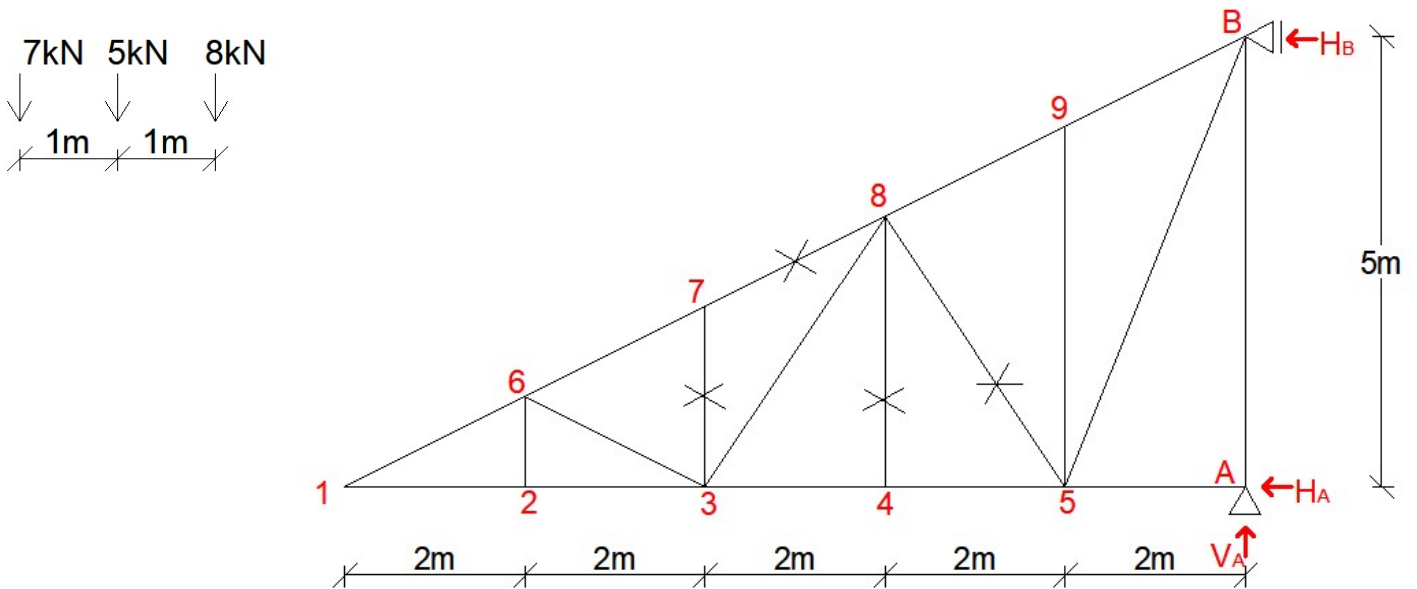


Linia wpływu - kratownica

Rozwiążemy taką kratownicę. Narysujemy linie wpływu reakcji i sił normalnych czterech zaznaczonych prętów. Policzmy wartości max i min dla zadanego obciążenia. Siła skupiona zawsze jeździ po poziomym pasie. Jeżeli i pas górny i pas dolny są poziome, to w projekcie jest zaznaczone, po którym pasie porusza się siła.



Na początek reakcje. Tak jak w belce niektóre reakcje mogą korzystać z wcześniej wyznaczonych reakcji.

LW V.A $\Sigma Y = 0$ $V_A - 1 = 0$ $V_A := 1$

LW H.B $\Sigma M_A = 0$ $H_B \cdot 5 \text{ m} + 1 \cdot (10 \text{ m} - x) = 0$ $H_B := \frac{-1 \cdot (10 \text{ m} - x)}{5 \text{ m}}$

