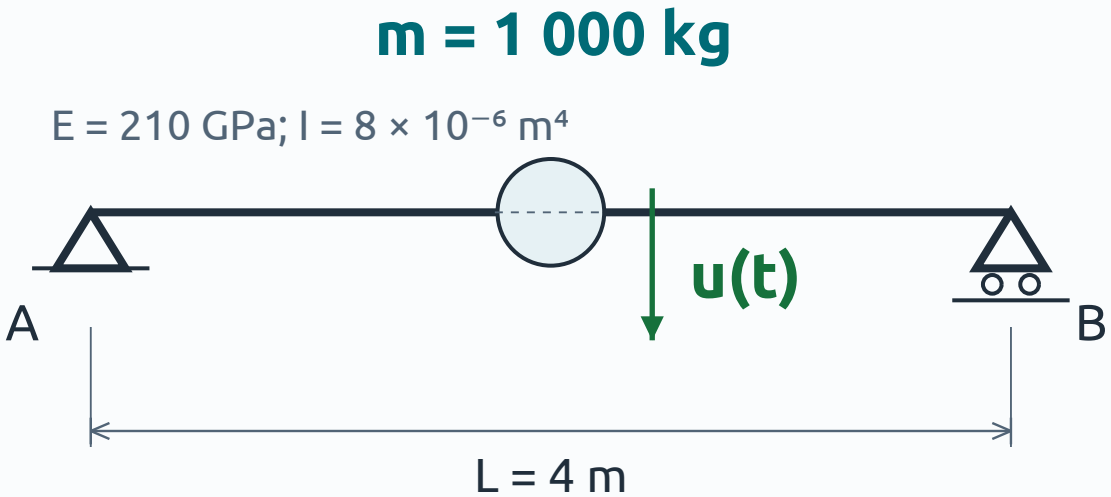


Zadatak 2 - period slobodnih vibracija

Izvori: MIT: prigušene slobodne vibracije

Prosta greda, ravanska analiza; koncentrisana masa je u sredini raspona.

Podatak	Usvojeni model
Greda	$L = 4\text{ m}$; A nepokretno, B pokretno ležište; konstantno EI .
Materijal i presek	$E = 210\text{ GPa}$; $I = 8 \times 10^{-6}\text{ m}^4$.
Masa i početak kretanja	$m = 1\,000\text{ kg}$ u sredini; $u(0) = 5\text{ mm}$, brzina u početku je nula.
Dva slučaja	Bez prigušenja ($\zeta = 0$) i sa slabim viskoznim prigušenjem ($\zeta = 0,05$). Isti početni uslovi.



Zanemari masu grede. Mali ugibi, linearno elastična greda po Ojler–Bernulijevom modelu; vibracije oko statičkog ravnotežnog položaja.

Slobodne vibracije - zašto je dovoljna jedna koordinata?

Izvori: MIT: prigušene slobodne vibracije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Usvajam ravansku analizu i samo vertikalno pomeranje mase. Zanemarim masu grede i posmatram kretanje oko statičkog ravnotežnog položaja.

