

Primena AI-ja

Deo III - Tok rada na primerima

Postavljam problem. Pišem upit. Proveravam odgovor.

STUDENT: radnje i upiti

AI: odgovori i predlozi

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

Redosled: prvo moj rad, zatim pomoć i provera

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

Radi u okviru dozvoljene pomoći. Prvo napiši svoj model i pokušaj; zatim pošalji upit i proveri odgovor.

1 - MODEL

Pravim skicu. Navodim podatke, pretpostavke i cilj.

2 - MOJ POKUŠAJ

Sam postavljam jednačine i beležim gde mi treba pomoć.

3 - MOJ UPIT

Šaljem model i pokušaj kroz kontekst, zadatak i format.

6 - ZAKLJUČAK

Objašnjavam konačan rad i navodim korišćenu pomoć.

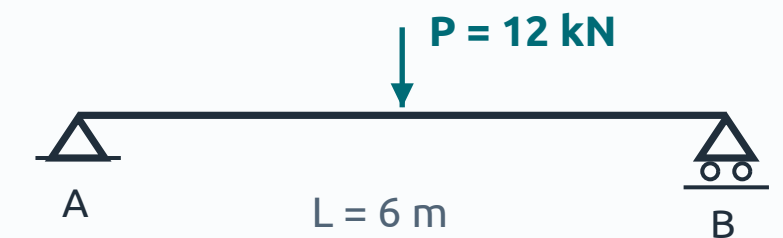
5 - MOJA PROVERA

Sam proveravam model, jedinice, ravnotežu i rezultat.

4 - AI ODGOVOR

Čitam komentar. Upoređujem svaki predlog sa svojim radom.

Upiti i AI odgovori su ilustrativni. Stvarni odgovor proveri. Donja traka ističe korake prikazane na slajdu.



Primer 1 - Prosta greda sa fiksnom silom u sredini

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

STUDENT postavlja model i šalje sledeći upit.

KONTEKST

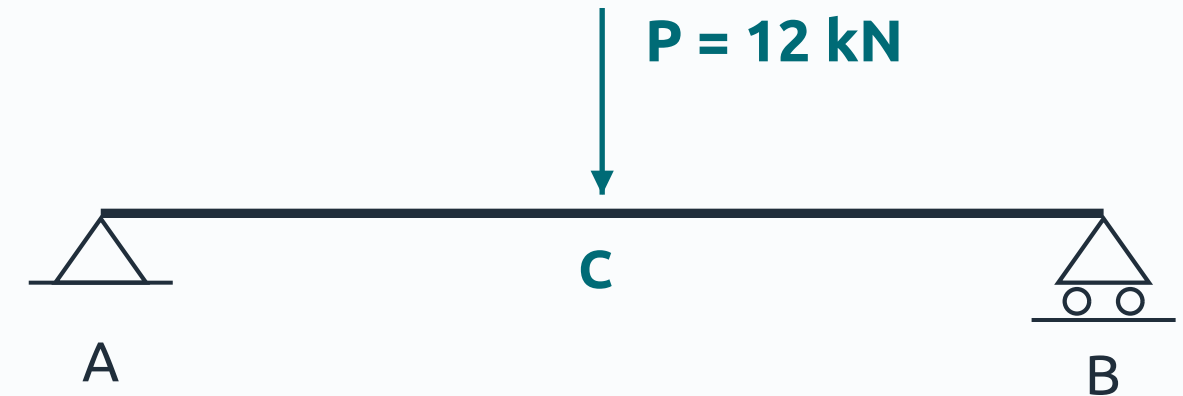
Prosta greda: A nepokretno, B pokretno ležište; $L = 6$ m. $P = 12$ kN naniže u sredini. Bez sopstvene težine.

ZADATAK

Potvrdi model i podatke. Ako nešto nedostaje, prvo pitaj. Sačekaj moj pokušaj određivanja reakcija i momenta u C.

FORMAT

Kratka potvrda podataka i pretpostavki. C je u sredini raspona, na mestu sile.



AI - ODGOVOR

Model i podaci su jasni. A sprečava oba pomeranja, B vertikalno. Oba ležišta dopuštaju obrtanje. Pošalji svoj pokušaj.

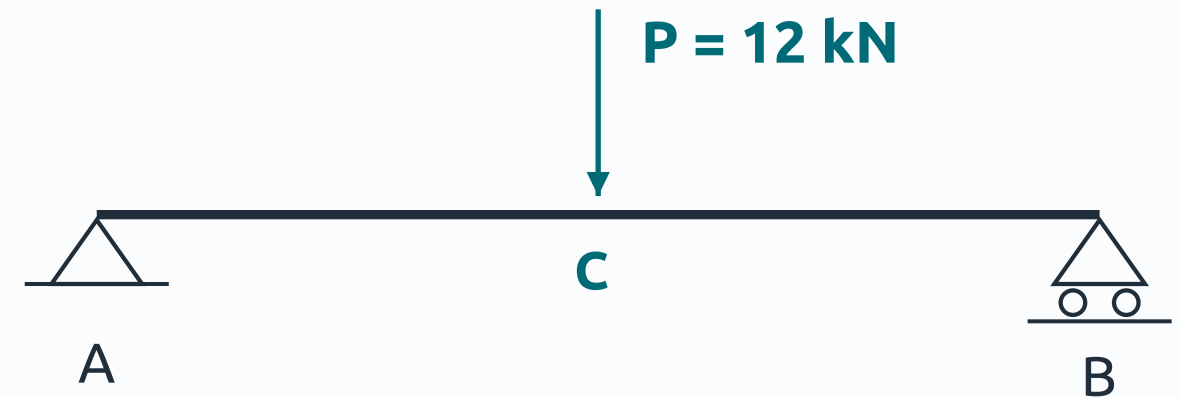
STUDENT zatim skicira reakcije i samostalno piše uslove ravnoteže.

Prosta greda - moj plan pre prvog upita

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Sam nacrtam oslonce, silu i reakcije. Odredim poznate podatke i traženo. Zapišem koje pomeranje sprečava svako ležište.



STUDENT - UPIT ZA AI

„Uz moju skicu proveriti oslonce, smer sile i oznake. Ako nešto nije jasno, postavi pitanje. Ne određuj još reakcije.“

→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Potvrđuje tumačenje skice ili traži dopunu. Ne zamenjuje moj prvi pokušaj.

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Skica i tekst moraju opisivati isti sistem. Sam biram jednačine ravnoteže.

