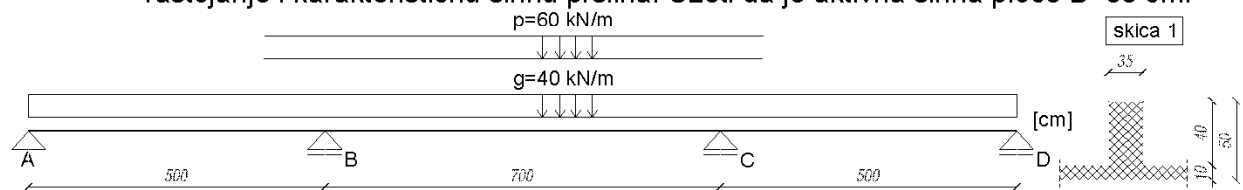


GRAĐEVINSKI FAKULTET U BEOGRADU
 Odsek za konstrukcije
TEORIJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA – GRUPA „B”

pismeni ispit
 16.02.2011.

1.

- 1.1 Dimenzionisati prema momentima savijanja karakteristične preseke nosača prikazanog na skici 1. Sopstvena težina je uključena u stalno opterećenje (g), a povremeno opterećenje (p) može biti proizvoljne dužine i može delovati na proizvoljnom delu nosača.
- 1.2 Dimenzionisati nosač iz zadatka 1.1 u karakterističnim presecima prema transverzalnim silama za položaj p opterećenja koje proizvodi maksimalne momente savijanja u srednjem polju nosača. Za poprečnu armaturu koristiti samo profile $\text{Ø}8$ i $\text{Ø}10$.
- 1.3 Za usvojeni raspored armature u preseku sa najvećim negativnim graničnim momentom savijanja, sračunati napone u betonu i armaturi (trenutak $t=0$), srednje rastojanje i karakterističnu širinu prslina. Uzeti da je aktivna širina ploče $B=80$ cm.



2. Dimenzionisati stub pravougaonog poprečnog preseka, dimenzija $b/d = 30/65$ cm, opterećen sledećim uticajima:

$$M_g = 200 \text{ kNm} \quad N_g = 600 \text{ kN} \quad (\text{stalno opterećenje, sila pritiska})$$

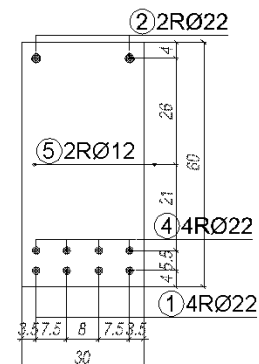
$$M_w = \pm 100 \text{ kNm} \quad N_w = \pm 600 \text{ kN} \quad (\text{opterećenje vetrom})$$

Uticaji od vetra (M_w i N_w) mogu se kombinovati sa različitim znacima.

3.

3.1 Prosta greda raspona 6m, čiji je poprečni presek prikazan na skici, opterećena je stalnim opterećenjem od 40 kN/m. Ako je poznato da je prirast ugiba usled tečenja betona nakon 3 godine pod opterećenjem 4,0 mm, sračunati koliki je ugib grede nakon tog vremena.

3.2 Ako je dopušteni ugib 13,0 mm, koliko se još povremenog opterećenja može naneti na ovaj nosač? Za koeficijent sadejstva zategnutog betona između prslina, pri ukupnom opterećenju ($g+p$) uvojiti vrednost 0,75.



4. Dimenzionisati stub kružnog poprečnog preseka, koji je opterećen silama $N_g=2200$ kN i $N_p=1100$ kN, tako da eksploatacioninapon u sračunatoj armaturi bude 100 MPa. U proračunu napona raditi sa bruto betonskim presekom.

Sve dimenzionisane preseke nacrtati u odgovarajućoj razmeri (1:10), sa svim potrebnim kotama i oznakama. Zadate dimenzije elemenata ne menjati. Računati samo sa zadatim opterećenjima, prema teoriji graničnih stanja i pravilniku BAB 87.

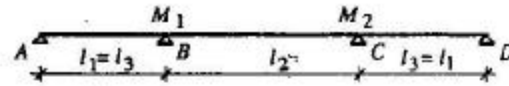
ZA SVE ZADATKE: **MB30, RA 400/500**

Tema: **STATIKA ZA ZADATAK 1**

Kontinualac na 3 polja, krajnja polja raspona L_1 , srednje polje raspona L_2 .