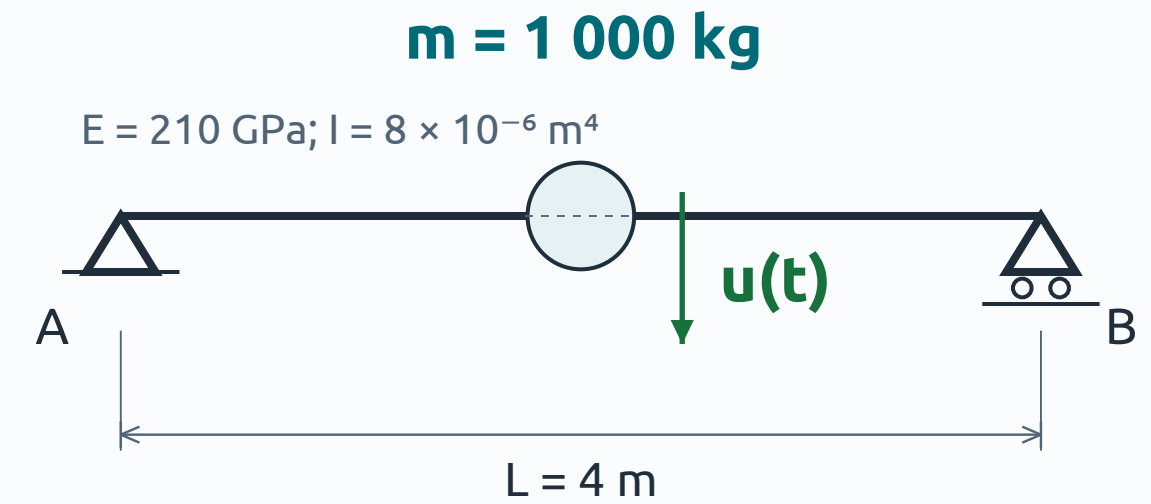


STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moj opis sistema sa jednim stepenom slobode. Objasni šta predstavlja $u(t)$ i koje kretanje nije uključeno.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Jedna nezavisna koordinata $u(t)$ opisuje usvojeno kretanje mase; to je ograničenje ovog modela.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

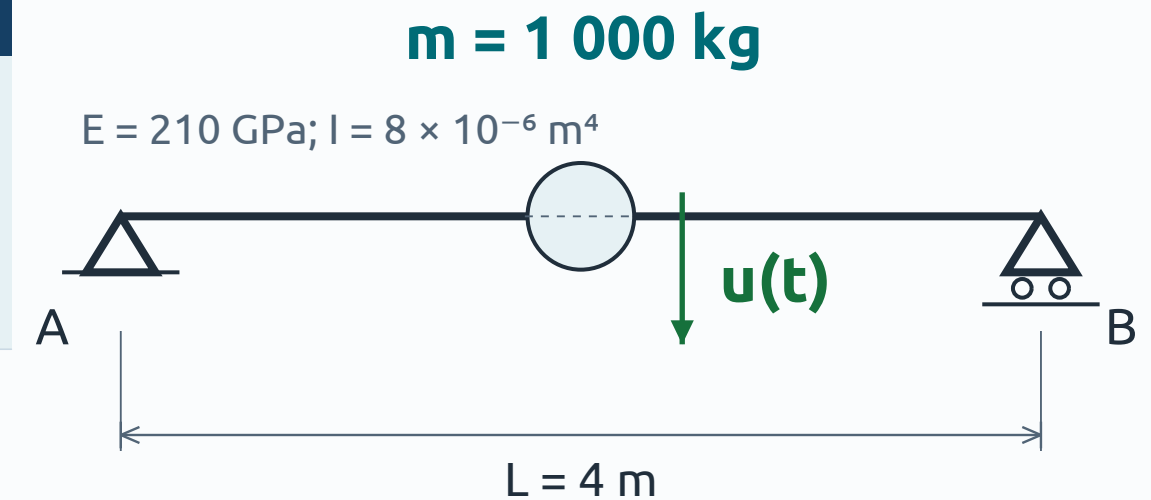
Proverava doslednost modela i značenje jedine koordinate.



Zadatak 2 - period slobodnih vibracija

Izvori: MIT OCW: elastični ugibi greda; MIT: prigušene slobodne vibracije

Bez AI-ja	Moj zadatak
1 - Literatura	FTN: Teorija konstrukcija - dinamika, str. 9–20 i 21–34. MIT OCW: elastični ugib grede i prigušene slobodne vibracije.
2 - Krutost	Iz statičkog ugiba u sredini odredi $k = P/\delta$. P je pomoćna sila za određivanje krutosti.
3 - Jednačina	$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = 0$
4 - Jedinice	Dosledno koristi m, kg, N i s; k u N/m, c u N·s/m.



$u(t)$ je pomeranje mase u sredini.
Objasni članove jednačine
i zanemarivanje mase grede.