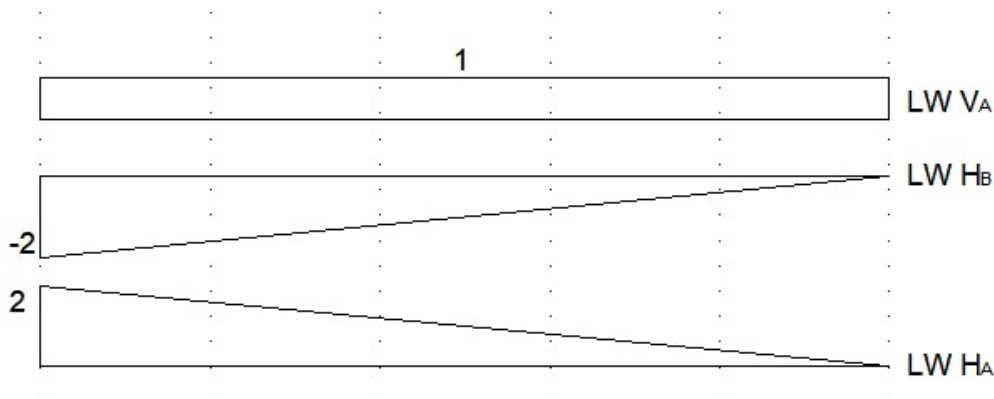
$x := 0$ $H_B := \frac{-1 \cdot (10 \text{ m} - 0)}{5 \text{ m}} = -2$

$x := 10 \text{ m}$ $H_B := \frac{-1 \cdot (10 \text{ m} - 10 \text{ m})}{5 \text{ m}} = 0$

LW H.A $\Sigma X = 0$ $-H_A - H_B = 0$ $H_A := -H_B$

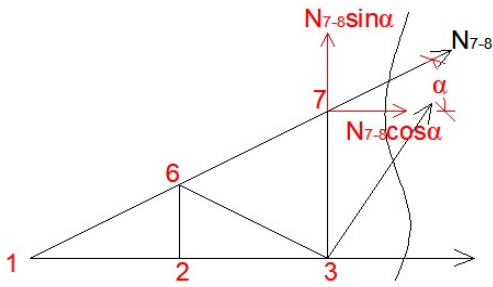
$x := 0$ $H_A := -(-2) = 2$

$x := 10 \text{ m}$ $H_A := 0$



Linie wpływu przekrojów. Tutaj gdzie się da trzeba stosować metodę Rittera.

LW N 7-8



$$\Sigma M_3 = 0 \quad \alpha := \arccos \left(\frac{2 \text{ m}}{\sqrt{(2 \text{ m})^2 + (1 \text{ m})^2}} \right)$$

$$x = [0, 4] \text{ m}$$

$$1 \cdot (4 \text{ m} - x) - N_{7.8} \cdot \cos(\alpha) \cdot 2 \text{ m} = 0$$

$$x = [6, 10] \text{ m}$$

$$-N_{7.8} \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$x := 0 \quad N_{7.8} := \frac{1 \cdot (4 \text{ m} - 0)}{\cos(\alpha) \cdot 2 \text{ m}} = 2.2361$$

$$x := 4 \text{ m} \quad N_{7.8} := \frac{1 \cdot (4 \text{ m} - 4 \text{ m})}{\cos(\alpha) \cdot 2 \text{ m}} = 0$$

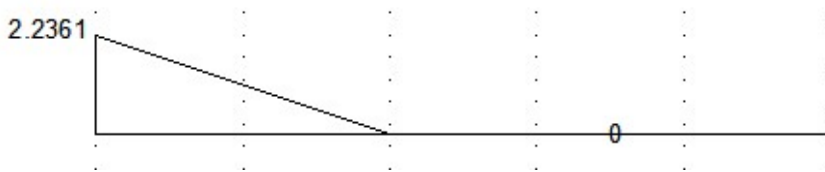
$$x := 6 \text{ m} \quad N_{7.8} := 0$$

$$x := 10 \text{ m} \quad N_{7.8} := 0$$

Proszę zwrócić uwagę, że mamy dwa warianty równań, kiedy siła jednostkowa jest przed przekrojem i kiedy jest za przekrojem.