Moj pokušaj → konkretan upit → AI komentar

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

STUDENT - MOJ POKUŠAJ

$$R_A + R_B - 12 = 0$$

$$R_B \cdot 6 - 12 \cdot 3 = 0$$

$$R_A = R_B = 6 \text{ kN}$$

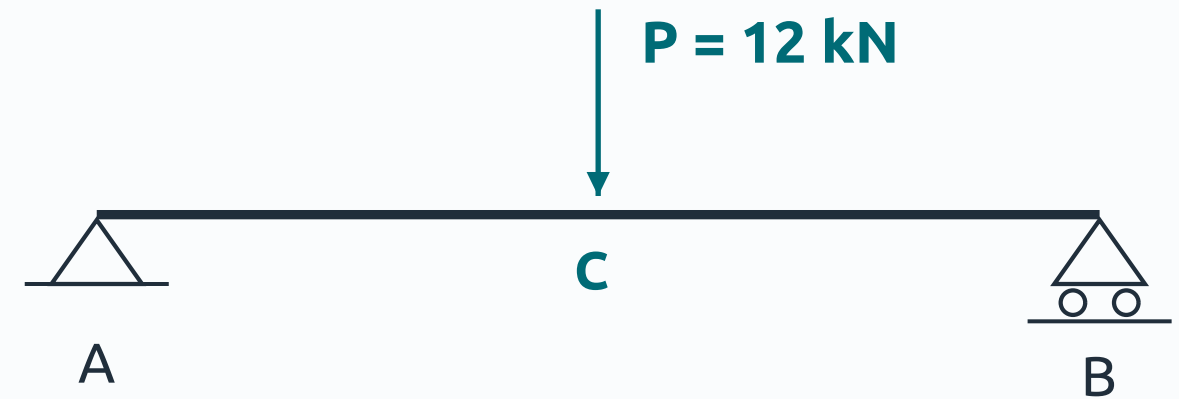
$$M_C = R_A \cdot 3 = 18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Za model sa prethodnog slajda proveri moje reakcije i moment u C. Ako ima greške, označi prvi sporni korak. Predloži nezavisnu kontrolu.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

$$\sum M_B = -6 \cdot 6 + 12 \cdot 3 = 0$$



AI - KOMENTAR

Reakcije 6 kN i moment 18 kN·m odgovaraju modelu. Proveri ravnotežu oko B i objasni zašto je M najveći na mestu sile.

Reakcije - provera drugim postupkom

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Posle proračuna reakcija nezavisno proverim zbir vertikalnih sila i momente oko drugog ležišta. Simetriju koristim kao dodatnu kontrolu.

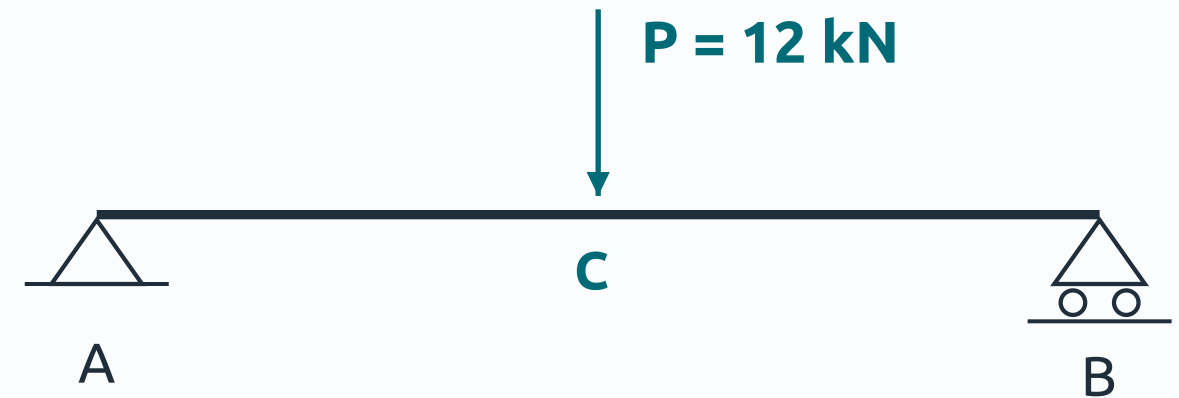
$$\sum M_B = -6 \cdot 6 + 12 \cdot 3 = 0$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moje uslove ravnoteže oko B. Poveži svaki član sa krakom sile na skici.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Za isti model zbir sila i zbir momenata moraju biti jednaki nuli.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Komentariše znakove, krake sila i jedinice. Pokazuje gde da ponovim proveru.