U ravanskoj analizi masa se kreće samo vertikalno. Jedna koordinata $u(t)$ određuje njen položaj: sistem ima jedan stepen slobode.

Krutost - prvo rešavam statički pomoćni problem

Izvori: MIT OCW: elastični ugibi greda

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Sam odredim ugib u sredini grede pod pomoćnom silom P .
Krutost izračunam iz odnosa sile i ugiba, u doslednim jedinicama.

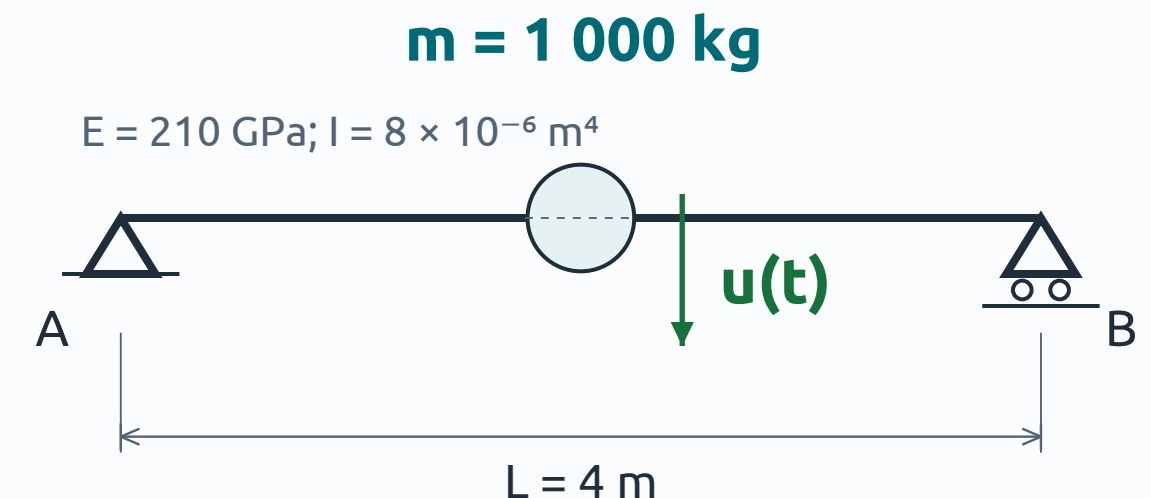
$$k = \frac{P}{\delta} = \frac{48EI}{L^3}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moj postupak $k = P/\delta$. Poveži ga sa ugibom proste grede i proveru jedinicu N/m.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Pomoćna sila se poništava u odnosu P/δ . Krutost je svojstvo usvojenog linearnog modela.