Ovakav nosač (raspon $2L_1 \geq L_2 \geq L_1$!!!) može da se reši pomoću tablica (BAB 87, Tom 2, strana 520). Pojedinačne vrednosti, kada je opterećeno polje 1, 2 ili 3 su OK u obe tablice. Dovoljna je GORNJA tablica, i to pojedinačne vrednosti, kad je opterećeno po jedno polje:

$$L_1 = L_3 = 5m ; L_2 = 7m \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{7}{5} = 1.4$$

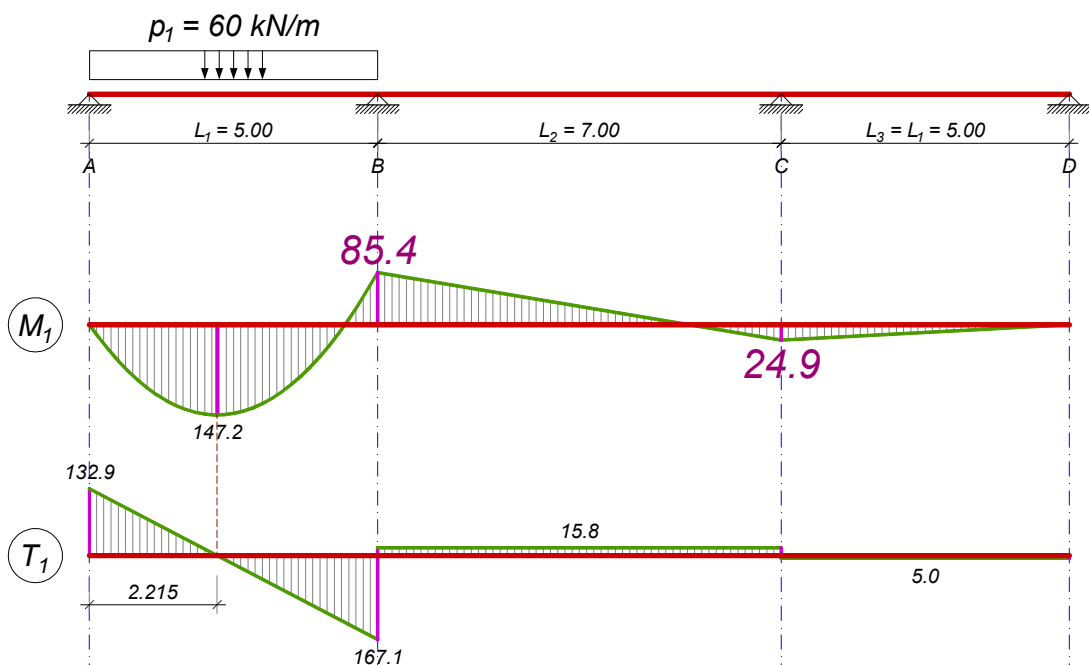


Oslonački moment M_1					
Odnos	Opterećeno polje				
	l_1/l_2	$l_1 + l_2 + l_3$	l_1	l_2	l_3
1:1.0	-0.1000	-0.0667	-0.0500	0.0167	-0.1167
1:1.1	-0.1099	-0.0639	-0.0627	0.0167	-0.1266
1:1.2	-0.1218	-0.0614	-0.0772	0.0167	-0.1386
1:1.3	-0.1355	-0.0591	-0.0931	0.0167	-0.1522
1:1.4	-0.1510	-0.0569	-0.1107	0.0166	-0.1676
1:1.5	-0.1685	-0.0549	-0.1300	0.0165	-0.1849
1:1.6	-0.1873	-0.0530	-0.1506	0.0163	-0.2036
1:1.7	-0.2080	-0.0513	-0.1728	0.0162	-0.2241
1:1.8	-0.2310	-0.0498	-0.1972	0.0160	-0.2470
1:1.9	-0.2552	-0.0483	-0.2228	0.0158	-0.2711
1:2.0	-0.2813	-0.0469	-0.2500	0.0156	-0.2969
	$\times p l_1^2$	$\times p l_1^2$	$\times p l_1^2$	$\times p l_1^2$	$\times p l_1^2$

(valjda je jasno da je M_1 od opterećenja u polju L_3 isto što i M_2 od opterećenja u polju L_1)
Dakle, za opterećenje $p_1 = 60 \text{ kN/m}$ u prvom polju sledi:

$$M_1 = -0.0569 \times 60 \times 5.0^2 = -85.4 \text{ kNm (zateže GORNJU ivicu preseka)}$$