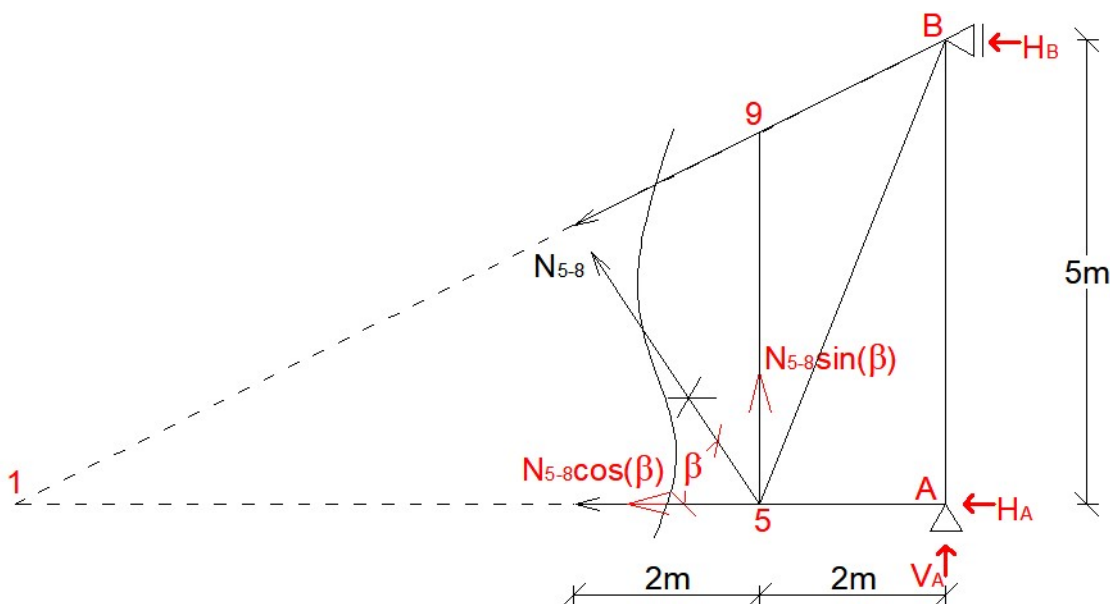
Policzyliśmy wartość siły dla trzech różnych x-ów - początek i koniec pierwszego przedziału i początek i koniec drugiego przedziału. Zawsze te cztery wartości wystarczą do narysowania linii wpływu.

UWAGA! Celowo został pominięty przedział (4, 6), ponieważ 4 i 6 możemy zwyczajnie połączyć linią prostą (w tym przypadku są to wartości 0). Pozwala nam na to znajomość własności linii wpływu - nie może być skoku linii wpływu siły normalnej.



LW N 5-8

Tu dla utrudnienia zrobimy prawą stronę kratownicy. W rzeczywistości lepiej sobie nie utrudniać, ale tak może więcej się wyjaśnić.



$$\Sigma M_1 = 0$$

$$\beta := \arccos\left(\frac{2 \text{ m}}{\sqrt{(2 \text{ m})^2 + (3 \text{ m})^2}}\right)$$

$$x = [0, 6] \text{ m}$$

$$N_{5,8} \cdot \sin(\beta) \cdot 8 \text{ m} + V_A \cdot 10 \text{ m} + H_B \cdot 5 \text{ m} = 0$$

$$x = [8, 10] \text{ m}$$

$$N_{5,8} \cdot \sin(\beta) \cdot 8 \text{ m} + V_A \cdot 10 \text{ m} + H_B \cdot 5 \text{ m} - 1 \cdot x = 0$$

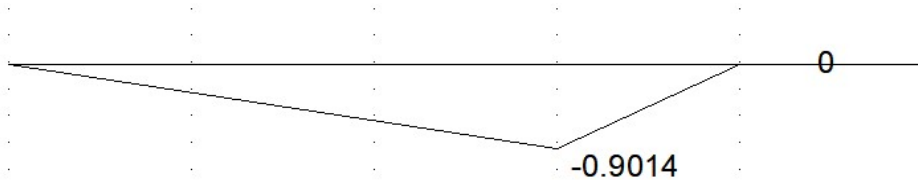
proszę pamiętać, że jeżeli korzystamy z reakcji, to one są różne dla różnych iksów.

$$x := 0 \quad N_{7,8} := \frac{-1 \cdot 10 \text{ m} - (-2) \cdot 5 \text{ m}}{\sin(\beta) \cdot 8 \text{ m}} = 0$$

$$x := 6 \text{ m} \quad N_{7,8} := \frac{-1 \cdot 10 \text{ m} - (-0.8) \cdot 5 \text{ m}}{\sin(\beta) \cdot 8 \text{ m}} = -0.9014$$