AI - OČEKIVANA POMOĆ

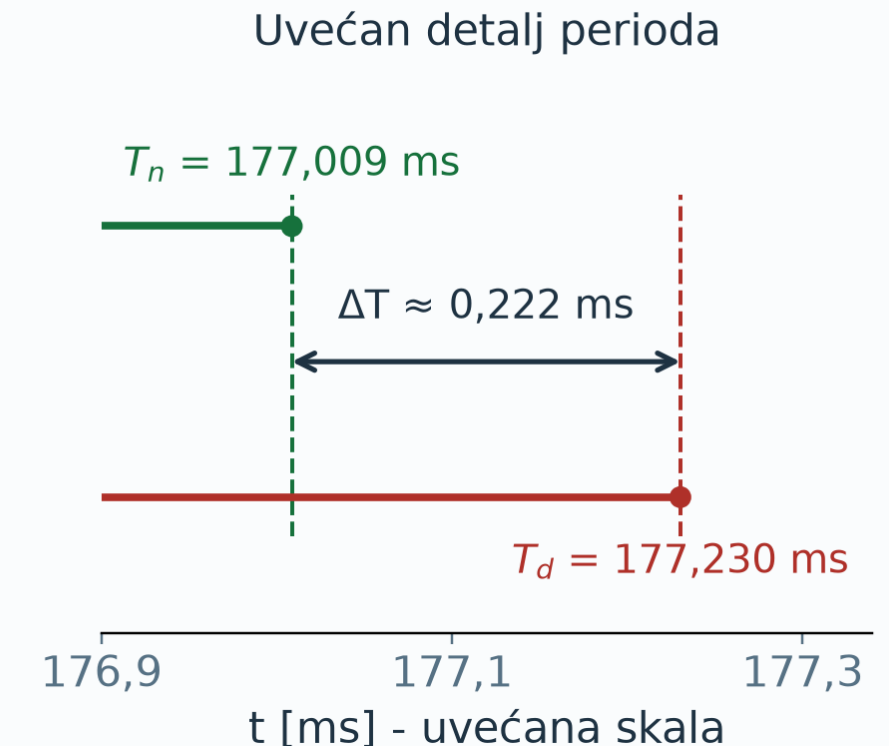
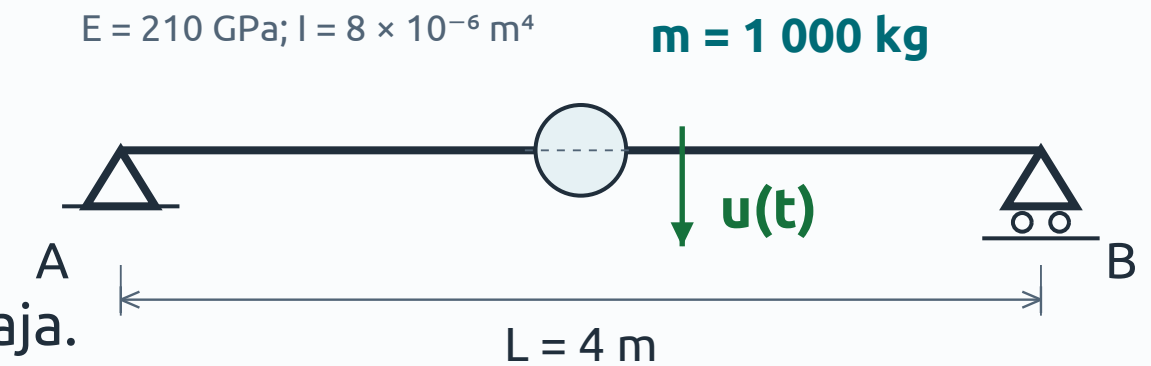
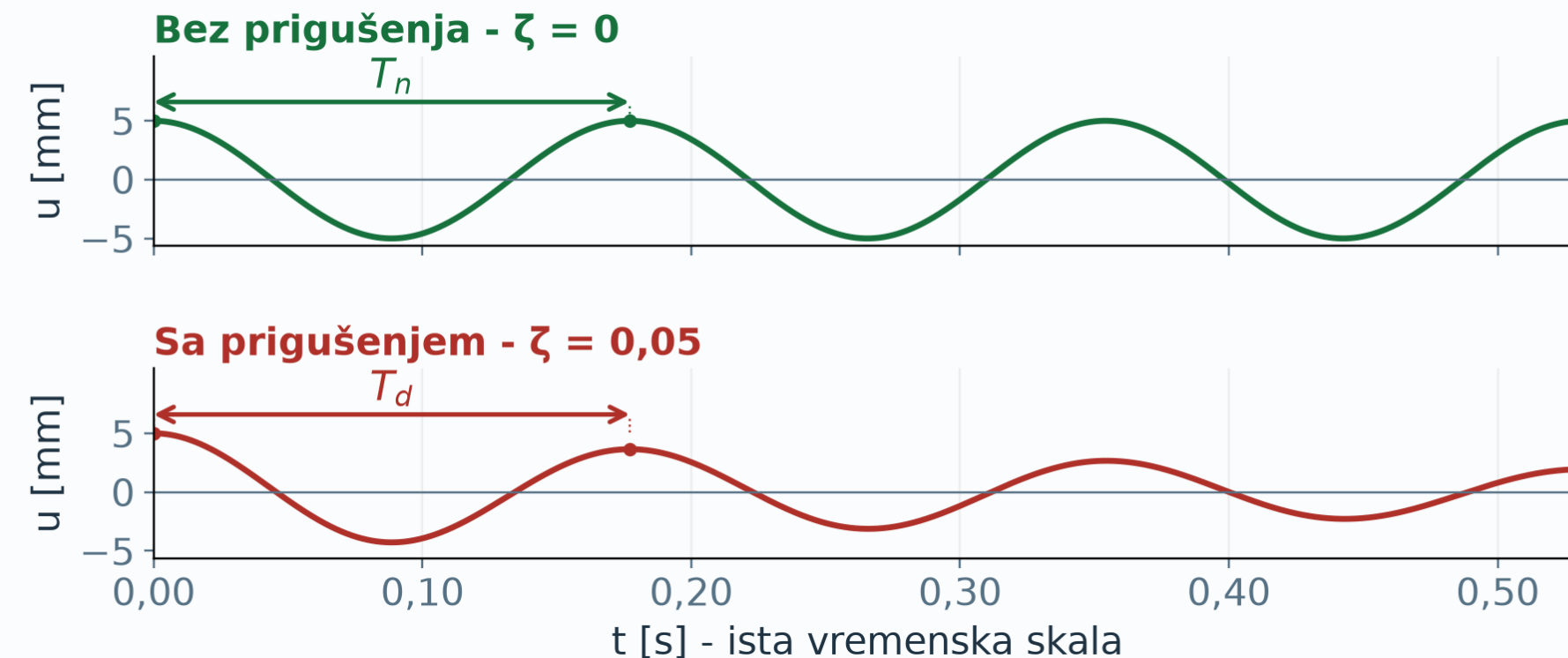
Proverava izraz, jedinice i uslov linearne elastičnosti.