Student predlaže dijagrame - AI proverava

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

STUDENT - IZRAZI I SKICE DIJAGRAMA

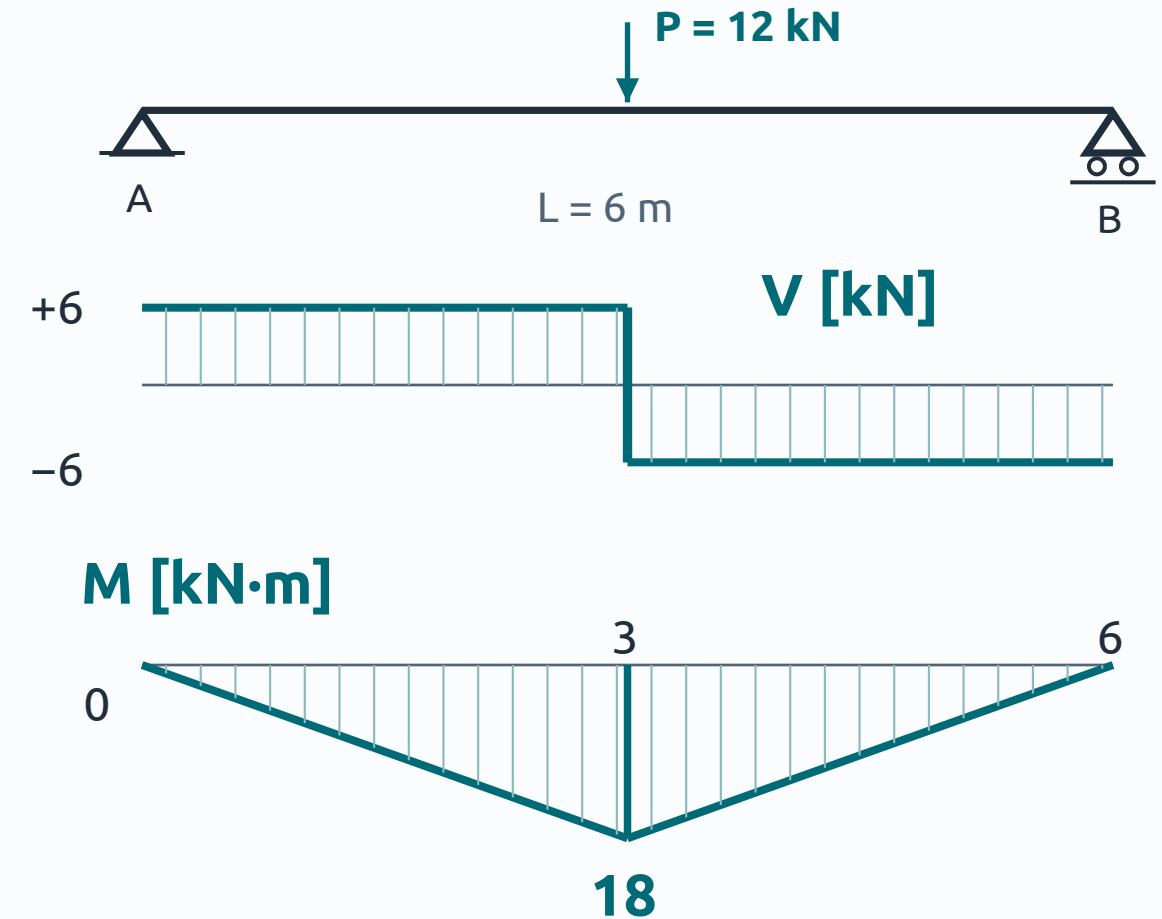
$$R_A = R_B = 6 \text{ kN}$$

$$V = +6 \text{ kN} (x < 3), \quad V = -6 \text{ kN} (x > 3)$$

$$M = 6x (0 \leq x \leq 3)$$

$$M = 6(6 - x) (3 \leq x \leq 6)$$

Koncentrisana sila izaziva skok V. Dijagram M ima lom bez skoka i crta se na zategnutoj strani, bez predznaka uz ordinate.



STUDENT - RADI

Sam izvodim izraze i skiciram V i M. Proveravam krajeve i vrednost u C.

STUDENT - UPIT ZA AI

„Uz moj model, izraze i skice proveriti dijagrame V i M. Označi prvi sporni korak i predloži kontrolu.“

AI - VRAĆA / PREDLAŽE

Izrazi i skice odgovaraju modelu. V ima skok -12 kN . M u C je $18 \text{ kN}\cdot\text{m}$. Proveri i ravnotežu oko B.

Dijagram M - proveravam fizičko značenje

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Sam skiciram M na zategnutoj strani. Proverim nulte vrednosti na ležištima i najveću vrednost na mestu sile.

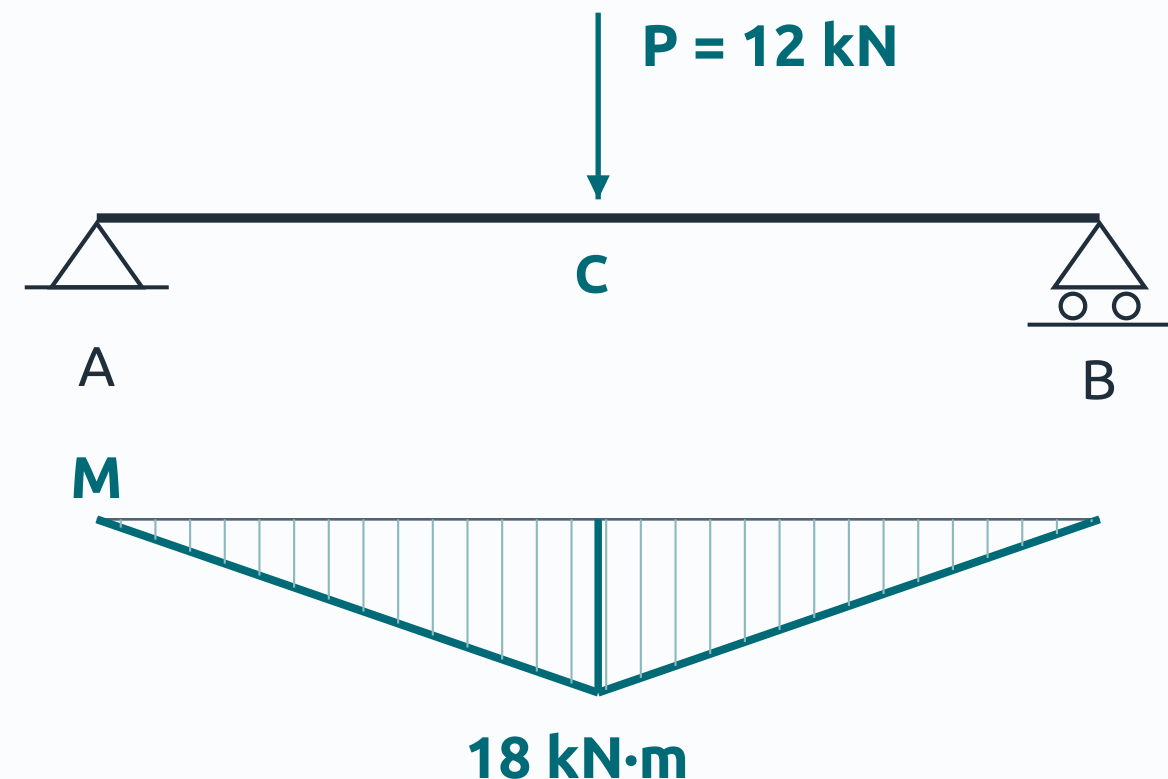
$$M_C = 6 \cdot 3 = 18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Uporedi moj dijagram sa mojim izrazima za M. Proveri krajeve, vrednost u sredini i promenu nagiba.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Koncentrisana sila menja nagib M: ima lom, bez skoka. Ordinate prikazujem bez predznaka.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

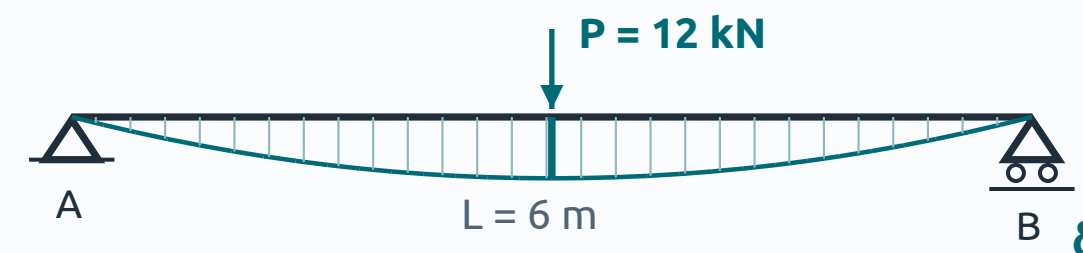
Proverava dostavljenu skicu i izraze. Ne crta umesto mene u fazi mog pokušaja.

Ugib - model, jedinice i provera rezultata

Izvori: MIT OCW: elastični ugibi greda

Ojler–Bernulijev model: linearna elastičnost, mali ugibi, konstantno EI , bez smicanja.

Veličina	Dosledne jedinice
$P; L$	12 000 N; 6 000 mm
$E; I$	200 000 N/mm ² ; 10 ⁸ mm ⁴



STUDENT - FORMULA I ZAMENA

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI} = 2,70\text{ mm}$$
$$\frac{12\,000 \cdot 6\,000^3}{48 \cdot 200\,000 \cdot 10^8}$$

Ugib je naniže; skica je uvećana.