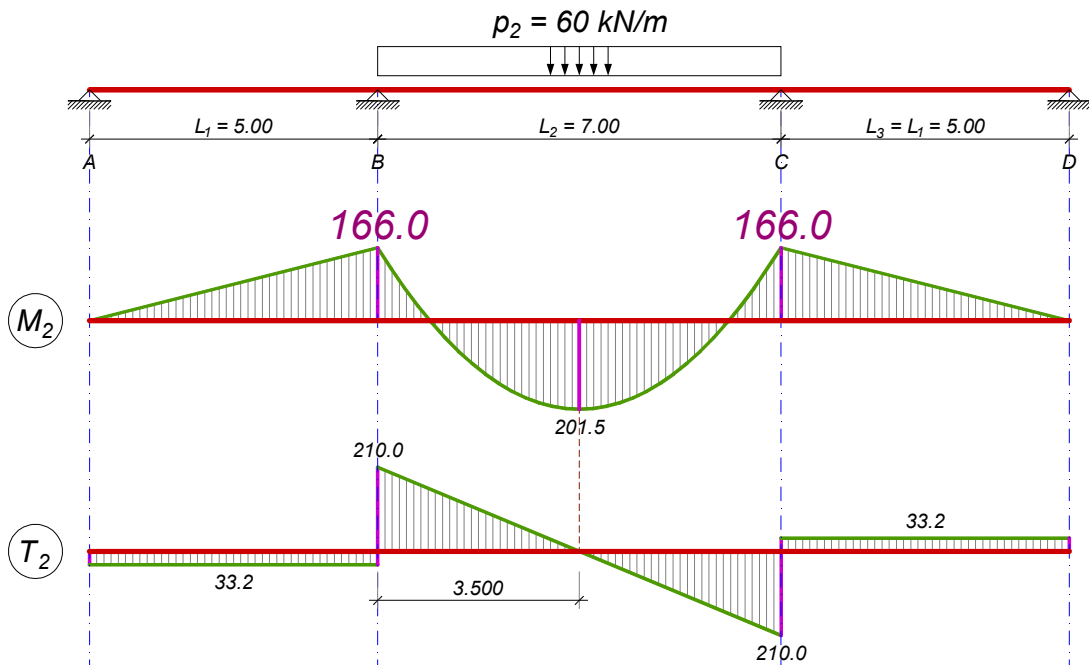
$$M_2 = 0.0166 \times 60 \times 5.0^2 = 24.9 \text{ kNm (zateže DONJU ivicu preseka)}$$



Cifre koje su BITNE, potrebne, neophodne su dvaput krupnije od ostalih - dva oslonačka momenta. Ostale vrednosti (zasad ili uopšte) nije potrebno računati.

Dalje, za opterećenje $p_2 = 60 \text{ kNm}$ u srednjem polju sledi:

$$M_1 = M_2 = -0.1107 \times 60 \times 5.0^2 = -166.0 \text{ kNm (zateže GORNJU ivicu preseka)}$$