Zadatak 2 - period i opadanje amplitude

Izvori: FTN: Teorija konstrukcija - dinamika (16.1.2023), str. 9-34; MIT: prigušene slobodne vibracije

$$T_n = \frac{2\pi}{\omega_n}, \quad T_d = \frac{2\pi}{\omega_d}, \quad \omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$$

Isti početni uslovi: $u(0) = 5 \text{ mm}$ i $v(0) = 0$; pomeranje od ravnotežnog položaja.



$T_d > T_n$. Za $\zeta = 0,05$ period je duži oko 0,125%, a amplituda opada. Razlika se vidi u uvećanom detalju; oba odziva su izračunata za iste početne uslove.

Prigušenje - malu razliku perioda proveravam brojevima

Izvori: MIT: prigušene slobodne vibracije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Za $\zeta = 0,05$ prvo uporedim izraze za neprigušeni i prigušeni period. Za oba odziva zadržim $u(0) = 5 \text{ mm}$ i $v(0) = 0$.

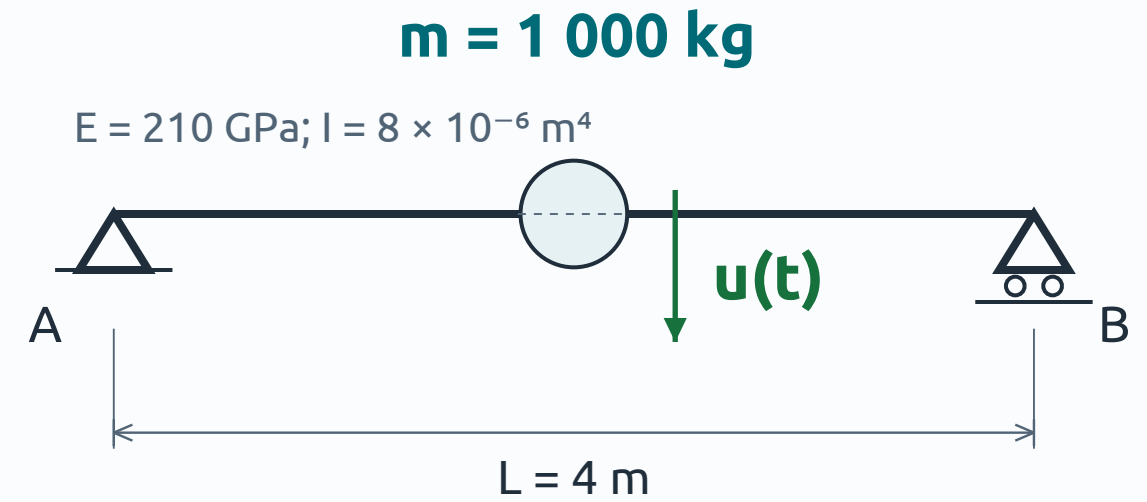
$$\frac{T_d}{T_n} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,05^2}} \approx 1,00125$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moj odnos T_d/T_n i tumačenje grafika za iste početne uslove. Razdvoji period i opadanje amplitude.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