NAMERNA GREŠKA - KONVERZIJA E

$$E = 200\text{ N/mm}^2 \Rightarrow \delta = 2\,700\text{ mm}$$

STUDENT - RADI

Sam pretvaram jedinice i dobijam 2,70 mm. Proveravam: $P = 0$ daje nulu; dvostruko P daje 5,40 mm.

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moj postupak za ugib i označeni pogrešan rezultat. Pronađi grešku u jedinicama i predloži kontrolu.“

AI - VRAĆA / PREDLAŽE

200 GPa = 200 000 N/mm².
Pogrešno $E = 200\text{ N/mm}^2$ daje 2 700 mm. Ispravno je 2,70 mm.

Ugib - proveravam promenu jedne veličine

Izvori: MIT OCW: elastični ugibi greda

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Zadržim isti model i jedinice. Pre novog proračuna predvidim kako se ugib menja ako udvostručim silu ili moment inercije preseka.

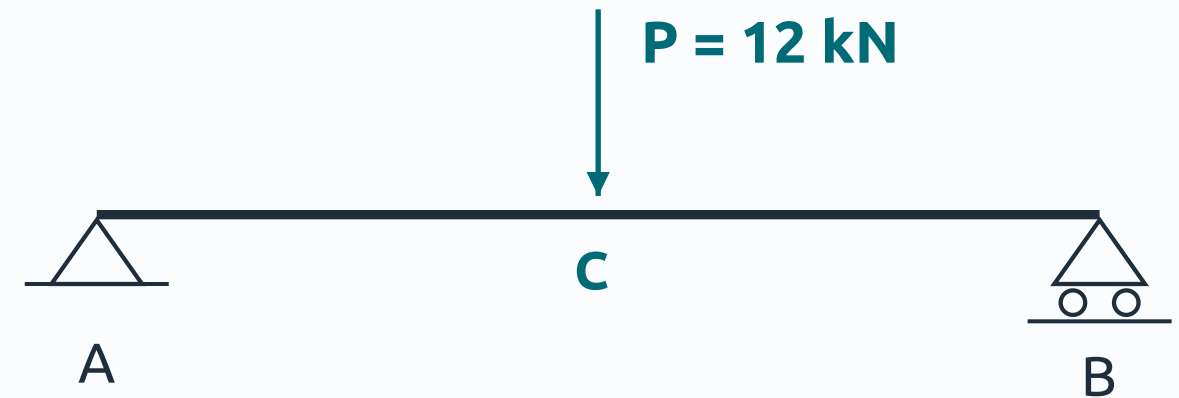
$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{48EI}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moje predviđanje za dvostruko P i dvostruko I. Objasni uslov linearnog modela.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

U ovom modelu dvostruko P daje 5,40 mm; dvostruko I daje 1,35 mm. Ponovim zamenu sam.



→ **AI - OČEKIVANA POMOĆ**
Povezuje promenu veličine sa
↓ formulom. Ukazuje na pretpostavke
primenljivosti.

Primer 2 - Uticajna linija za moment savijanja proste grede u sredini raspona

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

STUDENT razdvaja fiksni presek C od promenljivog položaja sile z.

KONTEKST

Ista prosta greda $L = 6$ m; A nepokretno, B pokretno ležište. C je na 3 m. Jedna sila naniže menja položaj z.

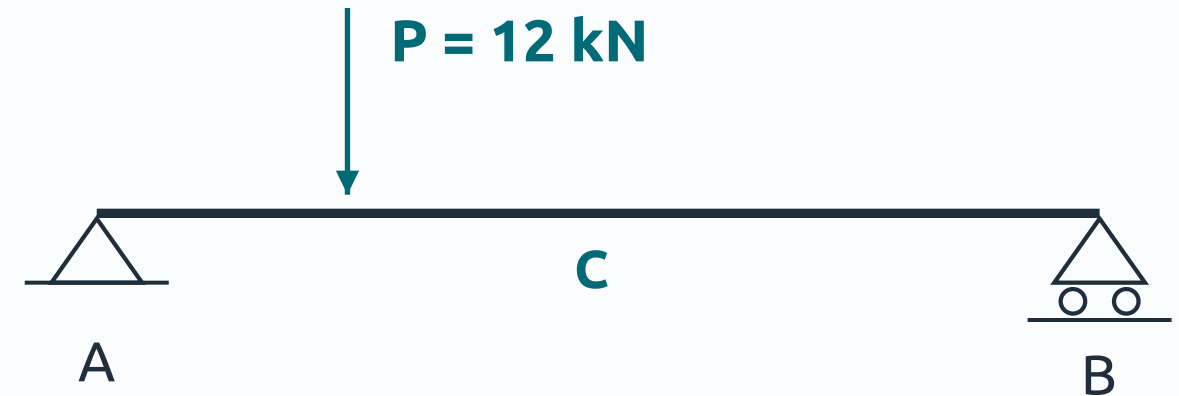
ZADATAK

Proveri moje grane $\eta_c(z)$: $z/2$ levo i $(6-z)/2$ desno od C, kao i skicu. Označi grešku ako postoji.

FORMAT

Dve grane sa jedinicama, skica na zategnutoj strani i provera krajeva, simetrije i spoja u C.

Pre upita STUDENT izvodi reakcije i obe grane, pa skicira liniju. AI-ju prilaže svoj postupak i skicu.



AI - POTVRDA ZADATKA

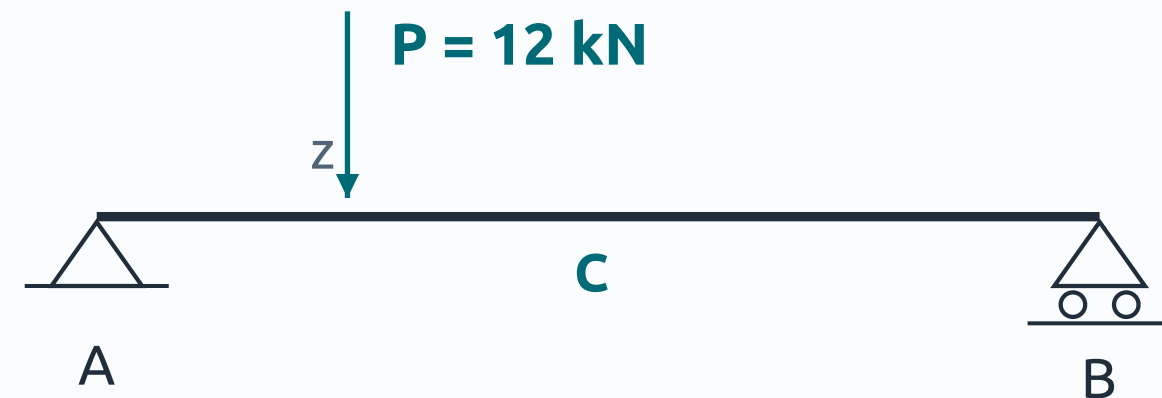
C je fiksni, a z se menja. Proveriće tvoje izraze i skicu. Ordinata η ima jedinicu m.