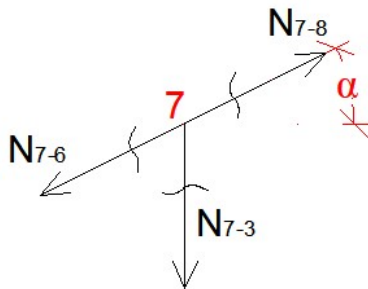
$$x := 8 \text{ m} \quad N_{7,8} := \frac{-1 \cdot 10 \text{ m} - (-0.4) \cdot 5 \text{ m} + 1 \cdot 8 \text{ m}}{\sin(\beta) \cdot 8 \text{ m}} = 0$$

$$x := 10 \text{ m} \quad N_{7,8} := \frac{-1 \cdot 10 \text{ m} - 0 \cdot 5 \text{ m} + 1 \cdot 10 \text{ m}}{\sin(\beta) \cdot 8 \text{ m}} = 0$$



LWN 7-3

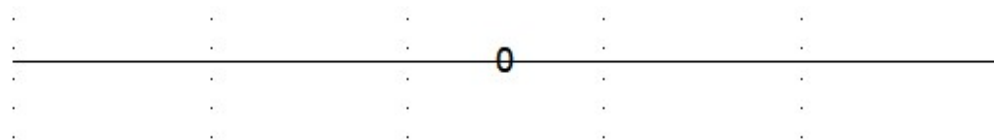
Tego pręta nie da się rozwiązać metodą Rittera, w takim przypadku robimy to metodą równoważenia węzłów. Mimo tego przeważnie jest mniej obliczeń.



Z sumy po iksie wynika, że N_{7-8} i N_{7-6} są równe, stąd:

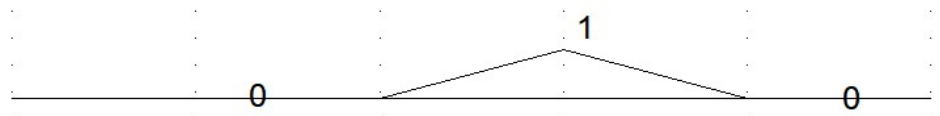
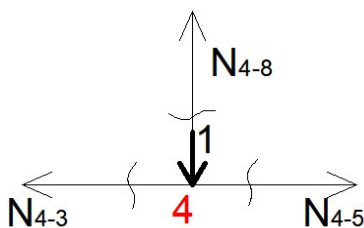
$$\Sigma Y = 0 \quad -N_{7,6} \cdot \sin(\alpha) + N_{7,8} \cdot \sin(\alpha) - N_{7,3} = 0$$

