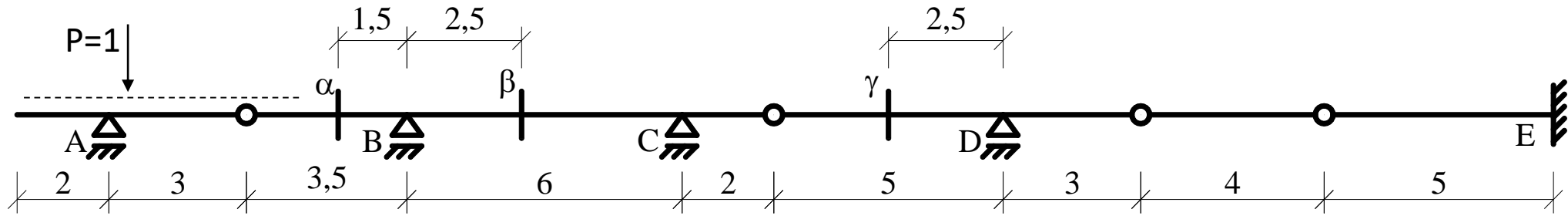


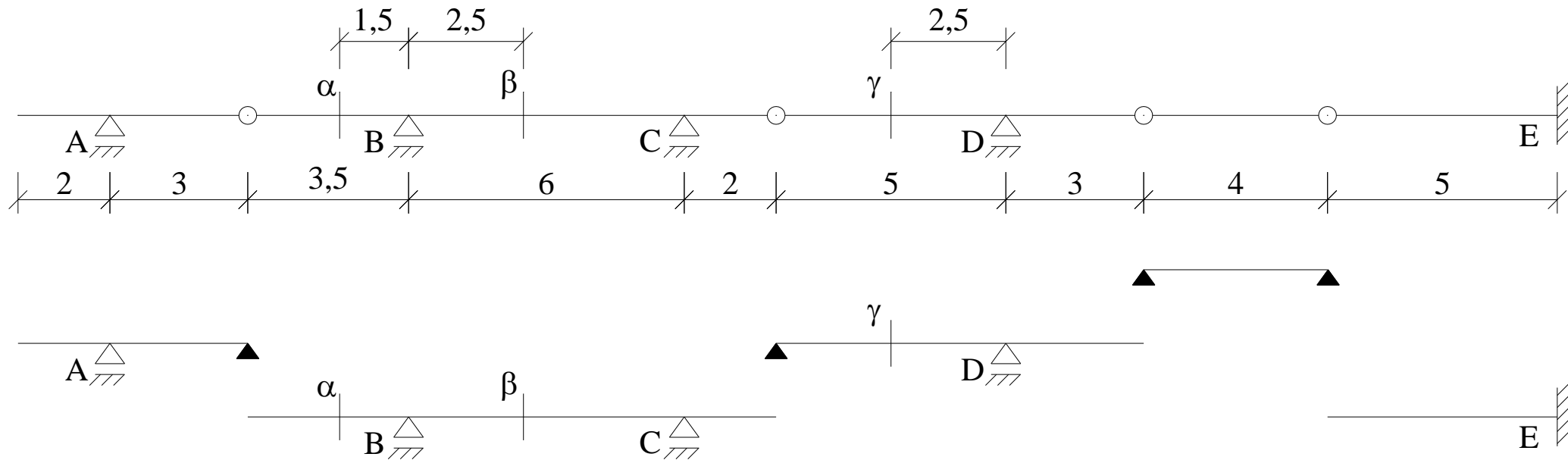
LINIE WPŁYWU BELEK GERBERA



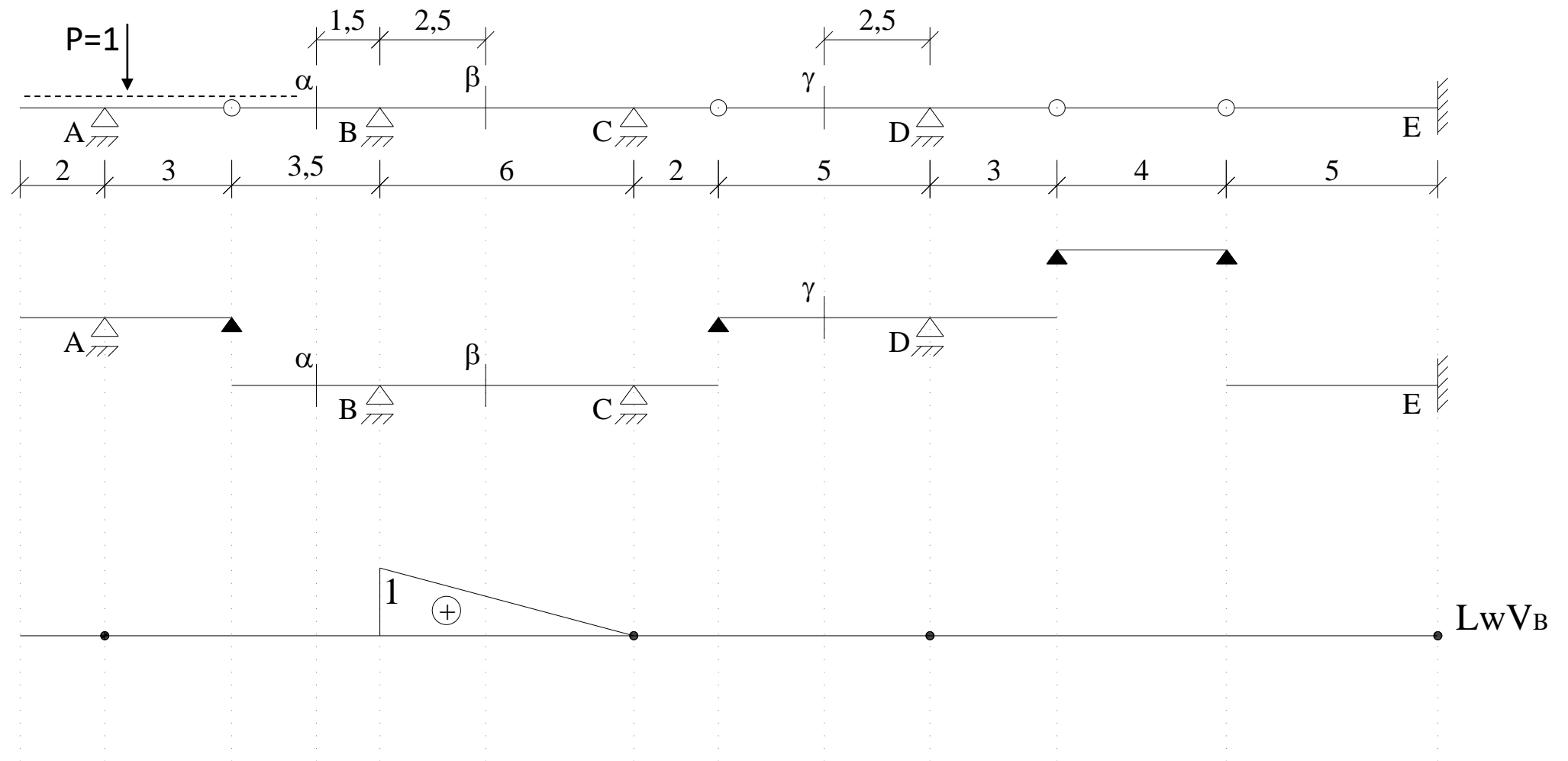
Narysować linie wpływu:

- Reakcji podporowych B, C, D, E
- Momentów podporowych B, C, E
- Sił tnących w przekrojach α , β , γ
- Sił tnących z lewej i prawej strony podpór B oraz D
- Momentów w przekrojach α , β , γ