Uticajna linija - šta ostaje, a šta se menja?

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Pre izračunavanja razdvojim fiksni presek C i promenljiv položaj z jedne sile. C ostaje u sredini raspona.



STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri da li sam pravilno razdvojio presek C i položaj sile z. Potvrdi koji moment posmatram.“

→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Potvrđuje tumačenje ili traži ispravku oznaka. Ne menja posmatrani presek.

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Uticajna linija prati moment u istom C za različite položaje sile.

Student izvodi i skicira - AI proverava grane

Izvori: IIT / NPTEL: uticajne linije greda; UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

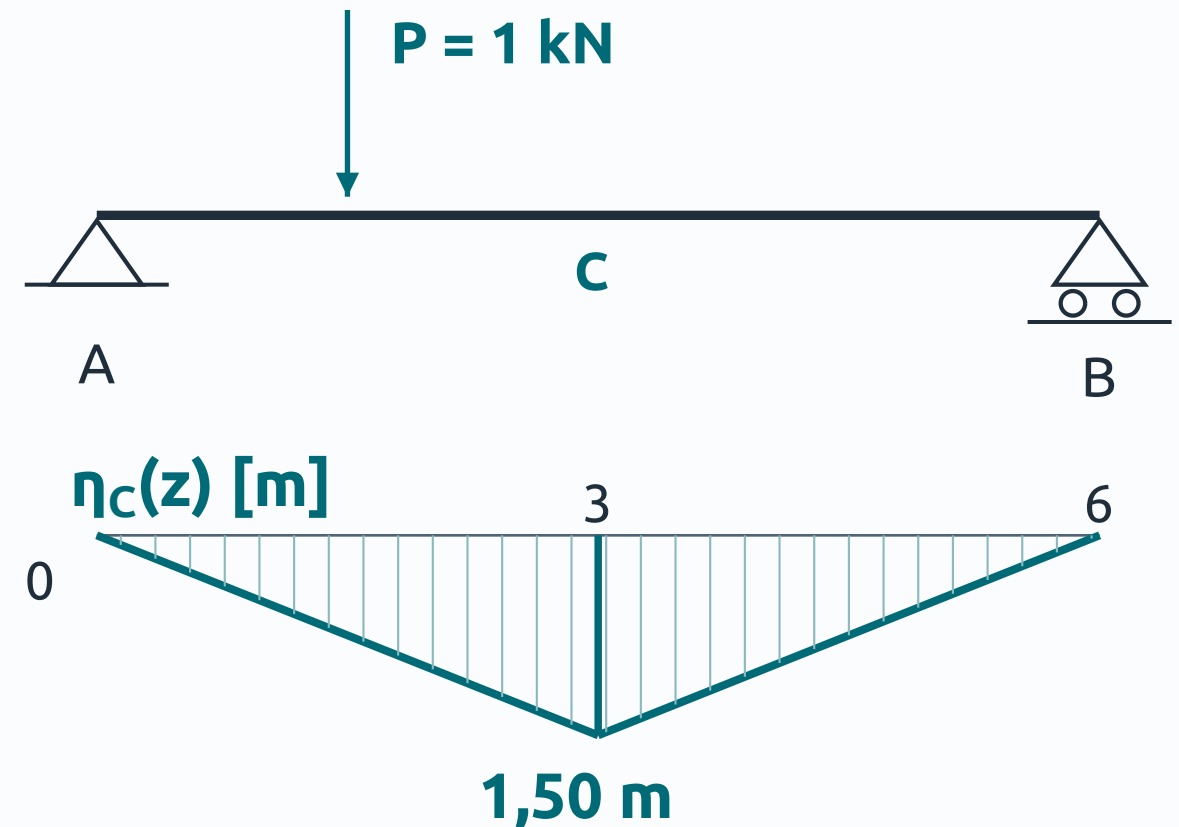
STUDENT - SILA LEVO OD C: $0 \leq z \leq 3$ m

$$R_A = \frac{P(6 - z)}{6}$$

$$M_C = R_A \cdot 3 - P(3 - z) = \frac{Pz}{2}$$

STUDENT - SILA DESNO OD C: $3 \leq z \leq 6$ m

$$M_C = R_A \cdot 3 = \frac{P(6 - z)}{2}$$



STUDENT - RADI

Izvodim grane i skiciram liniju. Krajevi su nula, a u C obe daju 1,50 m.

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moje grane $z/2$ i $(6-z)/2$. Objasni jedinicu i spoj u C.”

AI - VRAĆA / PREDLAŽE

Grane imaju jedinicu m. U C se spajaju u ordinati 1,50 m; linija je simetrična.

Uticajna ordinata - proveravam jedinicu

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Sam povežem ordinatu sa momentom. Razlikujem uticajnu liniju od dijagrama momenta za zadatu silu.

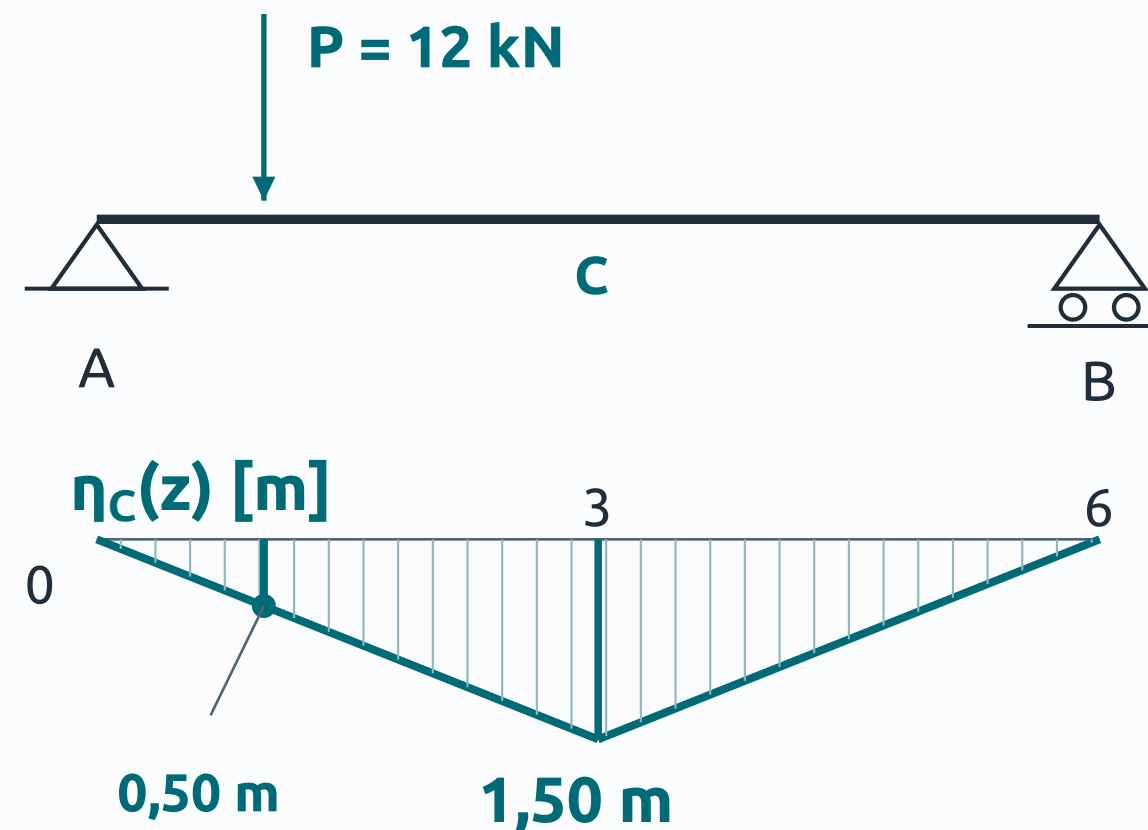
$$M_C(z) = P \eta_C(z)$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri jedinice u mom izrazu M u $C = P \times \eta$ u C . Objasni zašto uticajna ordinata momenta ima jedinicu dužine.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