$$N_{7,3} := 0$$

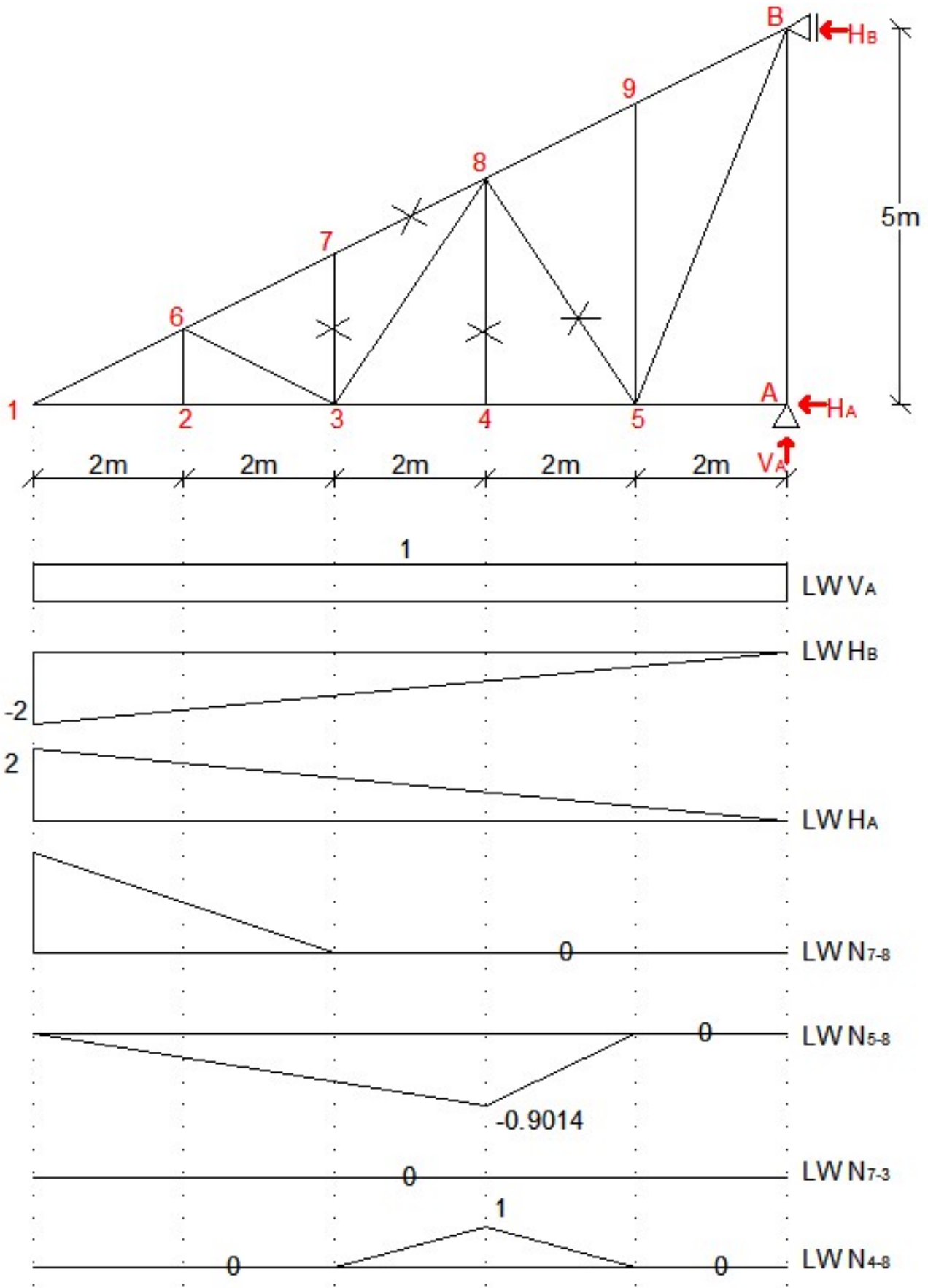


LWN 4-8

Tu jest bardzo podobnie, z jednym wyjątkiem. Siła N_{4-8} jest zawsze 0, chyba, że w węźle 4 jest siła ruchoma 1. Wtedy N_{4-8} jest równe 1, co widać z równowagi po y. Punkty sąsiadujące łączymy liniami.



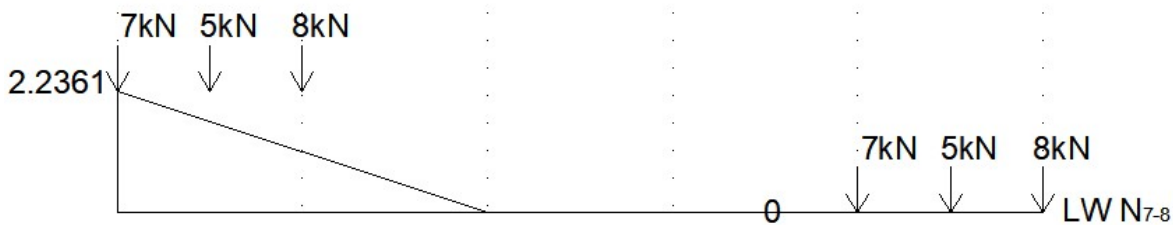
Zestawienie wszystkich linii wpływu



Wyznaczenie wartości minimalnych i maksymalnych dla zadanego obciążenia

Na potrzeby tego projektu wyznaczamy tylko dla sił normalnych. Liczenie wartości max i min zostało wyjaśnione w przykładzie linii wpływu w belce.