$T_n \approx 0,17701 \text{ s}$; $T_d \approx 0,17723 \text{ s}$. Period je duži oko 0,125%; početni uslovi ne menjaju period ovog linearnog modela.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Proverava malu razliku perioda i objašnjava opadanje amplitude.

Zadatak 2 - ciljano proveravam svoj model

Izvori: MIT: prigušene slobodne vibracije

KONTEKST

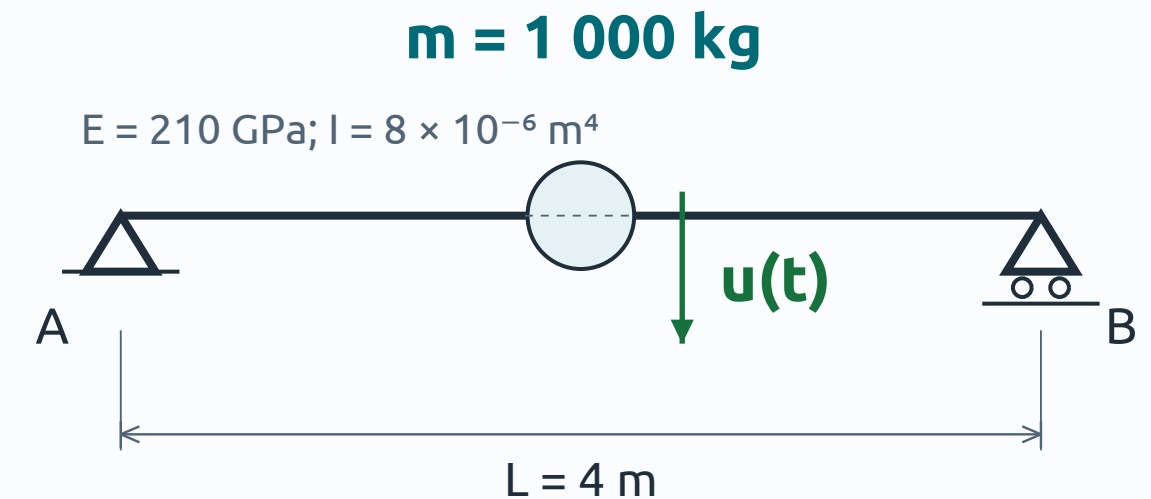
Prosta greda $L = 4$ m, A nepokretno, B pokretno ležište; $E = 210$ GPa, $I = 8 \cdot 10^{-6}$ m⁴, $m = 1\,000$ kg u sredini. Masa grede zanemarena; mali ugibi. Dostavljam svoj k , jednačinu kretanja, T_n i T_d za $\zeta = 0,05$.

ZADATAK

Proveri model, krutost, jedinice i razliku između neprigušenog perioda i perioda prigušenih oscilacija. Označi prvi sporni korak i sačekaj moju ispravku.

FORMAT

Tabela: moj korak / komentar / provera. Jednačine sa jedinicama, kratko objašnjenje i skica odziva.