$\text{kN} \times \text{m} = \text{kN} \cdot \text{m}$. Ordinata 1,50 m nije moment 1,50 $\text{kN} \cdot \text{m}$.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

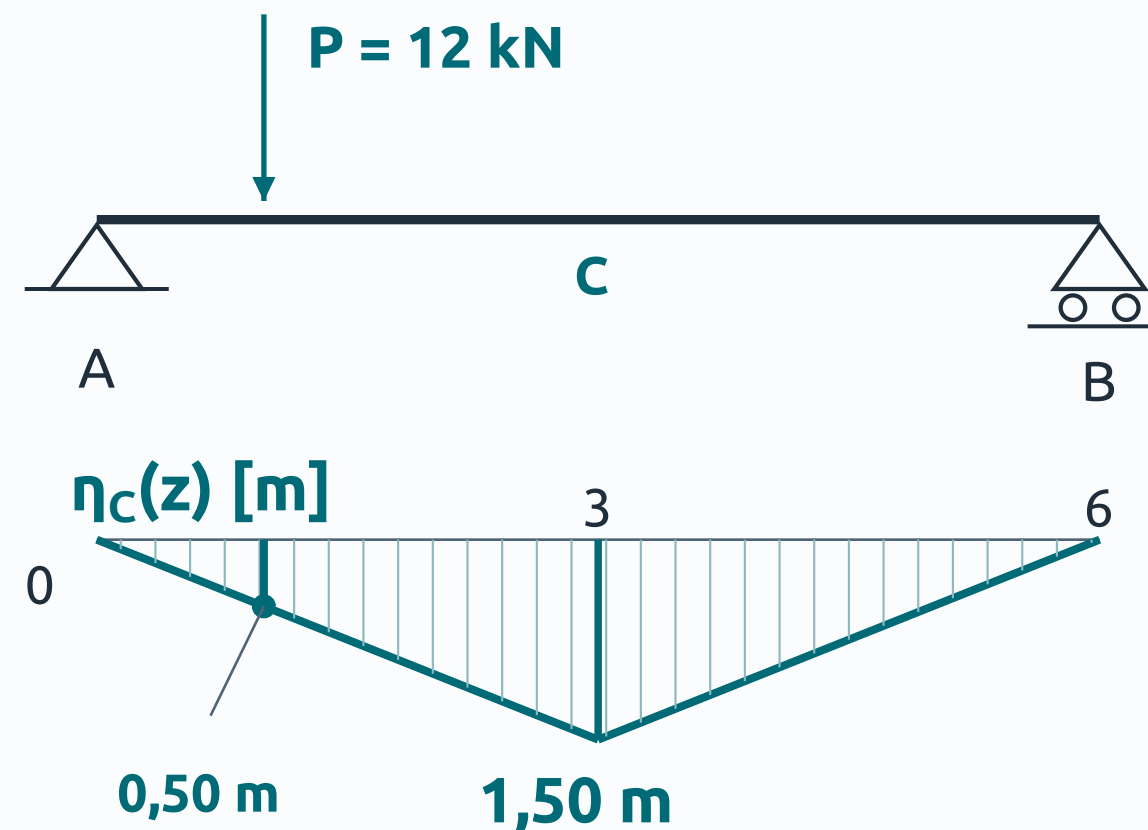
Proverava dimenzije izraza i fizičko značenje ordinate.

Očitavanje → moment → nezavisna provera

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

Jedna sila $P = 12 \text{ kN}$. Za svaki položaj z : $M_C(z) = P \times \eta_C(z)$.

$z \text{ [m]}$	$\eta_C \text{ [m]}$	$M_C \text{ [kN}\cdot\text{m]}$
0	0	0
1	0,50	6
3	1,50	18
4	1,00	12
6	0	0



STUDENT - RADI

Za $z = 1 \text{ m}$ dobijam $R_A = 10 \text{ kN}$ i $M_C = 10 \times 3 - 12 \times 2 = 6 \text{ kN}\cdot\text{m}$.

STUDENT - UPIT ZA AI

„Za $z = 1 \text{ m}$ uporedi moj M u C iz ravnoteže sa očitavanjem uticajne ordinate.“

AI - VRAĆA / PREDLAŽE

Ordinata je $0,50 \text{ m}$; $12 \times 0,50 = 6 \text{ kN}\cdot\text{m}$. Rezultat ispunjava uslove ravnoteže.

Nesaglasan odgovor - vraćam se na model

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Za $z = 1$ m moj proračun daje $R_A = 10$ kN i M u $C = 6$ kN·m. Ako drugi rezultat odstupa, prvo proverim isti model, presek i jedinice.