LW N 7-8

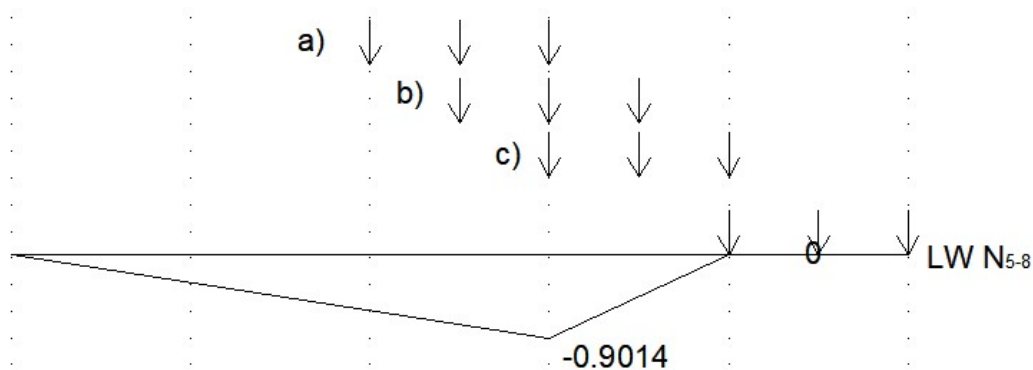


Nad linią wpływu zaznaczono, gdzie będzie obciążenie, aby uzyskać wartość minimalną i maksymalną. Wartości linii wpływu w miejscach sił skupionych można policzyć z proporcji.

$$N_{7.8.max} := 7 \text{ kN} \cdot 2.2361 + 5 \text{ kN} \cdot 2.268 \cdot \frac{3}{4} + 8 \text{ kN} \cdot 2.2368 \cdot \frac{1}{2} = 33.1049 \text{ kN}$$

$$N_{7.8.min} := 0$$

LW N 5-8



W tym przypadku są 3 warianty uzyskania minimum, trzeba sprawdzić każdy z nich.

$$N_{5.8.max} := 0$$

$$\text{a) } 7 \text{ kN} \cdot (-0.9014) \cdot \frac{2}{3} + 5 \text{ kN} \cdot (-0.9014) \cdot \frac{5}{6} + 8 \text{ kN} \cdot (-0.9014) = -15.1736 \text{ kN}$$

$$\text{b) } 7 \text{ kN} \cdot (-0.9014) \cdot \frac{5}{6} + 5 \text{ kN} \cdot (-0.9014) + 8 \text{ kN} \cdot (-0.9014) \cdot \frac{1}{2} = -13.3708 \text{ kN}$$

$$\text{c) } 7 \text{ kN} \cdot (-0.9014) + 5 \text{ kN} \cdot (-0.9014) \cdot \frac{1}{2} + 8 \text{ kN} \cdot 0 = -8.5633 \text{ kN}$$

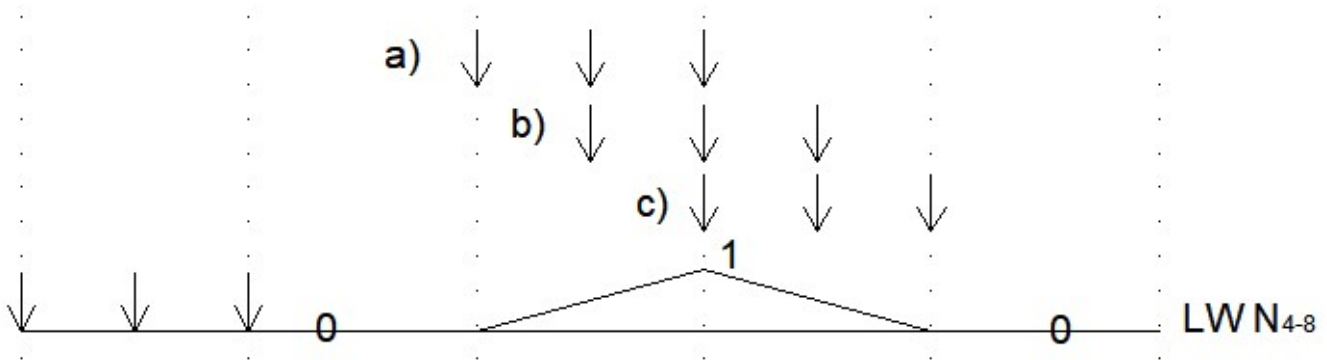
$$N_{5.8.min} := -15.1736 \text{ kN}$$

LW N 7-3

$$N_{7.3.max} := 0$$

$$N_{7.3.min} := 0$$

LW N 4-8



$$a) \quad 7 \text{ kN} \cdot 0 + 5 \text{ kN} \cdot 0.5 + 8 \text{ kN} \cdot 1 = 10.5 \text{ kN}$$