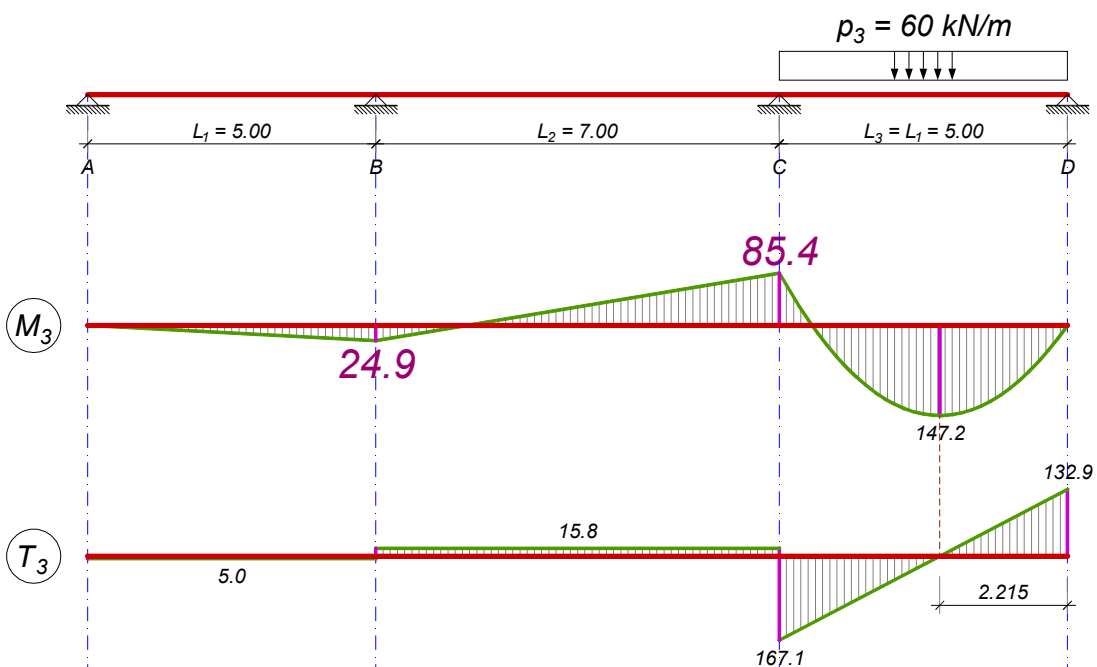


Opet važi ista napomena o BITNIM vrednostima.

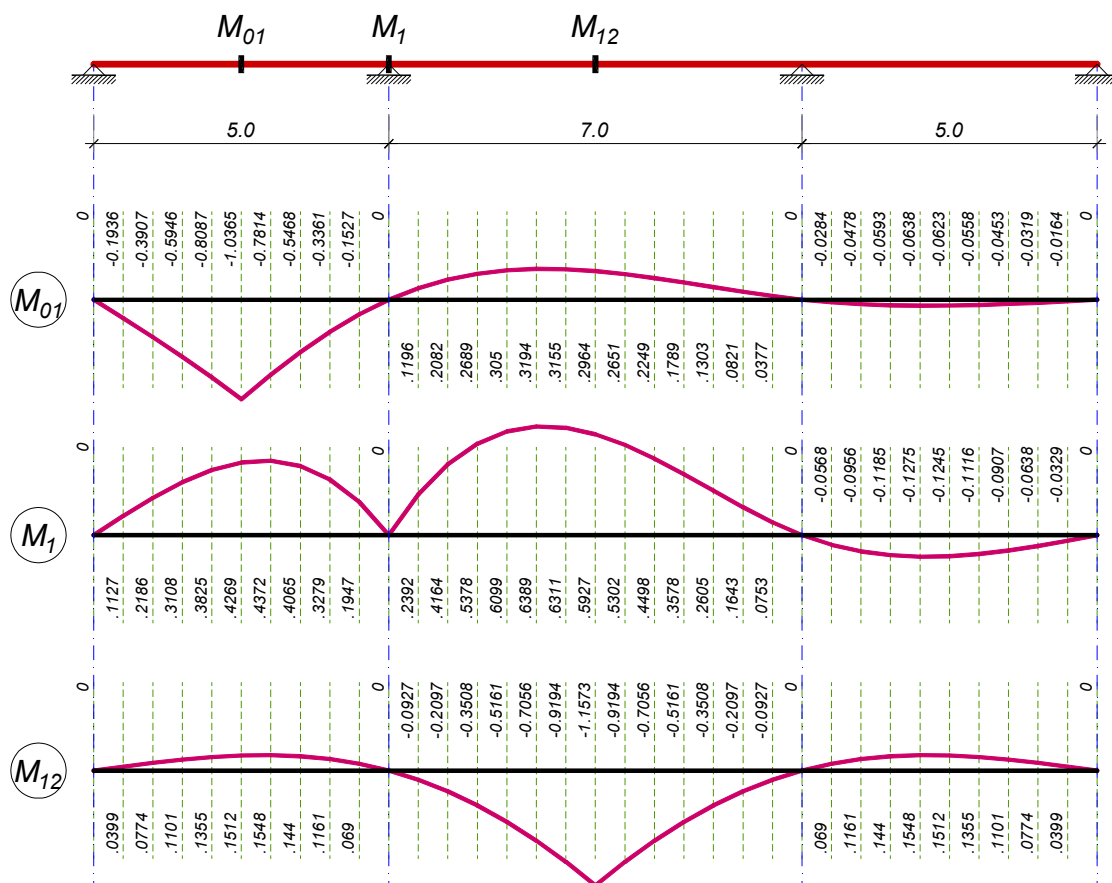
Sa prethodna dva dijagrama momenata se može zaključiti:

- da bismo dobili maksimalni moment savijanja u prvom (trećem) polju, potrebno je opteretiti OBA krajnja polja
- da bismo dobili maksimalni moment savijanja u srednjem polju, potrebno je opteretiti samo to polje, a krajnja ostaviti neopterećena
- da bismo dobili maksimalni oslonački moment savijanja, potrebno je opteretiti dva susedna polja (za oslonac M_1 to su polja L_1 i L_2).