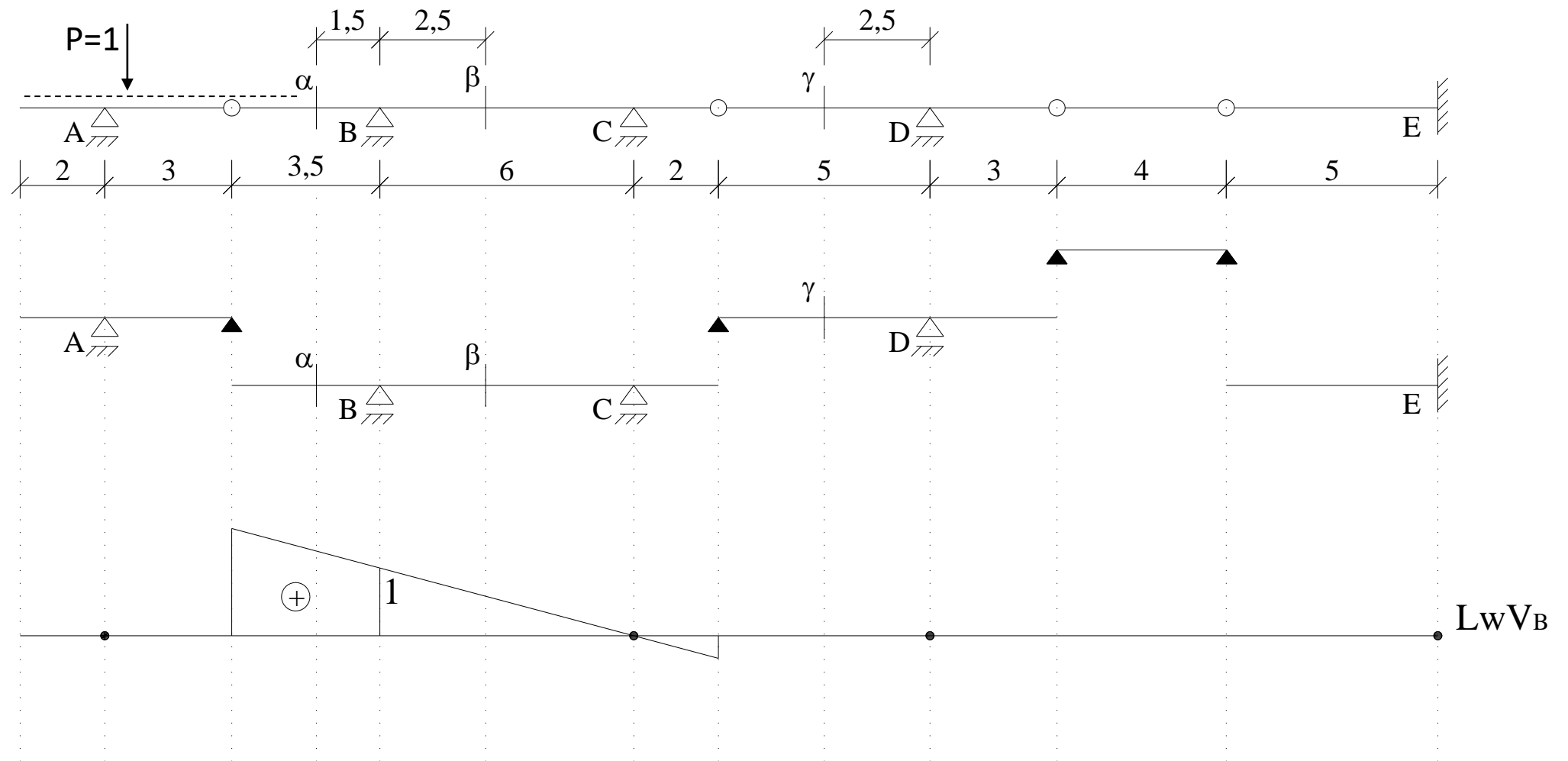
SCHEMAT PRACY BELKI GERBERA



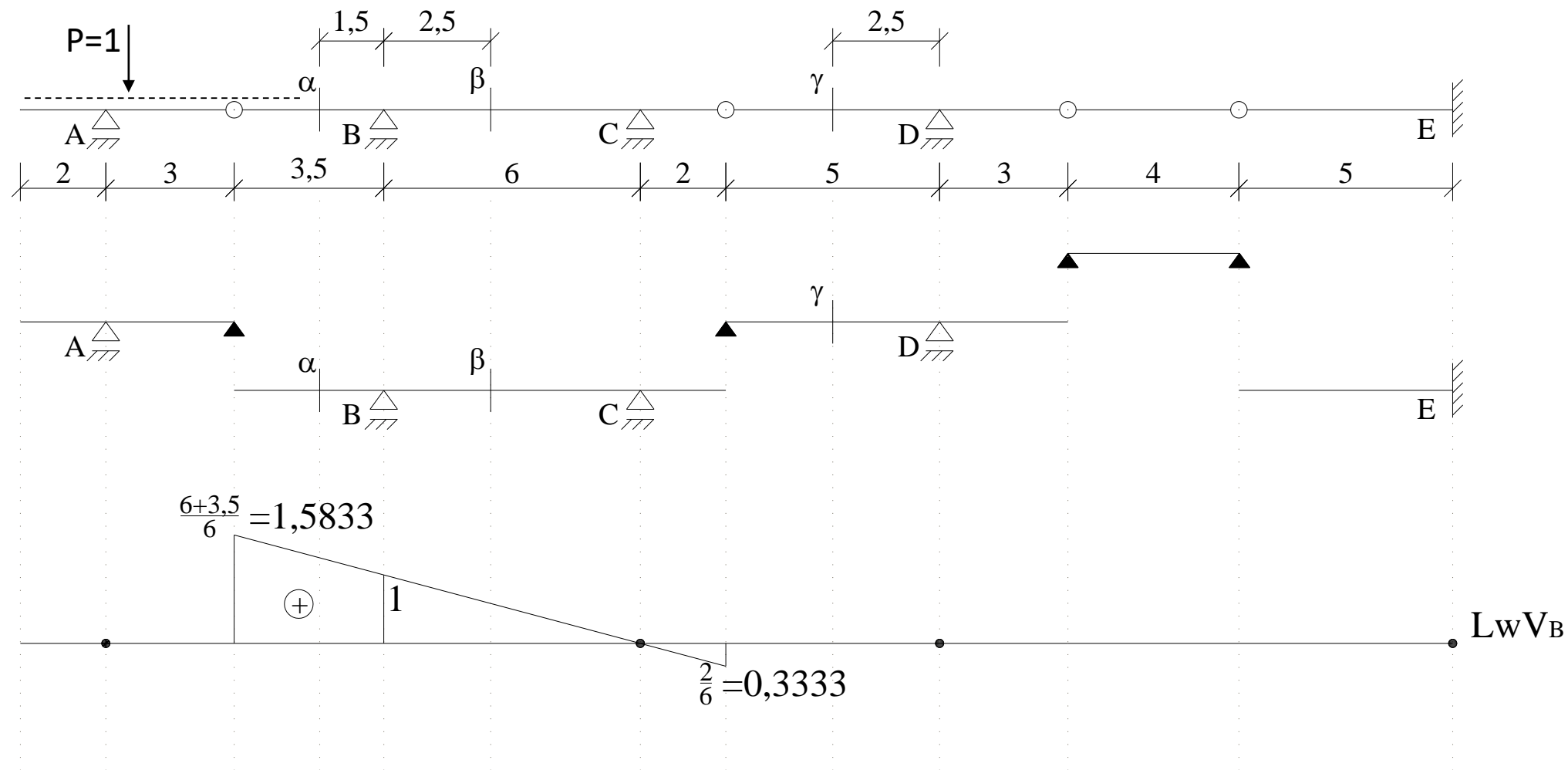
Linia wpływu reakcji V_B



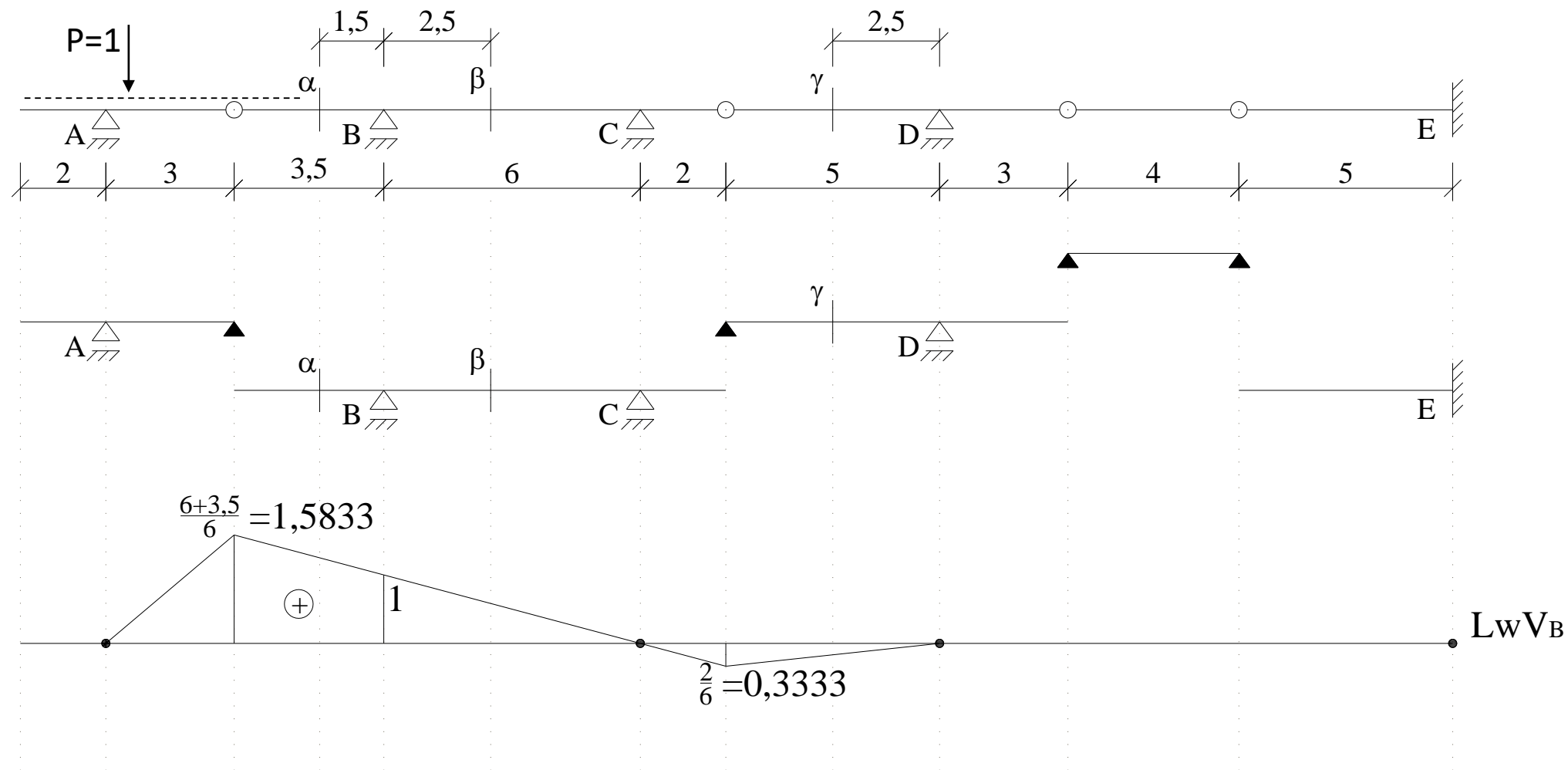
Linia wpływu reakcji V_B



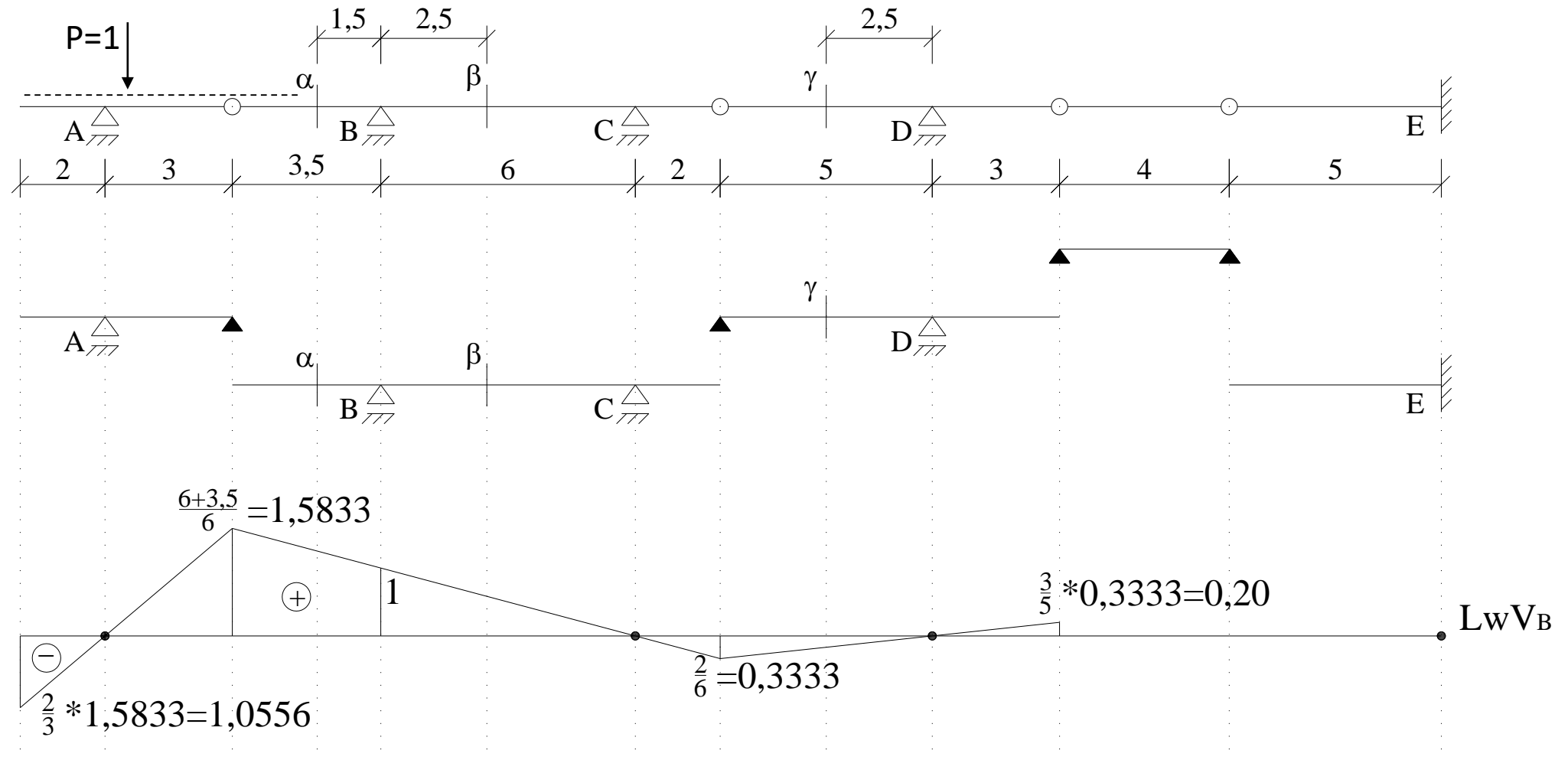
Linia wpływu reakcji V_B



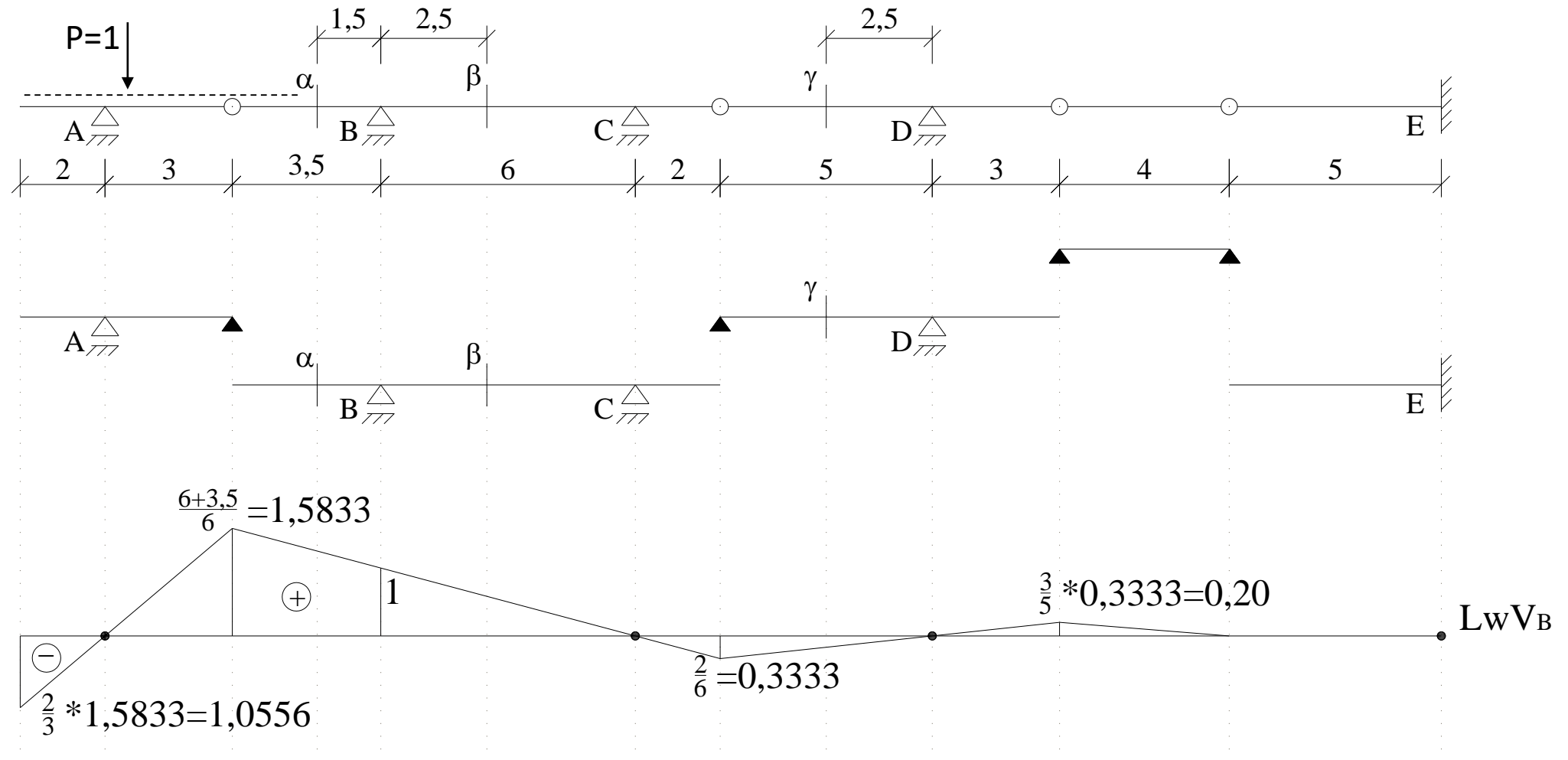
Linia wpływu reakcji V_B



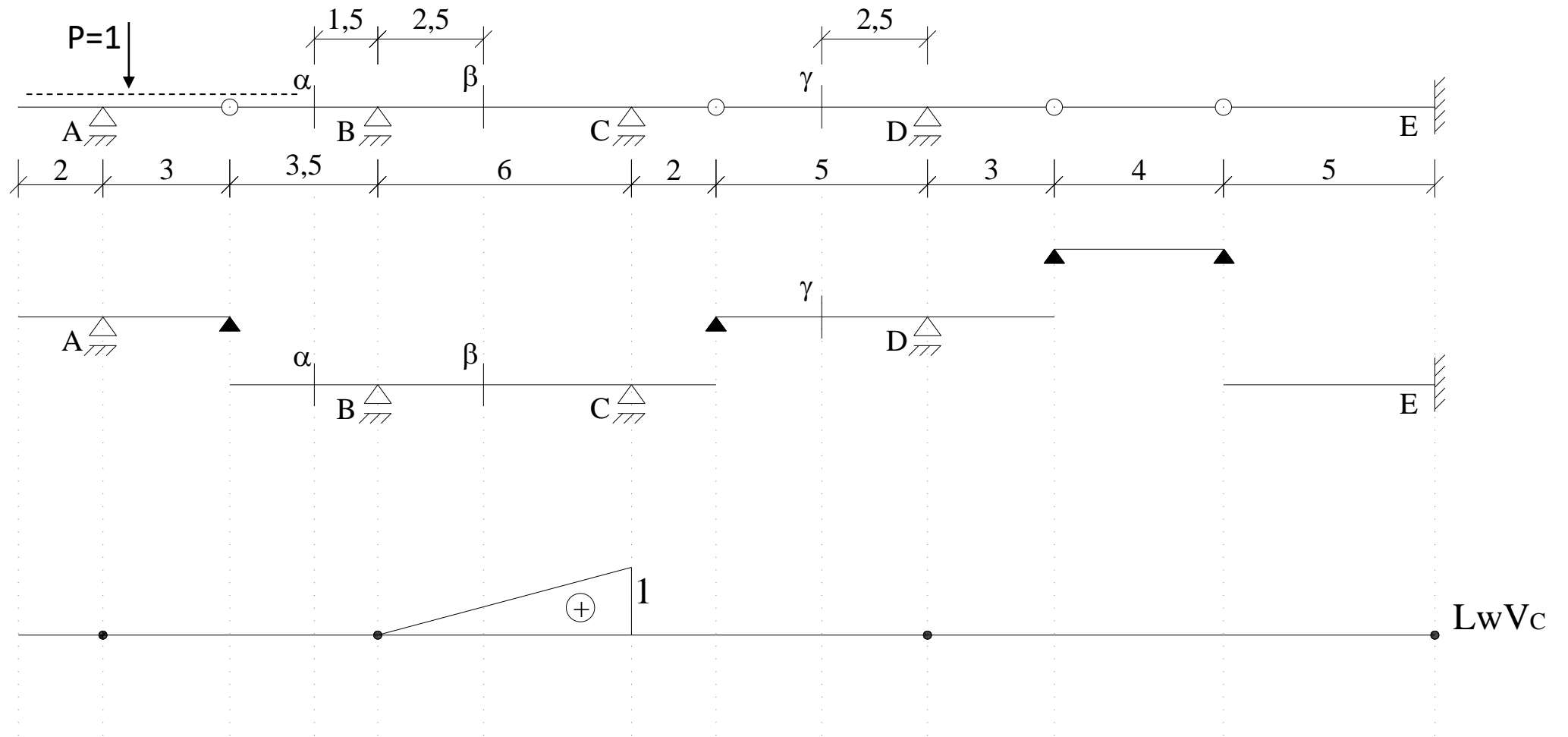
Linia wpływu reakcji V_B



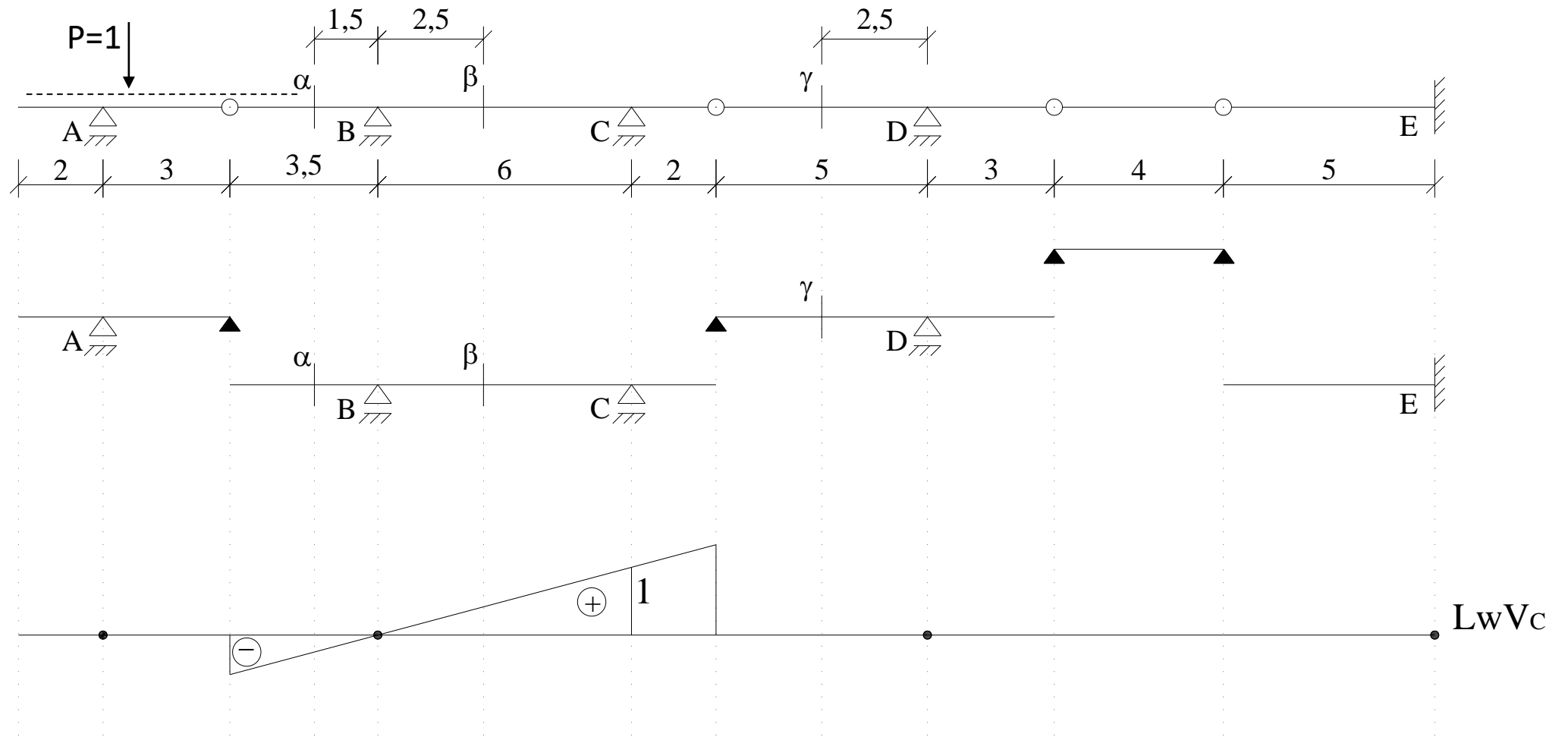
Linia wpływu reakcji V_B



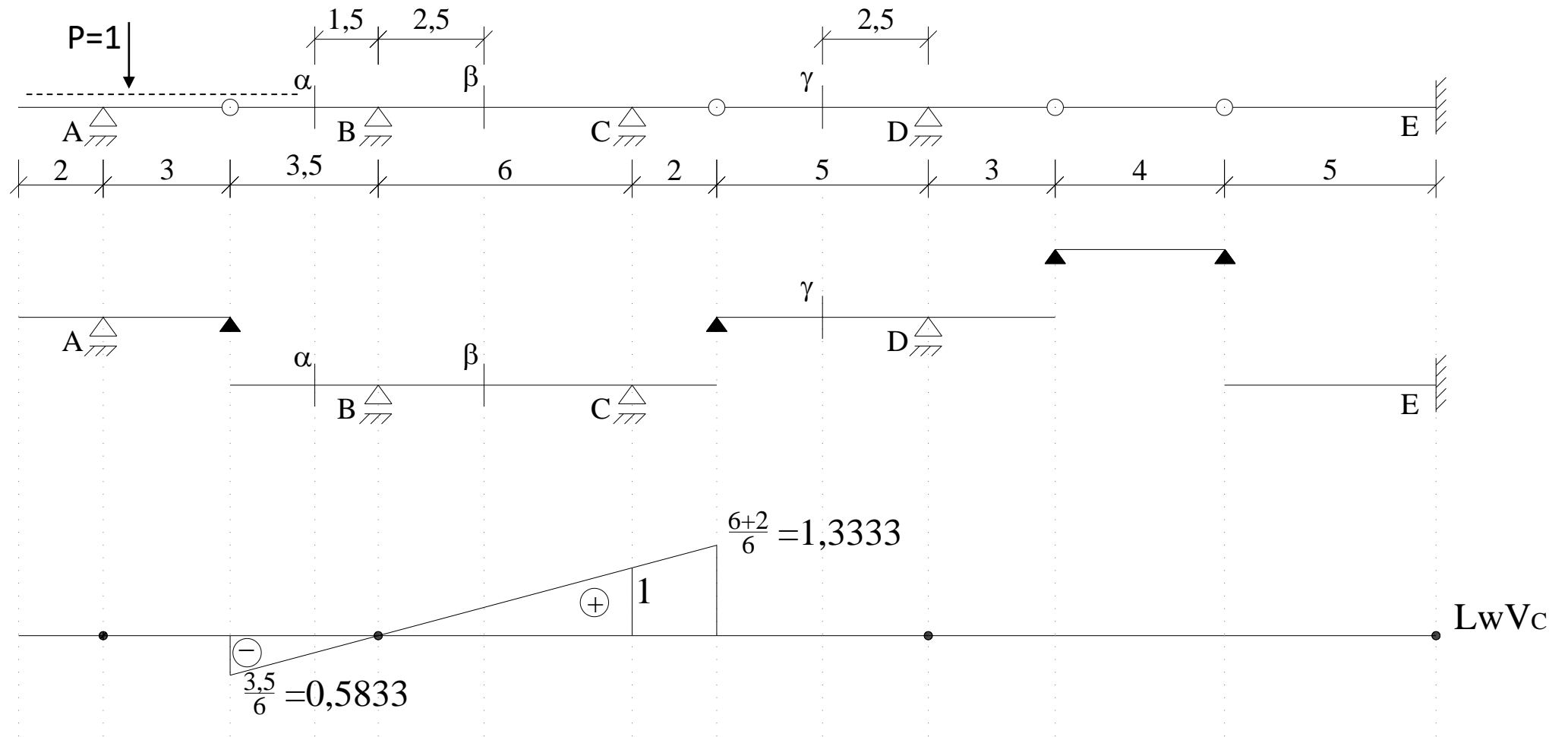
Linia wpływu reakcji V_C



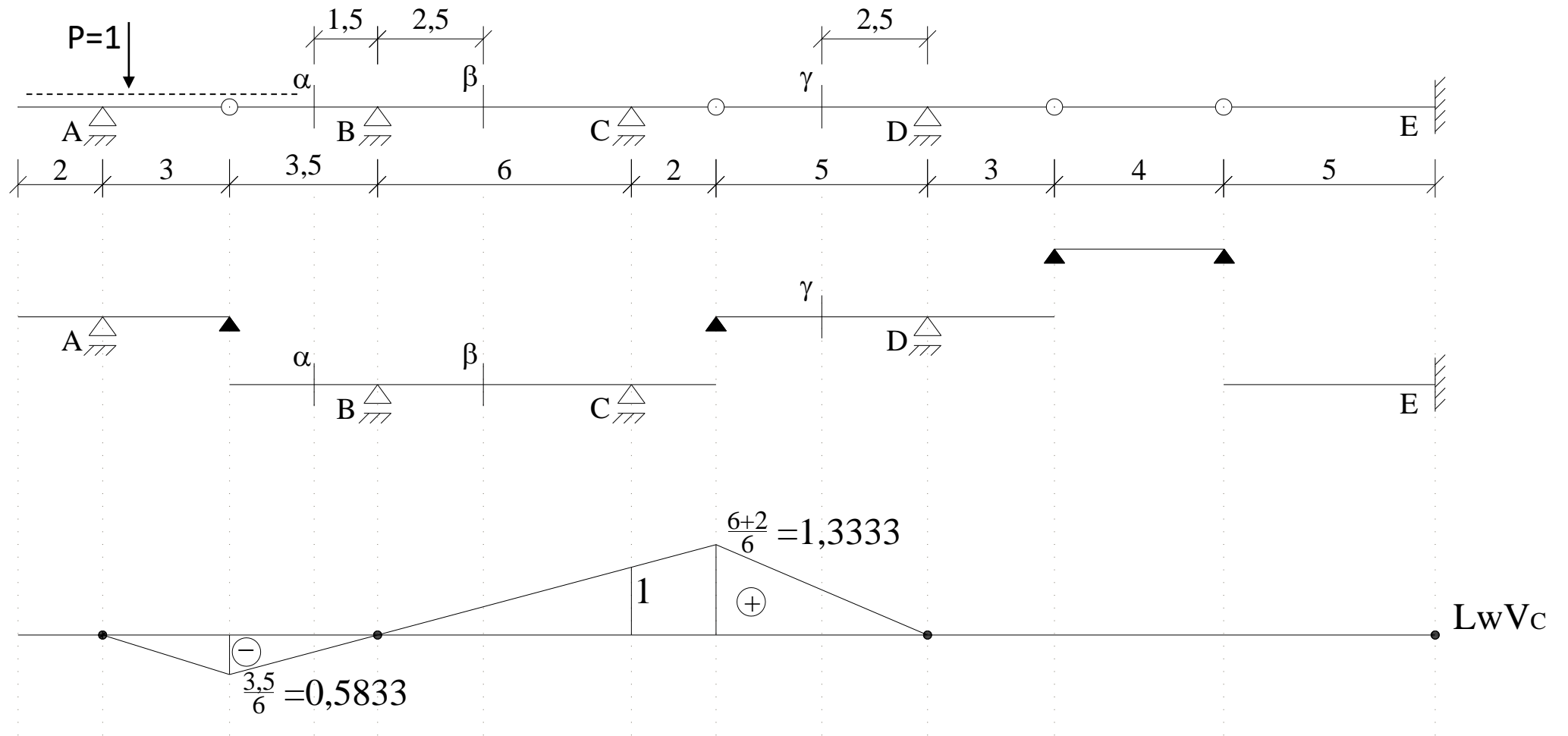
Linia wpływu reakcji V_C



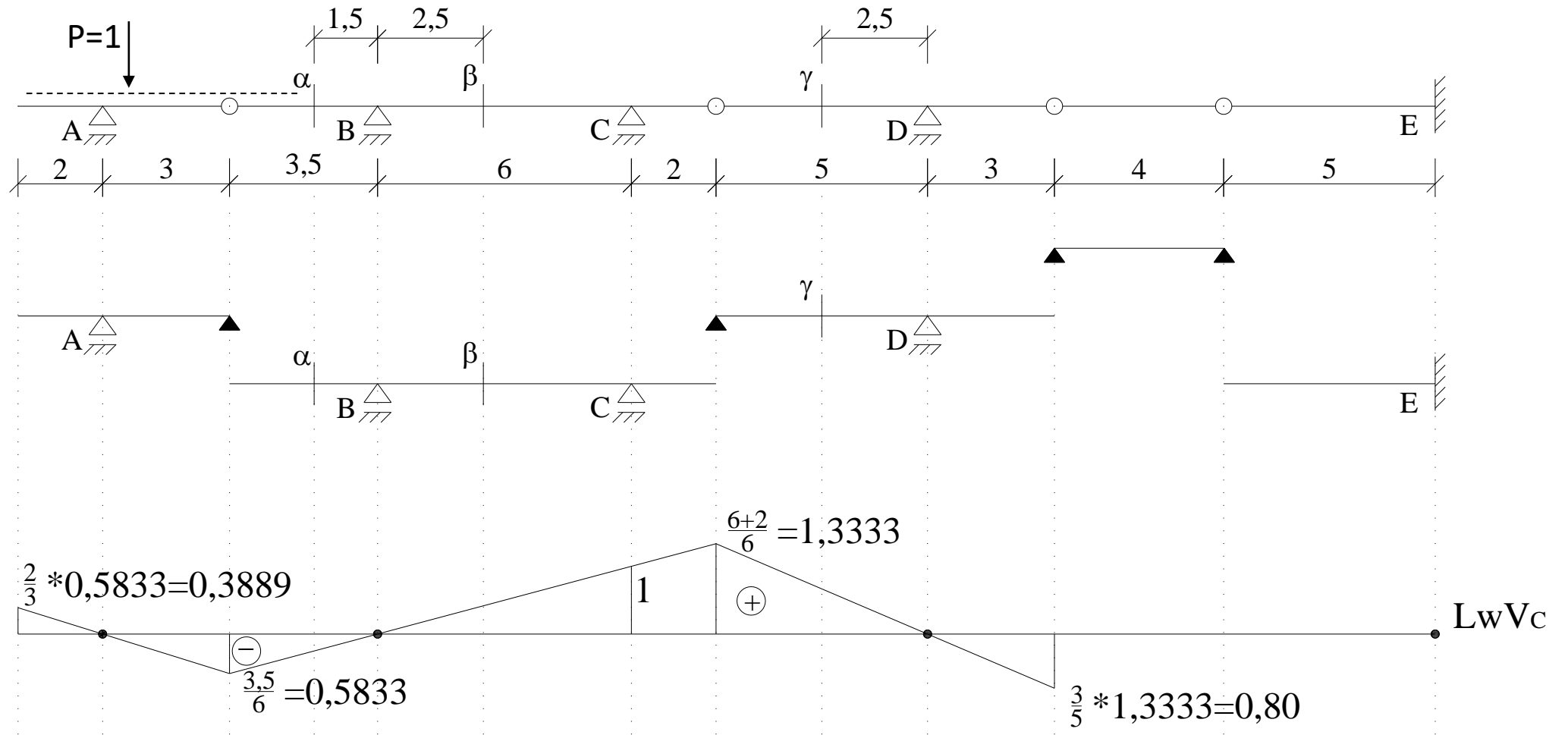
Linia wpływu reakcji V_C



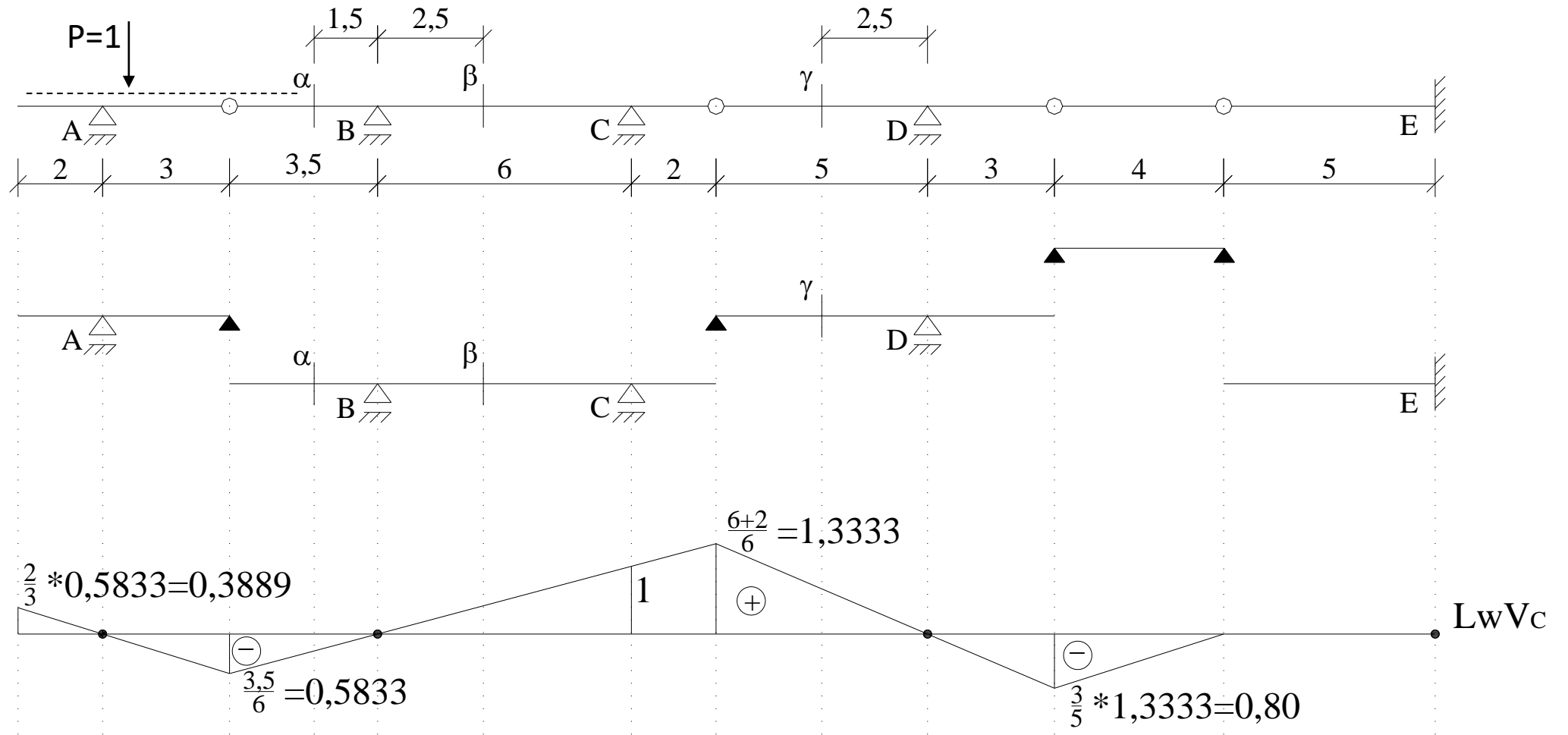
Linia wpływu reakcji V_C



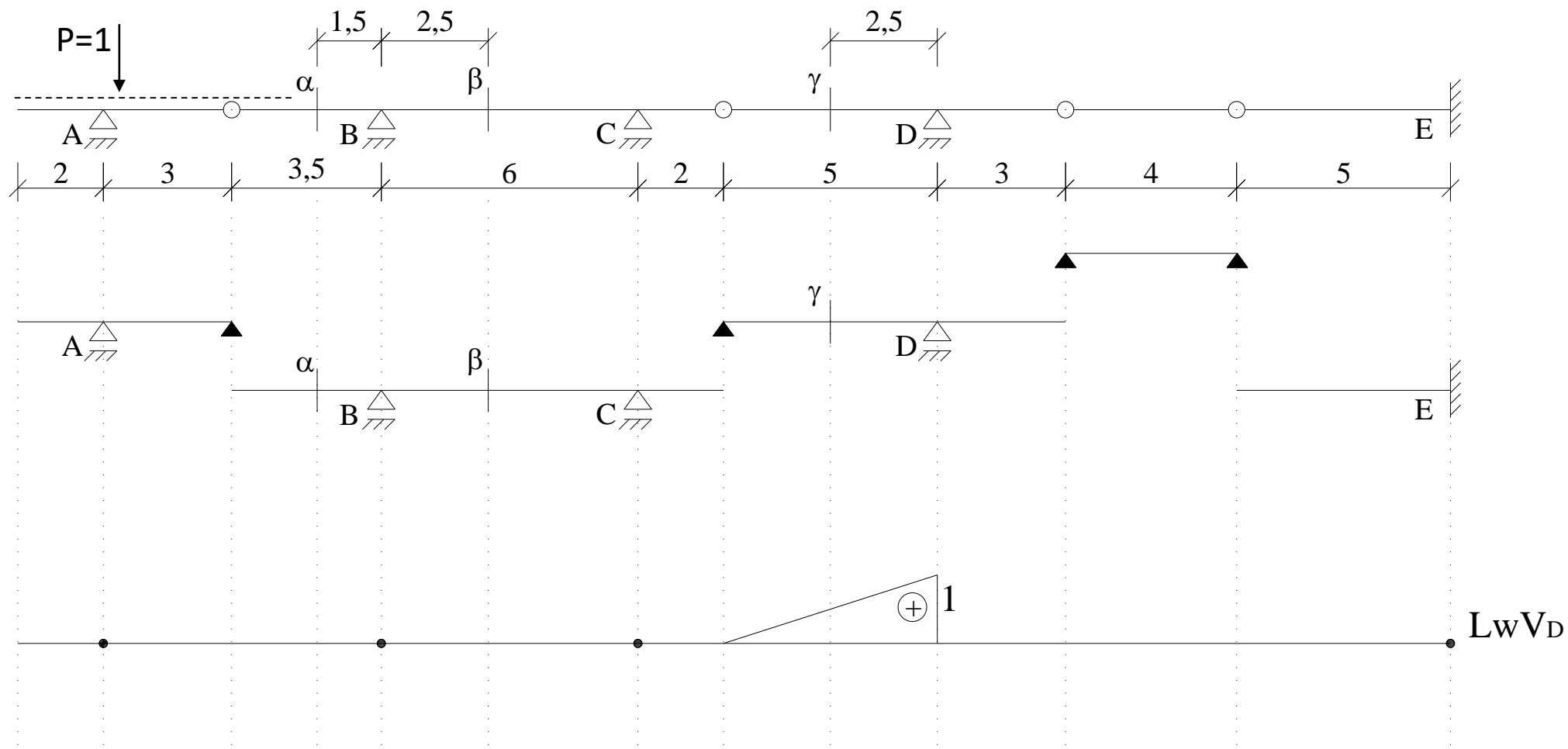
Linia wpływu reakcji V_C



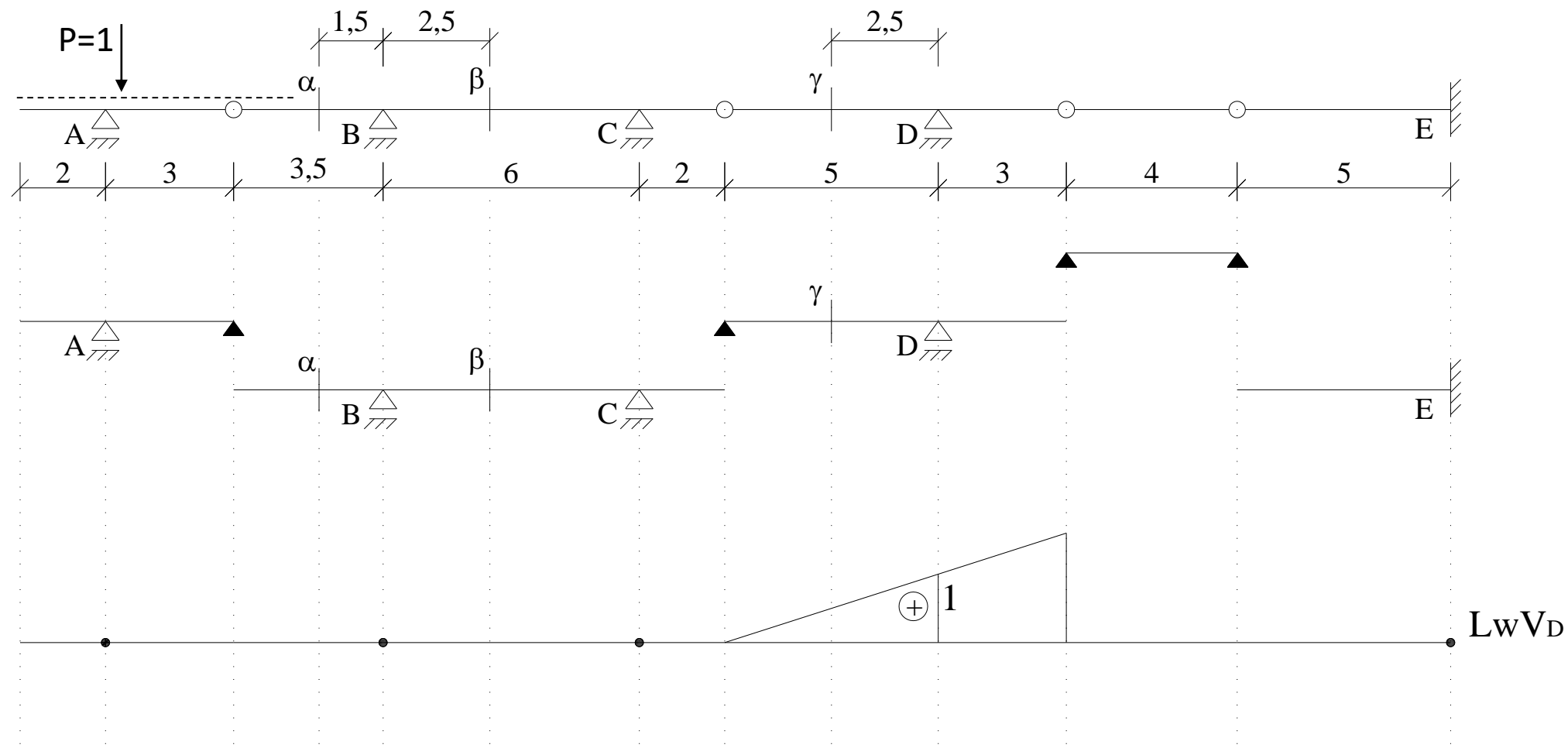
Linia wpływu reakcji V_C