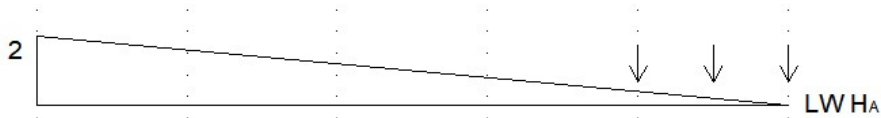
$$b) \quad 7 \text{ kN} \cdot 0.5 + 5 \text{ kN} \cdot 1 + 8 \text{ kN} \cdot 0.5 = 12.5 \text{ kN}$$

$$c) \quad 7 \text{ kN} \cdot 1 + 5 \text{ kN} \cdot 0.5 + 8 \text{ kN} \cdot 0 = 9.5 \text{ kN}$$

$$N_{4.8.max} := 12.5 \text{ kN}$$

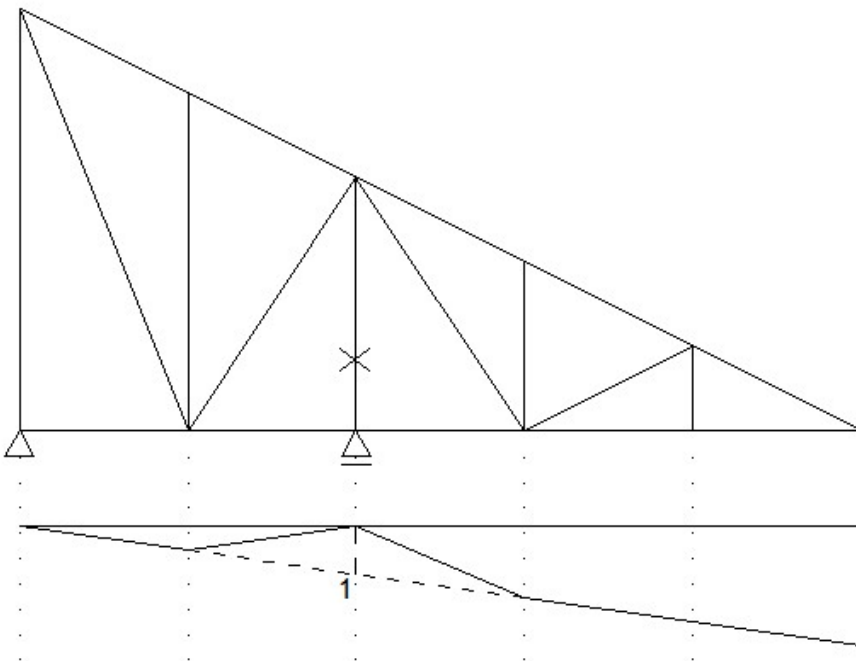
$$N_{4.8.min} := 0$$

UWAGA! Proszę pamiętać, że obciążenie nie może wyjechać po za kratownicę, dlatego może się zdażyć, że minimalna będzie dodatnia a maksymalna ujemna. Np. gdybyśmy policzyli wartość minimalną dla LW H.A, to będzie to wyglądać tak:



$$H_{A.min} := 7 \text{ kN} \cdot 2 \cdot \frac{1}{5} + 5 \text{ kN} \cdot 2 \cdot \frac{1}{10} + 8 \text{ kN} \cdot 0 = 3.8 \text{ kN}$$

Na koniec ciekawy przypadek do samodzielnego przemyślenia. Weźmy inną kratownicę. Poniżej narysowano linię wpływu siły normalnej dla zaznaczonego pręta. Proszę przeanalizować, dlaczego ma taki kształt, zwłaszcza osoby, które mają analogiczna sytuację w swoim projekcie.



To już koniec materiału z mechaniki budowli I !