Ukoliko ima problema oko sagledavanja slučaja kad je opterećeno treće polje:



Nek oprostite oni koje poslenja opaska (dijagram) vreađ. Ali su u neubedljivoj većini. Inače, do ovih položaja opterećenja je trebalo da dođete preko uticajnih linija:



No, da ne budemo previše ambiciozni. Može i pomoću tablica.

Posebno se napominje, kod korišćenja tablica, da se pažljivo PROČITA sa kojom vrednošću se množi koeficijent za oslončki moment. Kod tablice iz BAB koju koristimo, to je vrednost $p_i \times L_1^2$ (odgovarajuće opterećenje, a MANJI, odnosno KRAJNJI raspon). Sa ovim je trebalo da se upoznate kod kontinualnog nosača na DVA polja (tablica sa strane 519), treći zadatak sa četvrtog lista godišnjeg zadatka. Ah, elaborat ...

Vreme je da zasučemo rukave, odnosno da uključite štoperice. Posebno se odnosi na one koji odgovorno tvrde da »statika« nije mogla da se uradi za manje od sat.

Presek na osloncu

povremeno opterećenje (opterećenje u prvom i drugom polju)

$$M_{1,p1} = -0.0569 \times 60 \times 5.0^2 = -85.4 \text{ kNm} \quad (p_1 = 60 \text{ kN/m u prvom polju})$$

$$M_{1,p2} = -0.1107 \times 60 \times 5.0^2 = -166.0 \text{ kNm} \quad (p_2 = 60 \text{ kN/m u drugom polju})$$

$$M_{1,p1+p2} = -(85.4 + 166.0) = -251.4 \text{ kNm} \quad (\text{zateže GORNJU ivicu preseka})$$

stalno opterećenje (opterećenje po čitavom rasponu)

$$M_{1,g1+g2} = -40/60 \times 254.1 = -167.6 \text{ kNm} \quad (g = 40 \text{ kN/m u prvom i drugom polju})$$

$$M_{1,g3} = 0.0166 \times 40 \times 5.0^2 = 16.6 \text{ kNm} \quad (g_3 = 40 \text{ kN/m u trećem polju)}^1$$

$$M_{1,g} = -167.6 + 16.6 = -151.0 \text{ kNm} \quad (\text{zateže GORNJU ivicu preseka})$$

¹ Ovaj moment odgovara momentu M_2 kad je opterećeno prvo polje

$$M_{u,1} = 1.6 \times 151.0 + 1.8 \times 251.4 = 694.1 \text{ kNm}$$

Dalje (valjda) znate. Zaustavite štoperice jer ovo NIJE statika.

Presek je pravougaoni širine B , ili »T« sa odnosom $B/b < 5$. Imate primere za oboje. Pretpostavite prvo, lakše je. Ako nije, uradite pomoću tabela sa $b_i = \kappa \times B$, ne mora analitički. Vrednost L_0 , potrebnu za određivanje širine B , slobodno procenite. Da ne računate razmak nultih tačaka M_u dijagrama za ovu kombinaciju (ovde je to dužina zone NEGATIVNIH momenata - ploča je dole). Dakle, prihvatljivo je: »procenjujem $L_0 = 0.2 \times (L_1 + L_2) = 2.40 \text{ m}$ «.