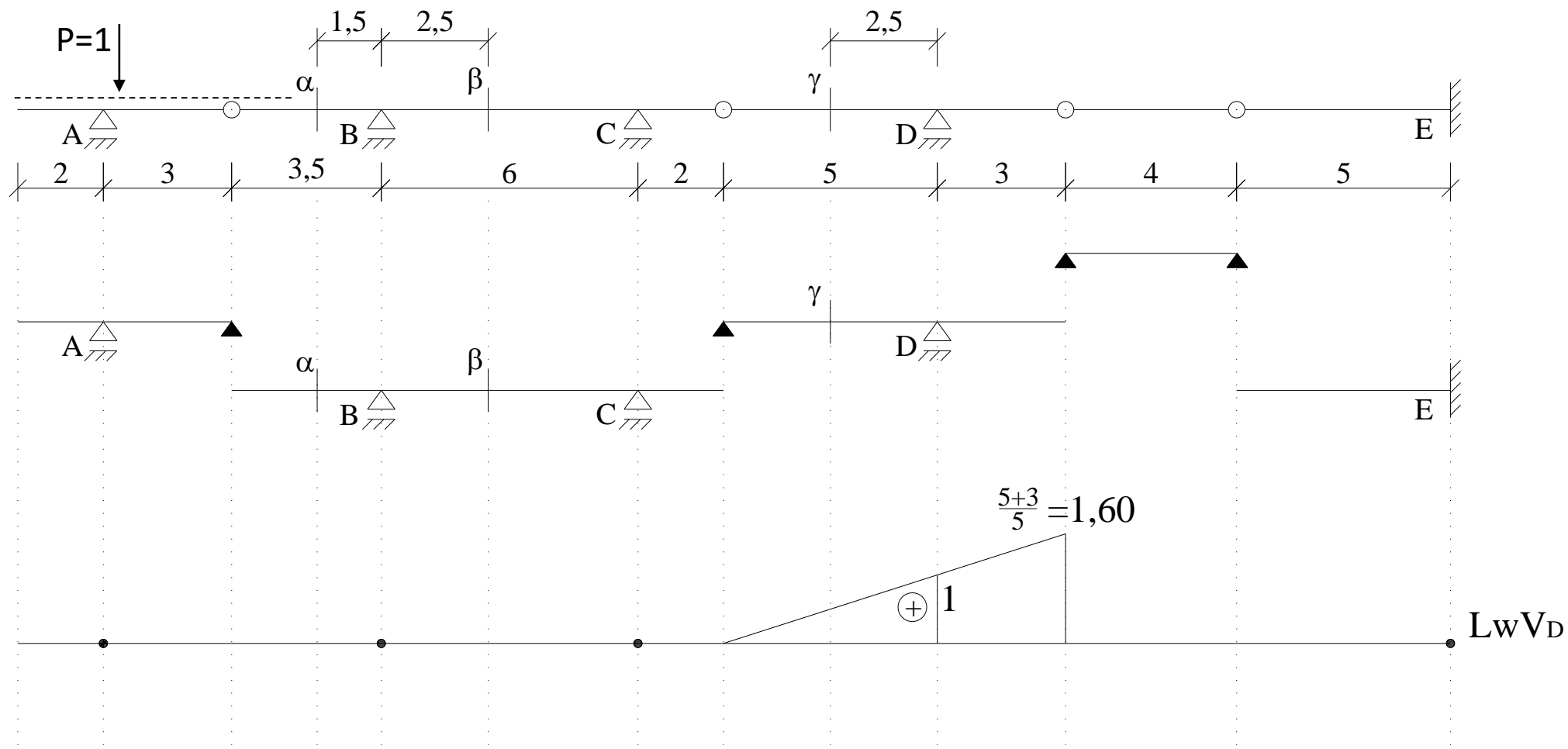
Linia wpływu reakcji V_D



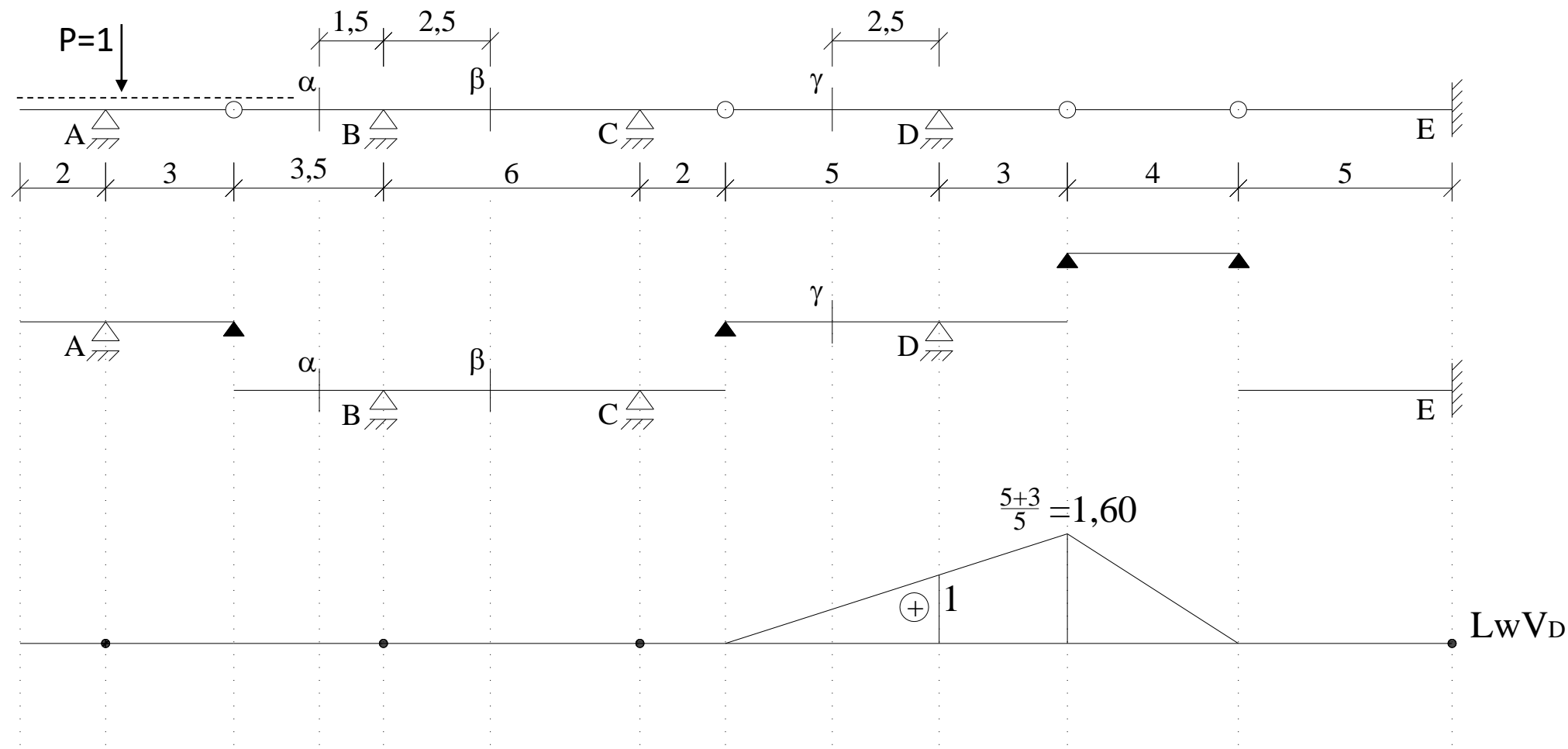
Linia wpływu reakcji V_D



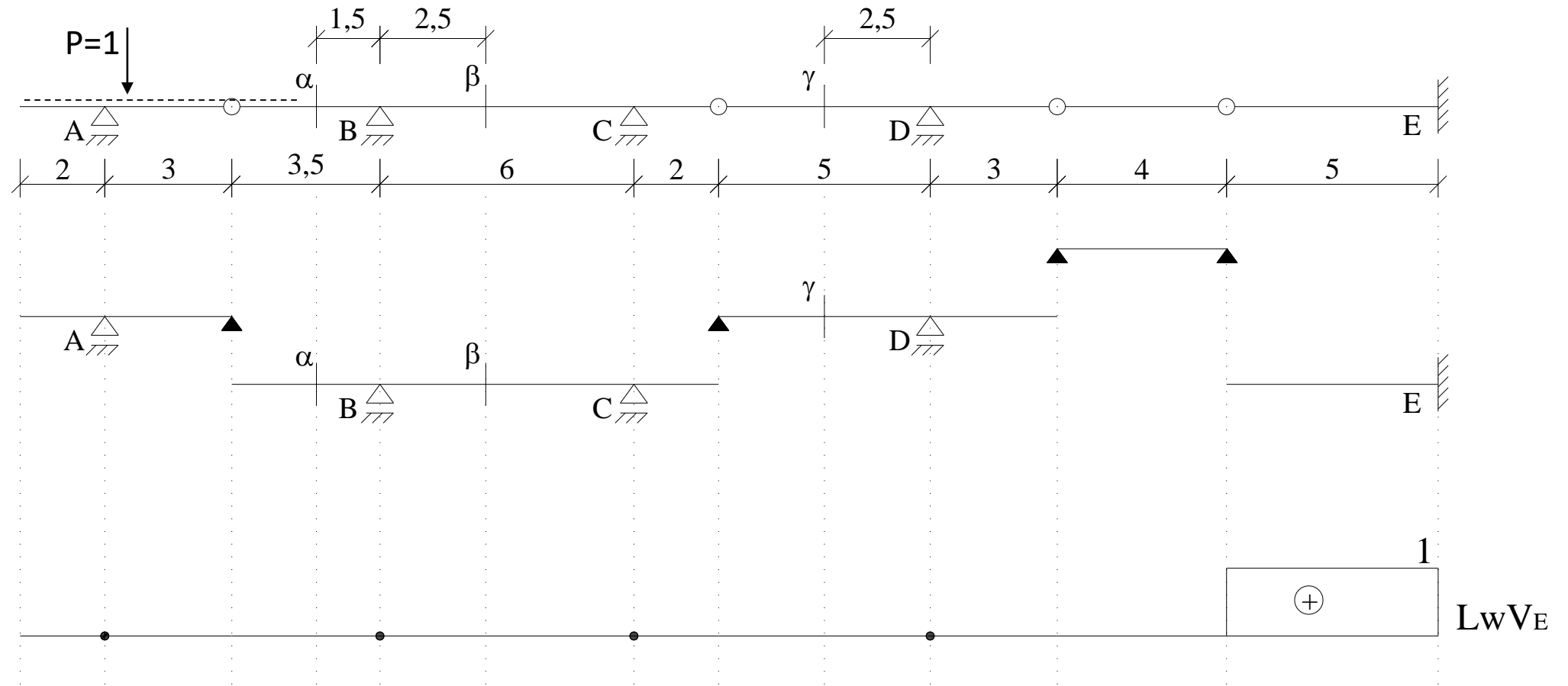
Linia wpływu reakcji V_D



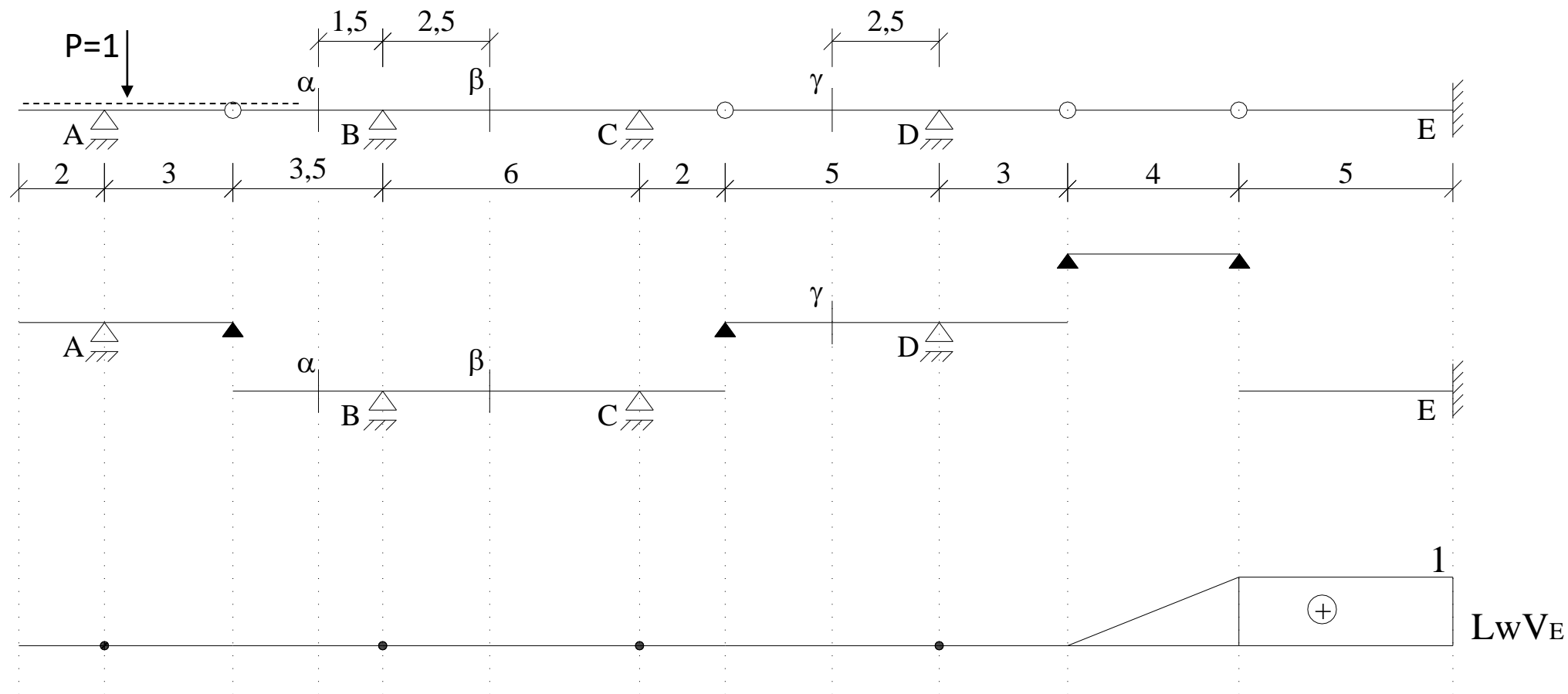
Linia wpływu reakcji V_D



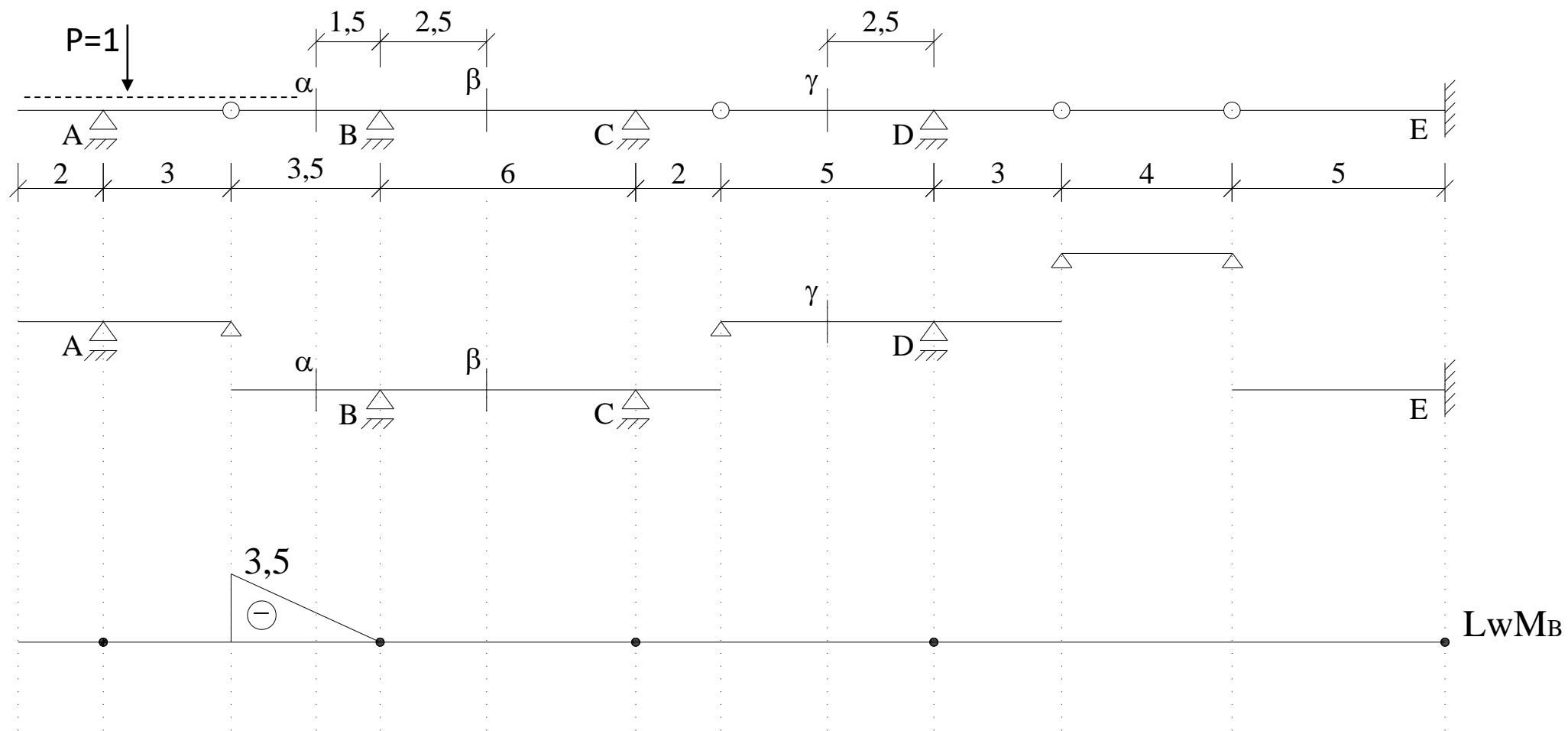
Linia wpływu reakcji V_E



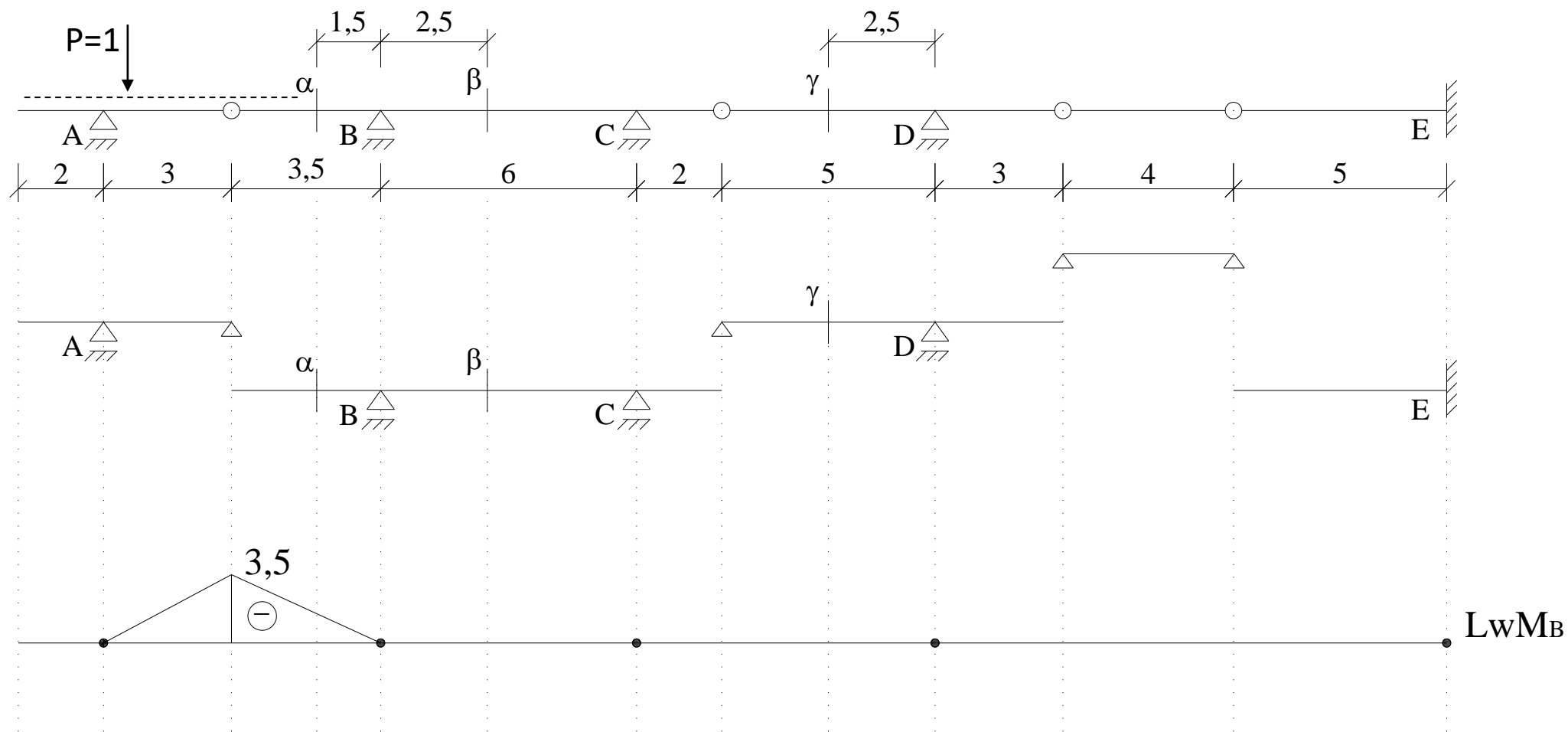
Linia wpływu reakcji V_E



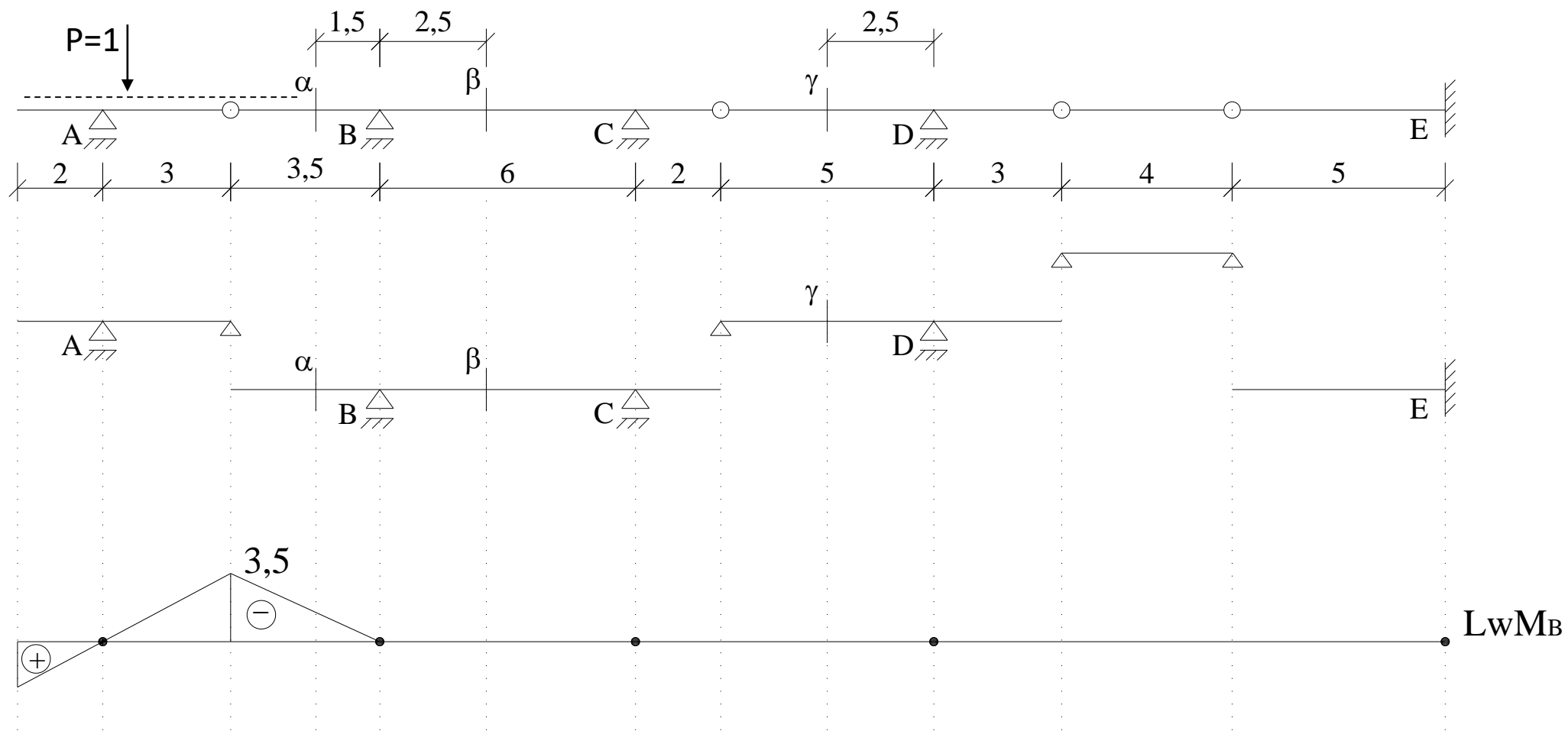
Linia wpływu momentu M_B



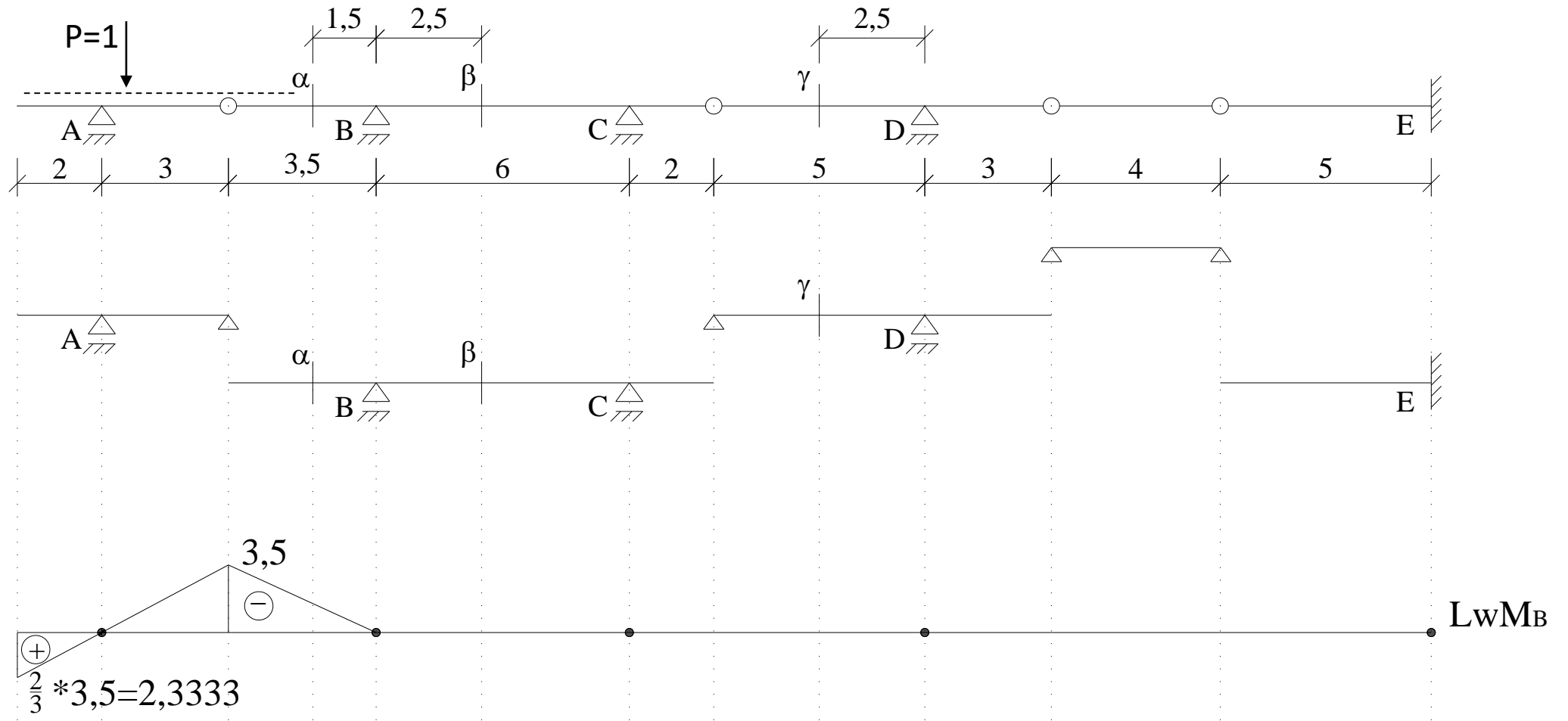
Linia wpływu momentu M_B



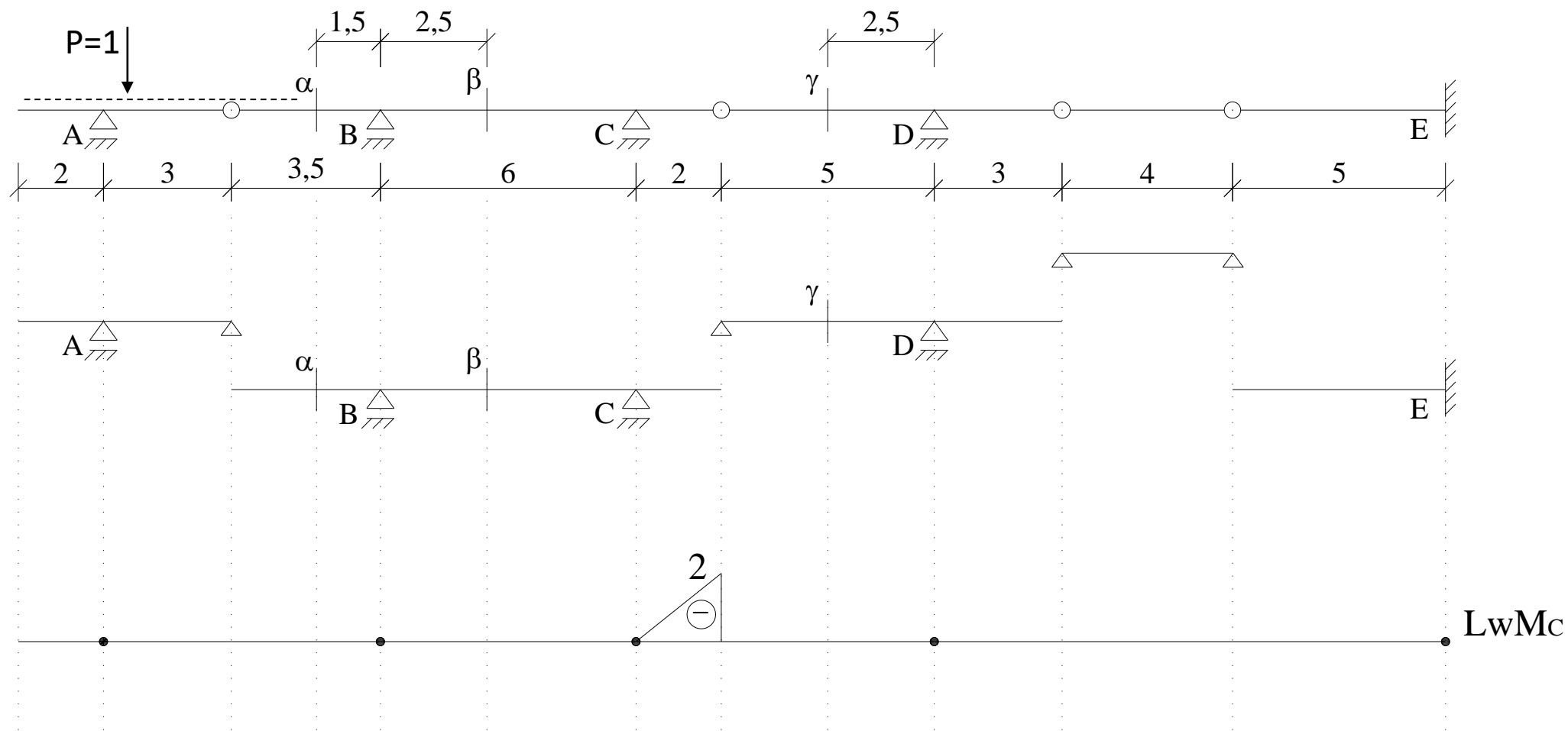
Linia wpływu momentu M_B



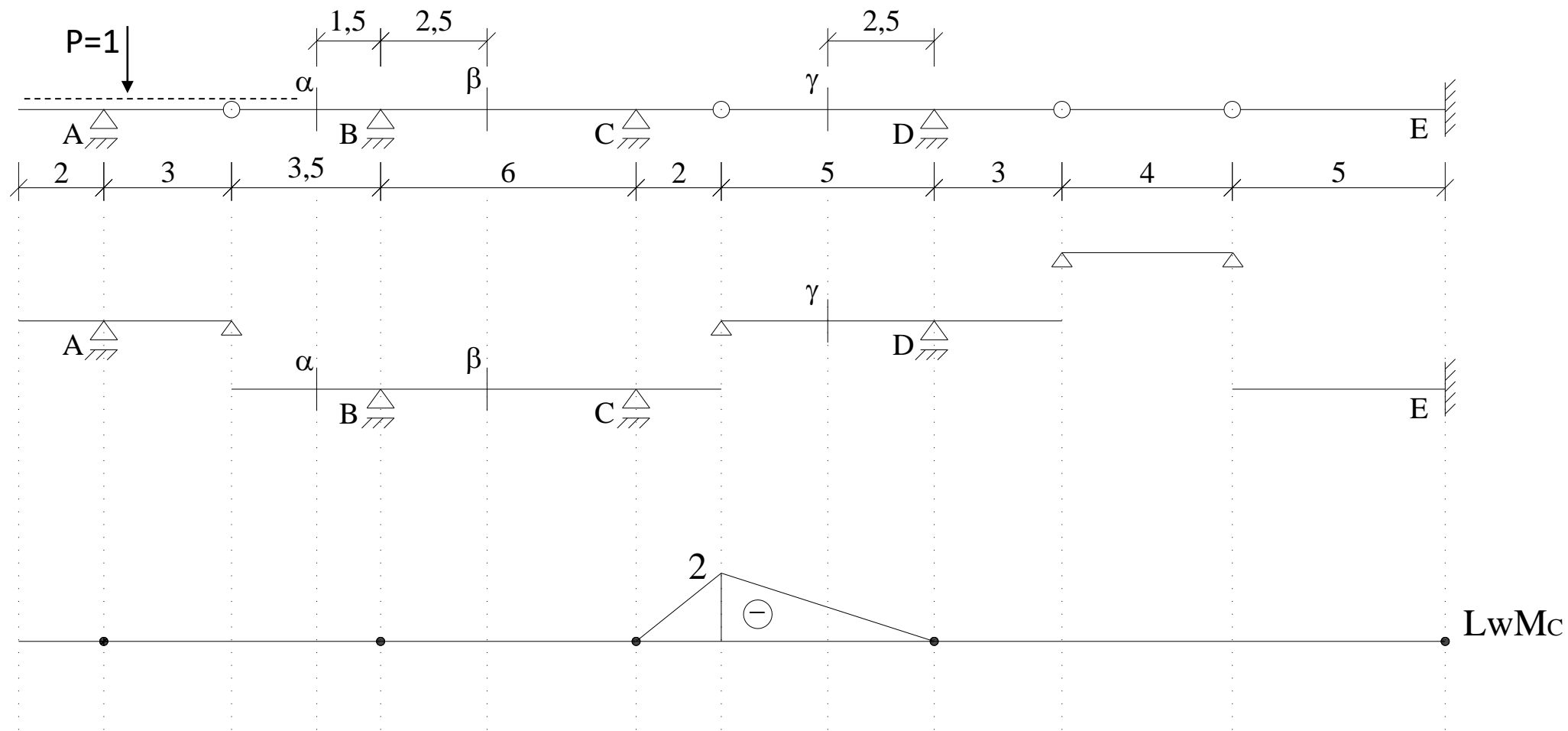
Linia wpływu momentu M_B



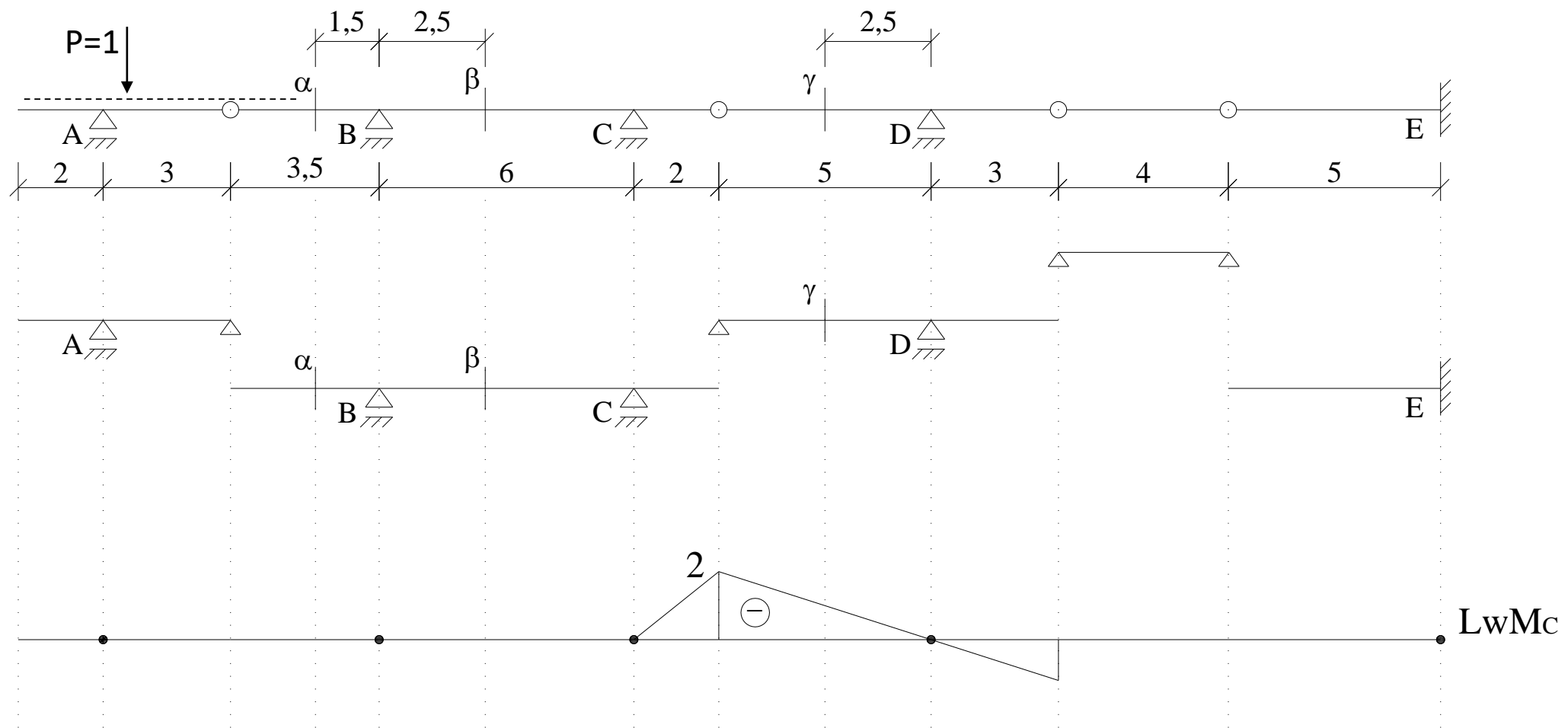
Linia wpływu momentu M_C



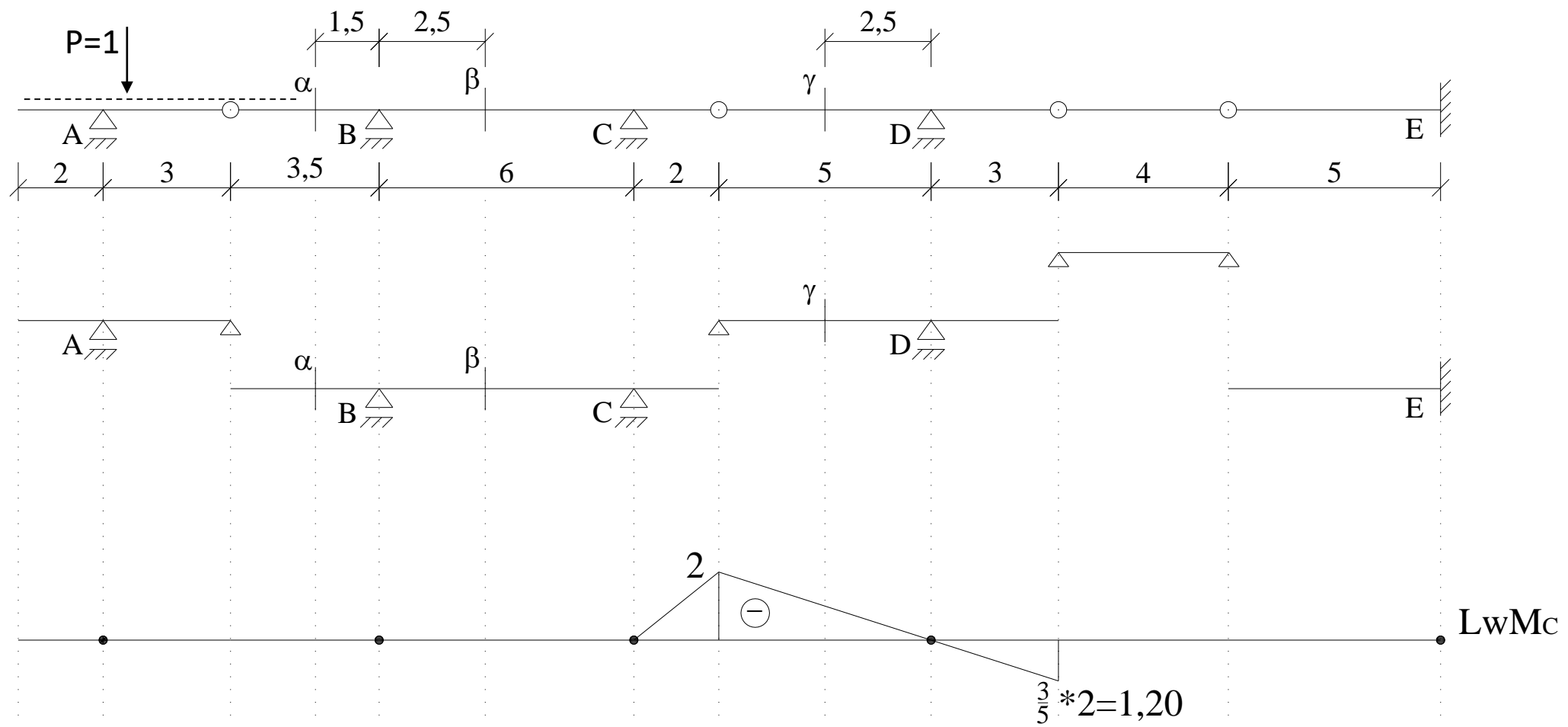
Linia wpływu momentu M_C



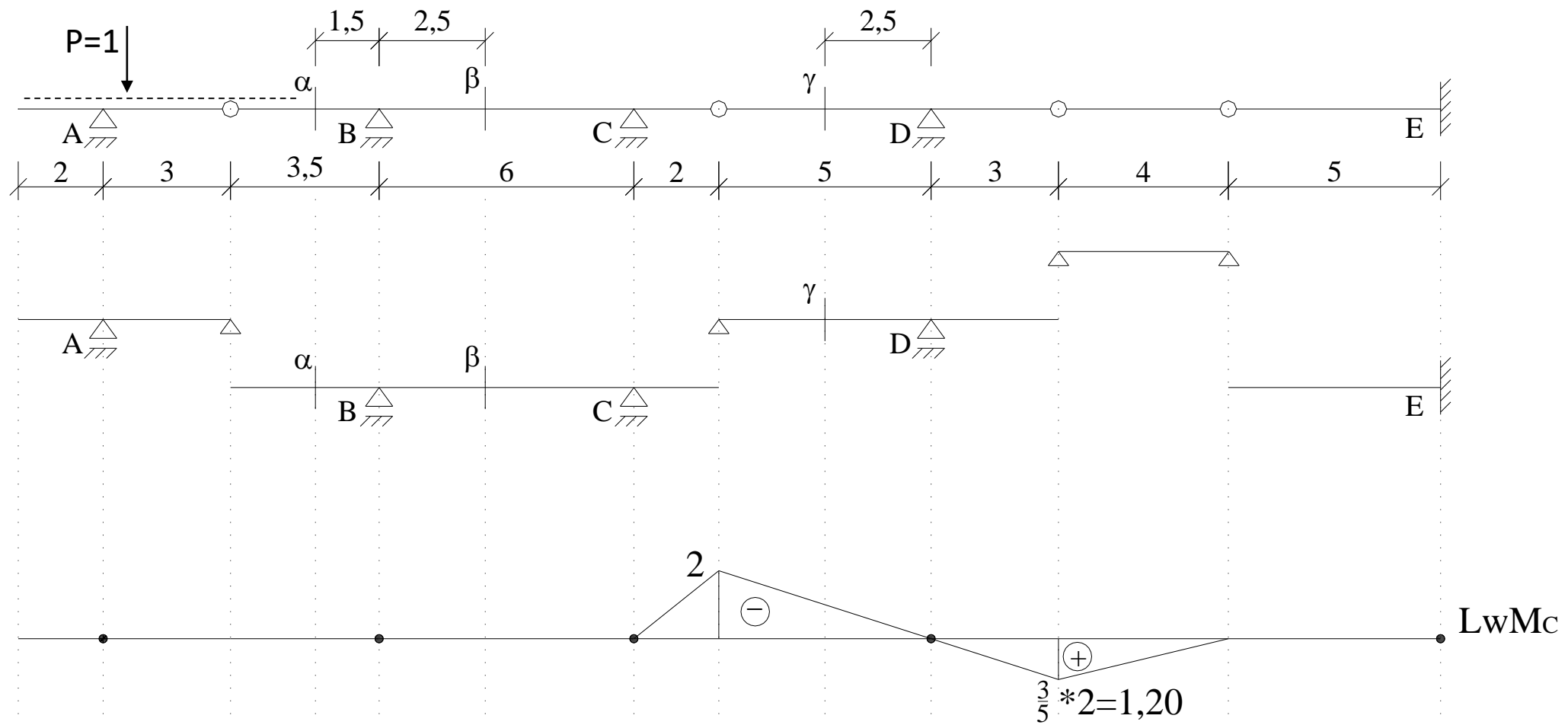
Linia wpływu momentu M_C