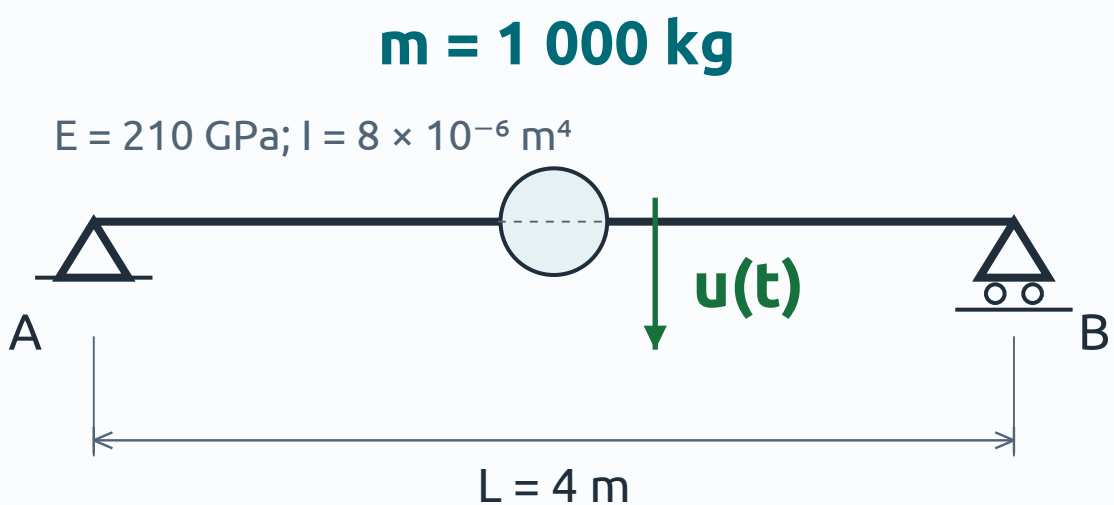
AI - POVRATNA INFORMACIJA

Očekujem proveru pretpostavki i postupka. Samostalno proveravam brojeve i zaključke.

Zadatak 2 - proveravam i primenjujem bez pomoći

Izvori: MIT: prigušene slobodne vibracije

Kontrola	Pitanje za samostalan odgovor
Krutost	Da li pomoćna sila P utiče na k u linearnom modelu?
Masa	Kako se T_n menja ako m povećam četiri puta?
Prigušenje	Da li su ω_n i ω_d isti? Šta se menja kada ζ teži nuli?
Početni uslovi	Da li promena početnog pomeranja i početne brzine menja period u ovom linearnom modelu? Šta menja u odzivu?
Računarski rad	Ako koristim kod, da li se rezultat slaže sa ručnim proračunom i graničnim slučajevima?



Drugi AI odgovor nije nezavisna provera. Koristim svoj proračun i proverenu literaturu.

Predajem rad koji razumem i mogu da objasnim

Izvori: ETH Zürich: ocenjivanje i AI

Sadržaj predaje	Šta pokazuje
Model i prvi pokušaj	Moj rad pre AI pomoći, uključujući početne greške.
Relevantni upiti i odgovori	Koju pomoć sam tražio i dobio.
Ispravke i nezavisne provere	Zašto prihvatam ili odbacujem određeni predlog.
Samostalna izmena zadatka	Da razumem postupak i mogu ponovo da ga primenim.
Izvori i deklaracija	Stvarnu literaturu i alat/model, datum, svrhu i delove AI pomoći.

Predajem jasan model, postupak, jedinice, nezavisne provere i deklaraciju pomoći.

1 - MODEL

2 - MOJ POKUŠAJ

3 - MOJ UPIT

4 - AI ODGOVOR

5 - MOJA PROVERA

6 - ZAKLJUČAK

$E = 210 \text{ GPa}; I = 8 \times 10^{-6} \text{ m}^4$

$m = 1\,000 \text{ kg}$