Presek u srednjem polju

$$M_{1,g} = -151.0 \text{ kNm} = M_{2,g}$$

$$M_{1,p} = M_{2,p} = -0.1107 \times 60 \times 5.0^2 = -166.0 \text{ kNm (opterećenje samo u srednjem polju)}$$

$$M_{1,u} = 1.6 \times (-151.0) + 1.8 \times (-166.0) = -540.3 \text{ kNm}$$

$$q_u = 1.6 \times 40 + 1.8 \times 60 = 172 \text{ kN/m}$$

$$M_{1-2,u} = -540.3 + 172 \times 7.0^2 / 8 = 513.1 \text{ kNm}$$

Presek u krajnjem polju

Potrebno je naći presek sa maksimalnim graničnim momentom M_u . Kako se maksimumi momenata M_g i M_p ne javljaju u istim presecima, nije ih ni potrebno računati.

$$M_{1,g} = -151.0 \text{ kNm} = M_{2,g}$$

$$M_{1,p} = M_{2,p} = -85.4 + 24.9 = -60.5 \text{ kNm (opt. } p_1 + p_3)$$

$$M_{1,u} = 1.6 \times (-151.0) + 1.8 \times (-60.5) = -350.4 \text{ kNm}$$

$$q_u = 1.6 \times 40 + 1.8 \times 60 = 172 \text{ kN/m}$$

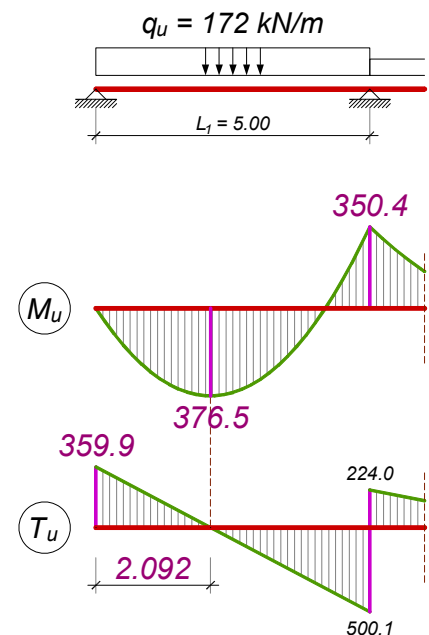
$$A_u \times L_1 - \frac{q_u \times L_1^2}{2} = M_{u1}$$

$$A_u \times 5.0 - \frac{172 \times 5.0^2}{2} = -350.4 \Rightarrow A_u = 359.9 \text{ kN}$$

$$x_{\max} = \frac{A_u}{q_u} = \frac{359.9}{172} = 2.092 \text{ m}$$

$$M_{u,\max} = A_u \times x_{\max} - \frac{q_u \times x_{\max}^2}{2} = 359.9 \times 2.092 - \frac{172 \times 2.092^2}{2}$$

$$M_{0-1,u} = 376.5 \text{ kNm}$$



Transverzalne sile

Zadatkom je definisan položaj povremenog opterećenja koji treba analizirati (kombinacija koja daje max. M u srednjem polju). Vrednost oslonačkog momenta je sračunata, dok su vrednosti graničnog opterećenja po poljima:

$$q_{u1} = 1.6 \times 40 = 64 \text{ kN/m}$$

- opterećenje u prvom (trećem) polju

$$q_{u2} = 1.6 \times 40 + 1.8 \times 60 = 172 \text{ kN/m}$$

- opterećenje u drugom polju

$$M_{1,u} = 1.6 \times (-151.0) + 1.8 \times (-166.0) = -540.3 \text{ kNm}$$

$$A_u \times 5.0 - \frac{64 \times 5.0^2}{2} = -540.3 \Rightarrow A_u = 51.9 \text{ kN} = T_u^A$$

$$T_u^{B,\text{levo}} = T_u^A - q_u \times L_1 = 51.9 - 64 \times 5.0 = -268.1 \text{ kN}$$

(Valjda) je očigledno da je za ovaj (simetričan) položaj opterećenja T sila u sredini većeg raspona jednaka nuli, pa je najjednostavniji način da se sračuna sila T_u desno od B :

$$T_u^{B,desno} = \frac{q_{u2} \times L_2}{2} = \frac{172 \times 7.0}{2} = 602 \text{ kN}$$