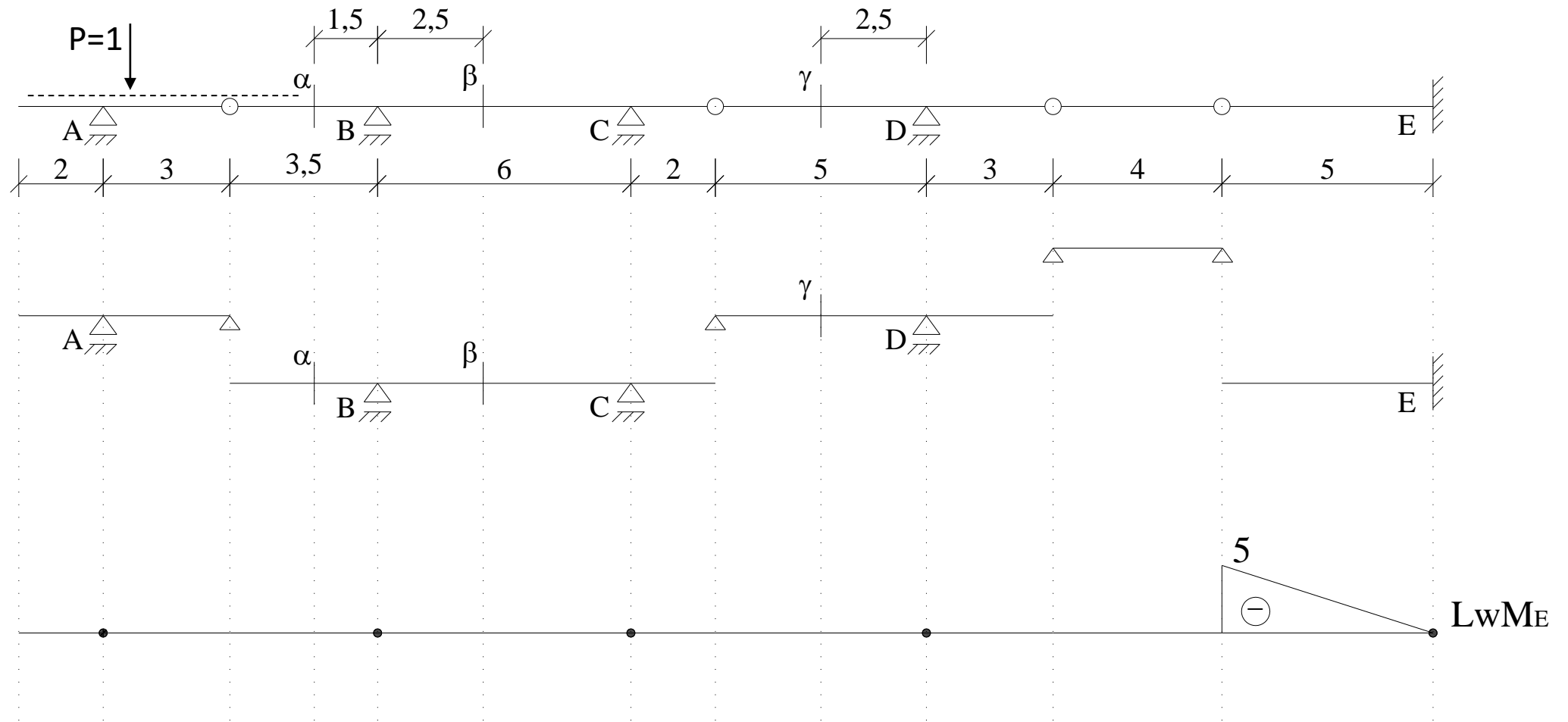
Linia wpływu momentu M_C



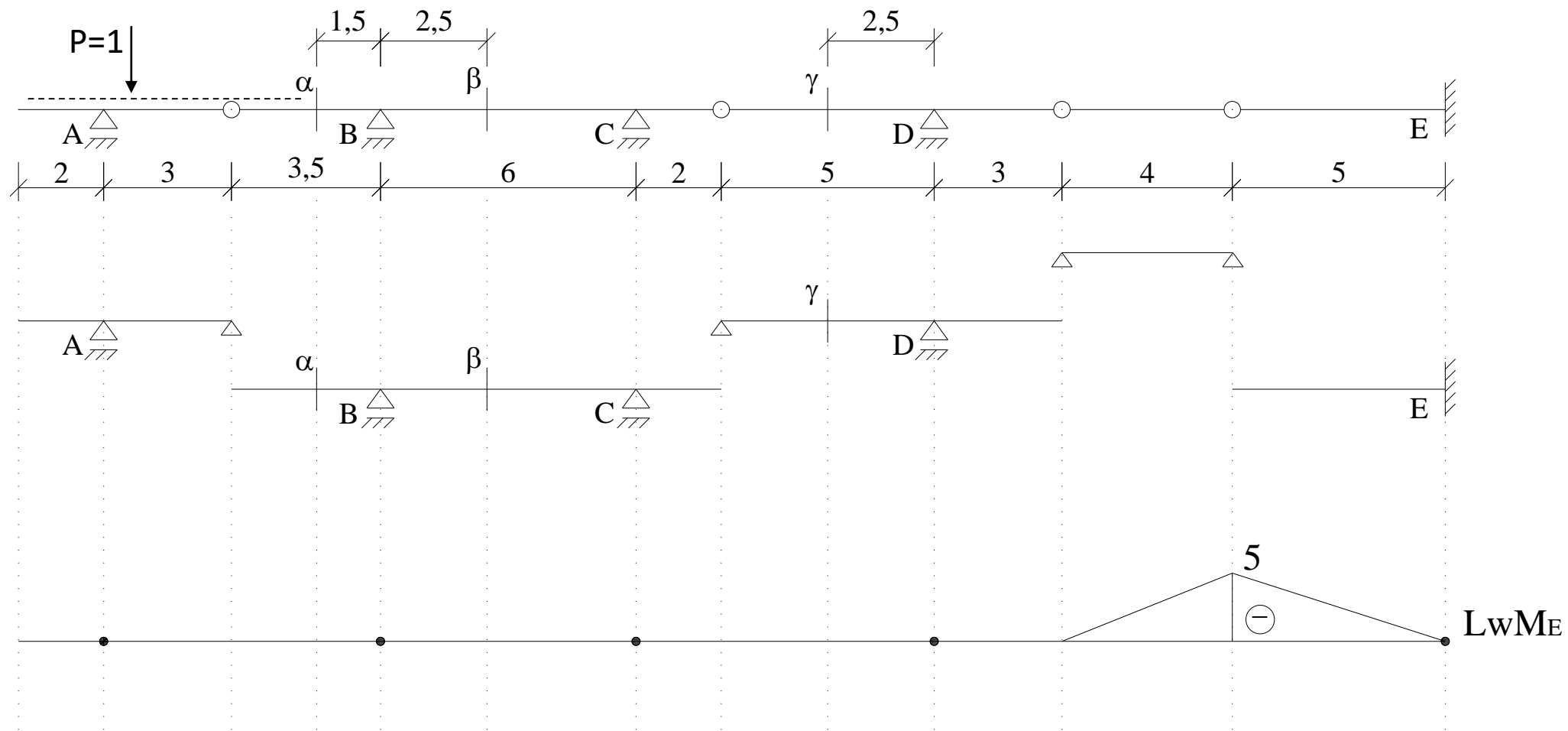
Linia wpływu momentu M_C



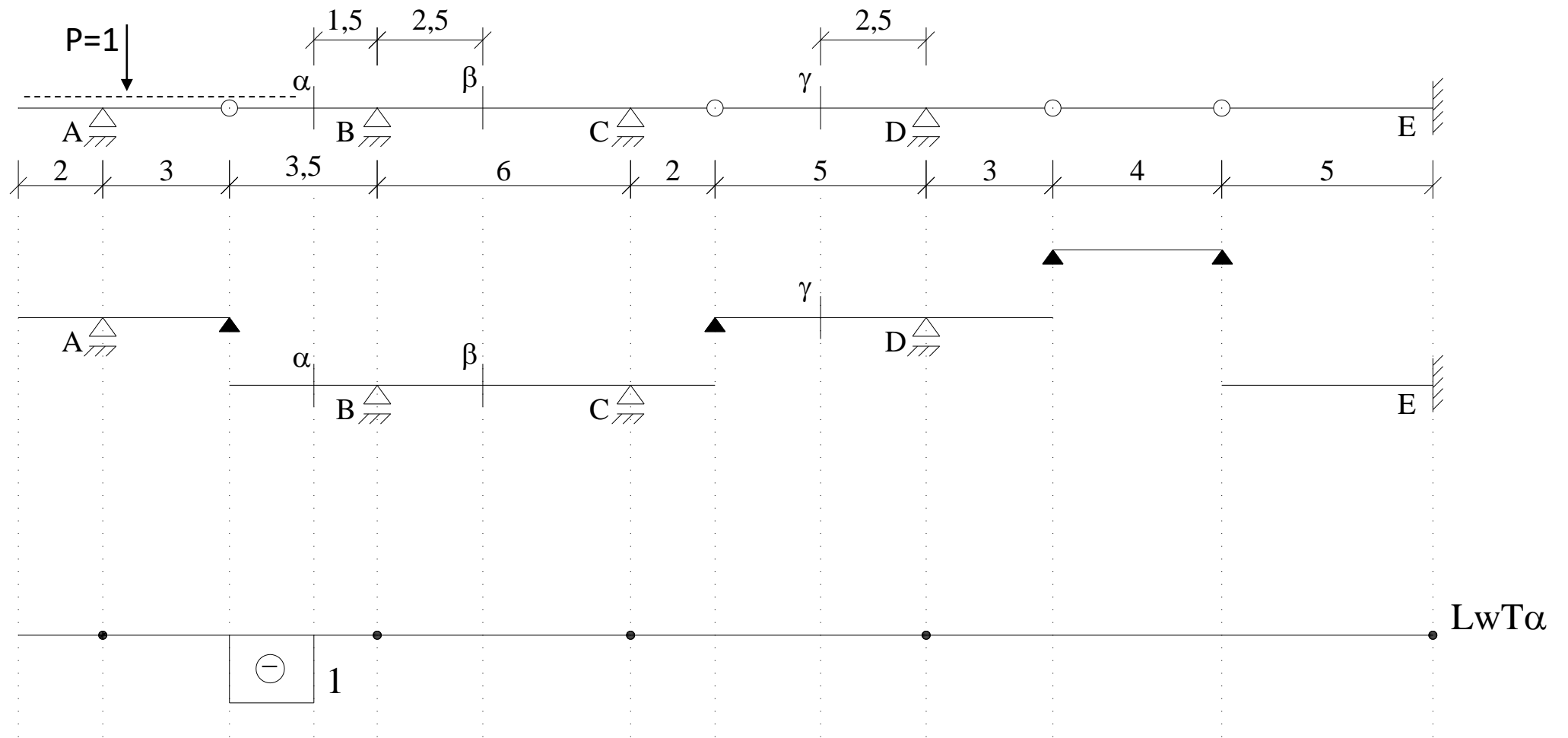
Linia wpływu momentu M_E



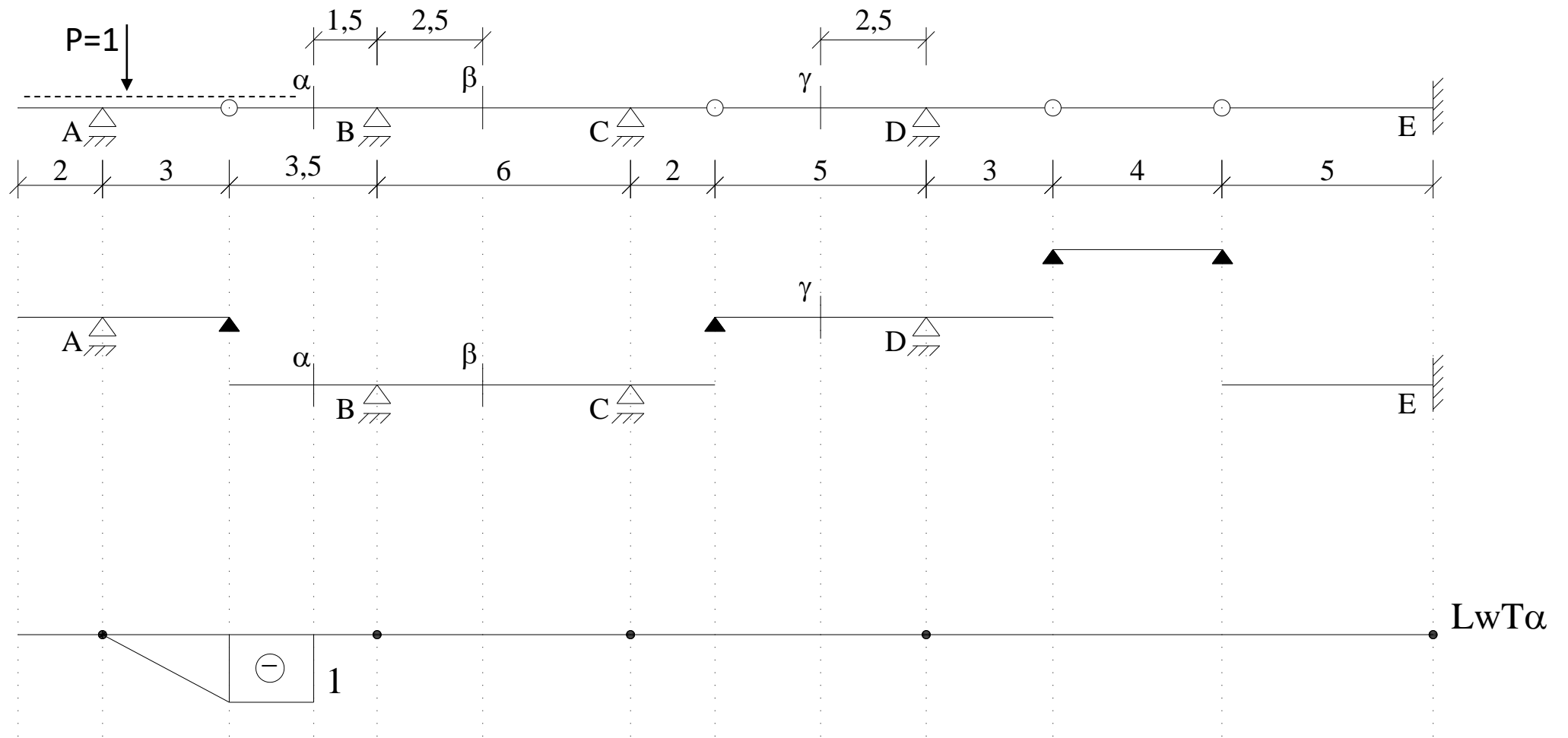
Linia wpływu momentu M_E



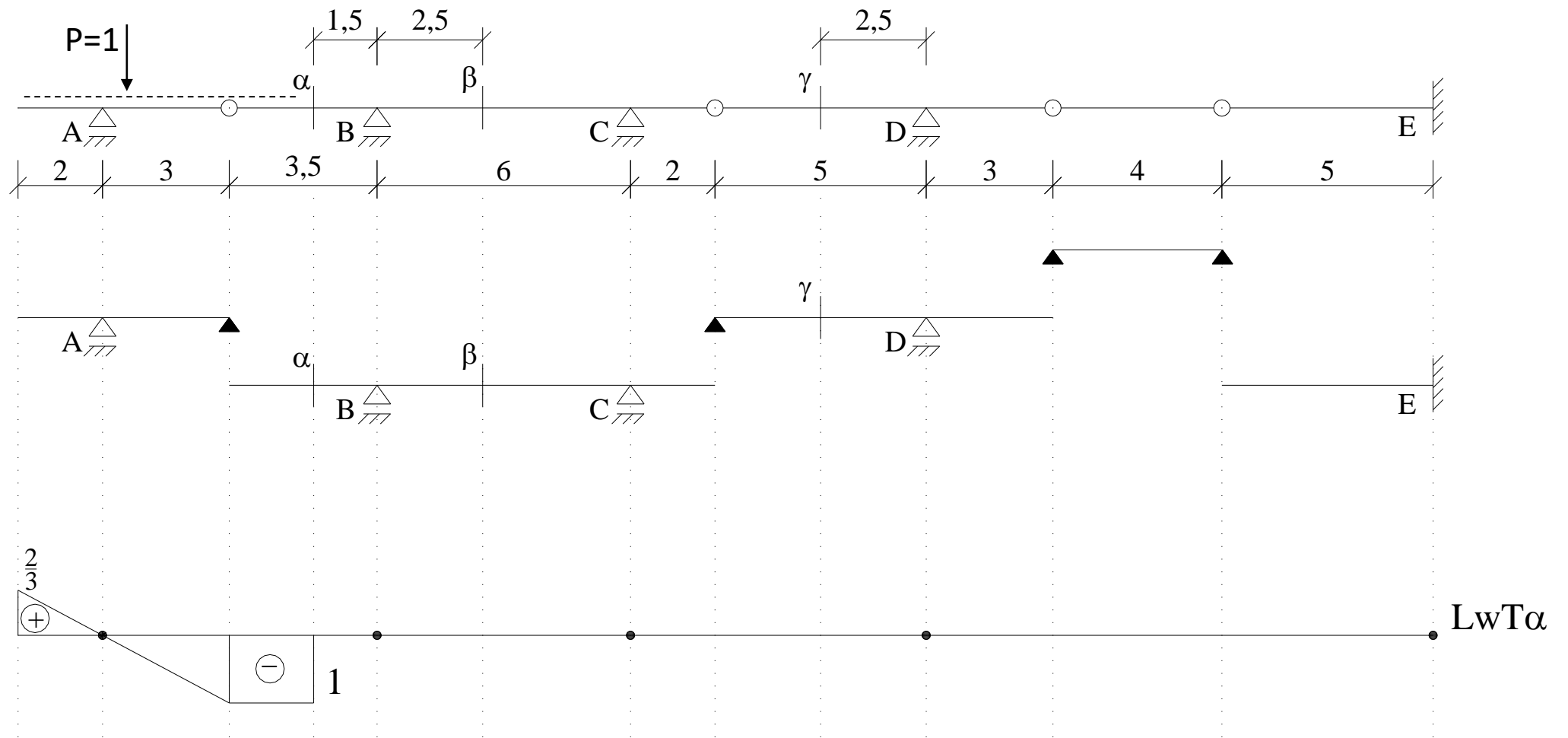
Linia wpływu siły tnącej T_α



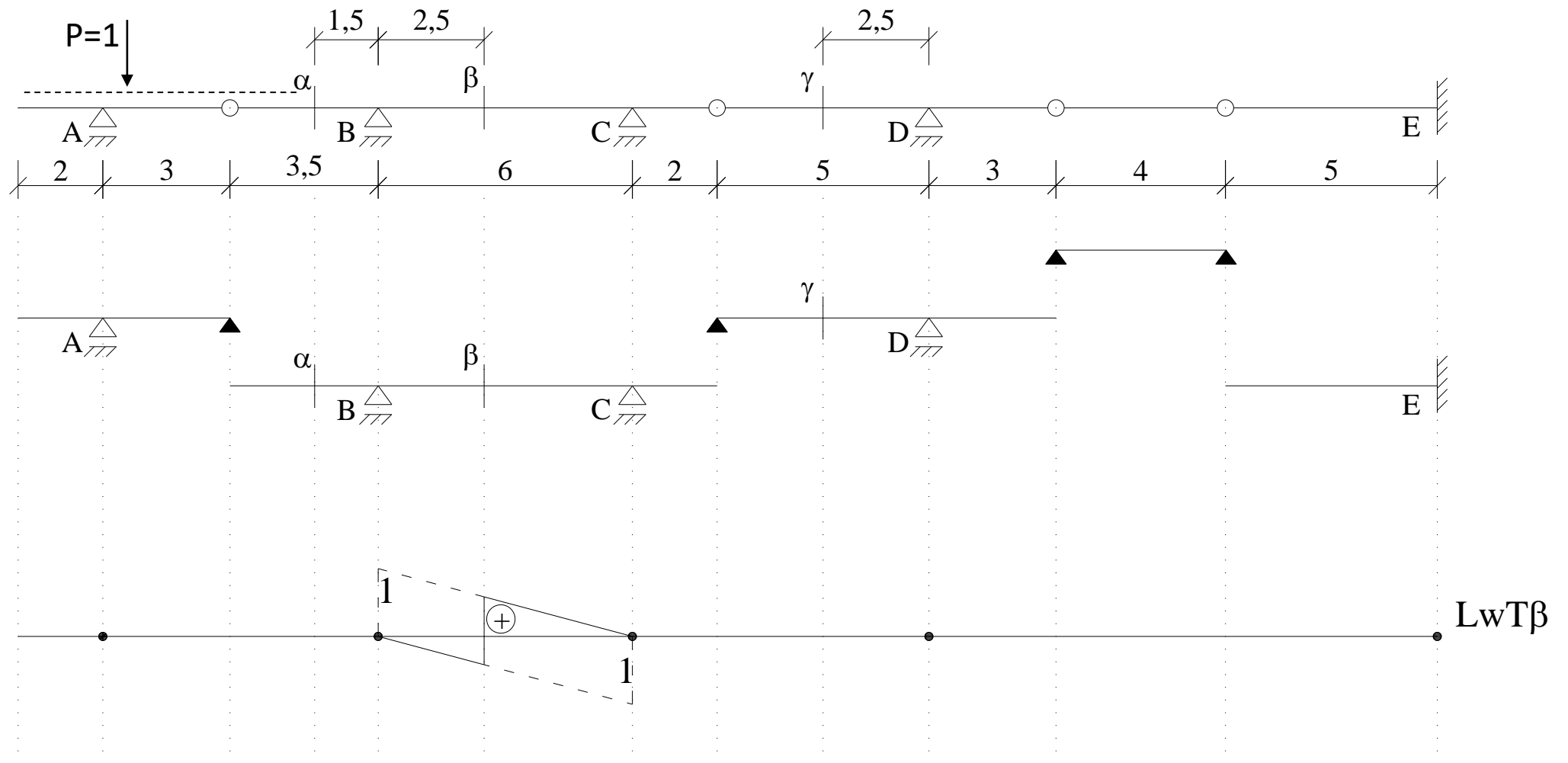
Linia wpływu siły tnącej T_α



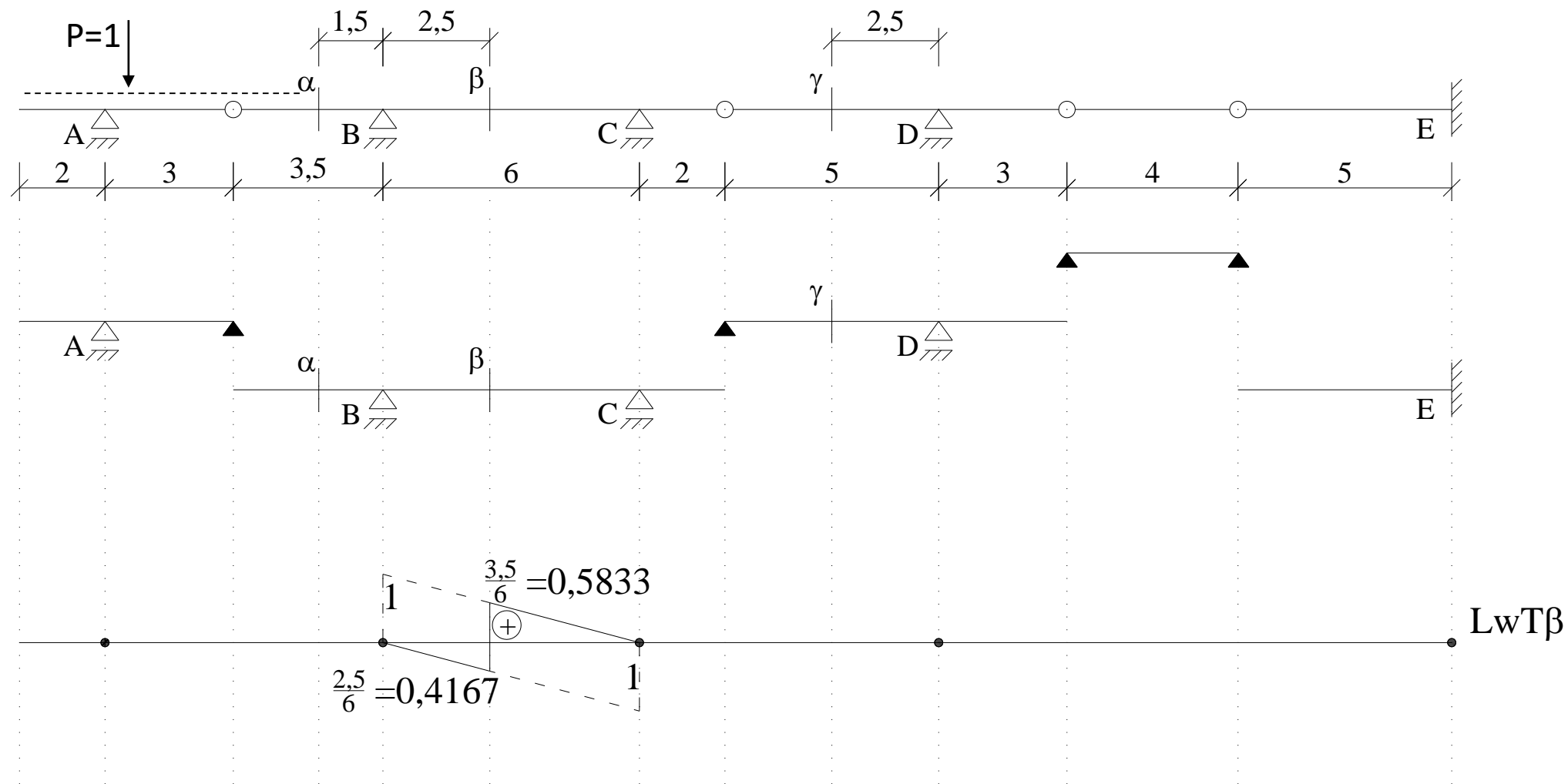
Linia wpływu siły tnącej T_α



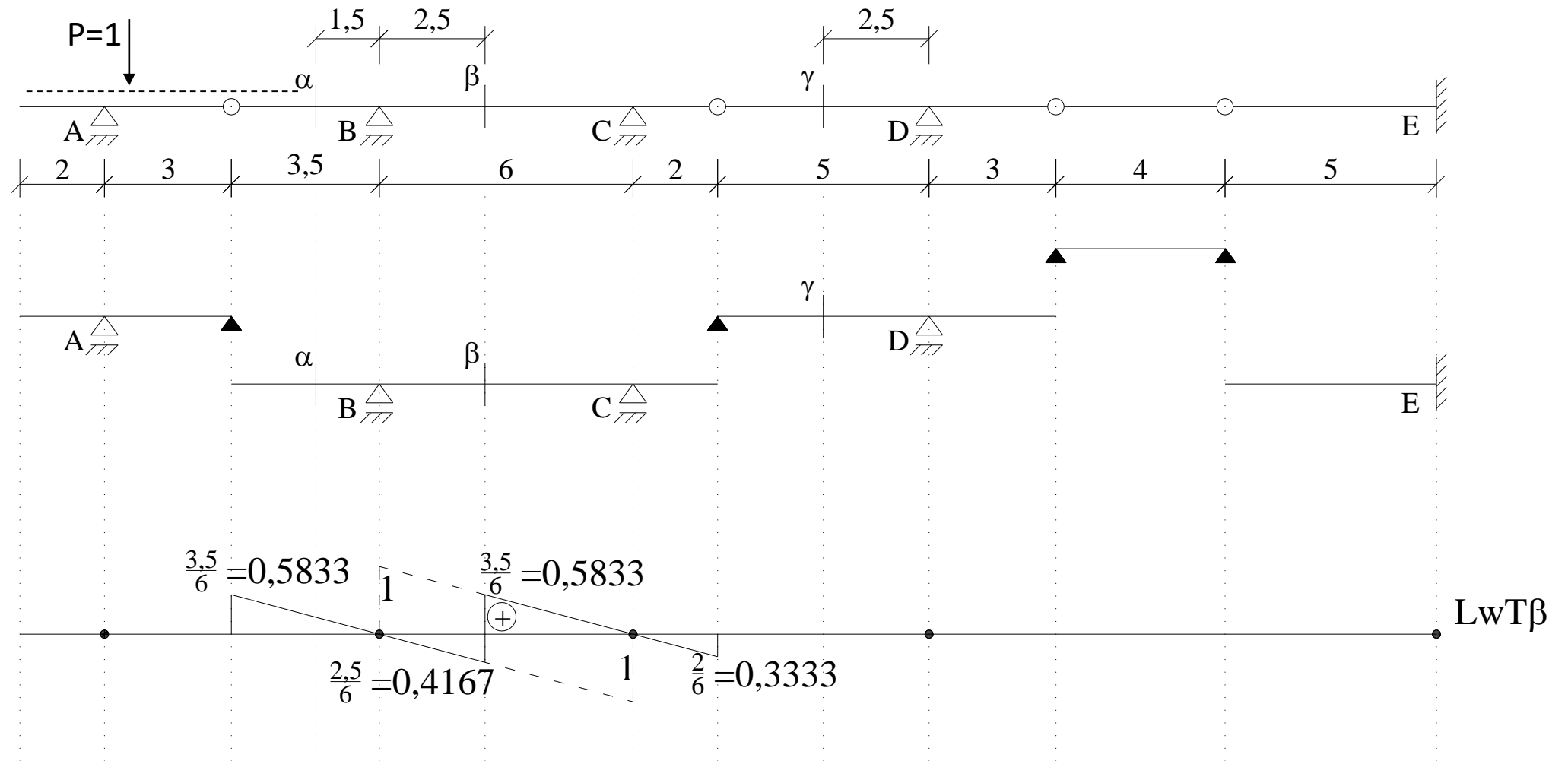
Linia wpływu siły tnącej T_β



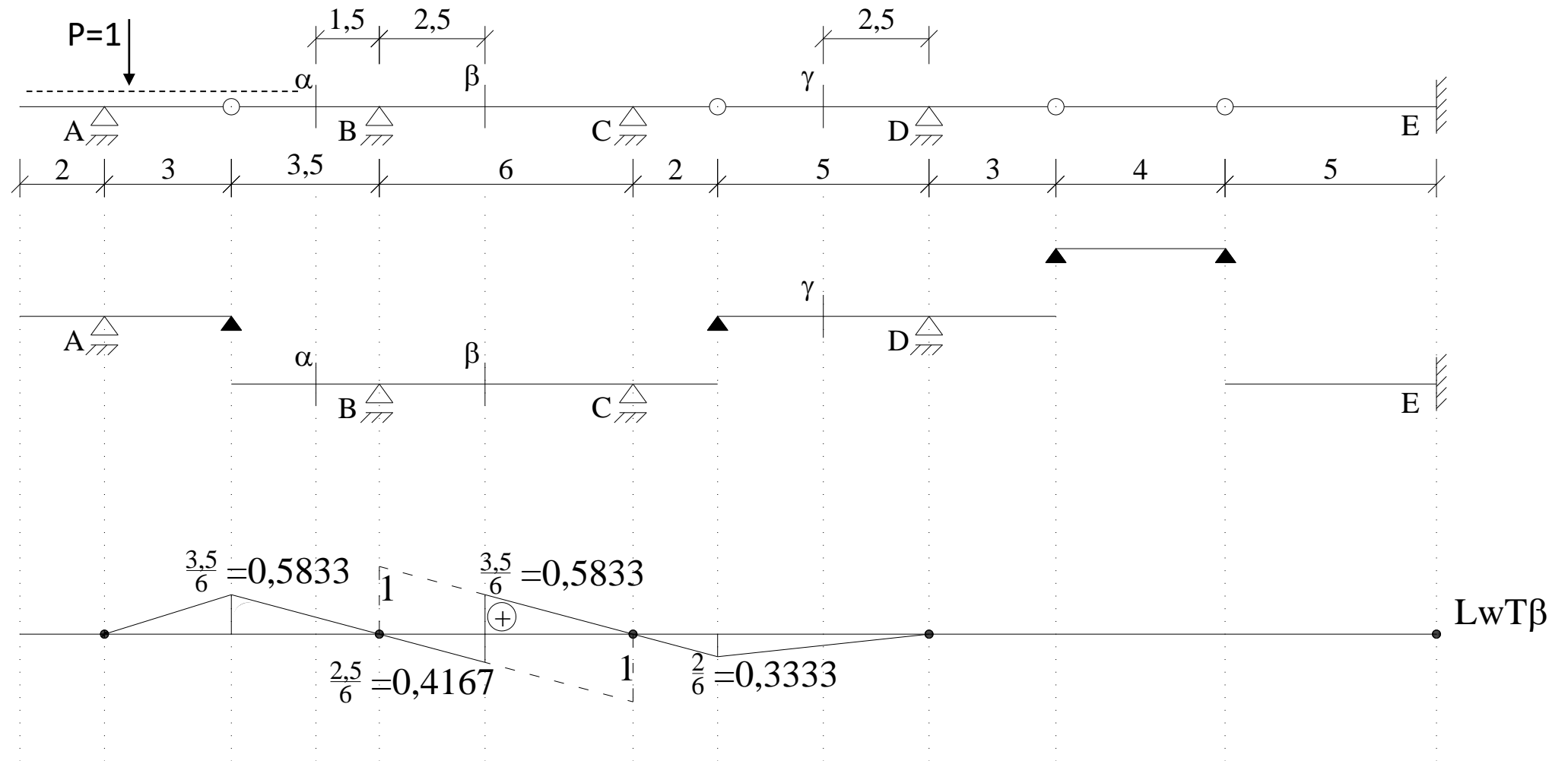
Linia wpływu siły tnącej T_β



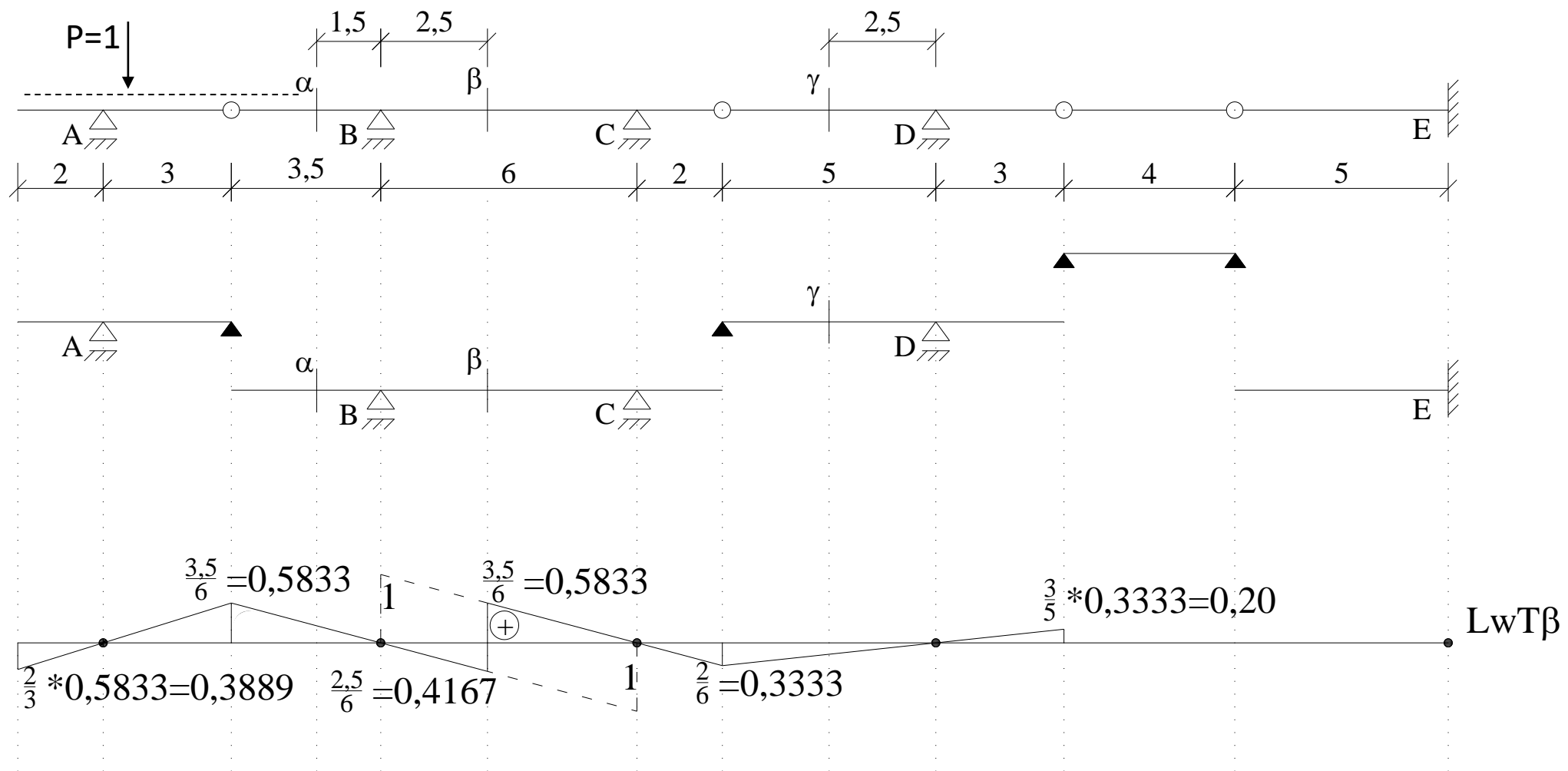
Linia wpływu siły tnącej T_β



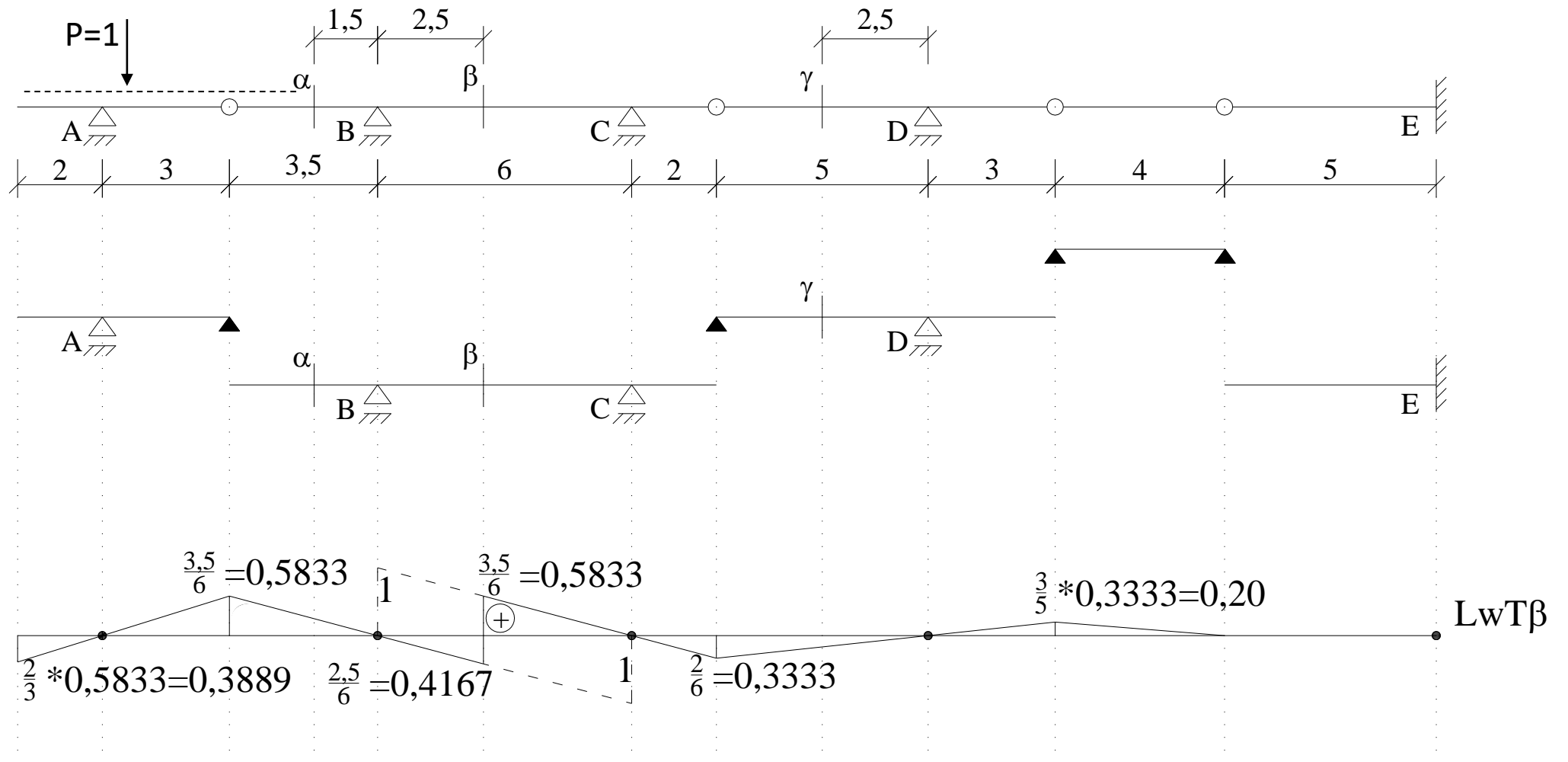
Linia wpływu siły tnącej T_β

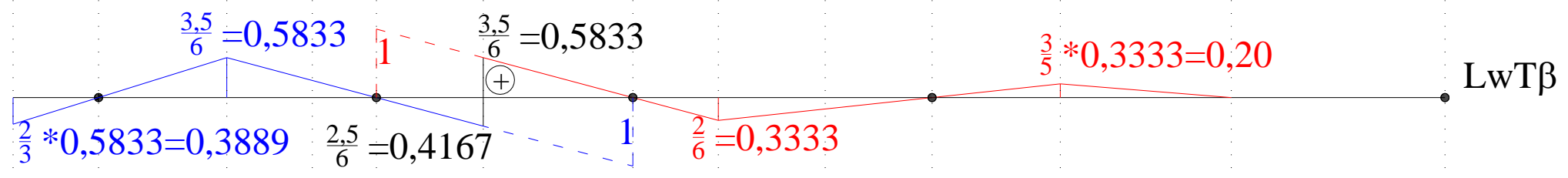
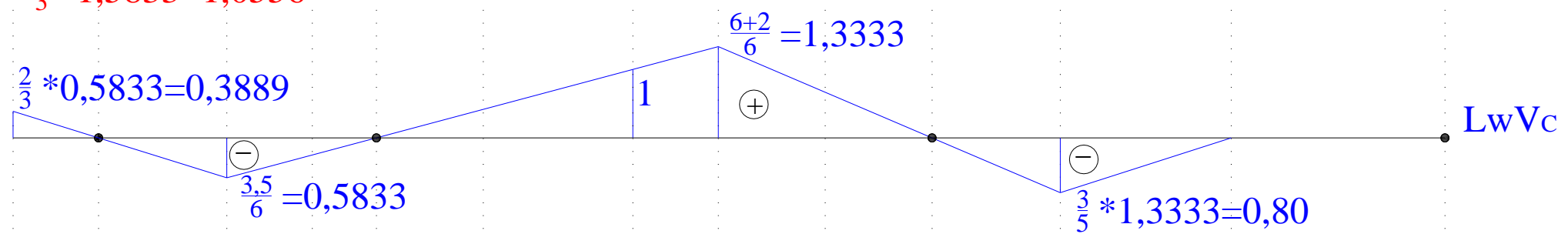
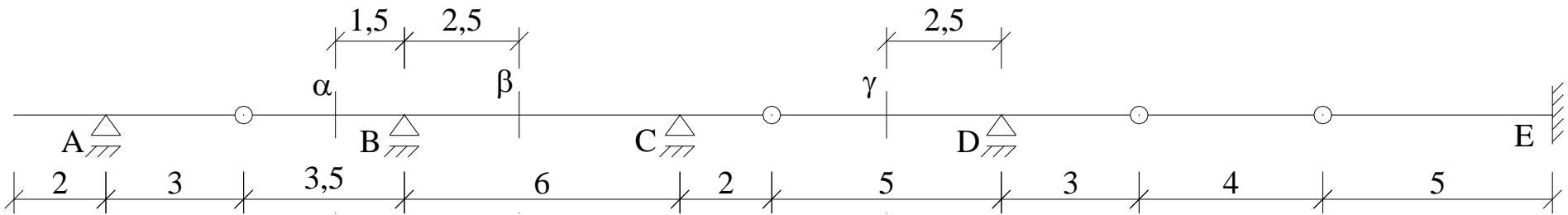