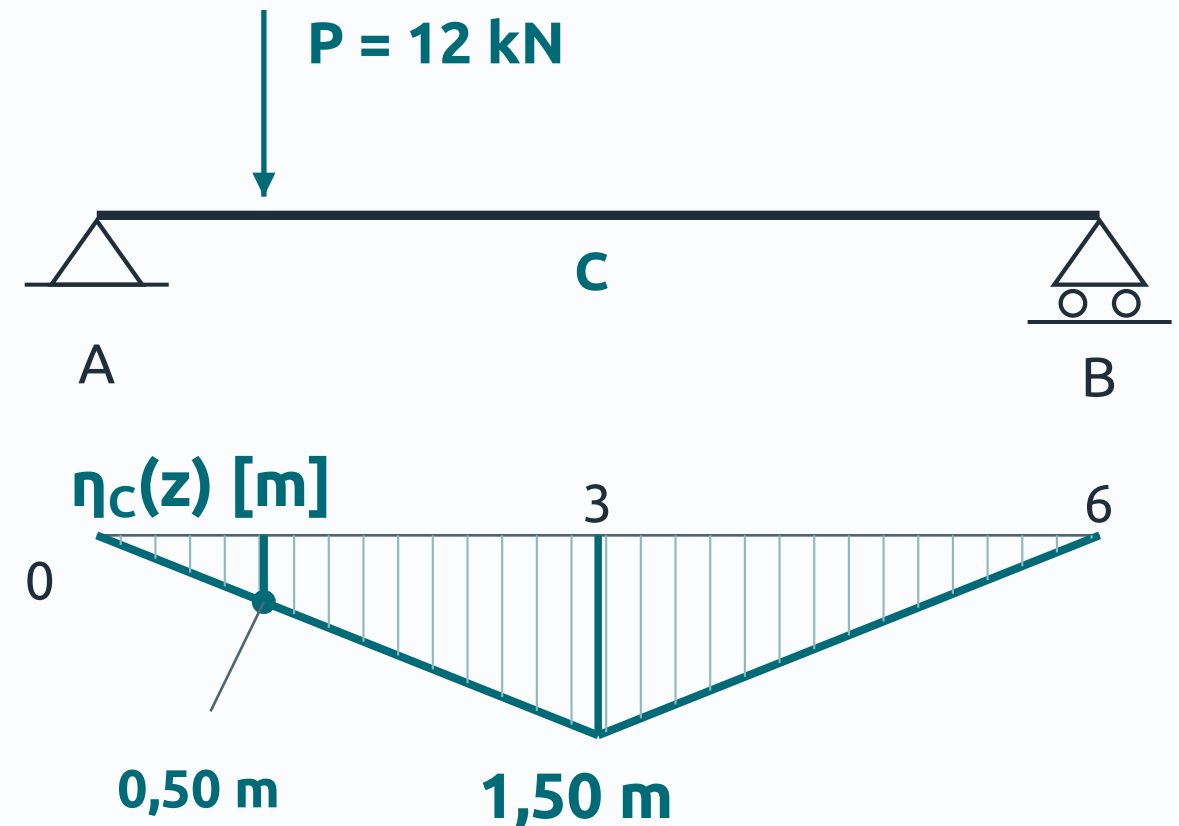
$$M_C = 10 \cdot 3 - 12 \cdot 2 = 6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Za $z = 1$ m moj M u C je 6 kN·m. Uporedi svaki korak sa mojim postupkom. Ne menjaj presek C .“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Ponovo određujem moment iz ravnoteže i iz uticajne ordinate.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Traži uzrok neslaganja u pretpostavkama ili koracima. Drugi odgovor nije dokaz.

Dijagram ekstremnih vrednosti - jedna pokretna sila

Izvori: IIT / NPTEL: primena uticajnih linija

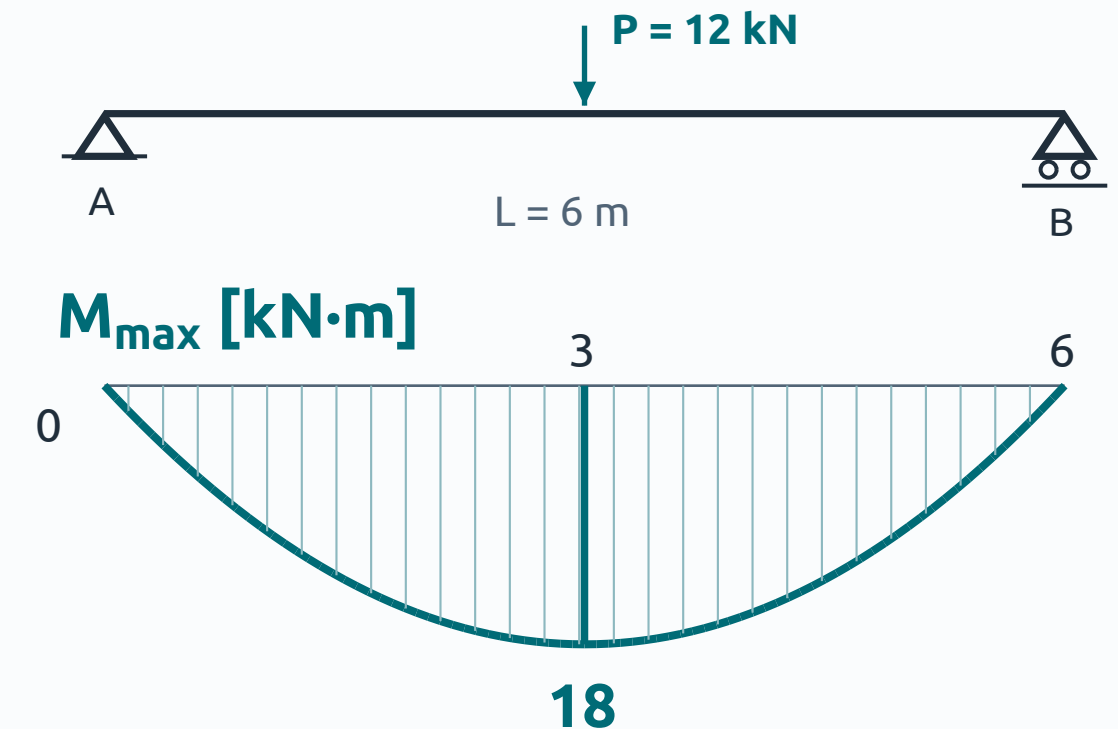
Prelazimo sa uticajne linije za fiksni C na najveći moment u svakom preseku x. Ista sila menja položaj z.

STUDENT - ANVELOPA MAKSIMUMA

$$M_{\max}(x) = \frac{Px(L-x)}{L} = 2x(6-x)$$

U svakom preseku maksimum nastaje za $z = x$. Tačke anvelope odgovaraju različitim položajima iste sile.

$$M_{\max}(3) = 18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



STUDENT - RADI

Izvodim i skiciram anvelopu. Proveravam kritični položaj $z = x$ i nulu za silu na osloncu.

STUDENT - UPIT ZA AI

„Proveri moj izraz $Px(L-x)/L$ i skicu anvelope za jednu silu. Proveri kritični položaj $z = x$.“

AI - VRAĆA / PREDLAŽE

Anvelopa je parabola. To nije dijagram momenta za jedan stalni položaj sile.

Uticajna linija i anvelopa odgovaraju na različita pitanja

Izvori: UNS: Statika konstrukcija 2 - uticajne linije

STUDENT - SAMOSTALNI KORAK

Razlikujem dva pitanja: koliki je moment u fiksnom C dok sila menja položaj, i koji je najveći moment u svakom preseku x.

