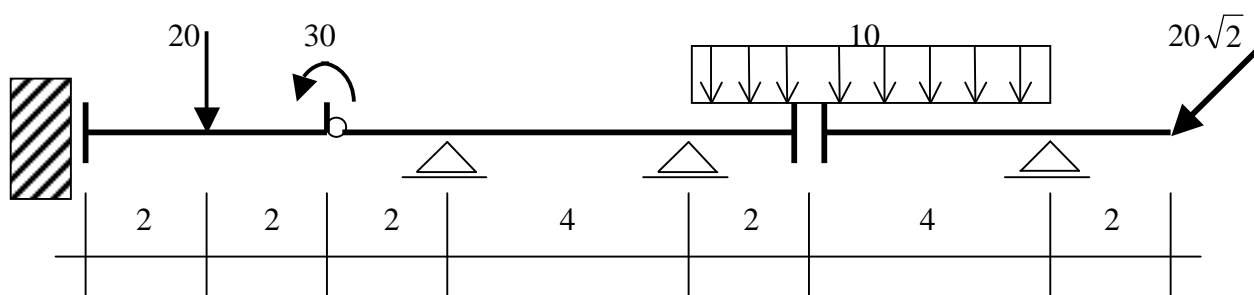


Temat: Rozwiązać podaną belkę przegubową (sporządzić wykresy **M** **Q** **N**)

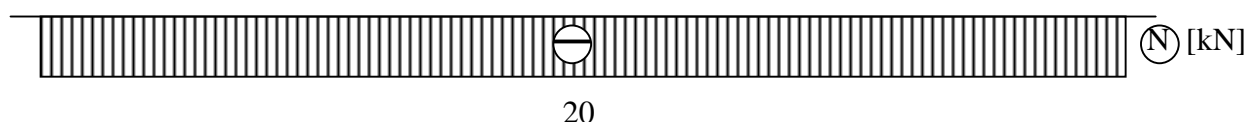


Rozwiązanie:

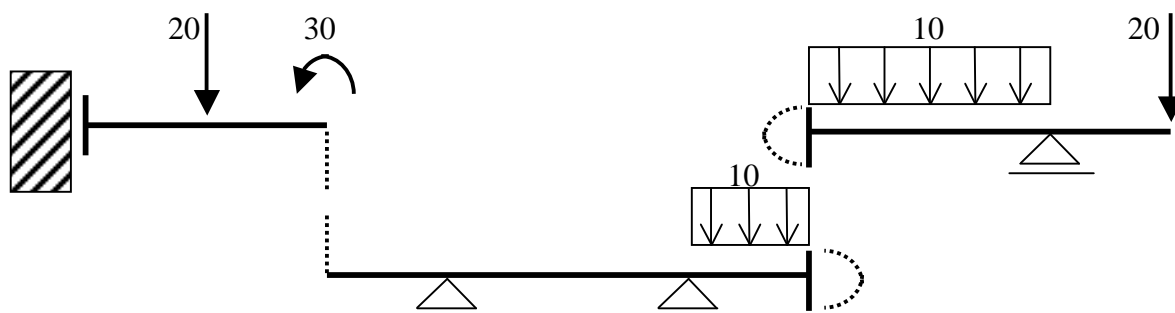
Najpierw uwzględniamy tylko siły poziome (jest to możliwe):

- na końcu belki składowa 20kN w lewo, spowoduje wystąpienie na początku belki poziomej reakcji w prawo, nigdzie indziej nie może pojawić się reakcja pozioma. Wynika z tego że na całej długości belka jest ściskana.

Wykres sił podłużnych (normalnych) **N** :



Teraz można dokonać rozbicia na belki proste i uwzględniać tylko siły pionowe i momenty, czyli wszystkie – ale za wyjątkiem wcześniej uwzględnionych poziomych:



Belki prawa i lewa muszą być belkami górnymi – muszą być podpierane przez środkową (czyli dolną), bo bez tego podparcia miałyby możliwość ruchu:

- lewa – przesuw pionowy,
- prawa – obrót wokół podpory.

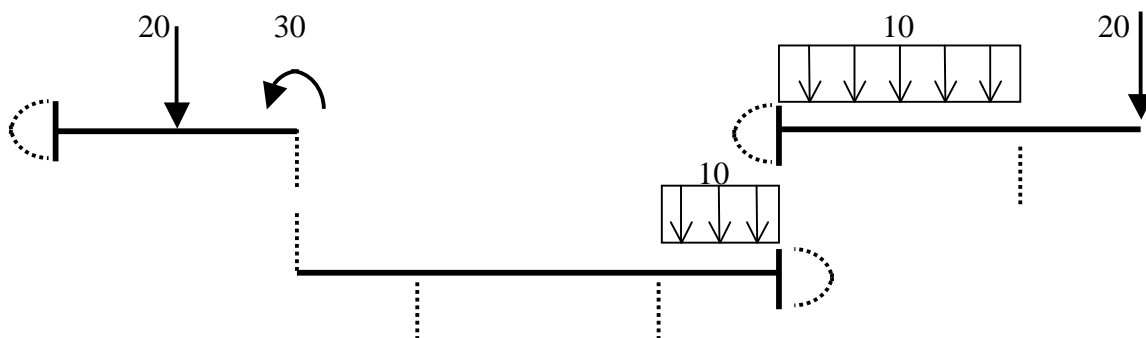
Żadna z trzech belek nie ma możliwości przesuwu poziomego, wykluczone to zostało przez utwierdzenie na początku i połączenie przegubami przenoszącymi siły osiowe.