Linia wpływu siły tnącej T_β

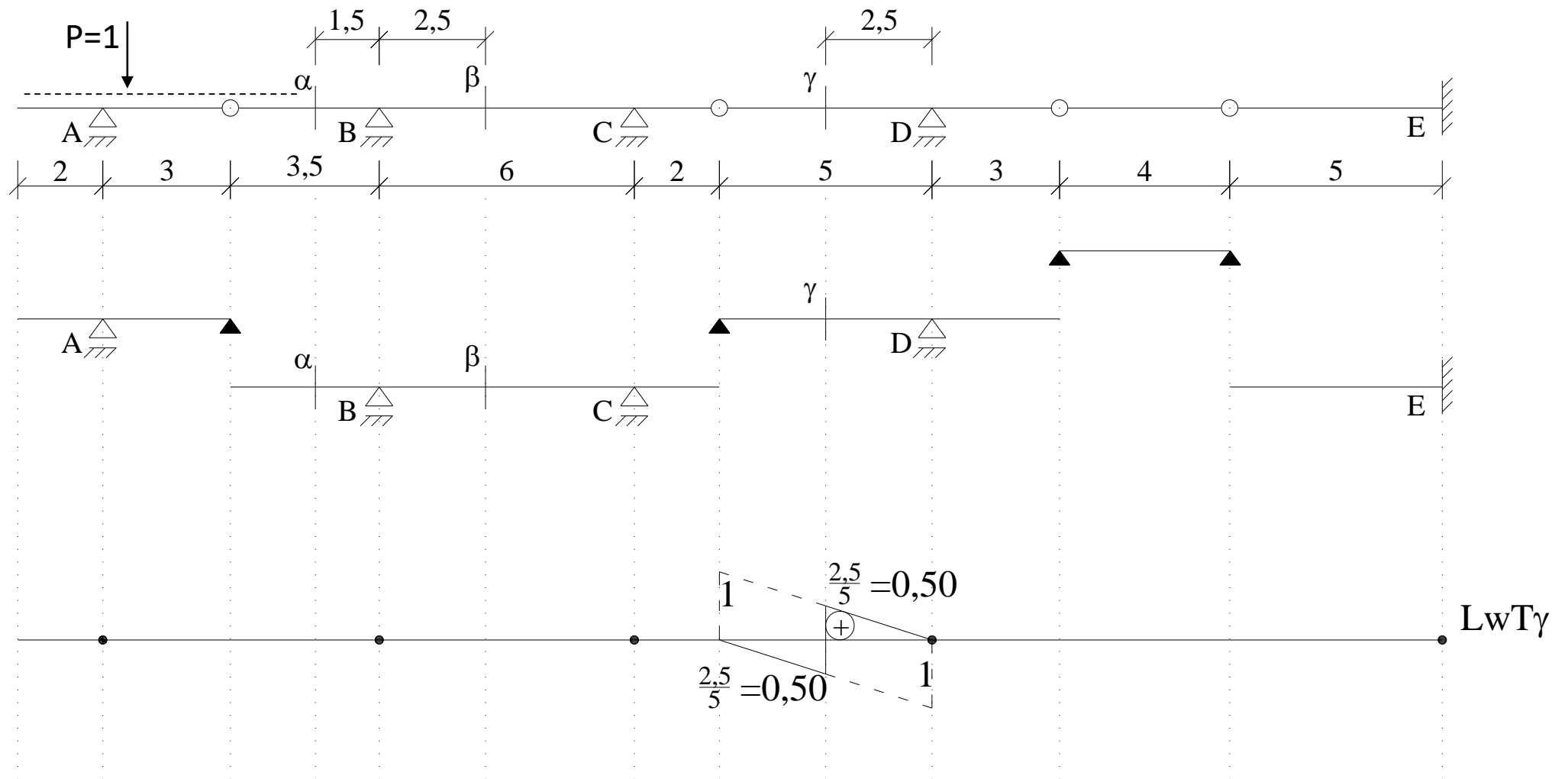


Linia wpływu siły tnącej T_β

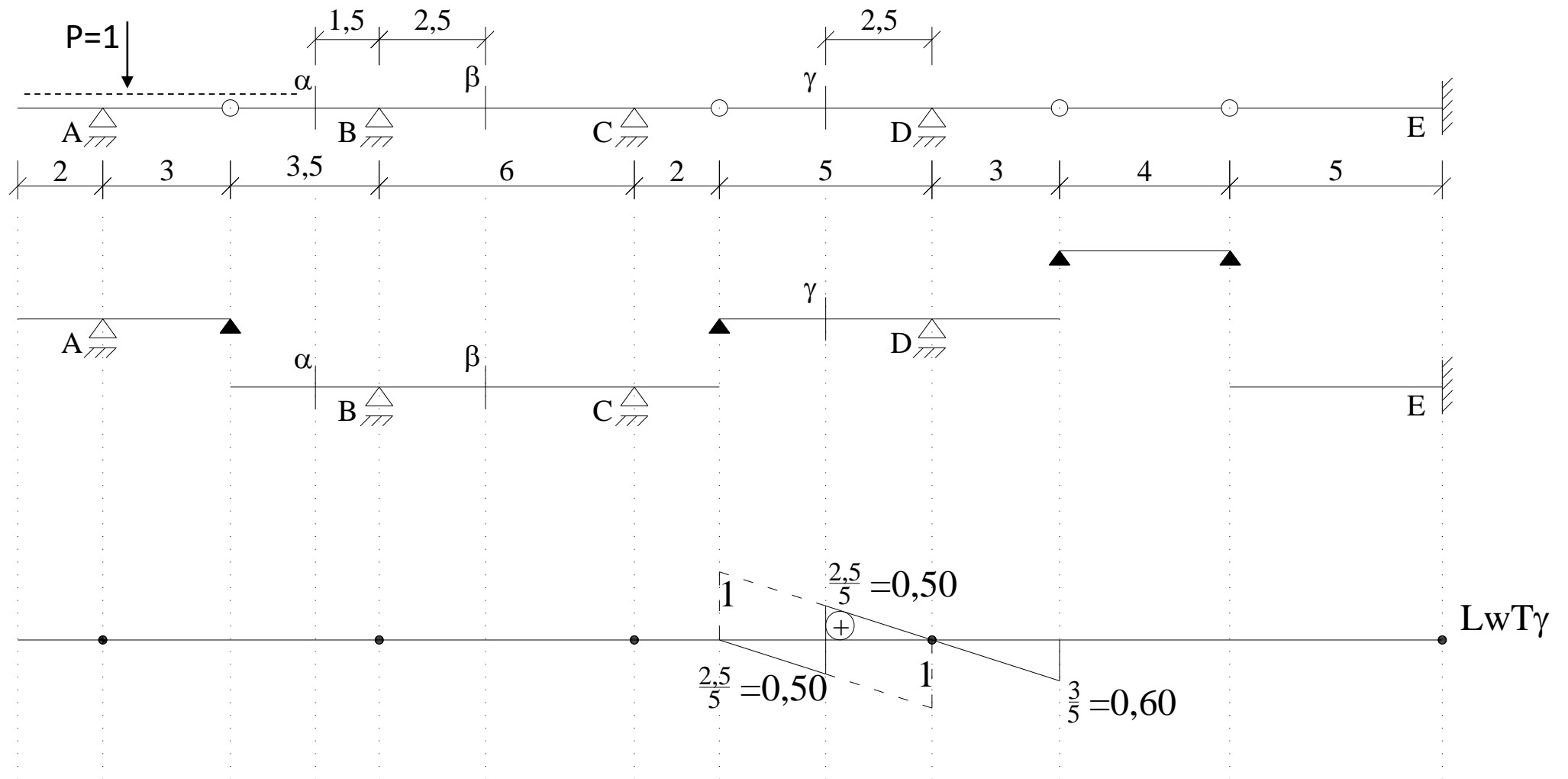




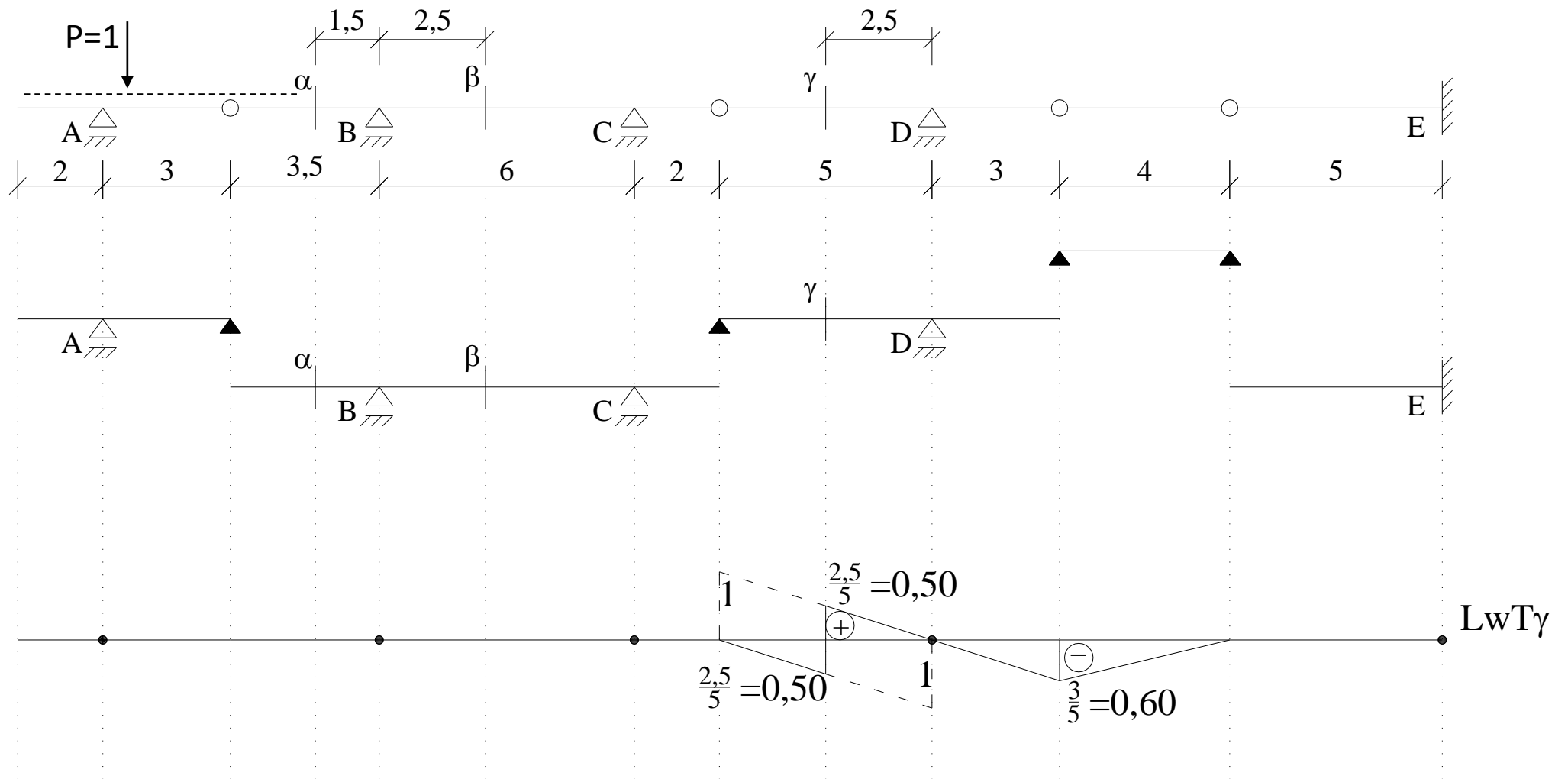
Linia wpływu siły tnącej T_γ



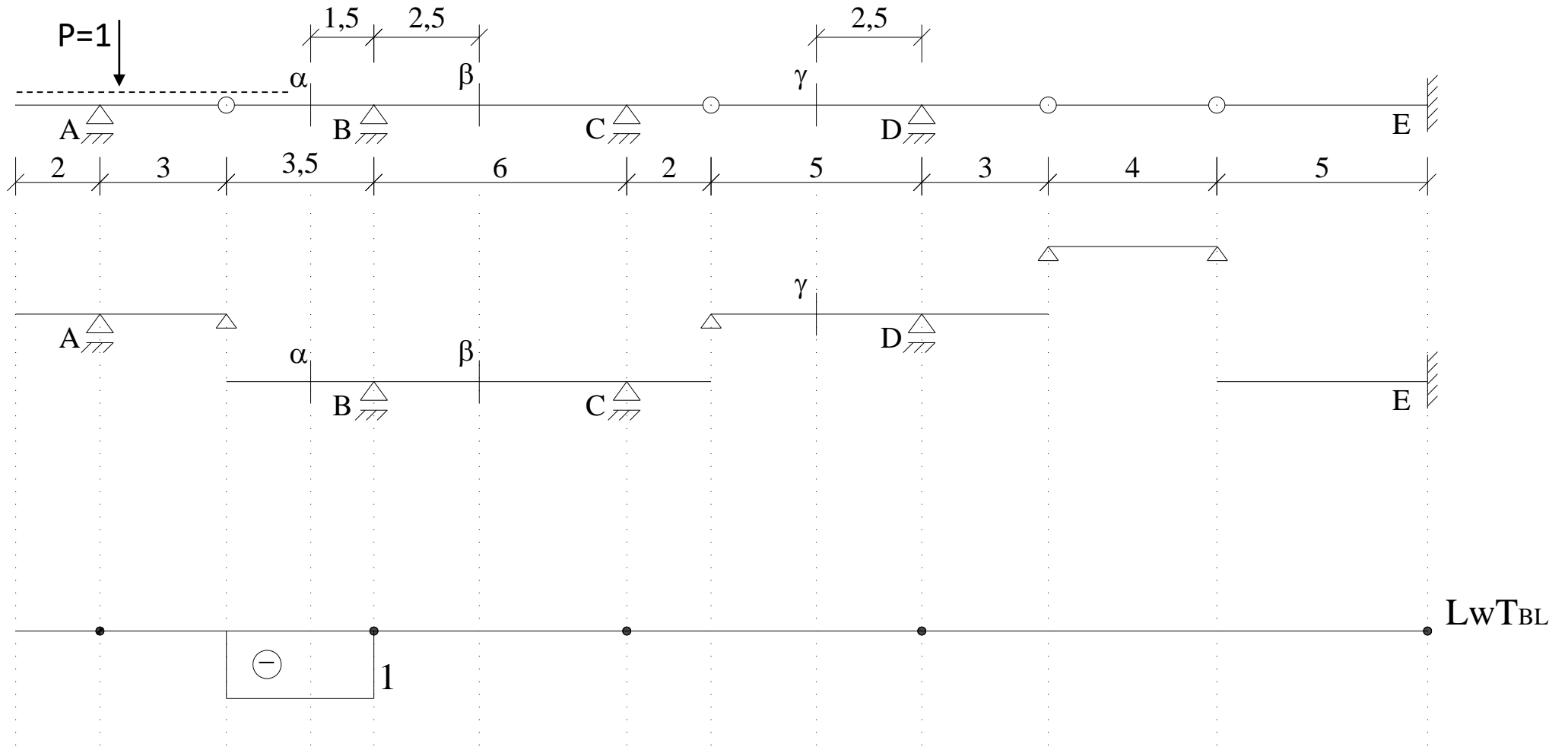
Linia wpływu siły tnącej T_γ



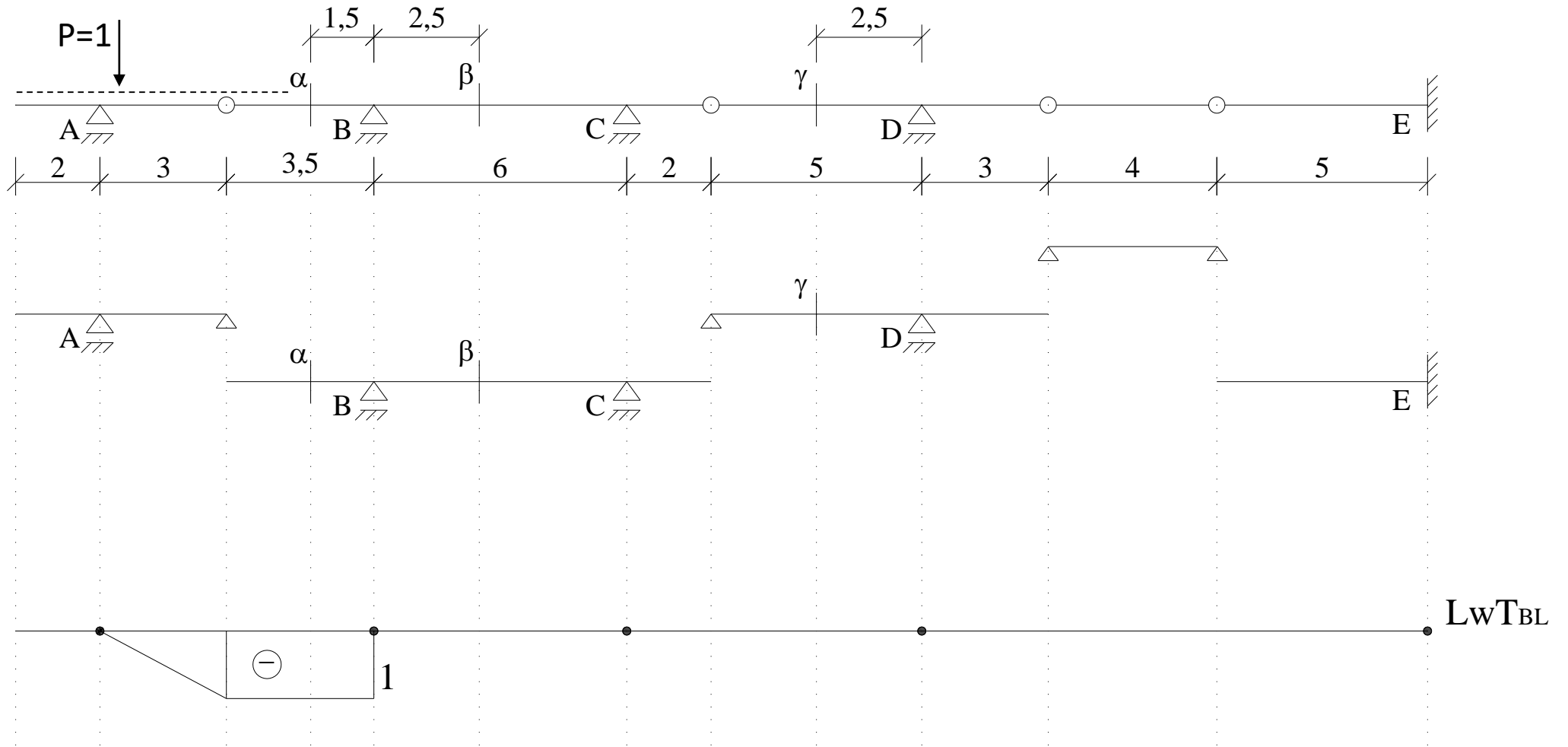
Linia wpływu siły tnącej T_γ



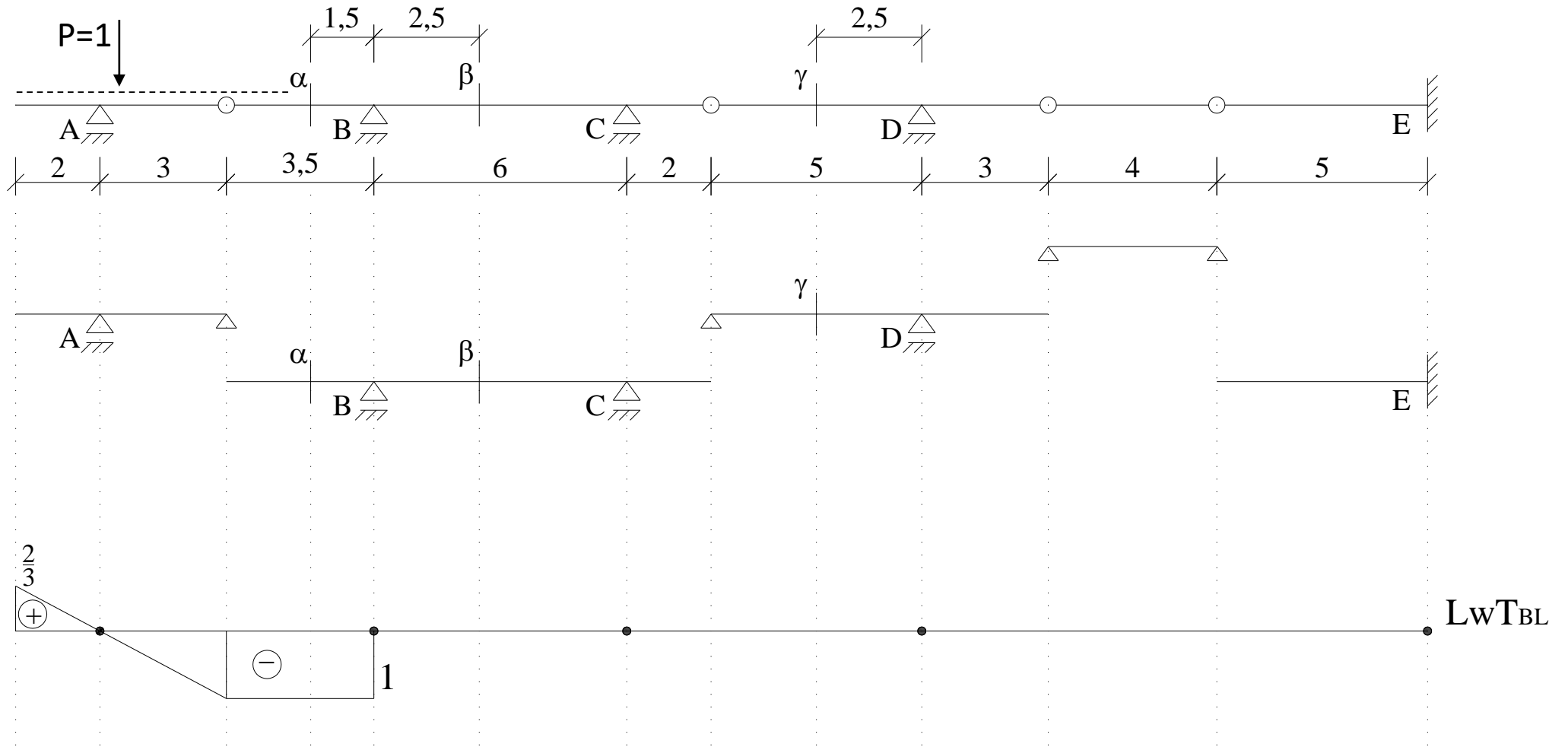
Linia wpływu siły tnącej T_B^L



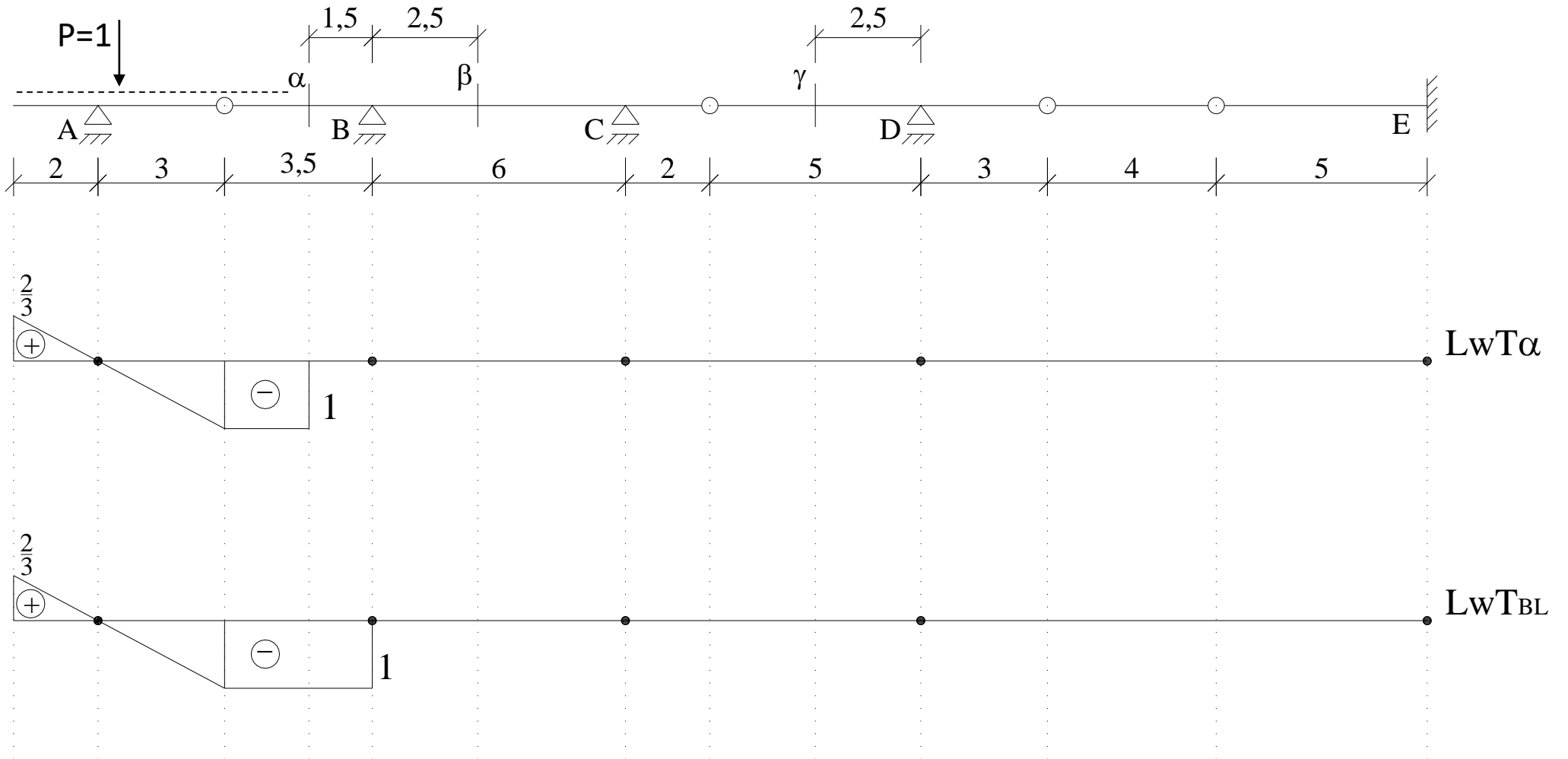
Linia wpływu siły tnącej T_B^L



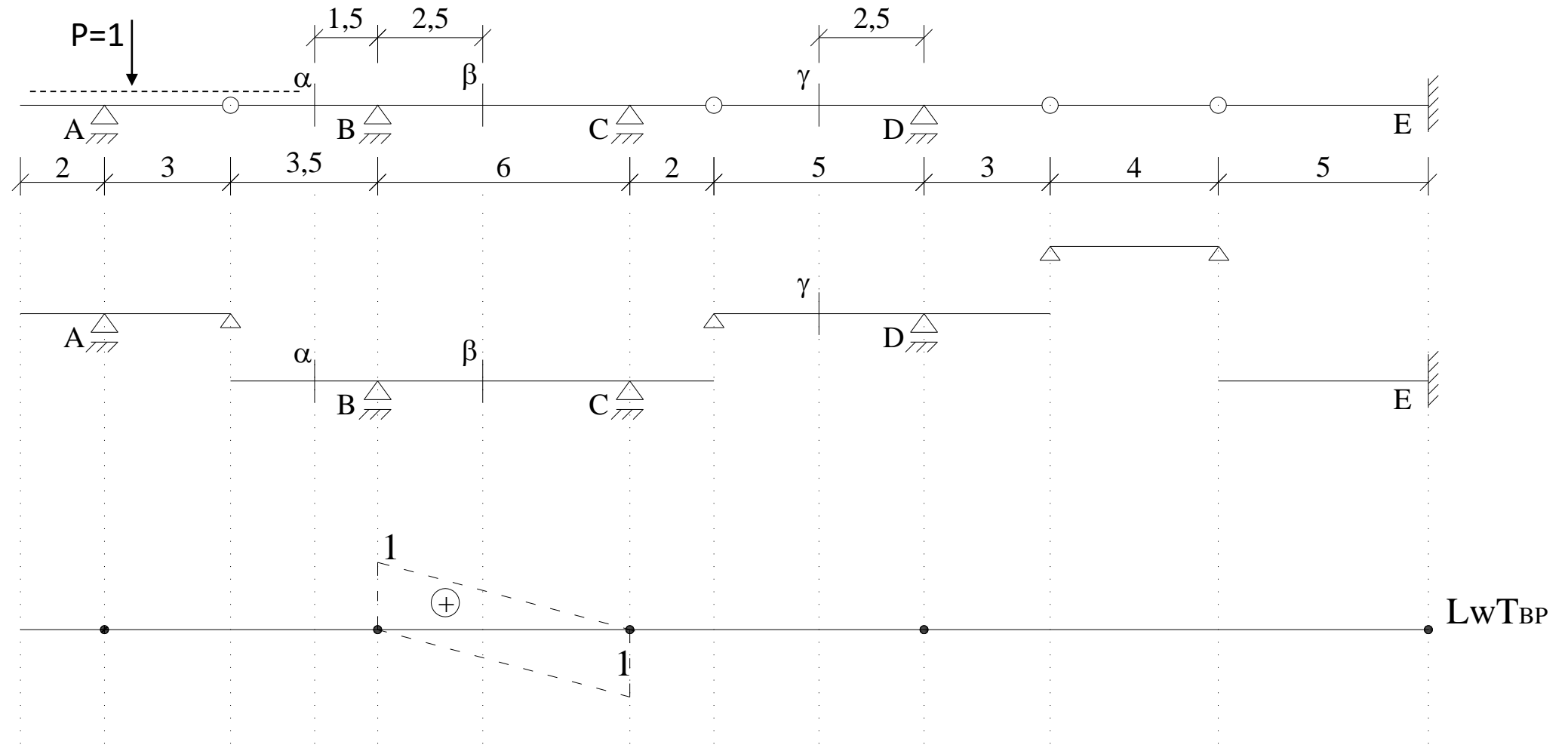
Linia wpływu siły tnącej T_B^L



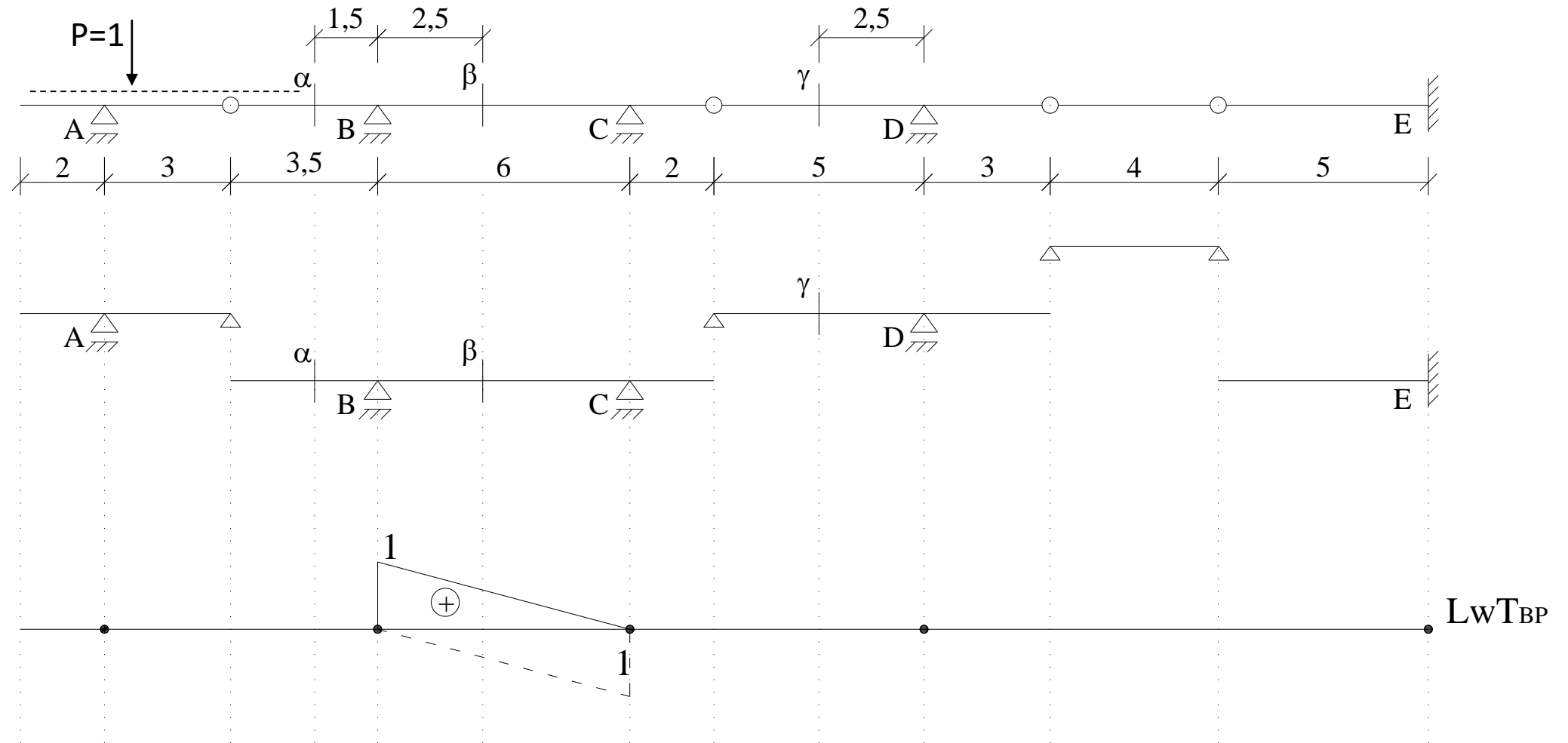
Linia wpływu siły tnącej T_α i T_B^L



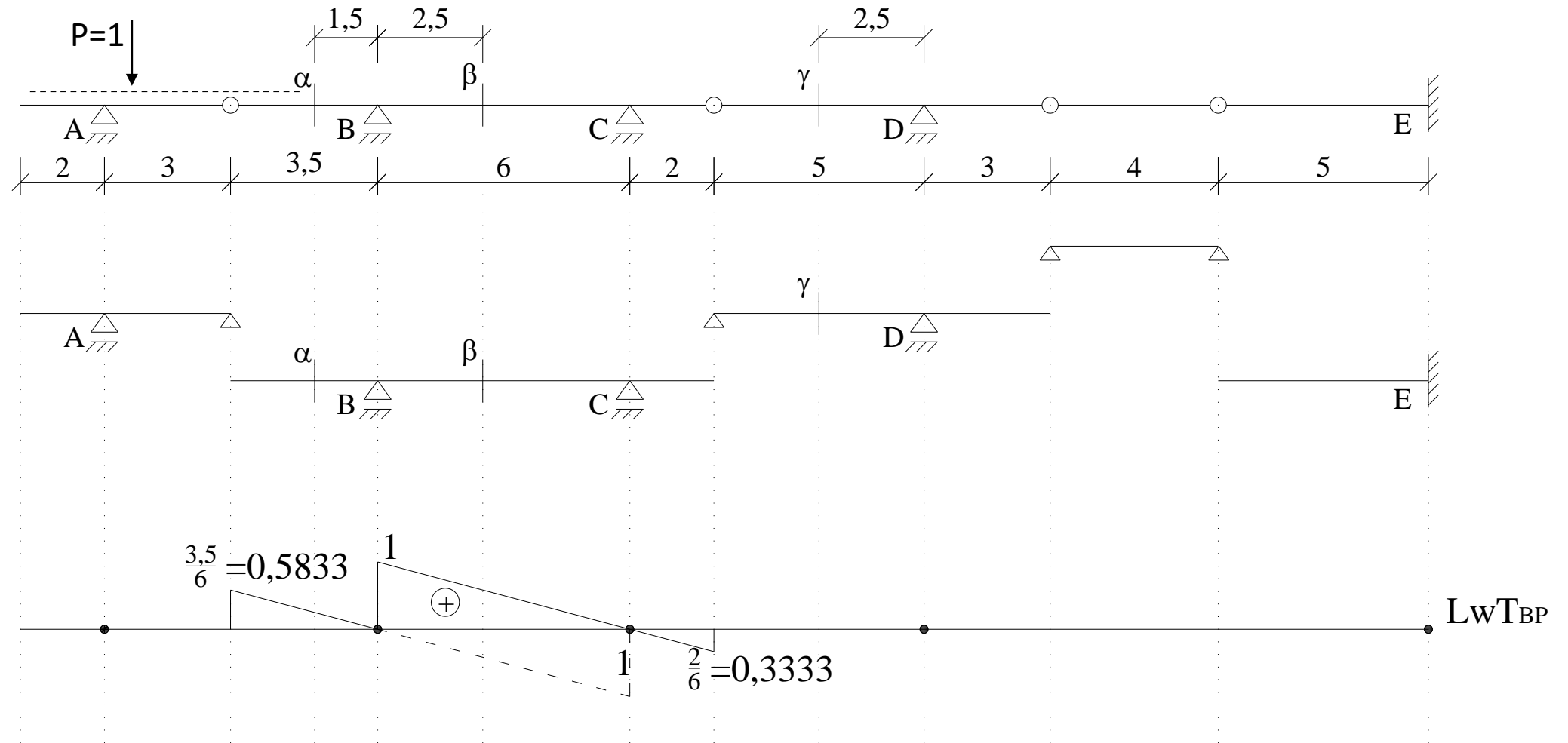
Linia wpływu siły tnącej T_B^P



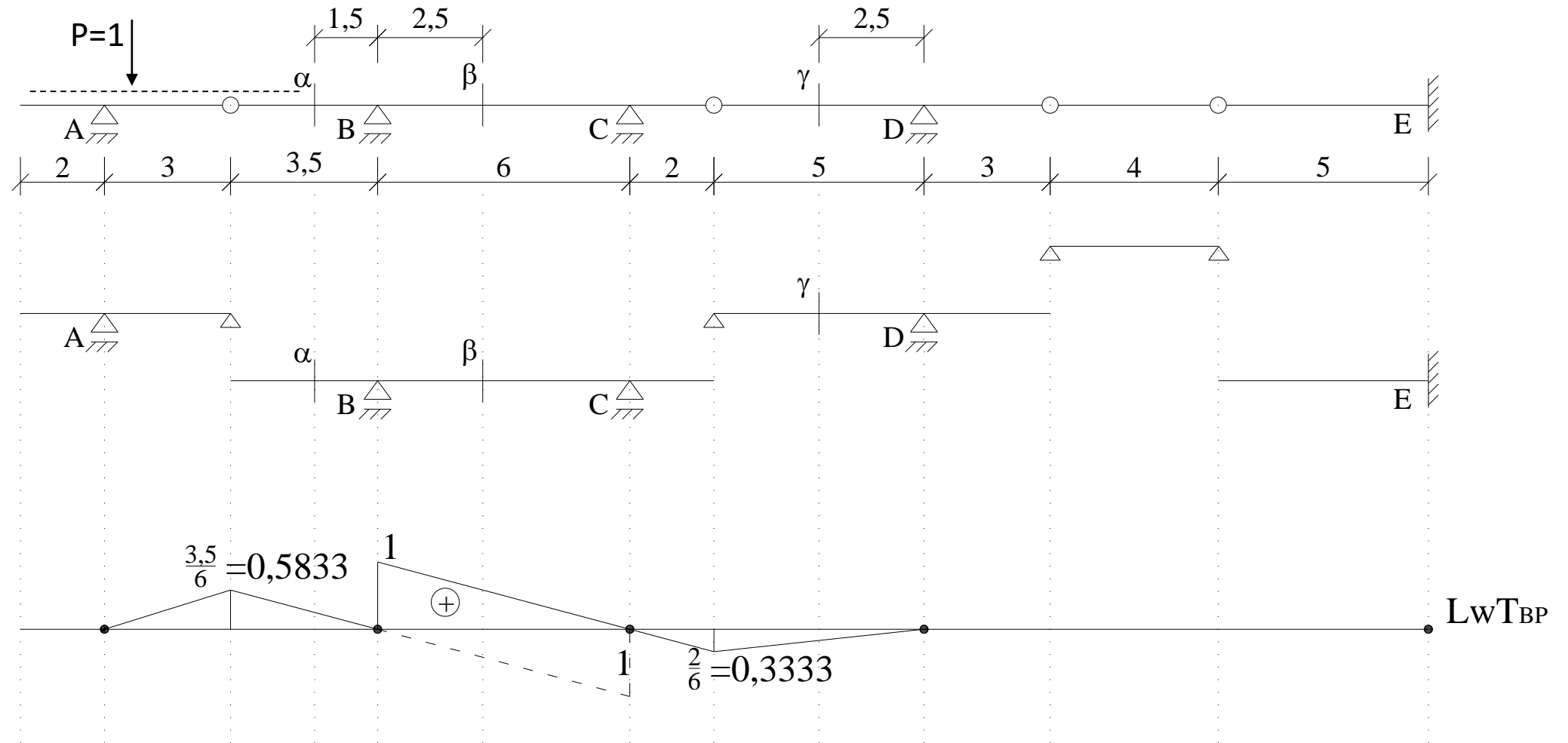
Linia wpływu siły tnącej T_B^P



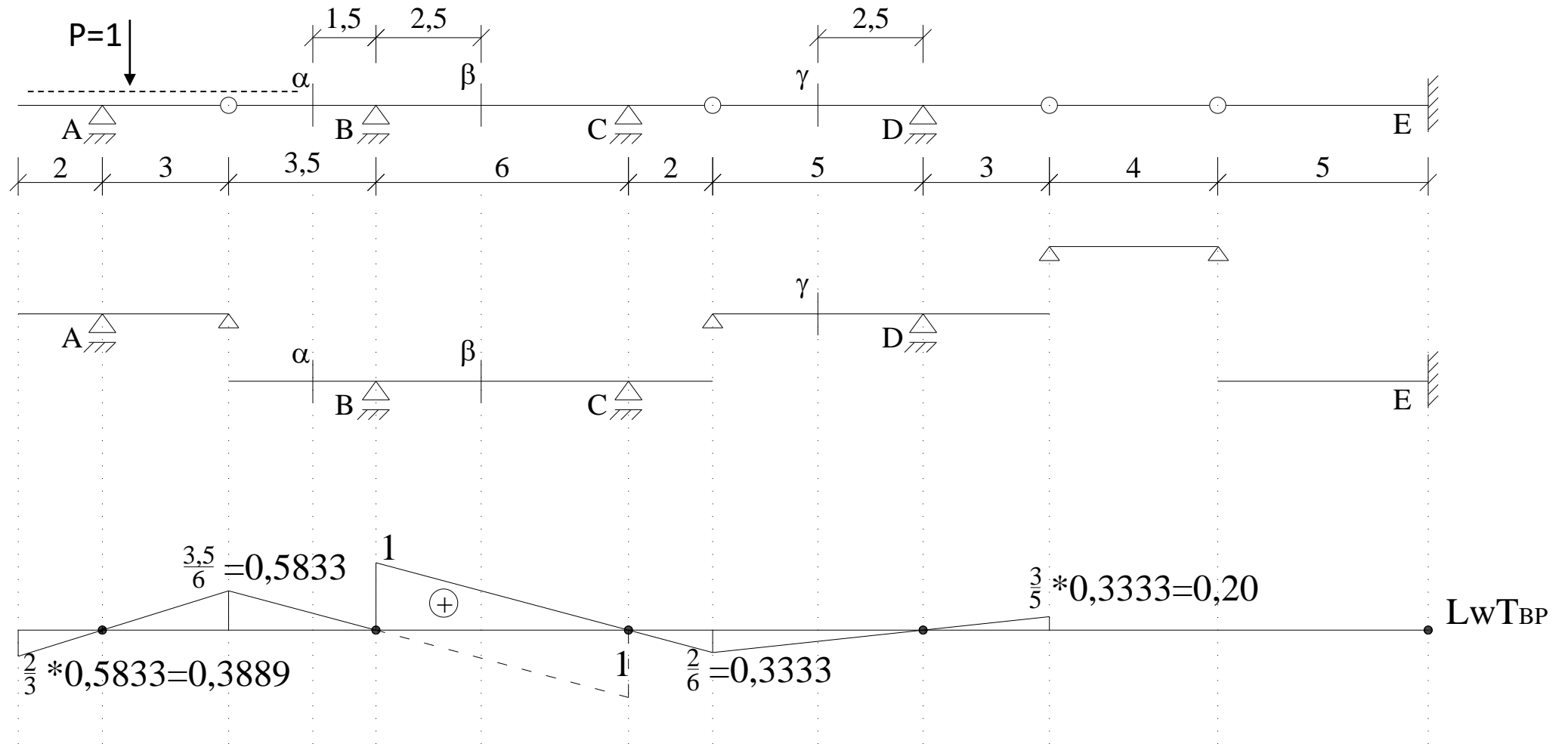
Linia wpływu siły tnącej T_B^P



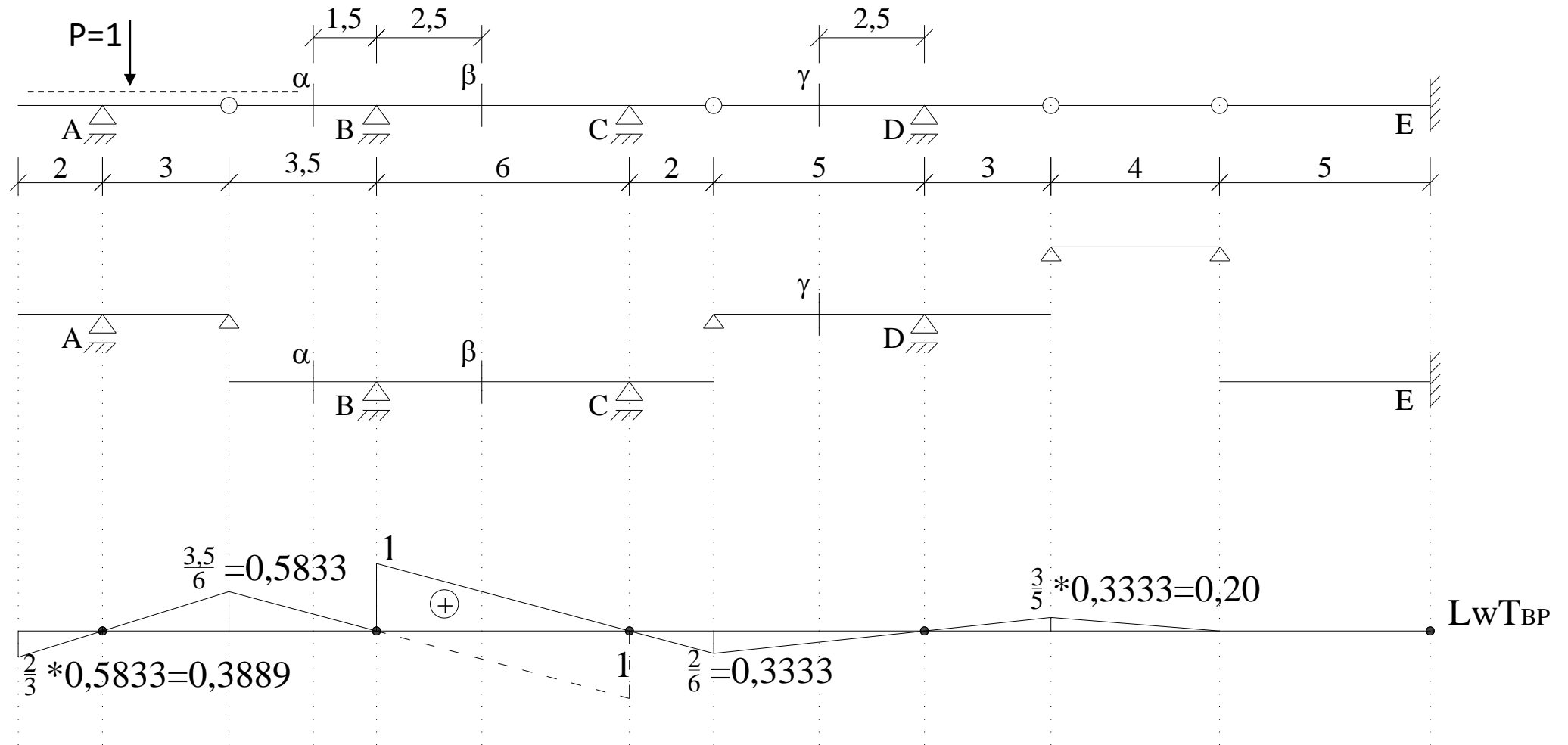
Linia wpływu siły tnącej T_B^P



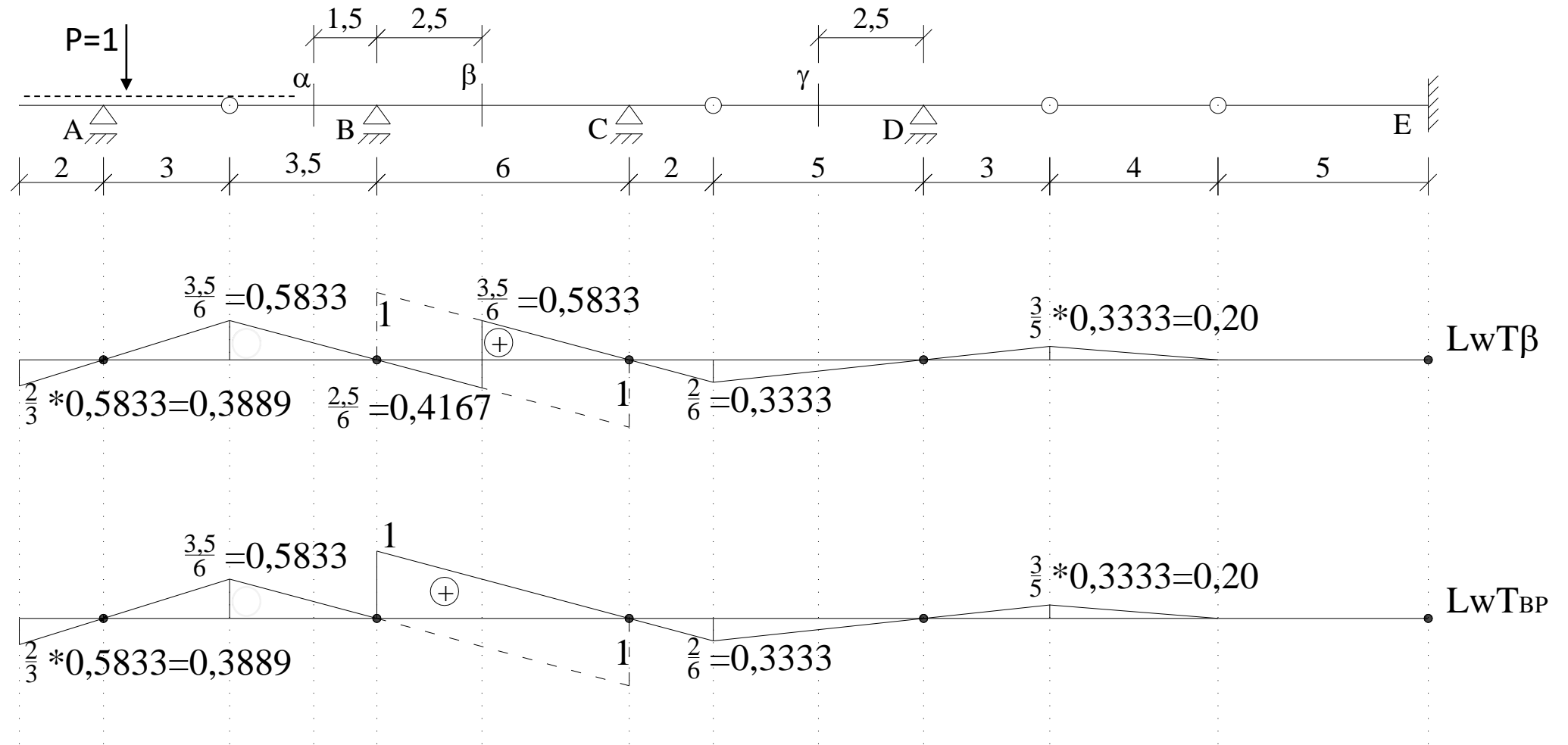
Linia wpływu siły tnącej T_B^P



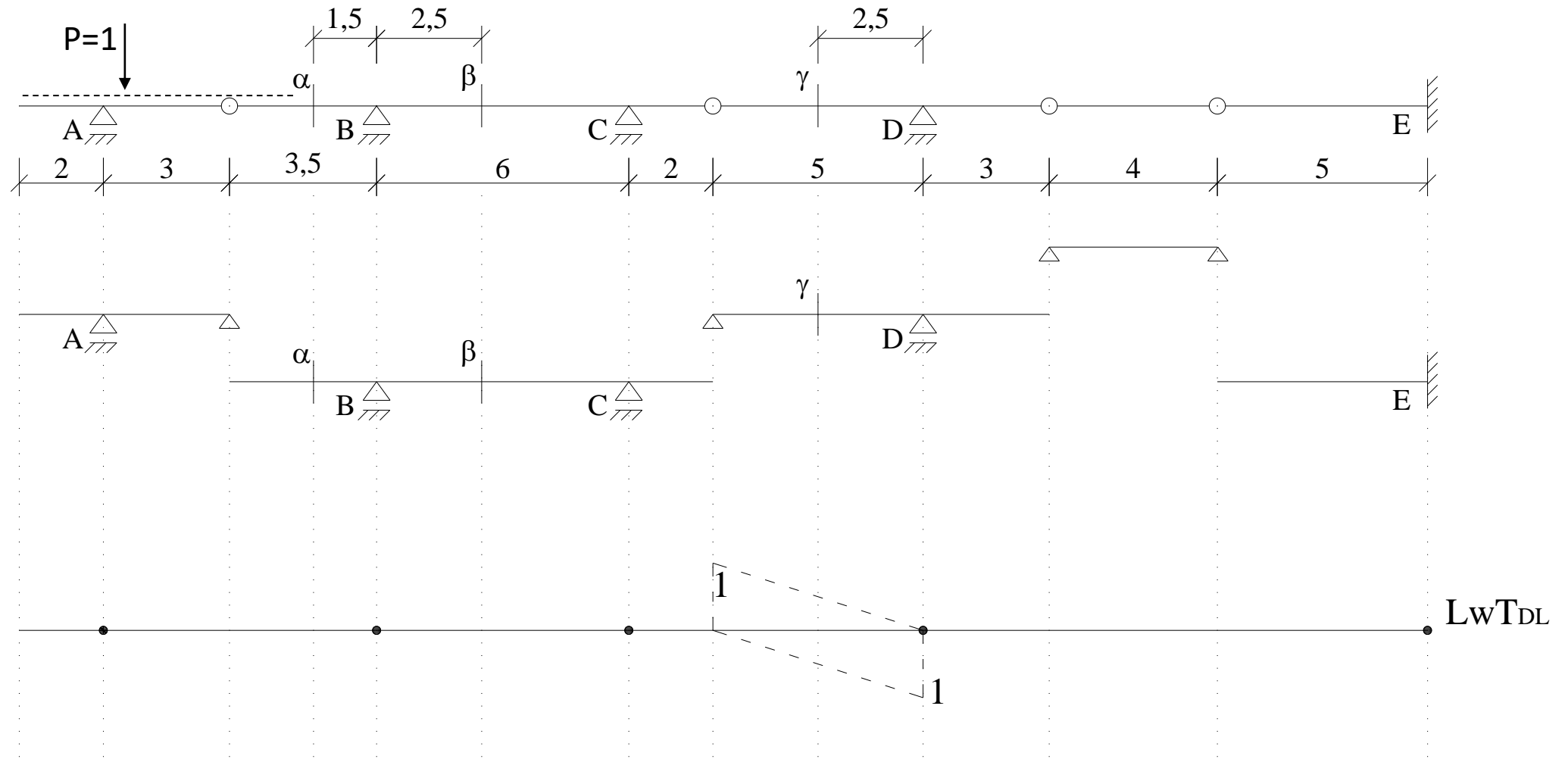
Linia wpływu siły tnącej T_B^P



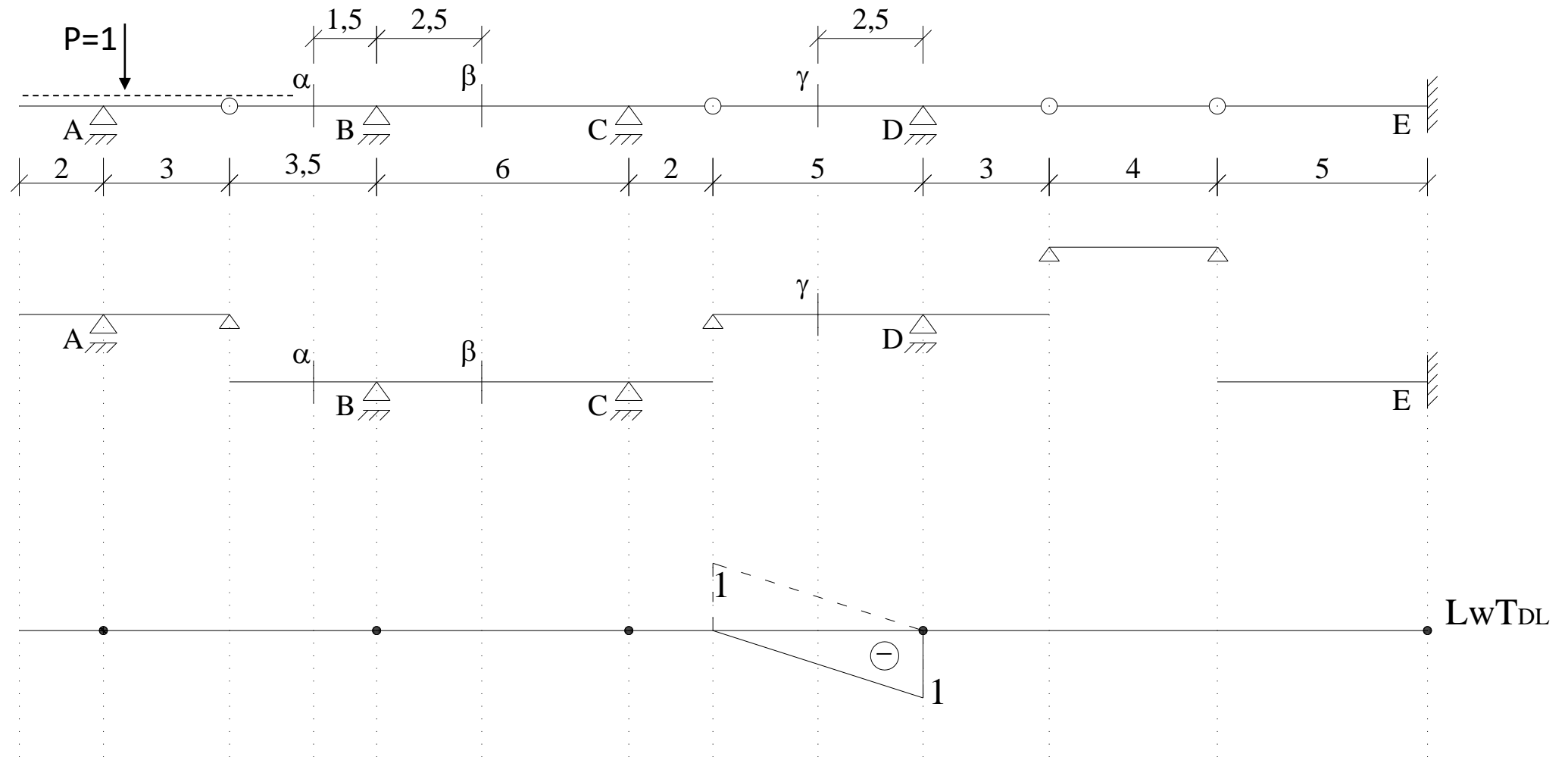
Linia wpływu siły tnącej T_β i T_B^P



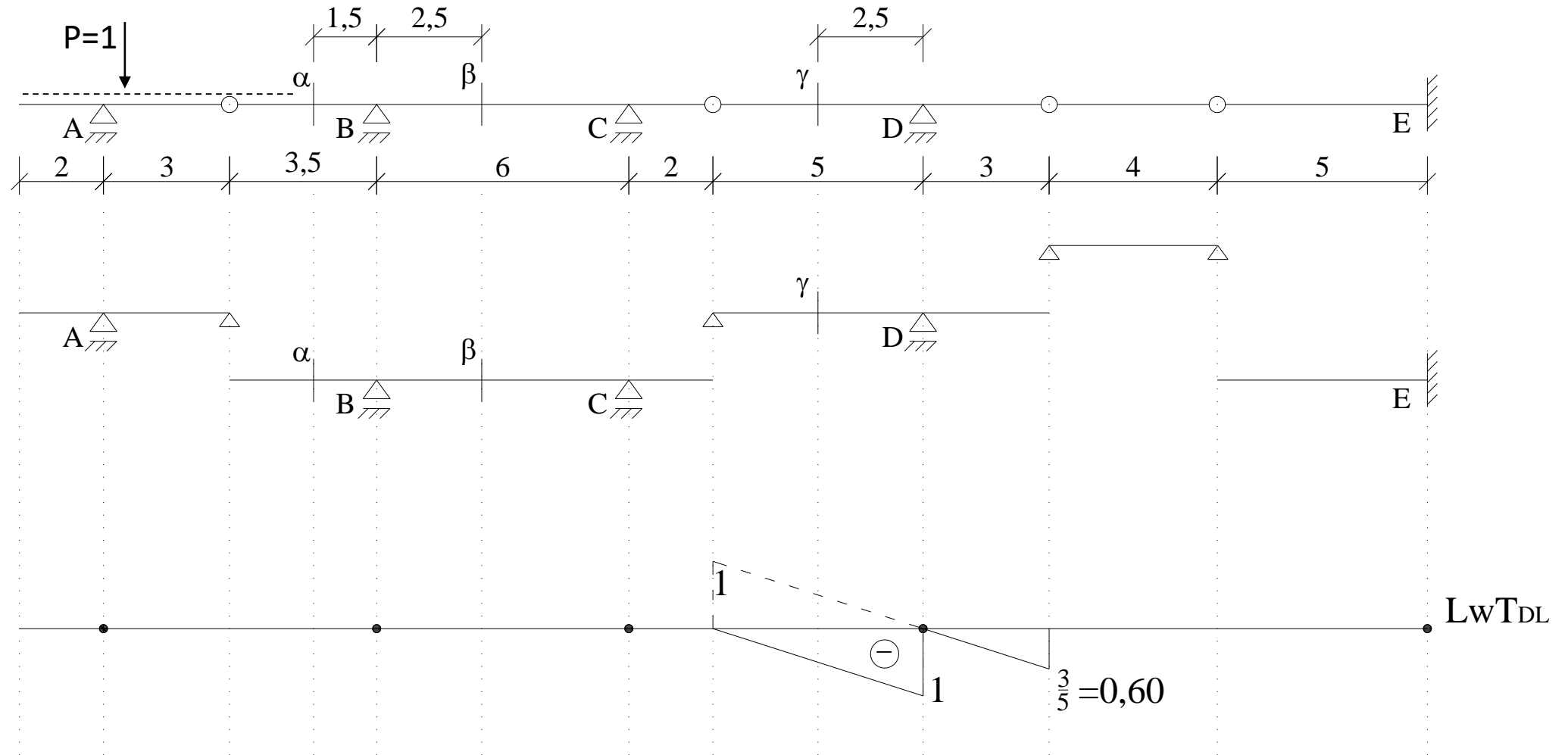
Linia wpływu siły tnącej T_D^L



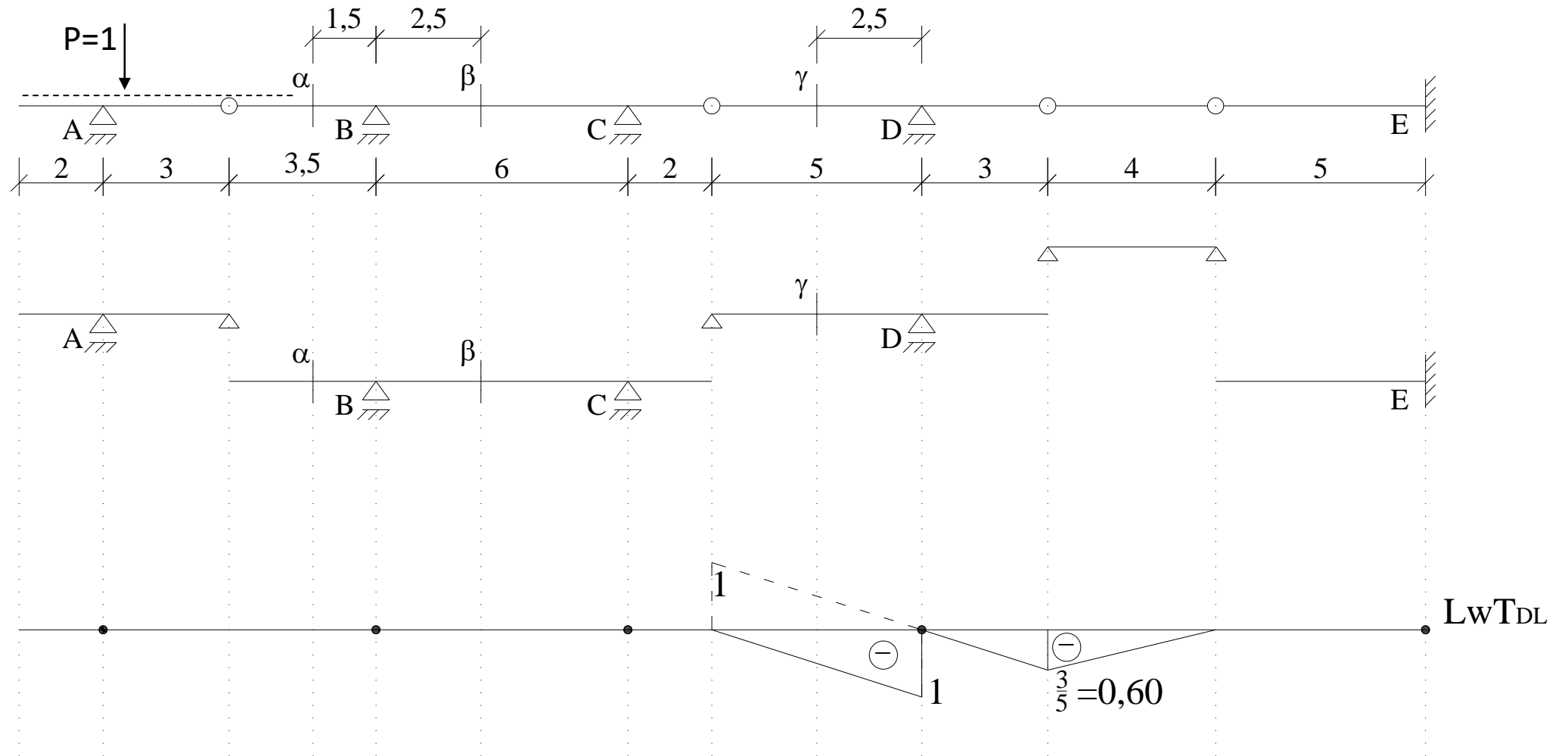
Linia wpływu siły tnącej T_D^L