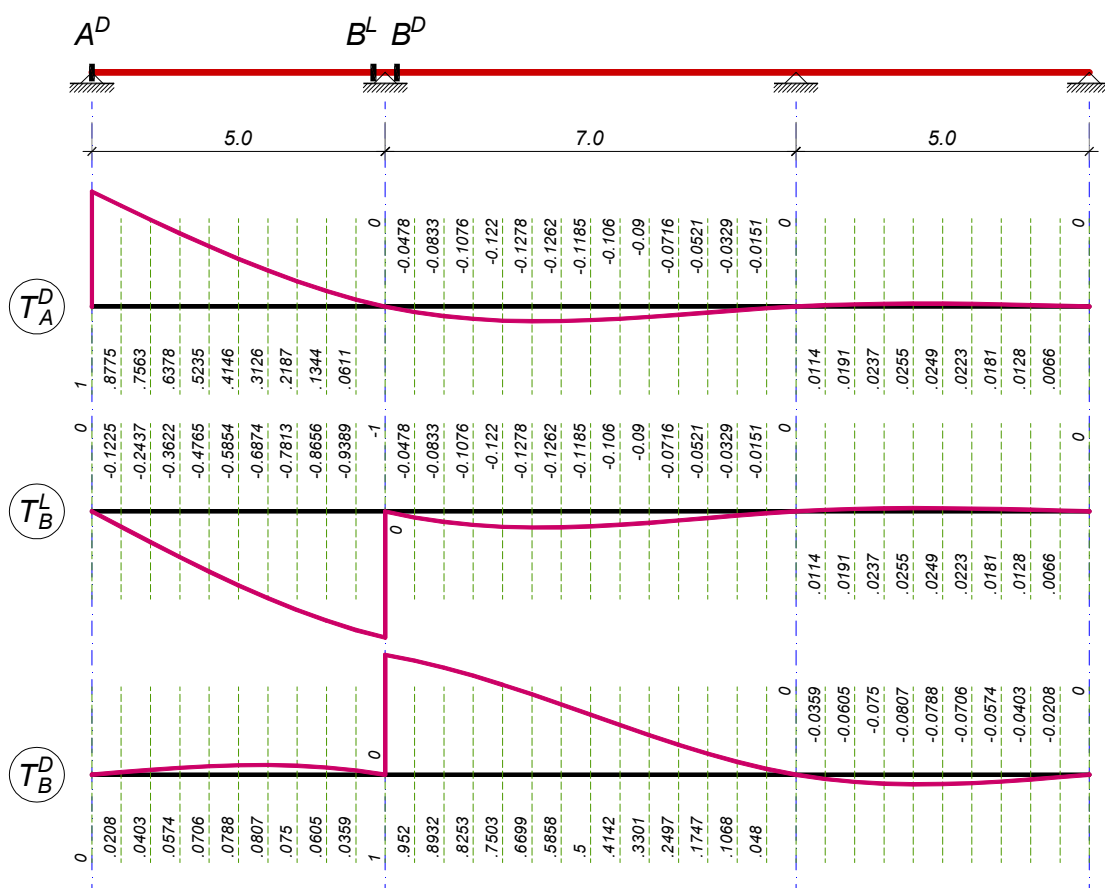
Da opterećenje nije simetrično, sračunali bi reakciju oslonca B (poznat je oslonački moment M_2 , kao i reakcija A) i dobili T silu u preseku B^{levo} kao razliku reakcije B i sračunate T sile u preseku B^{desno} . Pokušajte sami.

Štopericu možete isključiti. Dve strane sa komentarima. Preko sat vremena? Preispitajte svoju uvežbanost.

Uz napomenu da su položaji opterećenja koji daju max. T sile u presecima:

- $G + P_1 + P_3$ za presek A (ujedno, max. M u prvom polju)
- $G + P_1 + P_2$ za preseke B levo i desno (kao i oslonački M_1)

Ko ne veruje – uticajne linije:



A ako je slučajno srednji raspon MANJI od krajnjih? Zaboravite ovu tablicu, uradite npr. metodu sila i dobićete vrednosti oslonačkih momenata savijanja:

- za opterećeno KRAJNJE polje L_1 :

$$M_1 = -\frac{p_1 \times L_1^3}{2} \times \frac{L_1 + L_2}{4 \times L_1^2 + 8 \times L_1 \times L_2 + 3 \times L_2^2} ; M_2 = -M_1 \times \frac{L_2}{2 \times (L_1 + L_2)}$$

- za opterećeno SREDNJE polje L_2 :

$$M_1 = -\frac{p_2 \times L_2^3}{2} \times \frac{1}{2 \times (2 \times L_1 + 3 \times L_2)} = M_2$$

Ja bih ipak proverio ove izraze, štamparske greške su moguće. A ako su rasponi L_1 i L_3 različiti? Klapejron, deco, jednačina tri momenta. Otpornost materijala.