Belka środkowa musi być dolną bo samodzielnie nie ma żadnego stopnia swobody i może podierać pozostałe. Z rysunku mogłoby wynikać że ma możliwość przesuwu poziomego, ale jak wyżej stwierdzono taki ruch nie nastąpi.

Liniami przerywanymi zaznaczono nieznanne siły wzajemnego oddziaływania.

Przypominam że istnieją poziome siły wzajemnego oddziaływania, ale na samym początku zostały one uwzględnione i po narysowaniu wykresu sił **N** nie ma potrzeby ich nanoszenia.

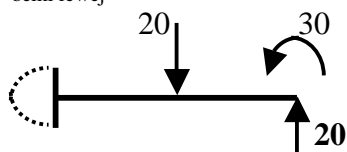
Następnie sporządzono rysunek na którym zamiast więzi przedstawiono ich statyczne równoważniki – reakcje, oraz wcześniej pokazane nieznanne jeszcze siły wzajemnego oddziaływania.



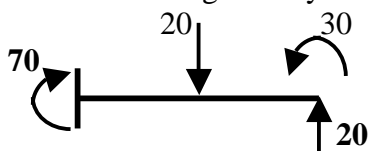
Zaczynamy od belek górnych.

Obliczenie sił działających na lewą belkę:

$\Sigma Y_{\text{belki lewej}} = 0 \Rightarrow$ nieznana siła pionowa musi działać w górę i wynosić **20 kN**, czyli:

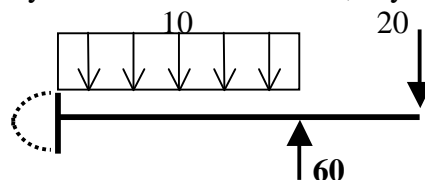


Teraz obliczymy nieznaną moment; na lewą belkę działają pary: $20 \cdot 2$ i 30 „kręcące” przeciwnie do wskazówek zegara i moment utwierdzenia który musi je zrównoważyć, czyli „kręci” zgodnie ze wskazówkami zegara i wynosi **70 kNm**, czyli mamy wszystkie obciążenia belki lewej:

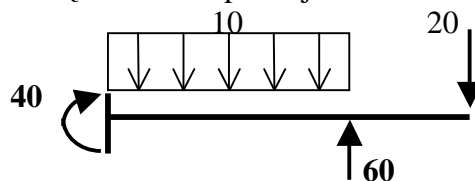


Obliczenie sił działających na prawą belkę:

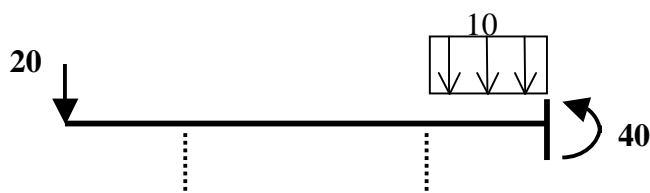
$\Sigma Y_{\text{belki prawej}} = 0 \Rightarrow$ reakcja pionowa musi działać w górę i wynosić $10 \cdot 4 + 20 = \mathbf{60}$ kN, czyli:



$\Sigma M(\text{podpory})_{\text{belki prawej}} = 0 \Rightarrow (10 \cdot 4 \cdot 2)$ w lewo, $(20 \cdot 2)$ w prawo; aby to zrównoważyć moment musi być w prawo i wynosić **40 kNm**, czyli mamy wszystkie obciążenia belki prawej:



Wyliczone siły wzajemnego oddziaływania przeniesiemy na belkę środkową – zgodnie z zasadą akcji i reakcji – z przeciwnymi zwrotami:



Teraz pozostało tylko obliczyć reakcje pionowe działające na belkę środkową:

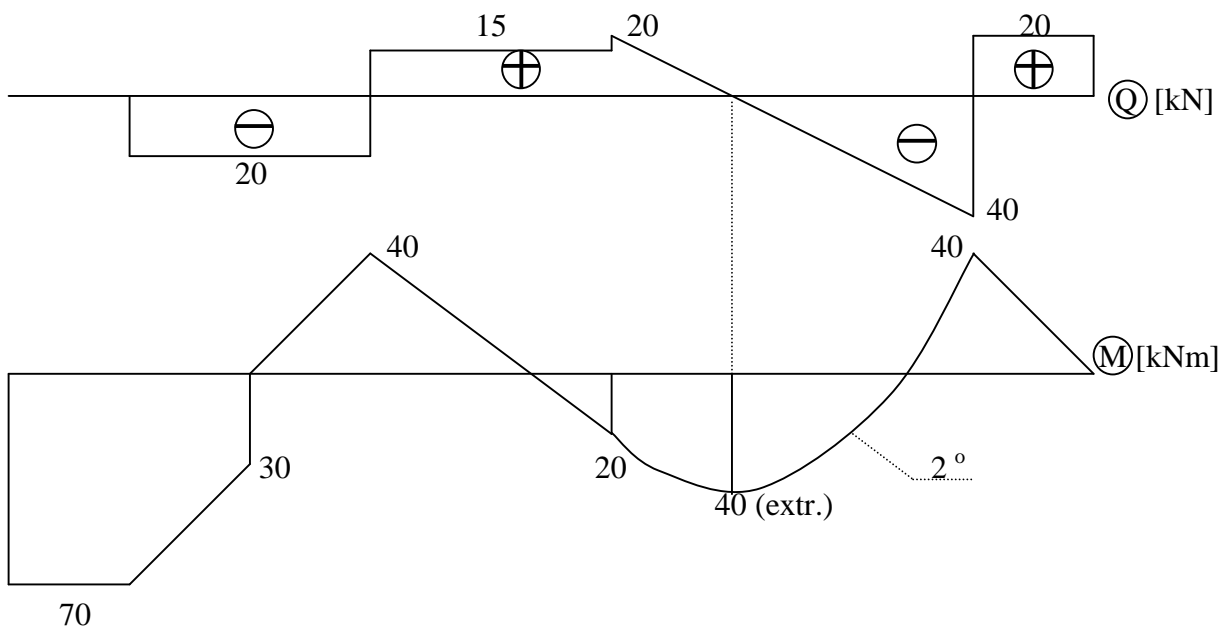
$\Sigma M(\text{podpory lewej})_{\text{belki środkowej}} = 0 \Rightarrow (20 \cdot 2)$ w lewo, $(10 \cdot 2 \cdot 5)$ w prawo i 40 w lewo co w sumie daje 20 kNm w prawo. Żeby to zrównoważyć prawa reakcja musi dać taki moment w lewo wokół lewej podpory a że jest na ramieniu 4 m to wynosi $20 \text{ kNm} / 4 \text{ m} = \mathbf{5 \text{ kN}}$ i jest skierowana do góry:



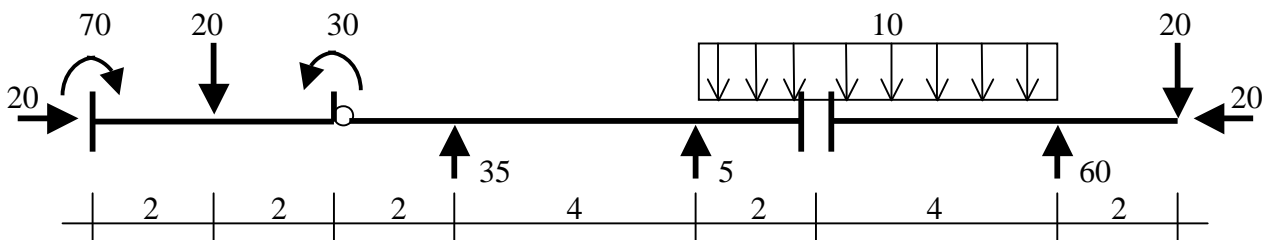
Teraz widać że na belkę środkową działają w dół 20 i $10 \cdot 2$ a do góry 5 , czyli druga pionowa lewa reakcja będzie do góry i wyniesie 35 kN. Ostatecznie mamy wszystkie obciążenia belki środkowej:



Traktując każdą z belek jak belkę prostą można narysować dla każdej z nich wykresy Q i M i zestawić je obok siebie:



Poniżej przypomniano rysunek całej belki przegubowej z obciążeniami i wyliczonymi reakcjami:



Zwróćmy uwagę że przeguby nie są punktami charakterystycznymi.

Co prawda przed pierwszym pojawił się „skok” w wykresie M , ale wynika on z działania momentu skupionego. Po prawej stronie od punktu przyłożenia momentu skupionego 30 kNm, wartość siły przekrojowej M wynosi zero, bo tam jest ten przegub nie przenoszący momentów zginających.

Drugi przegub nie przenosi sił poprzecznych i tam też zeruje się siła poprzeczna Q , poza tym odcinki 2 i 4 m na których działa obciążenie ciągłe można traktować jak jeden przedział charakterystyczny.

Na koniec proponuję uważnie przyrzeć się wykresom, zwracając uwagę na zależności różniczkowe M - Q -obciążenie i „skoki” na wykresie Q spowodowane siłami skupionymi i tymże spowodowane załamania na wykresie M (w miejscu działania reakcji 5 kN jest małe załamanie, bo i siła jest mała w porównaniu z pozostałymi). „Skoki” na wykresie M są oczywiście tam gdzie momenty skupione.