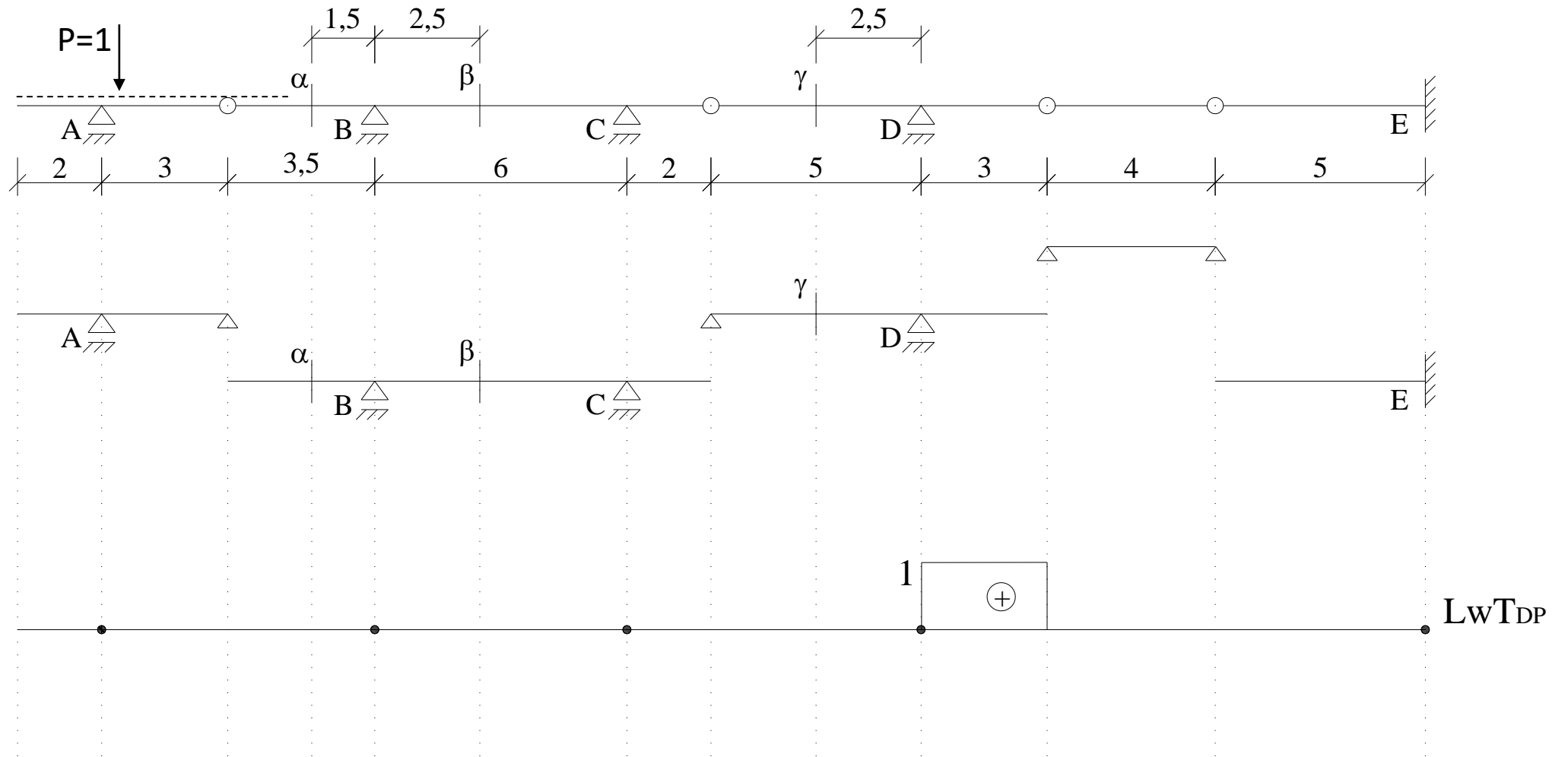
Linia wpływu siły tnącej T_D^L



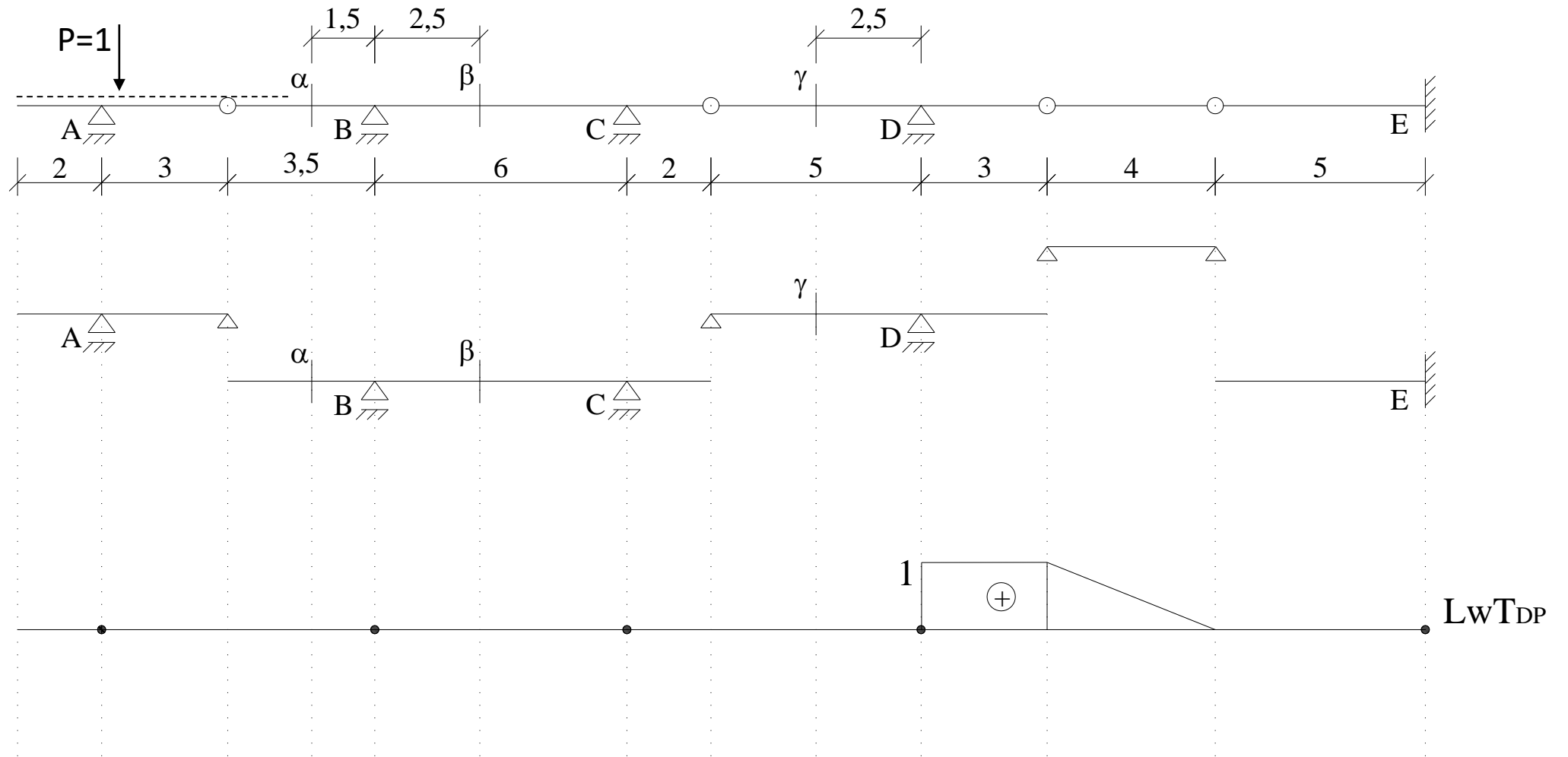
Linia wpływu siły tnącej T_D^L



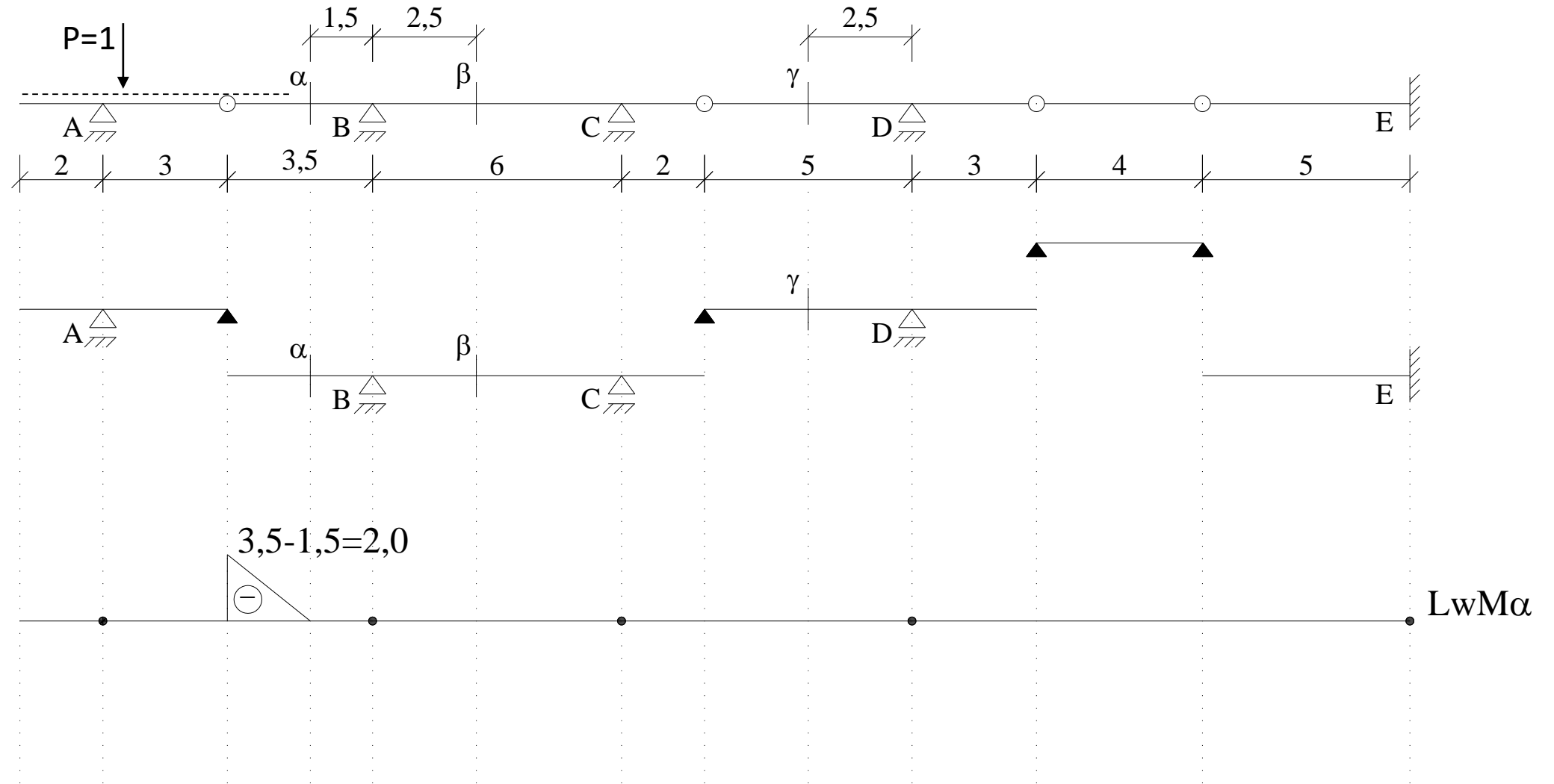
Linia wpływu siły tnącej T_D^P



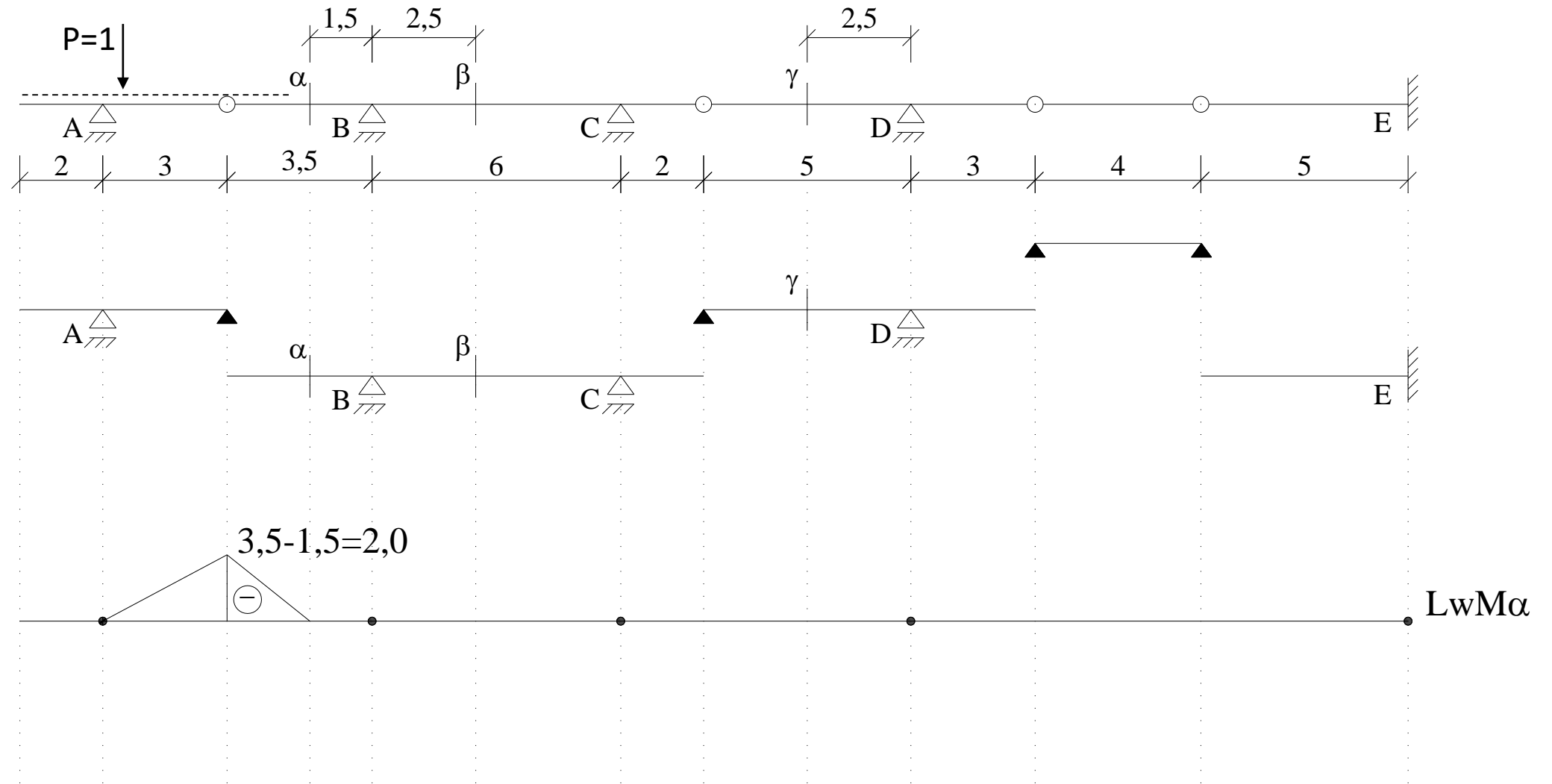
Linia wpływu siły tnącej T_D^P



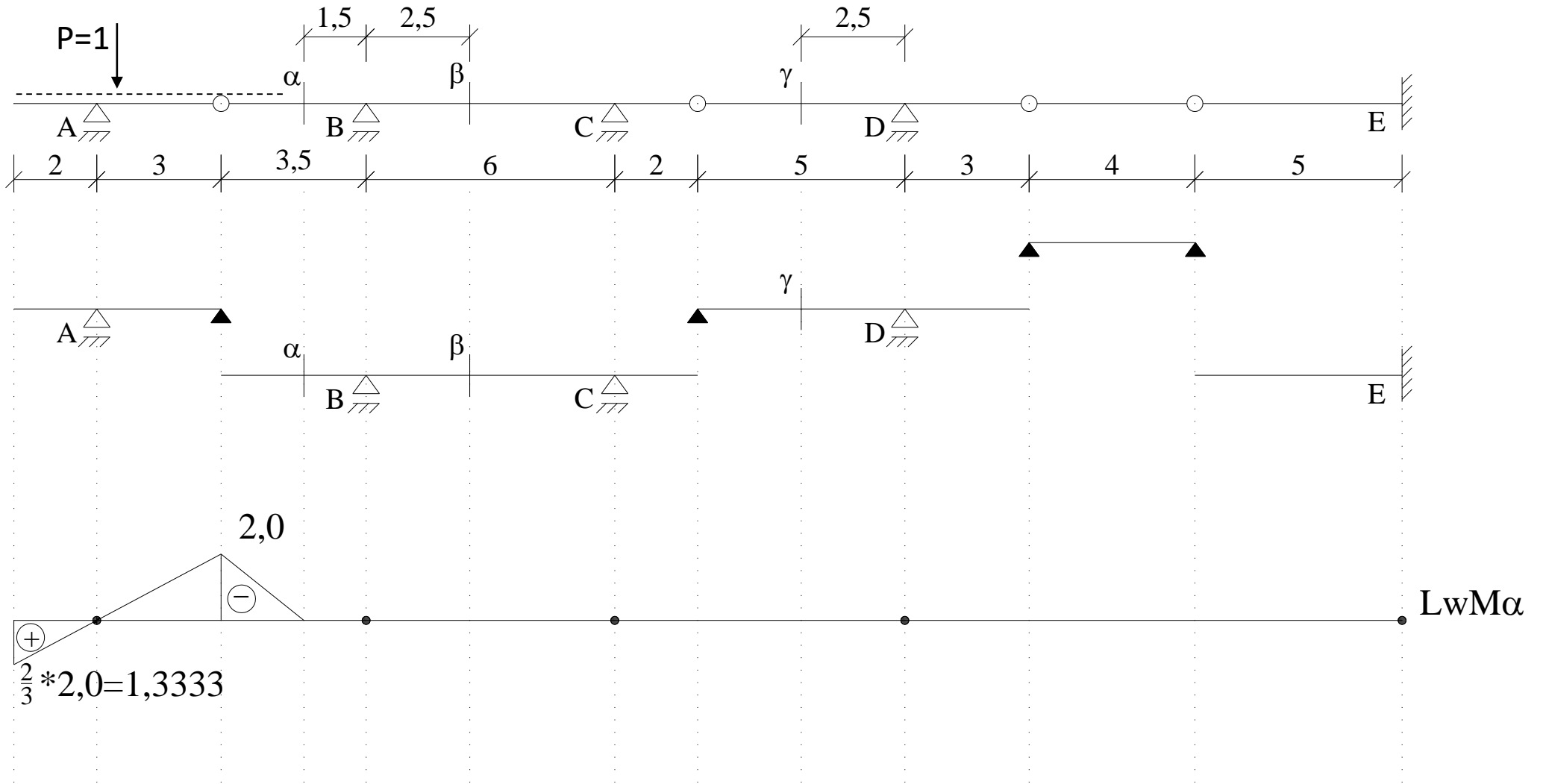
Linia wpływu momentu M_α



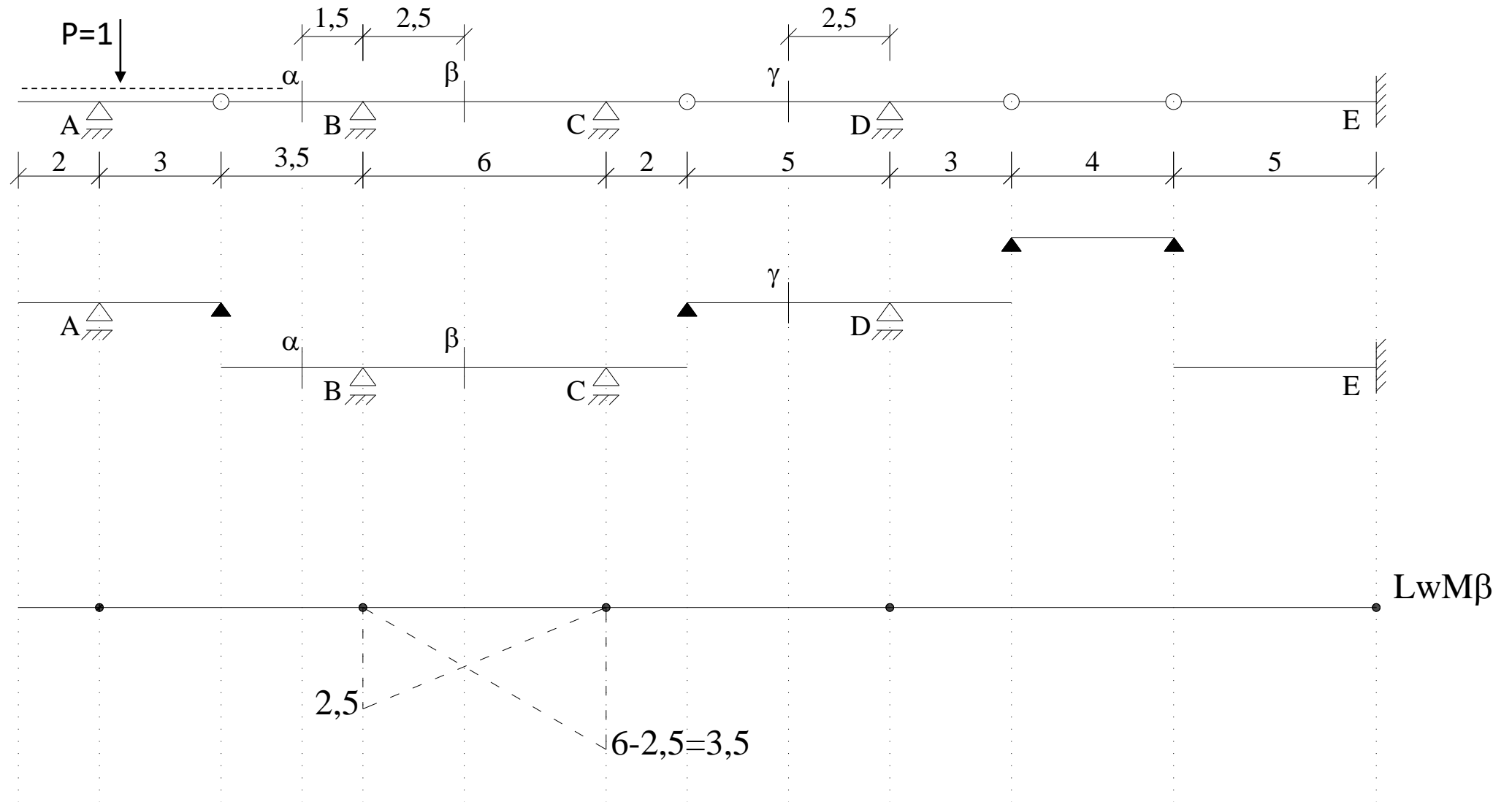
Linia wpływu momentu M_α



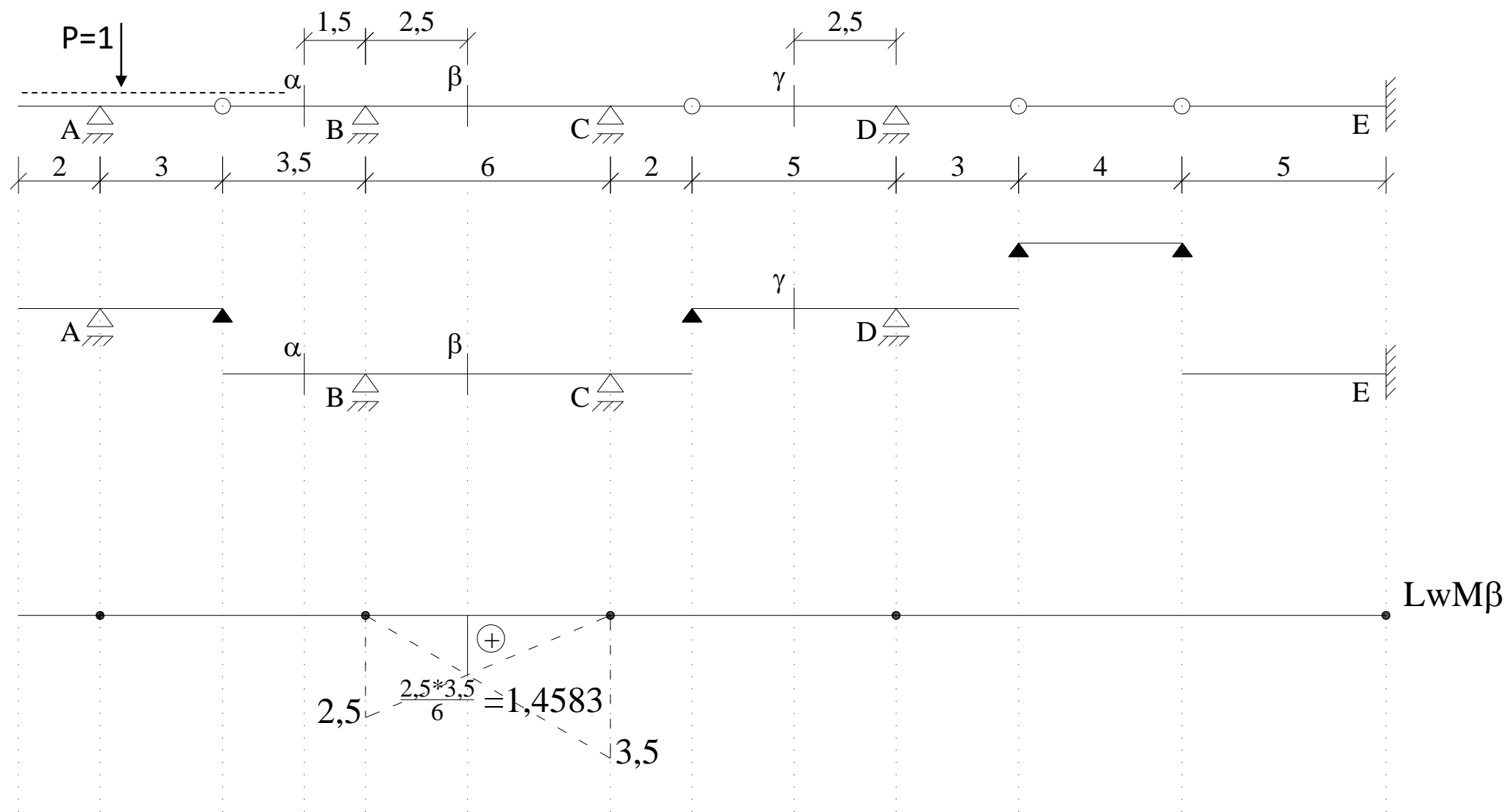
Linia wpływu momentu M_α



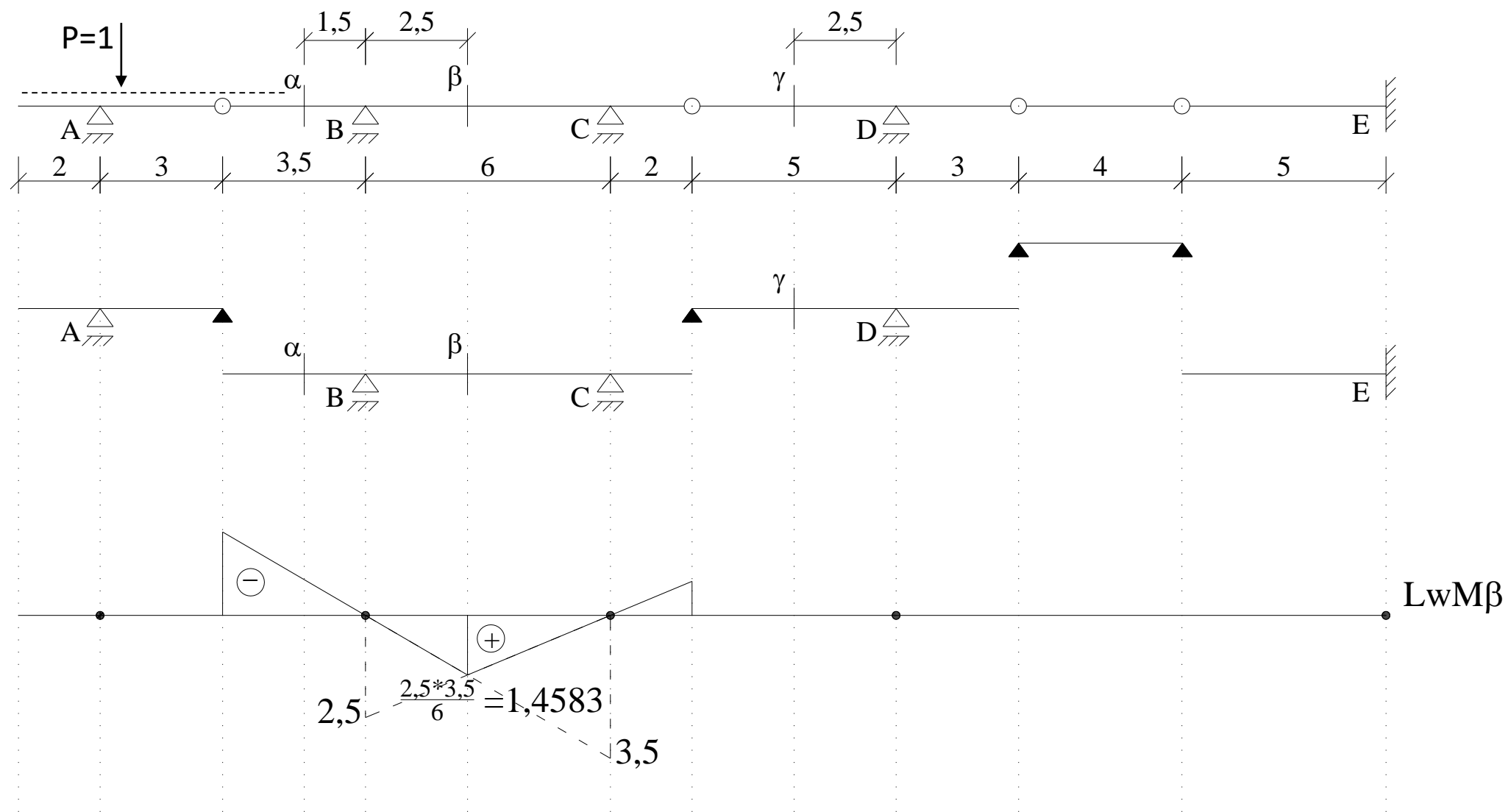
Linia wpływu momentu M_β



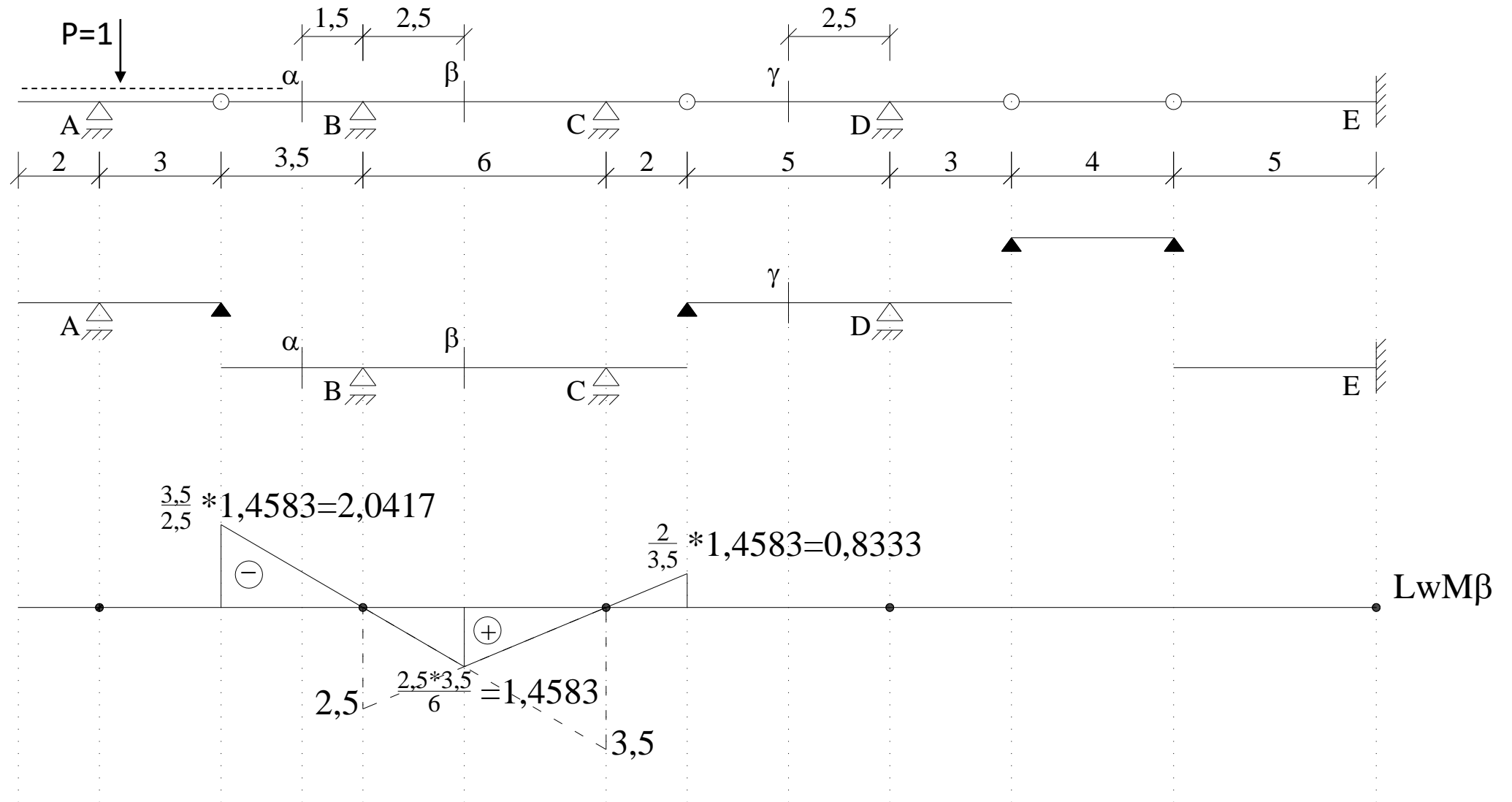
Linia wpływu momentu M_β



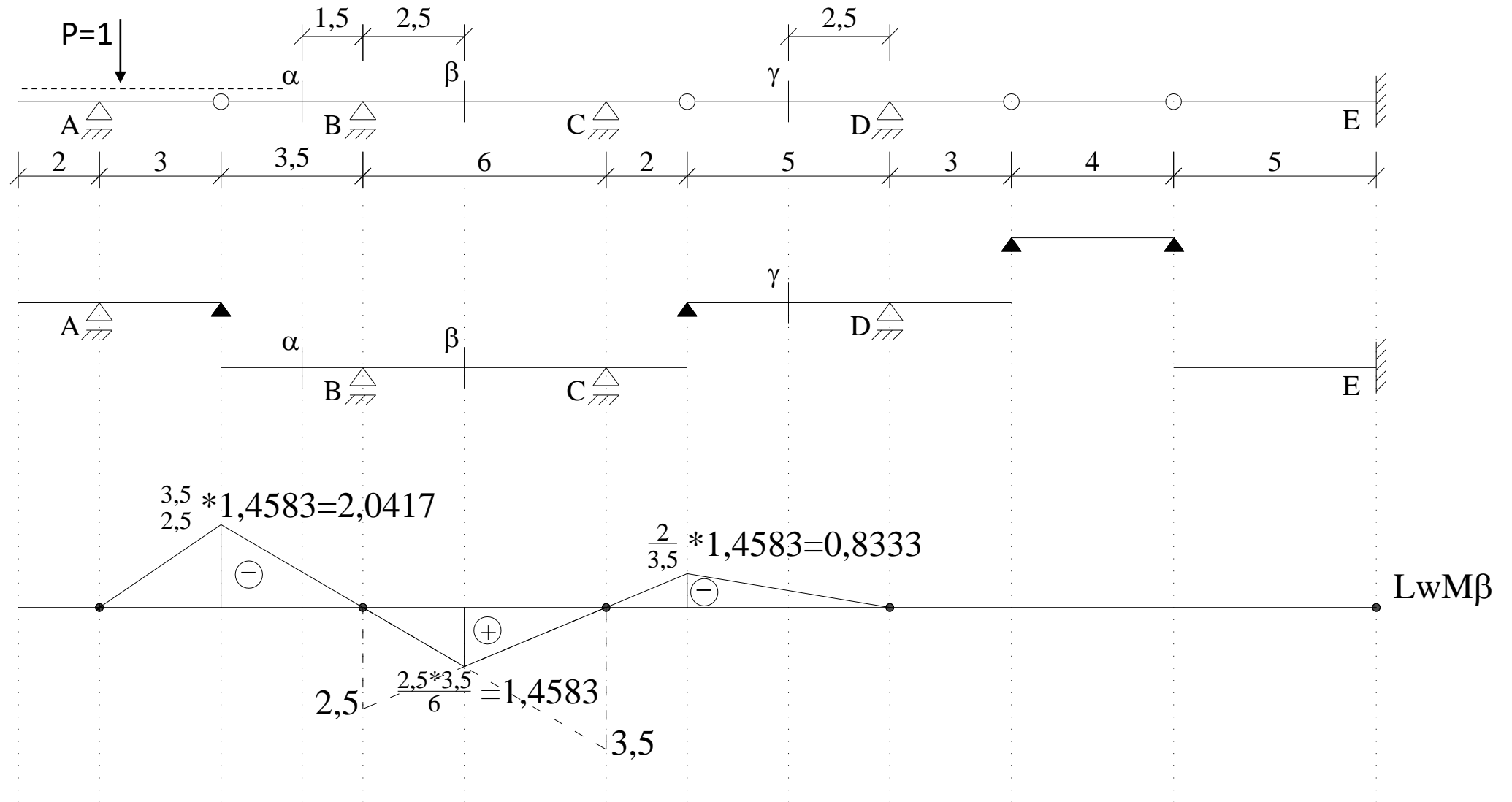
Linia wpływu momentu M_β



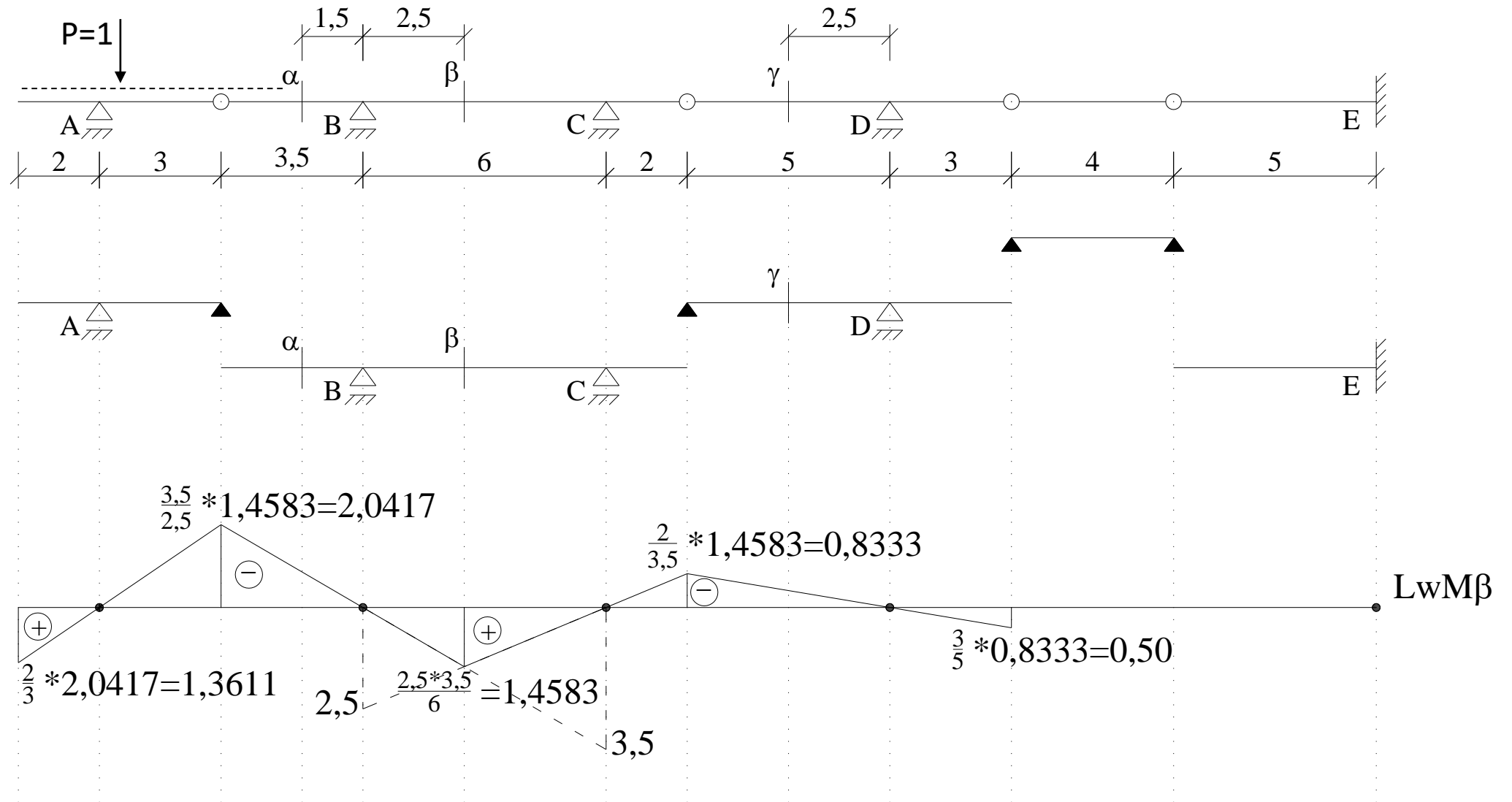
Linia wpływu momentu M_β



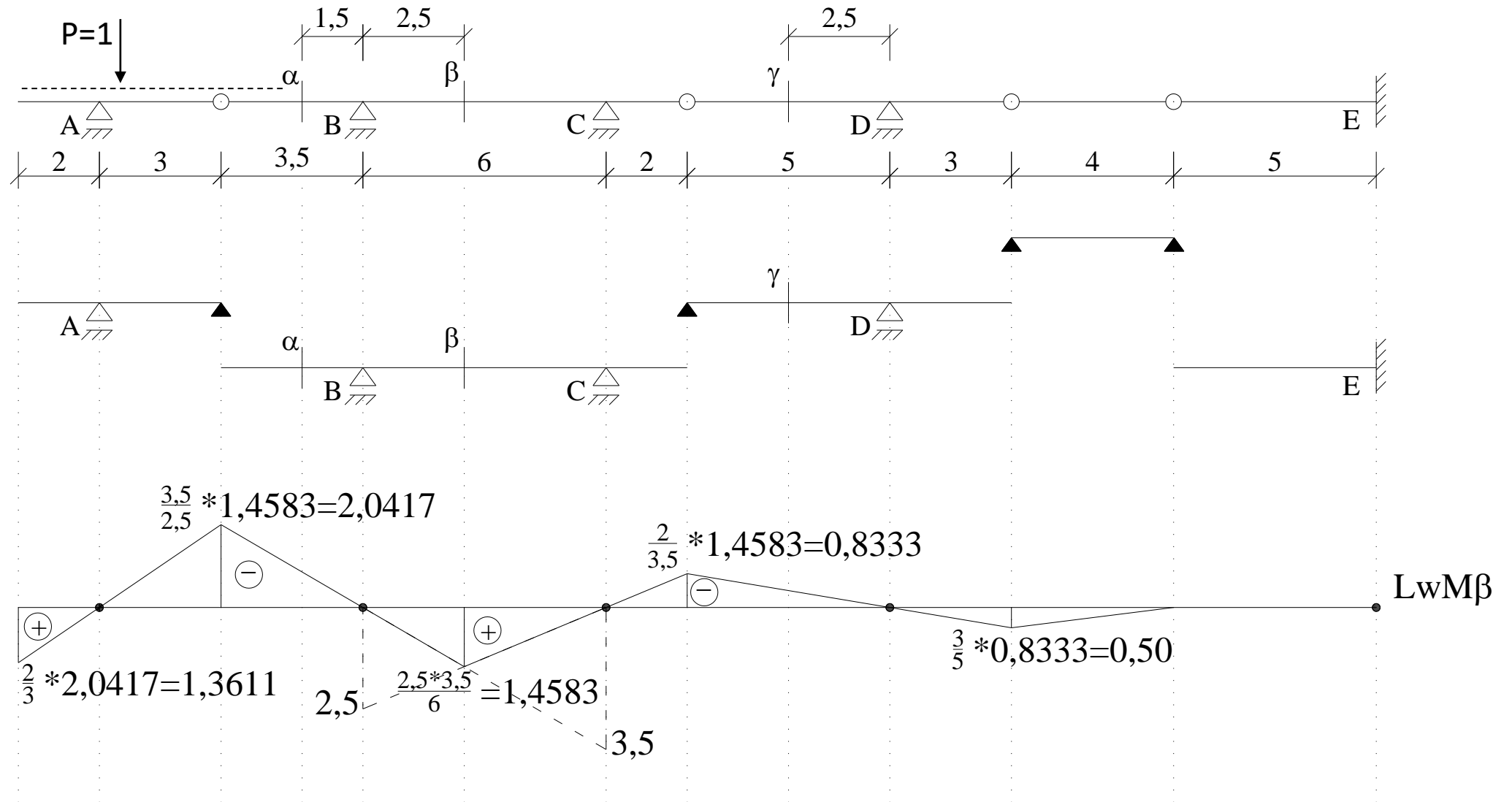
Linia wpływu momentu M_β



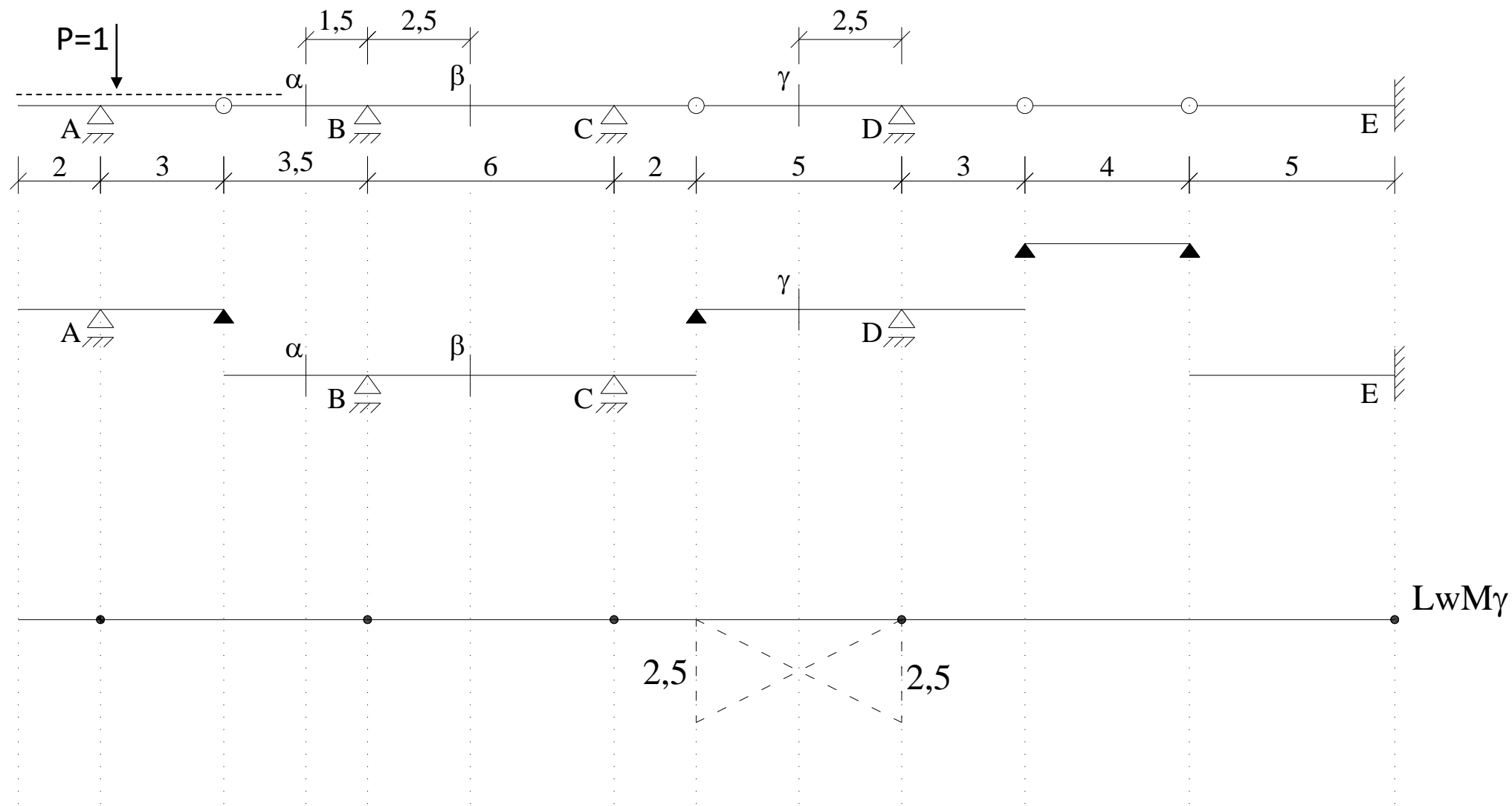
Linia wpływu momentu M_β



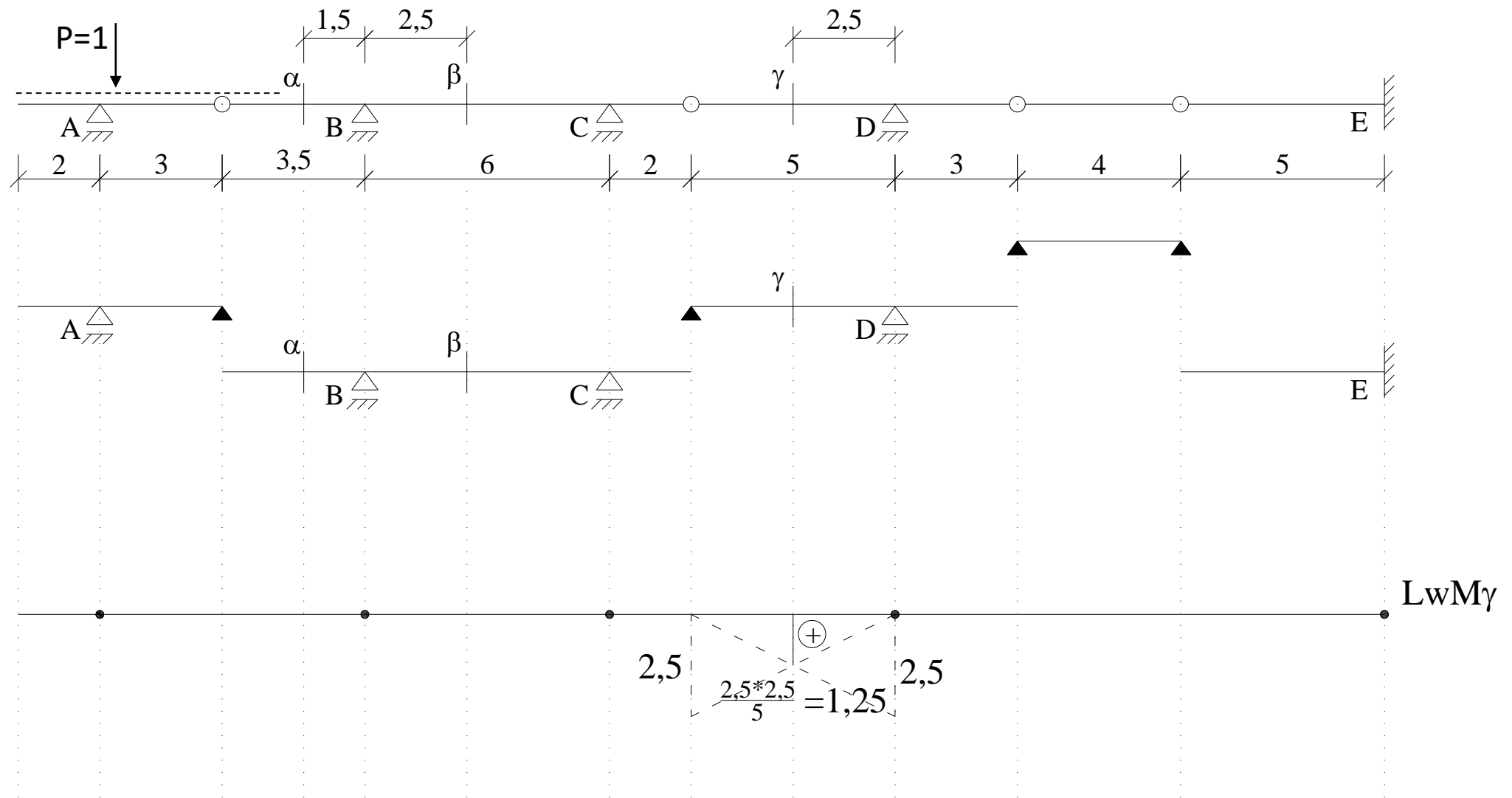
Linia wpływu momentu M_β



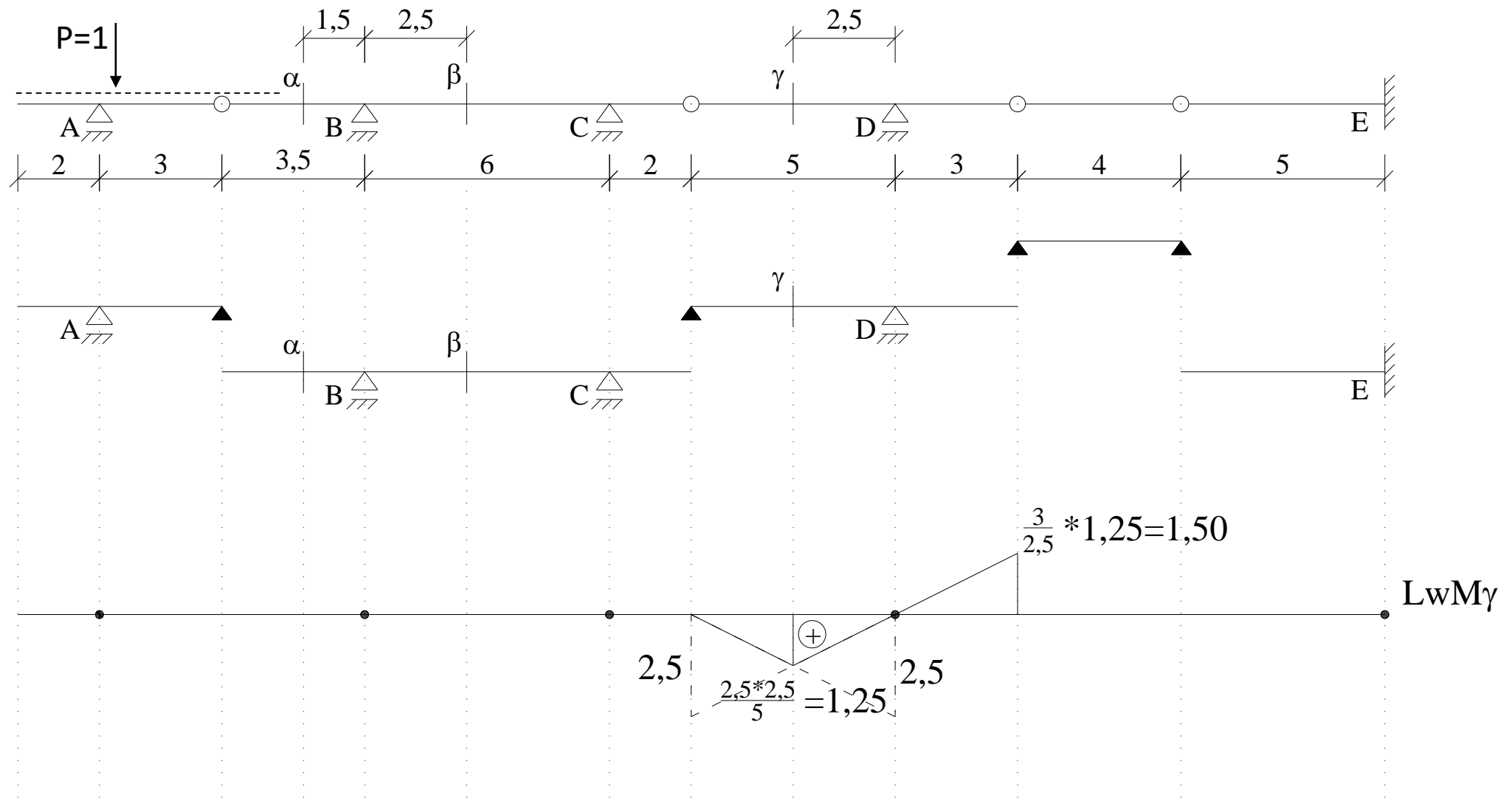
Linia wpływu momentu M_γ



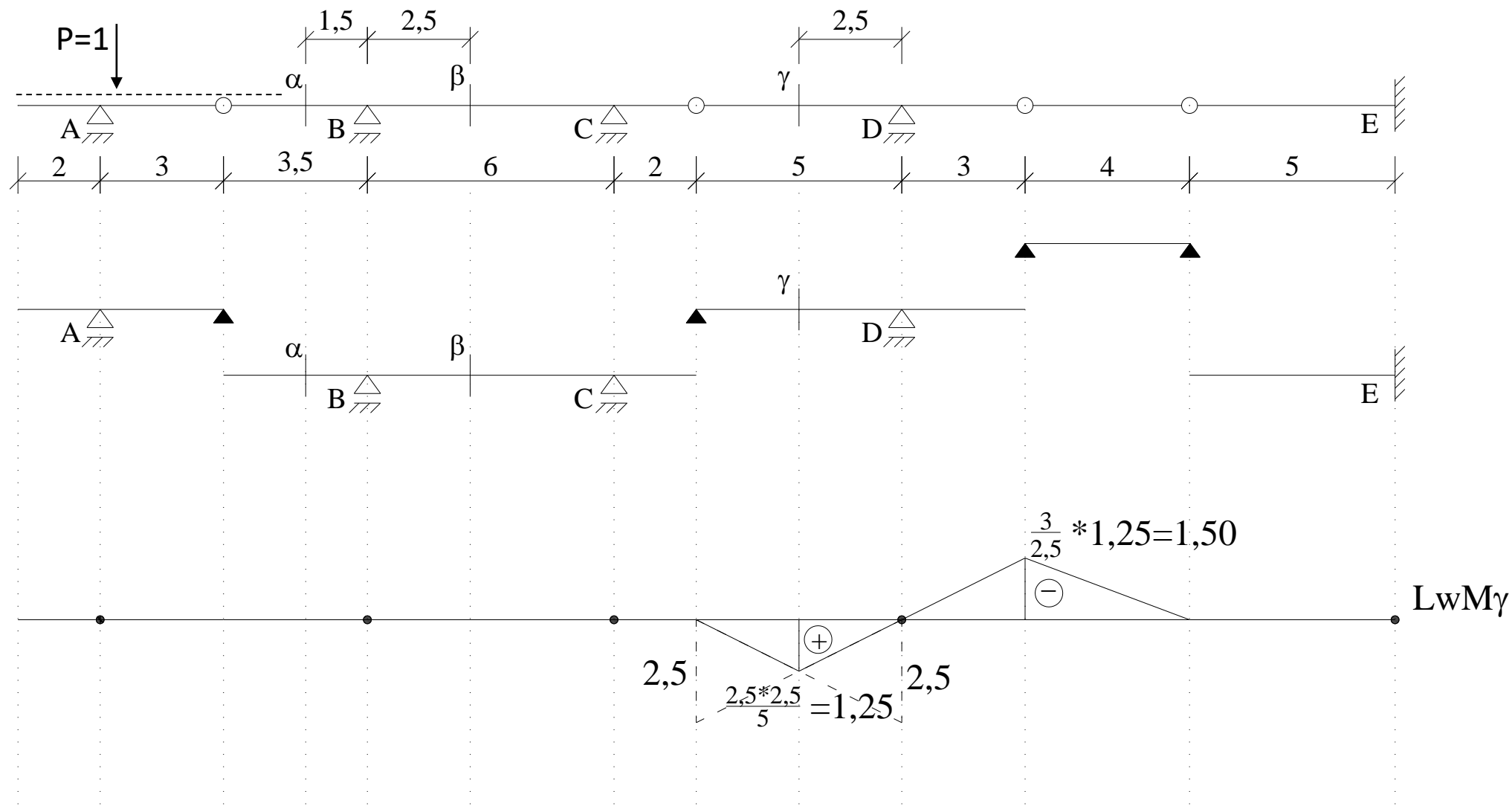
Linia wpływu momentu M_γ



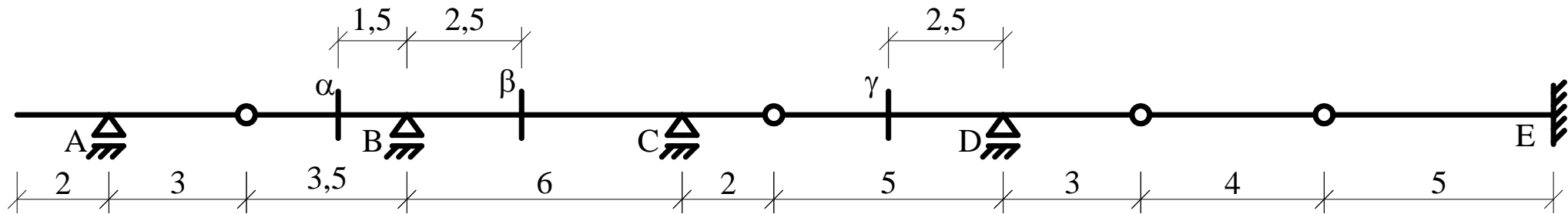
Linia wpływu momentu M_γ



Linia wpływu momentu M_γ

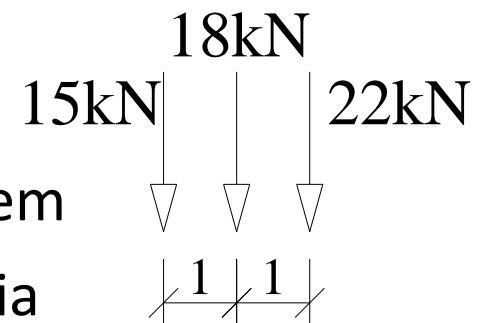


OBCIĄŻANIE BELEK GERBERA

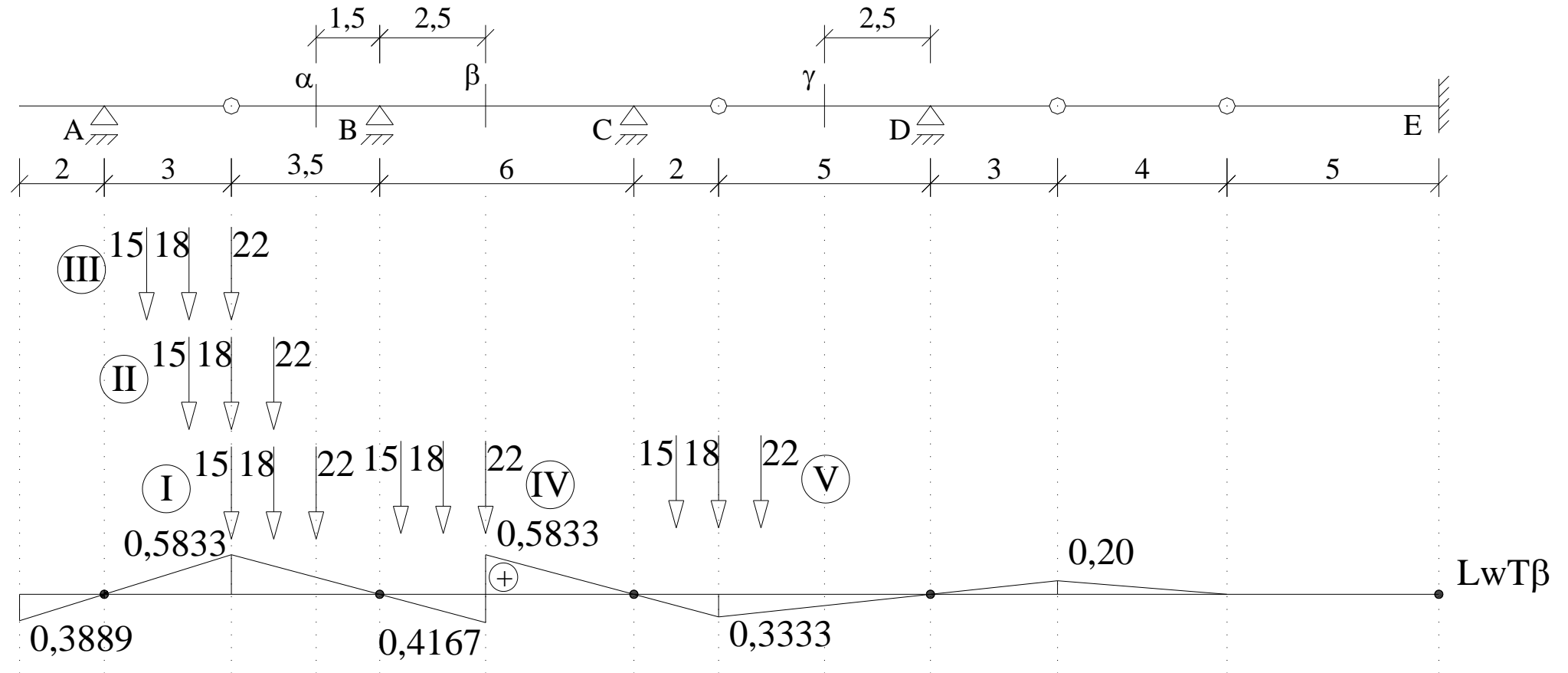


Na podstawie linii wpływu wyznaczyć:

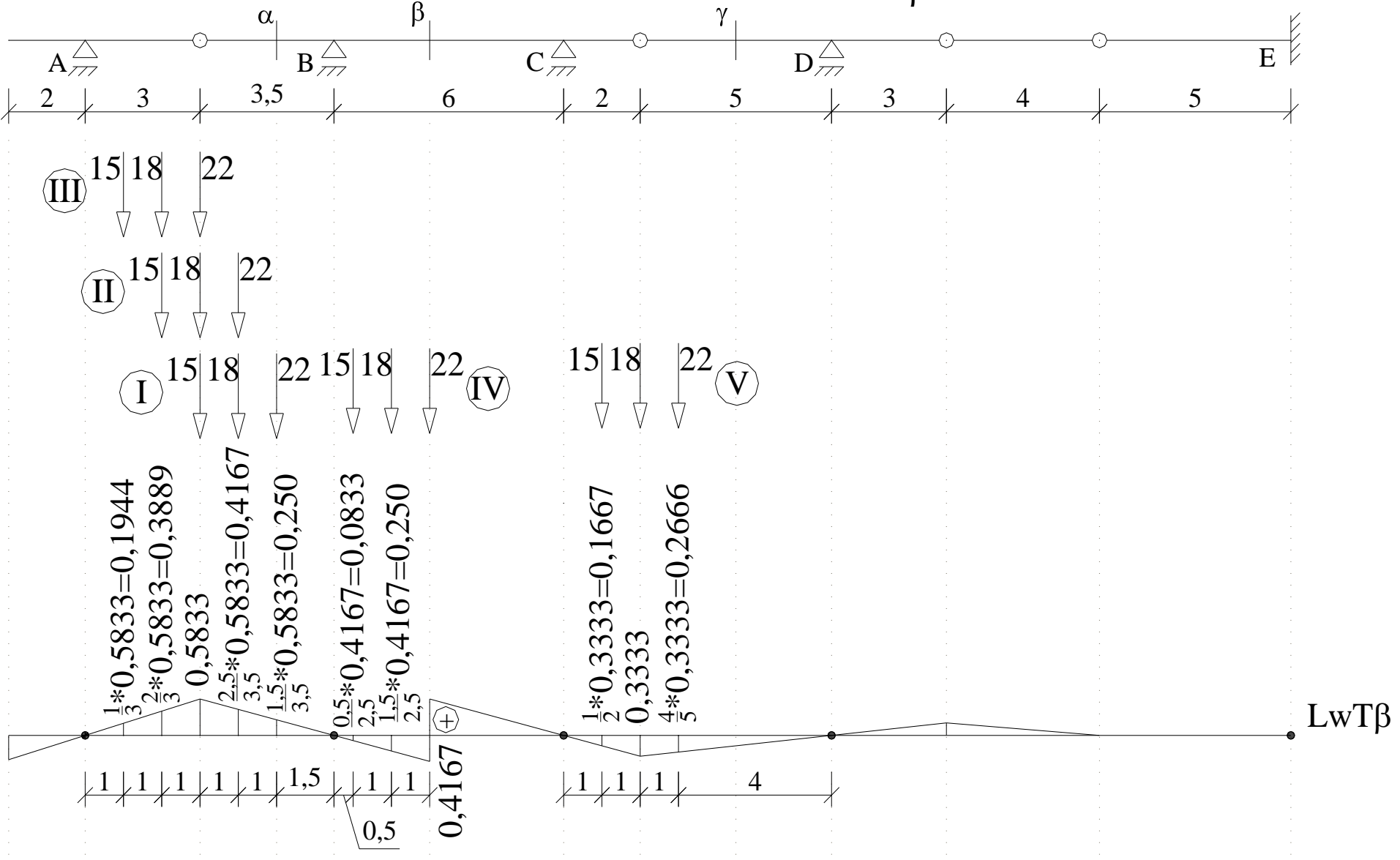
- Ekstremalne (min i max) wartości siły tnącej T_β od obciążenia pojazdem
- Ekstremalne (min i max) wartości reakcji podporowej V_C od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$
- Maksymalne momenty podporowe od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ oraz użytkowego $p=7\text{kN/m}$
- Maksymalną wartość momentu w przęśle BC od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



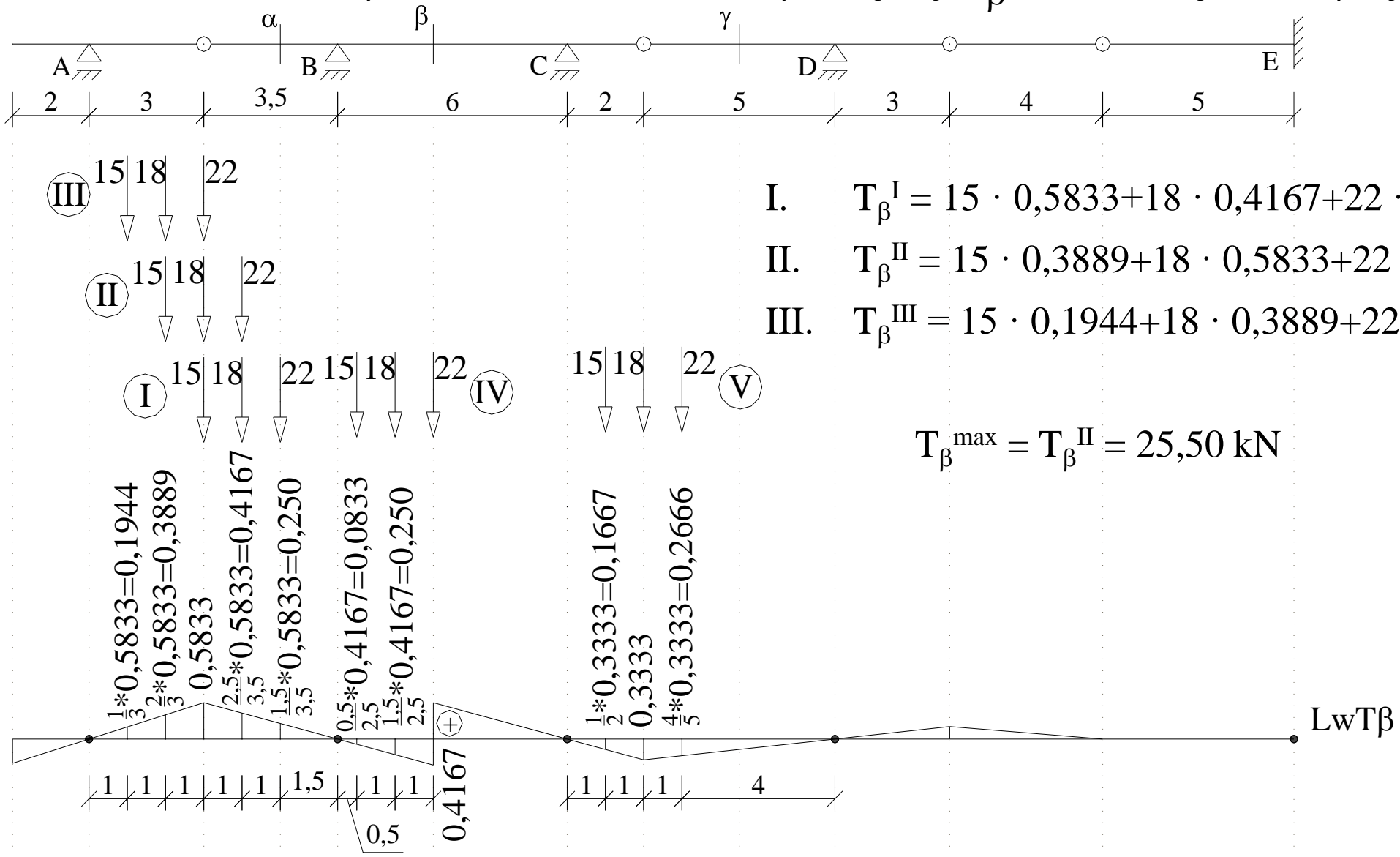
Ekstremalne (min i max) wartości siły tnącej T_β od obciążenia pojazdem



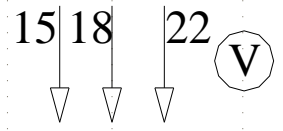
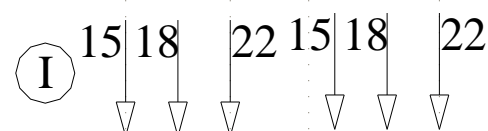
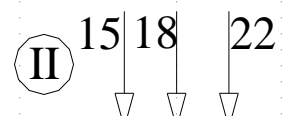
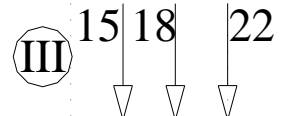
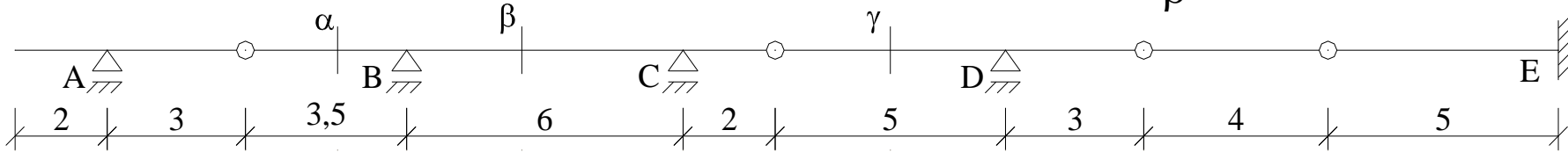
Ekstremalne (min i max) wartości siły tnącej T_β od obciążenia pojazdem



Maksymalne wartości siły tnącej T_β od obciążenia pojazdem



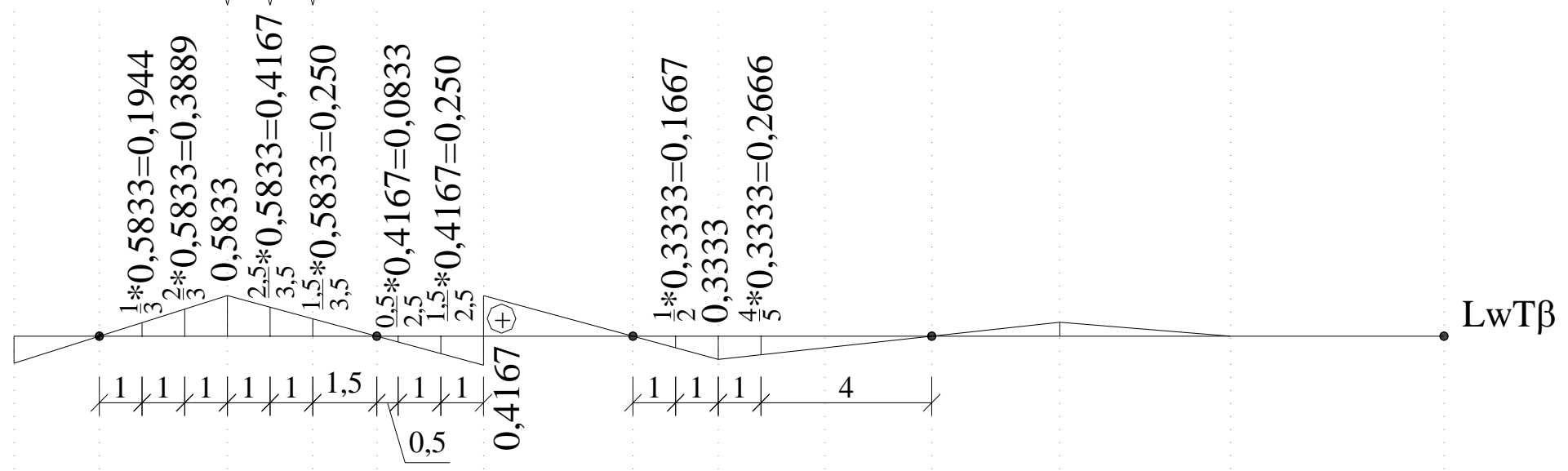
Minimalne wartości siły tnącej T_β od obciążenia pojazdem



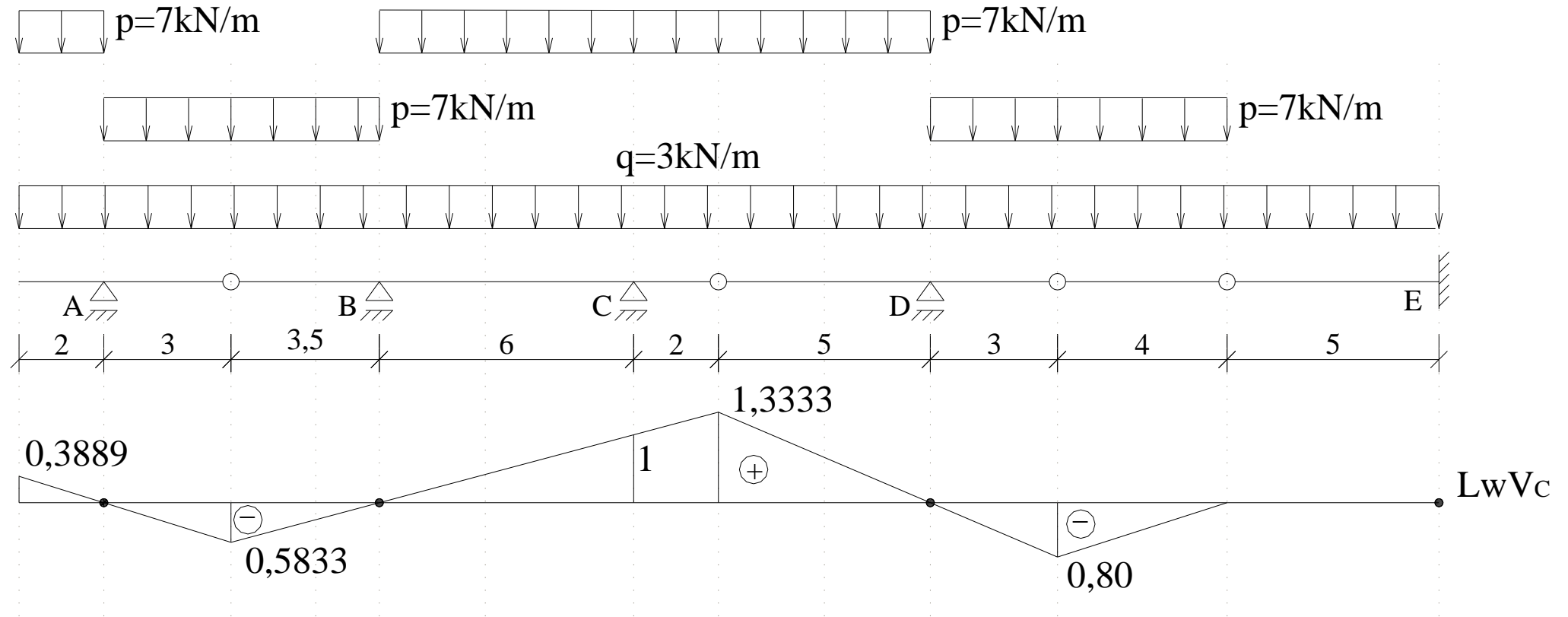
IV. $T_\beta^{IV} = 15 \cdot (-0,0833) + 18 \cdot (-0,250) + 22 \cdot (-0,4167) = -14,92 \text{ kN}$

V. $T_\beta^V = 15 \cdot (-0,1667) + 18 \cdot (-0,3333) + 22 \cdot (-0,2666) = -14,37 \text{ kN}$

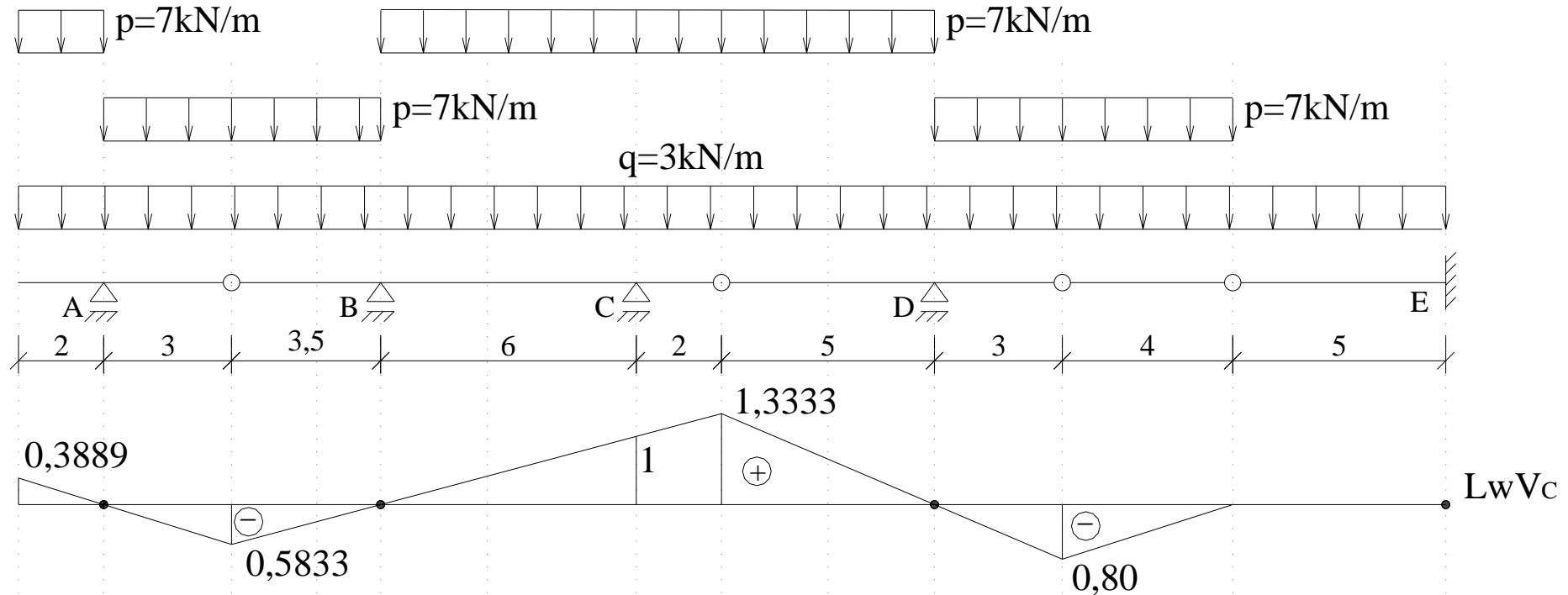
$T_\beta^{\min} = T_\beta^{IV} = -14,92 \text{ kN}$