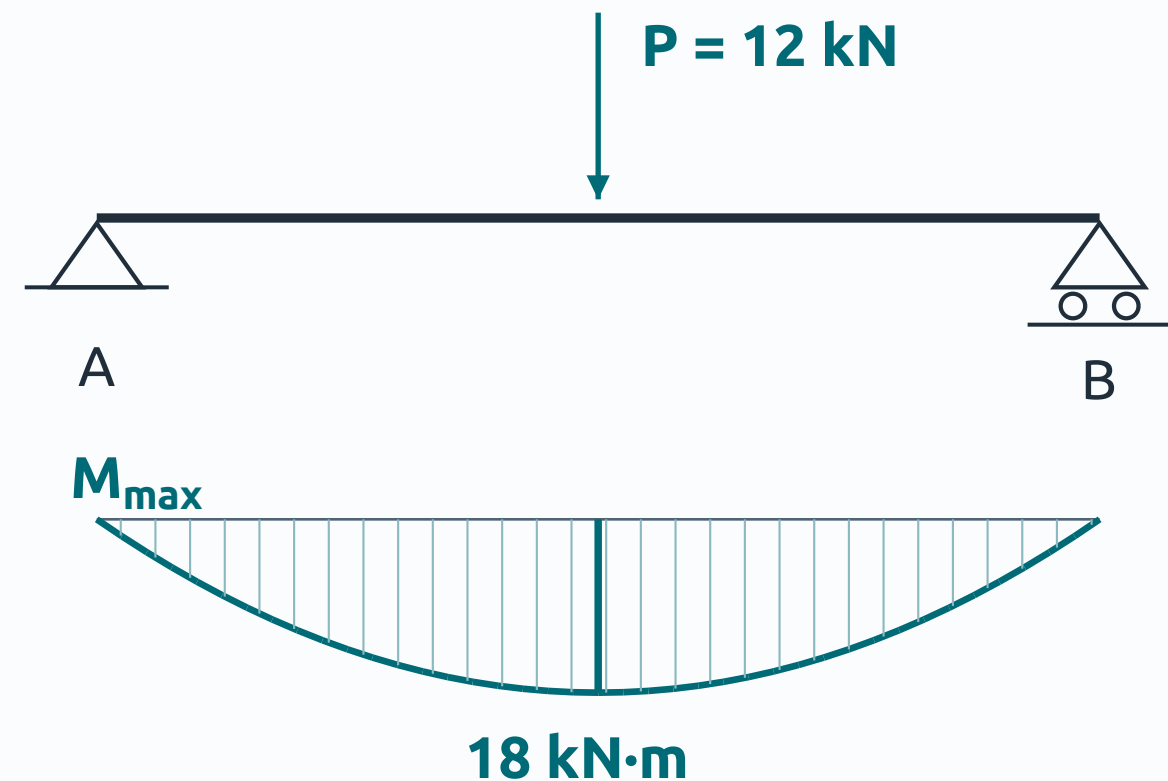
$$M_{\max}(x) = \frac{Px(L-x)}{L}$$

STUDENT - UPIT ZA AI

„Uporedi moj opis uticajne linije i anvelope jedne sile. Proveri koji položaj sile je kritičan za svaki x.“

STUDENT - NEZAVISNA PROVERA

Kod anvelope maksimum u preseku x nastaje kada je sila u tom preseku: $z = x$.



→ AI - OČEKIVANA POMOĆ

Proverava razliku između promenljivog položaja sile i promenljivog preseka.

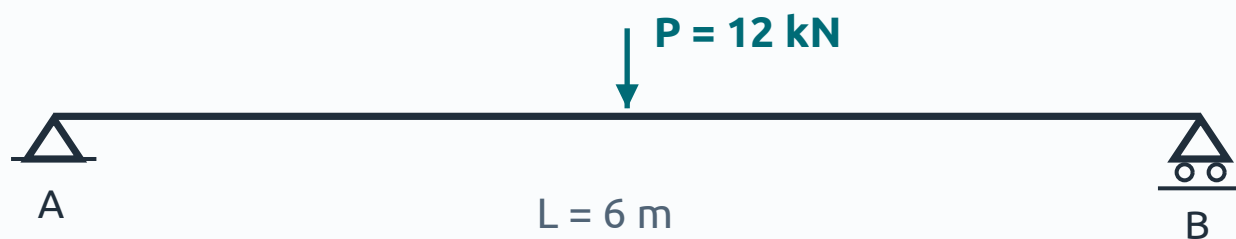
Dozvoljeni nacrt koda - student pokreće i proverava

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

KONTEKST: centralna sila, isti model ugiba. ZADATAK: nacrt funkcije. FORMAT: N, mm, rezultat u mm.

AI - NACRT FUNKCIJE

```
def ugib(P, L, E, I):  
    # N, mm, N/mm², mm⁴; rezultat: mm  
    if P < 0 or min(L, E, I) <= 0:  
        raise ValueError("Ulaz")  
    return P * L**3 / (48 * E * I)
```



Test	Očekujem
Referentni ulaz	2,70 mm
$P = 0$	0 mm
$P \times 2$	5,40 mm
$I = 0$	Greška

STUDENT - RADI

Čitam i prilagođavam kod.
Pokrećem testove i proveravam
rezultat ručnim proračunom.

STUDENT - UPIT ZA AI

„Napiši nacrt funkcije za ugib sa
proverom ulaza. Objasni kod
i predloži testove.“

AI - VRAĆA / PREDLAŽE

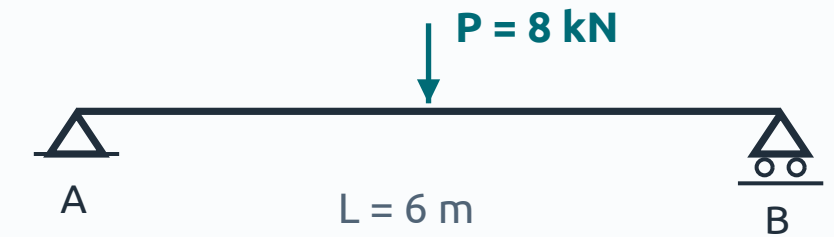
Nacrt koristi navedene jedinice
i model. Student proverava
primenljivost formule i svaki test.

Završavam samostalno - prijavljujem AI pomoć

Izvori: MIT Sloan: jasno formulisanje problema i upita

STUDENT - PRIMENA BEZ POMOĆI

Promenim P na 8 kN. Samostalno odredim reakcije i moment u C. Proverim: $R_A = R_B = 4$ kN, $M_C = 12$ kN·m.



STUDENT - DEKLARACIJA UZ PREDATI RAD

„Koristio/la sam [alat; model ako je poznat] dana [datum] za proveru pokušaja, pomoć u izvođenju i nacrt funkcije u navedenim delovima. Model i konačne odluke su moji. Rezultate sam proverio/la ravnotežom, jedinicama i testovima. Mogu da objasnim konačan rad.“

STUDENT - EVIDENCIJA PROVERENE POMOĆI

Čuvam relevantne upite, odgovore i izmene. Poštujem dozvoljeni obim; stvarne izvore navodim zasebno.