Ekstremalne wartości reakcji podporowej V_C
 od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



Maksymalna wartość reakcji podporowej V_C
 od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$

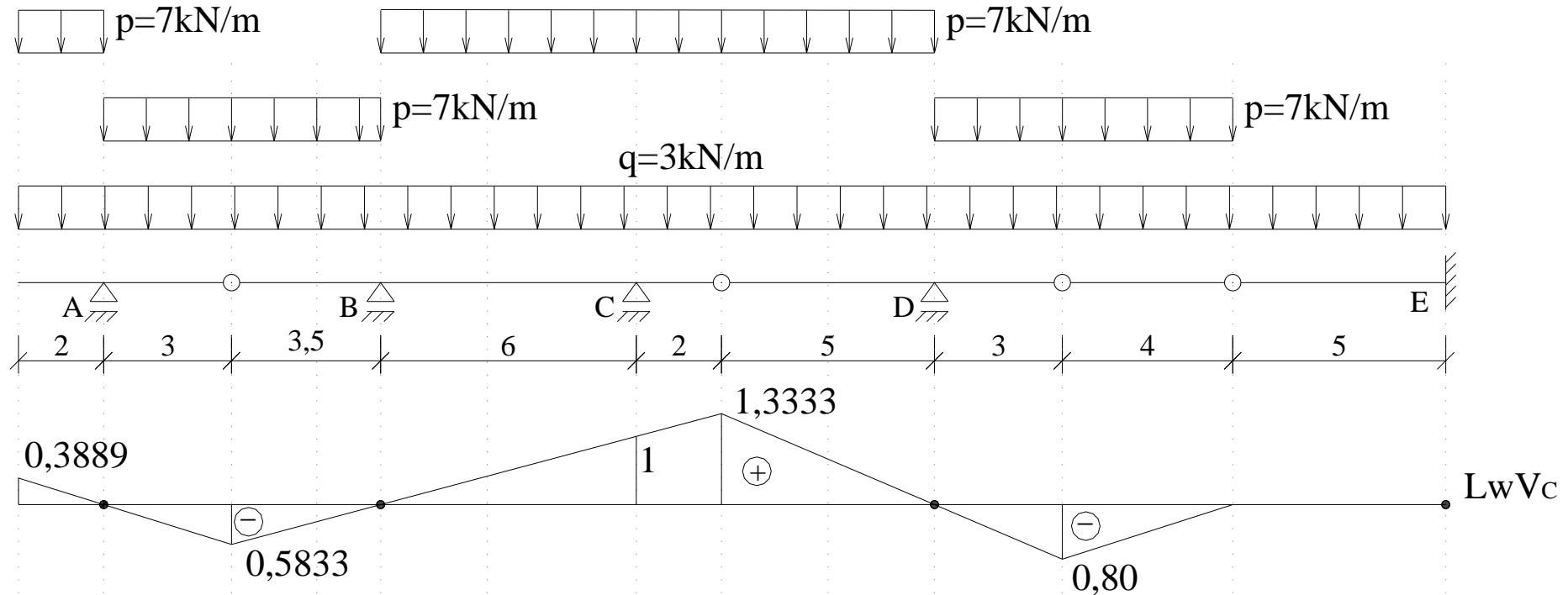


$$V_C^{\max} = VC^{(+)} = [\Sigma F^{(+)} - \Sigma F^{(-)}] \cdot q + \Sigma F^{(+)} \cdot p$$

$$V_C^{\max} = \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 0,3889 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1,3333 \cdot (6 + 2 + 5) \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,5833 \cdot (3 + 3,5) + \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot (3 + 4) \right) \right] \cdot 3$$

$$+ \left(\frac{1}{2} \cdot 0,3889 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1,3333 \cdot (6 + 2 + 5) \right) \cdot 7 = (9,0534 - 4,6957) \cdot 3 + 9,0534 \cdot 7 = 76,45 \text{ kN}$$

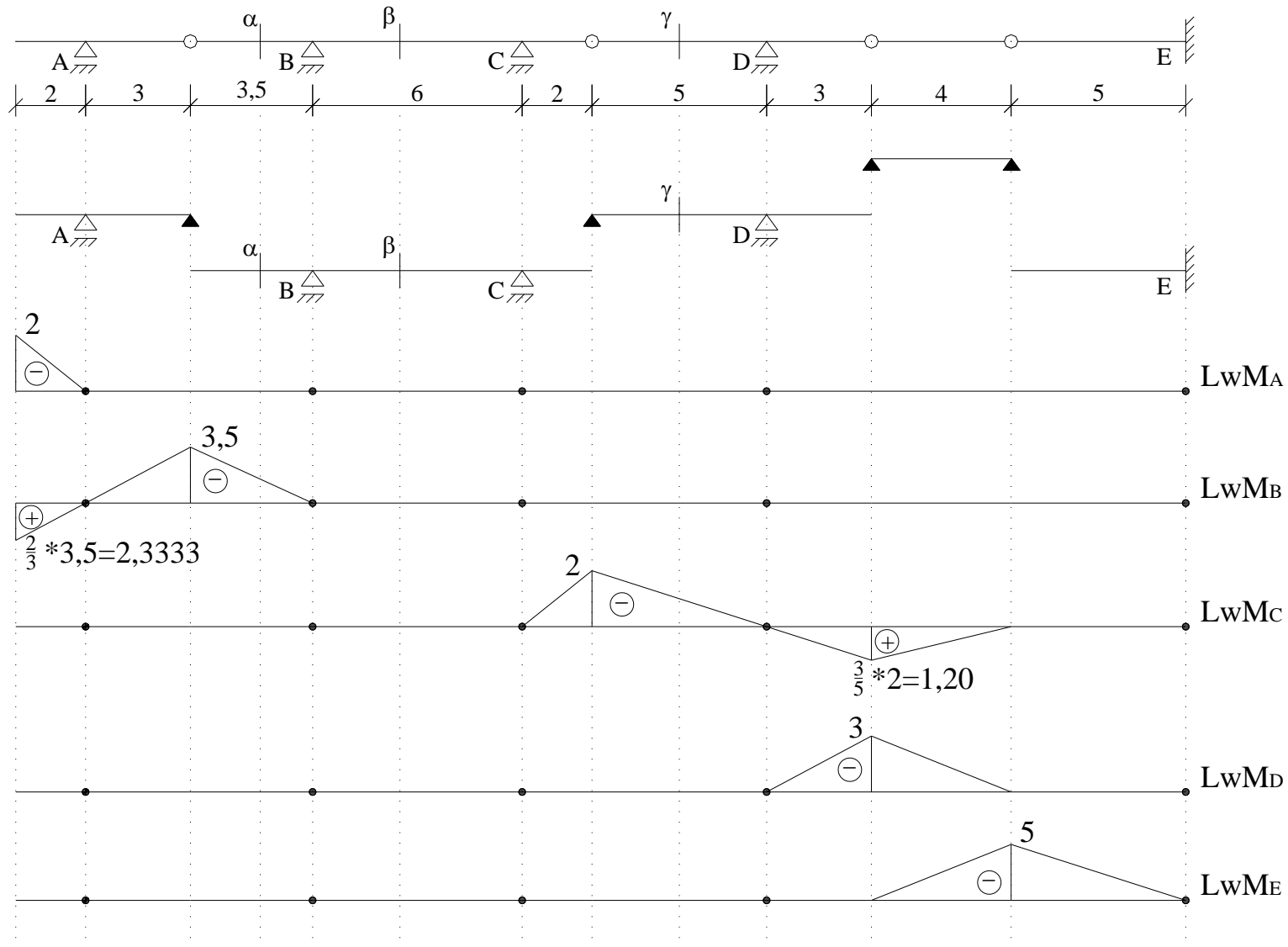
Minimalna wartość reakcji podporowej V_C
 od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



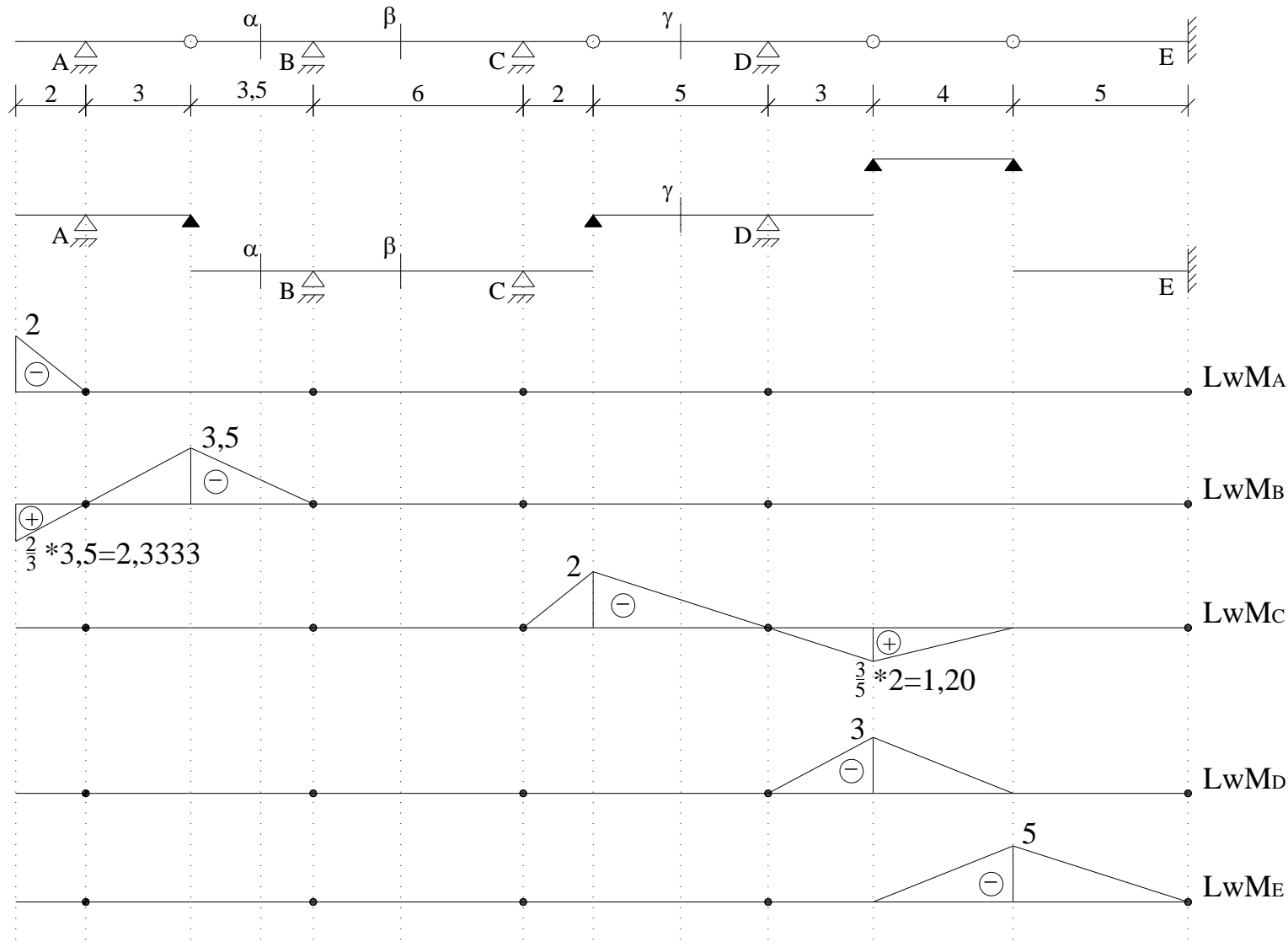
$$V_C^{\min} = VC^{(-)} = [\Sigma F^{(+)} - \Sigma F^{(-)}] \cdot q - \Sigma F^{(-)} \cdot p$$

$$V_C^{\min} = \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 0,3889 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1,3333 \cdot (6 + 2 + 5) \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,5833 \cdot (3 + 3,5) + \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot (3 + 4) \right) \right] \cdot 3 - \left(\frac{1}{2} \cdot 0,5833 \cdot (3 + 3,5) + \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot (3 + 4) \right) \cdot 7 = (9,0534 - 4,6957) \cdot 3 - 4,6957 \cdot 7 = -19,80 \text{ kN}$$

Maksymalne momenty podporowe od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



Maksymalne momenty podporowe od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$

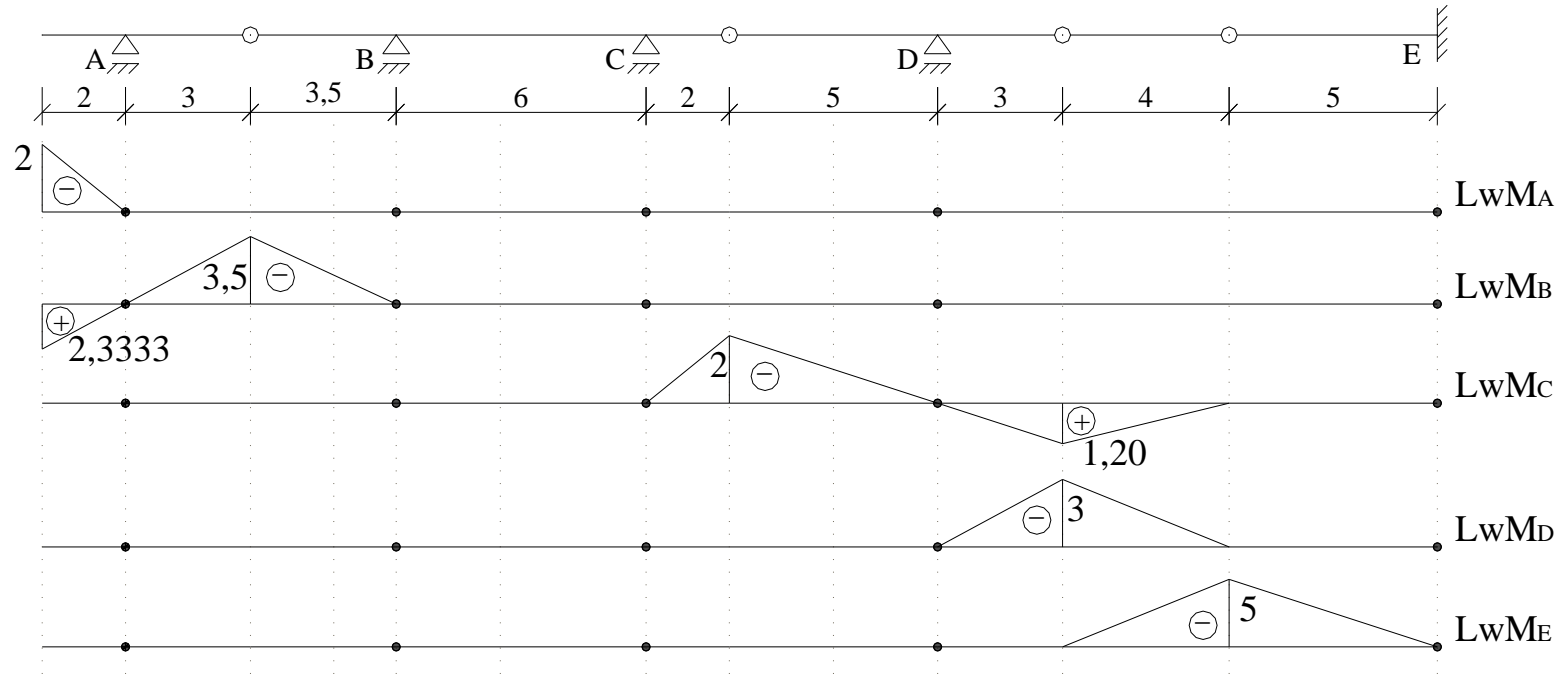


Aby obliczyć maksymalny moment podporowy:

- obciążenie stałe $q=3\text{kN/m}$ ustawiamy na całej belce,
- obciążenie użytkowe $p=7\text{kN/m}$ ustawiamy tam, gdzie linia wpływu ma znak ujemny.

$$M_{\text{podp}}^{\text{max}} = |[\Sigma F^{(+)} - \Sigma F^{(-)}] \cdot q - \Sigma F^{(-)} \cdot p|$$

Maksymalne momenty podporowe od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



$$M_{\text{podp}}^{\text{max}} = |[\Sigma F^{(+)} - \Sigma F^{(-)}] \cdot q - \Sigma F^{(-)} \cdot p|$$

$$M_A^{\text{max}} = \left| -\left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2\right) \cdot 3 - \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2\right) \cdot 7 \right| = \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2\right) \cdot 10 = 20,0 \text{ kNm}$$

$$M_B^{\text{max}} = \left| \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 2,3333 \cdot 2\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot (3 + 3,5)\right) \right] \cdot 3 - \left(\frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot (3 + 3,5)\right) \cdot 7 \right| = 106,75 \text{ kNm}$$

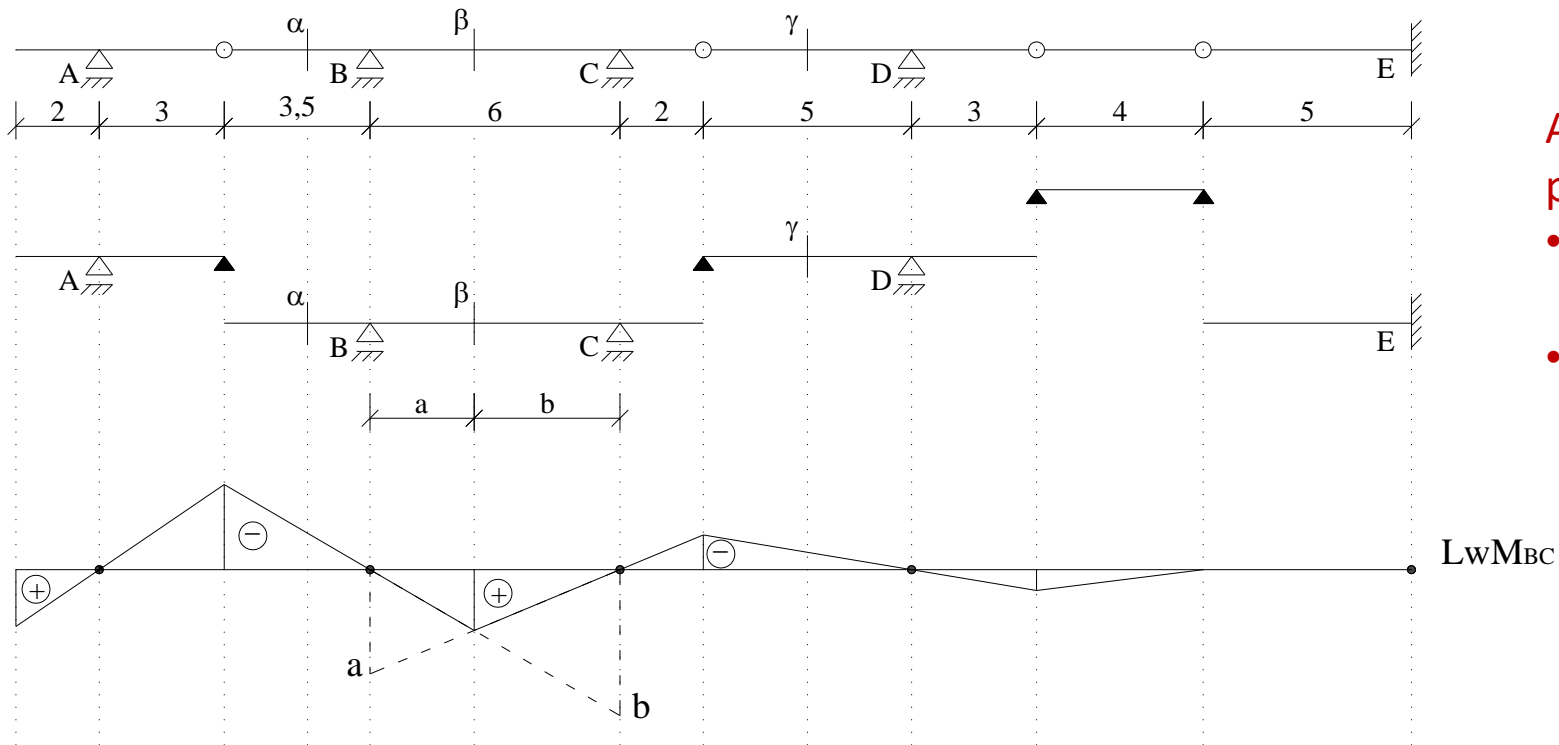
$$M_C^{\text{max}} = \left| \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1,20 \cdot (3 + 4)\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (2 + 5)\right) \right] \cdot 3 - \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (2 + 5)\right) \cdot 7 \right| = 57,40 \text{ kNm}$$

$$M_D^{\text{max}} = \left| -\left(\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (3 + 4)\right) \cdot 3 - \left(\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (3 + 4)\right) \cdot 7 \right| = \left(\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 7\right) \cdot 10 = 105,0 \text{ kNm}$$

$$M_E^{\text{max}} = \left| -\left(\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot (4 + 5)\right) \cdot 3 - \left(\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot (4 + 5)\right) \cdot 7 \right| = \left(\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 9\right) \cdot 10 = 225,0 \text{ kNm}$$

← maksymalny moment podporowy

Maksymalny moment w przęśle BC od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$

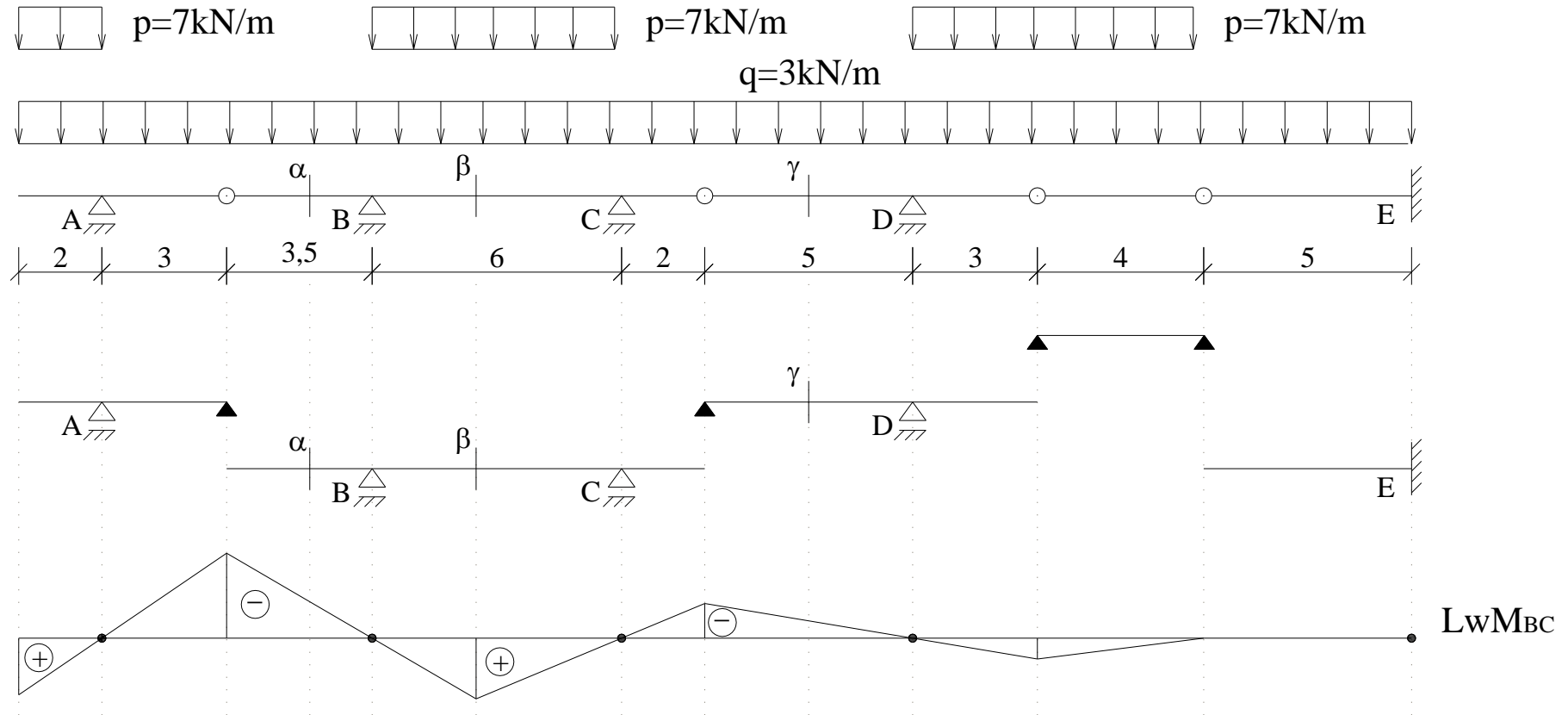


Aby obliczyć maksymalny moment przęsłowy:

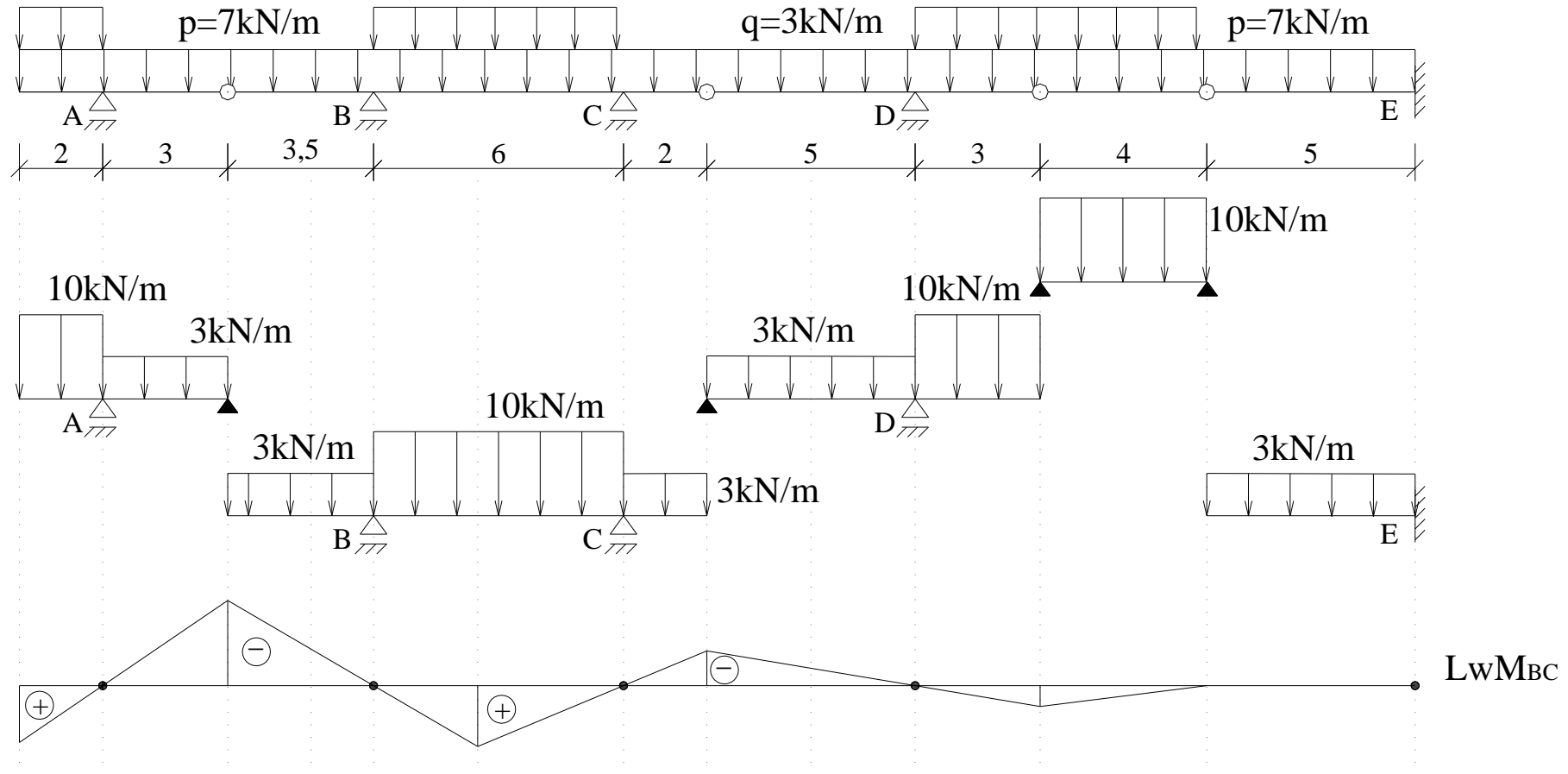
- obciążenie stałe $q=3\text{kN/m}$ ustawiamy na całej belce,
- obciążenie użytkowe $p=7\text{kN/m}$ ustawiamy tam, gdzie linia wpływu ma znak dodatni.

$$M_{\text{przesł}}^{\text{max}} = [\Sigma F^{(+)} - \Sigma F^{(-)}] \cdot q + \Sigma F^{(+)} \cdot p$$

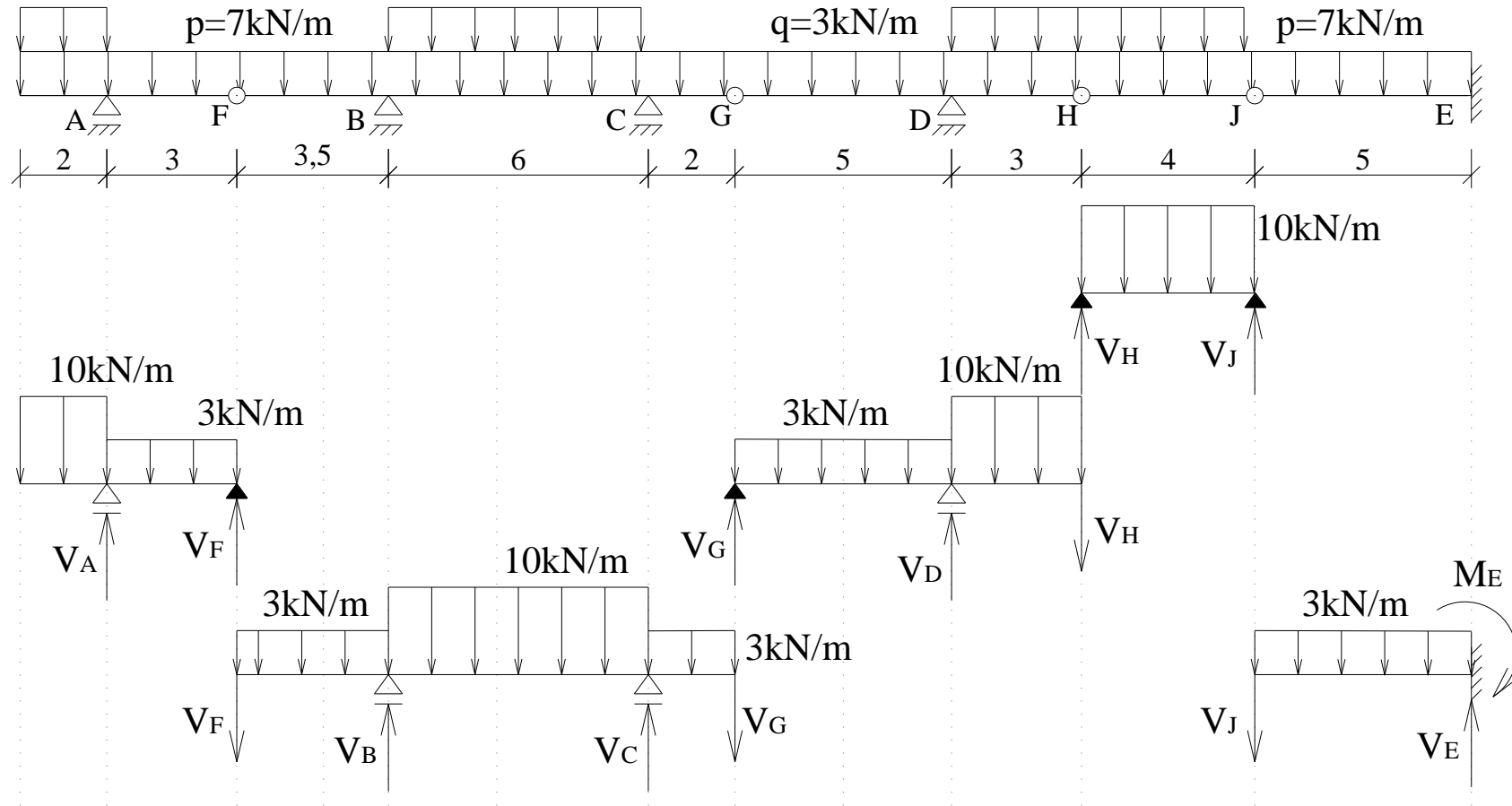
Maksymalny moment w przęśle BC
 od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



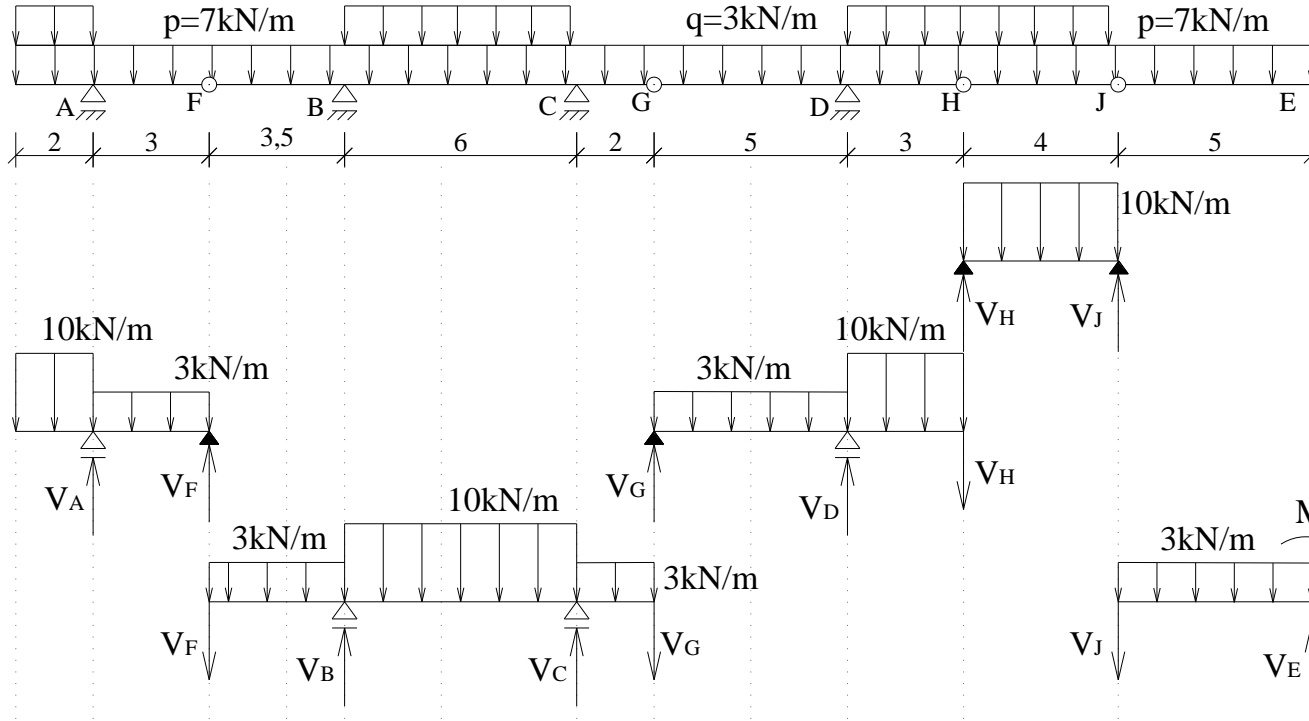
Maksymalny moment w przęśle BC
 od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



Maksymalny moment w przęśle BC
 od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



Maksymalny moment w przęśle BC od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



$$V_H = V_J = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ kN}$$

$$\sum M_{iD} = V_G \cdot 5 + V_H \cdot 3 - 3 \cdot 5 \cdot 2,5 + 10 \cdot 3 \cdot 1,5 = 0$$

$$V_G = \frac{1}{5} (3 \cdot 5 \cdot 2,5 - 20 \cdot 3 - 10 \cdot 3 \cdot 1,5) = -13,5 \text{ kN}$$

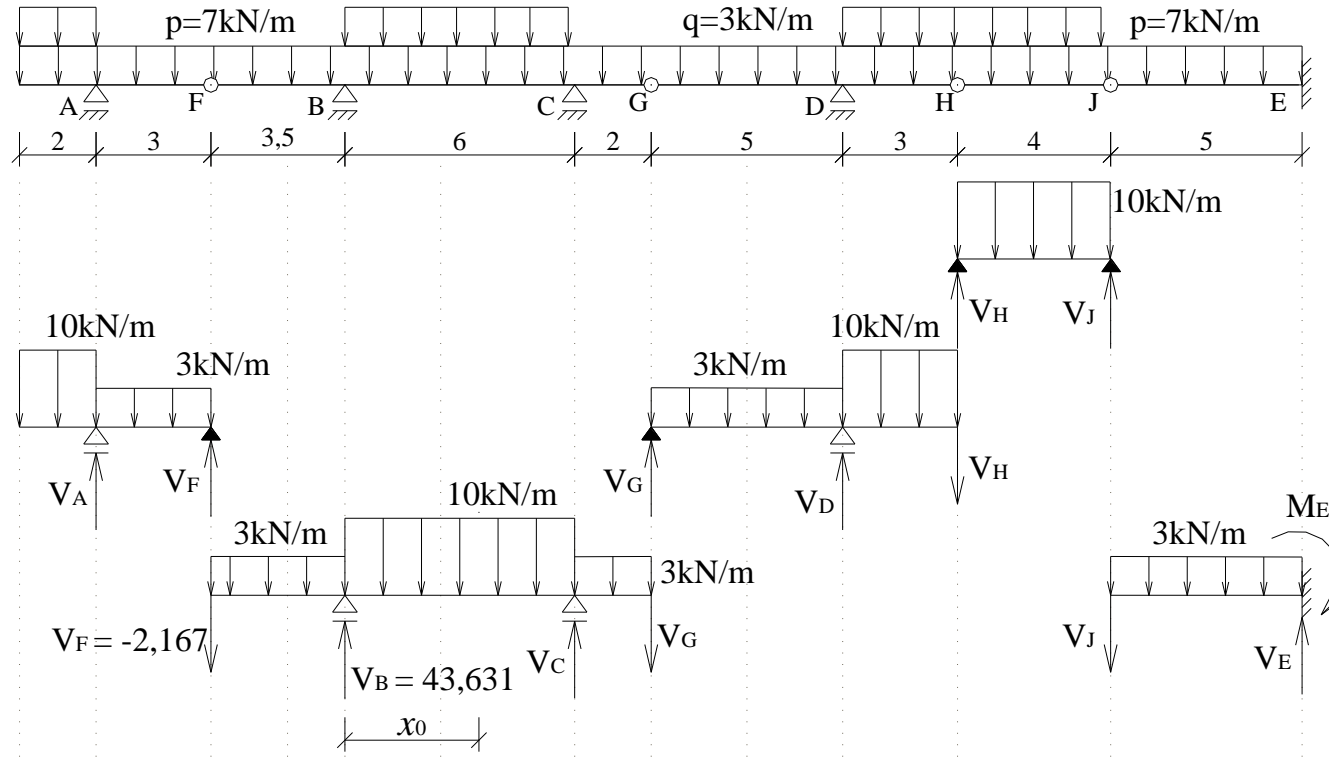
$$\sum M_{iA} = -V_F \cdot 3 + 3 \cdot 3 \cdot 1,5 - 10 \cdot 2 \cdot 1 = 0$$

$$V_F = \frac{1}{3} (3 \cdot 3 \cdot 1,5 - 10 \cdot 2 \cdot 1) = -2,167 \text{ kN}$$

$$\sum M_{iC} = -V_F \cdot 9,5 + V_B \cdot 6 + V_G \cdot 2 - 3 \cdot 3,5 \cdot 7,75 - 10 \cdot 6 \cdot 3 + 3 \cdot 2 \cdot 1 = 0$$

$$V_B = \frac{1}{6} (-2,167 \cdot 9,5 - (-13,5) \cdot 2 + 3 \cdot 3,5 \cdot 7,75 + 10 \cdot 6 \cdot 3 - 3 \cdot 2 \cdot 1) = 43,631 \text{ kN}$$

Maksymalny moment w przęśle BC od obciążenia stałego $q=3\text{kN/m}$ i użytkowego $p=7\text{kN/m}$



$$T(x_0) = 0 \quad \Rightarrow \quad -(-2,167) - 3 \cdot 3,5 + 43,631 - 10 \cdot x_0 = 0 \quad \Rightarrow \quad x_0 = 3,53 \text{ m}$$

$$M_{BC}^{\max} = M(x_0) = -(-2,167) \cdot (3,5 + 3,53) - 3 \cdot 3,5 \cdot \left(\frac{3,5}{2} + 3,53\right) + 43,631 \cdot 3,53 - 10 \cdot 3,53 \cdot \frac{3,53}{2} = 51,5 \text{ kNm}$$

maksymalny moment w przęśle BC