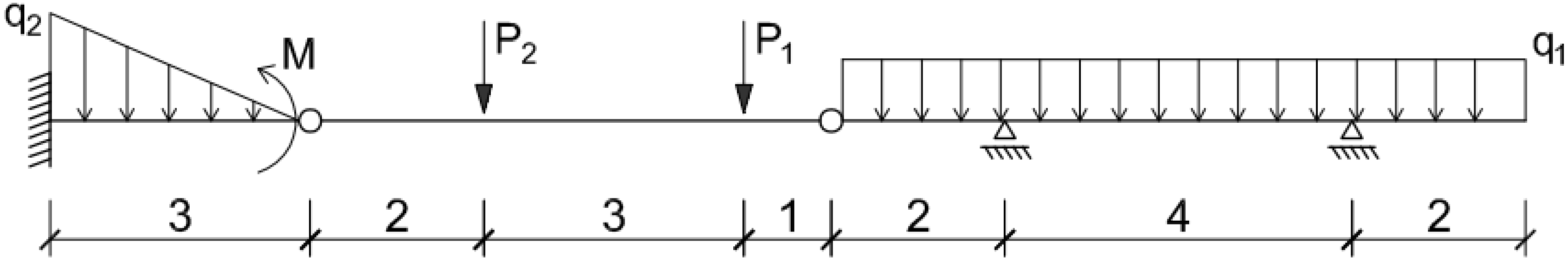
Belka Gerbera



Poradnik krok po kroku

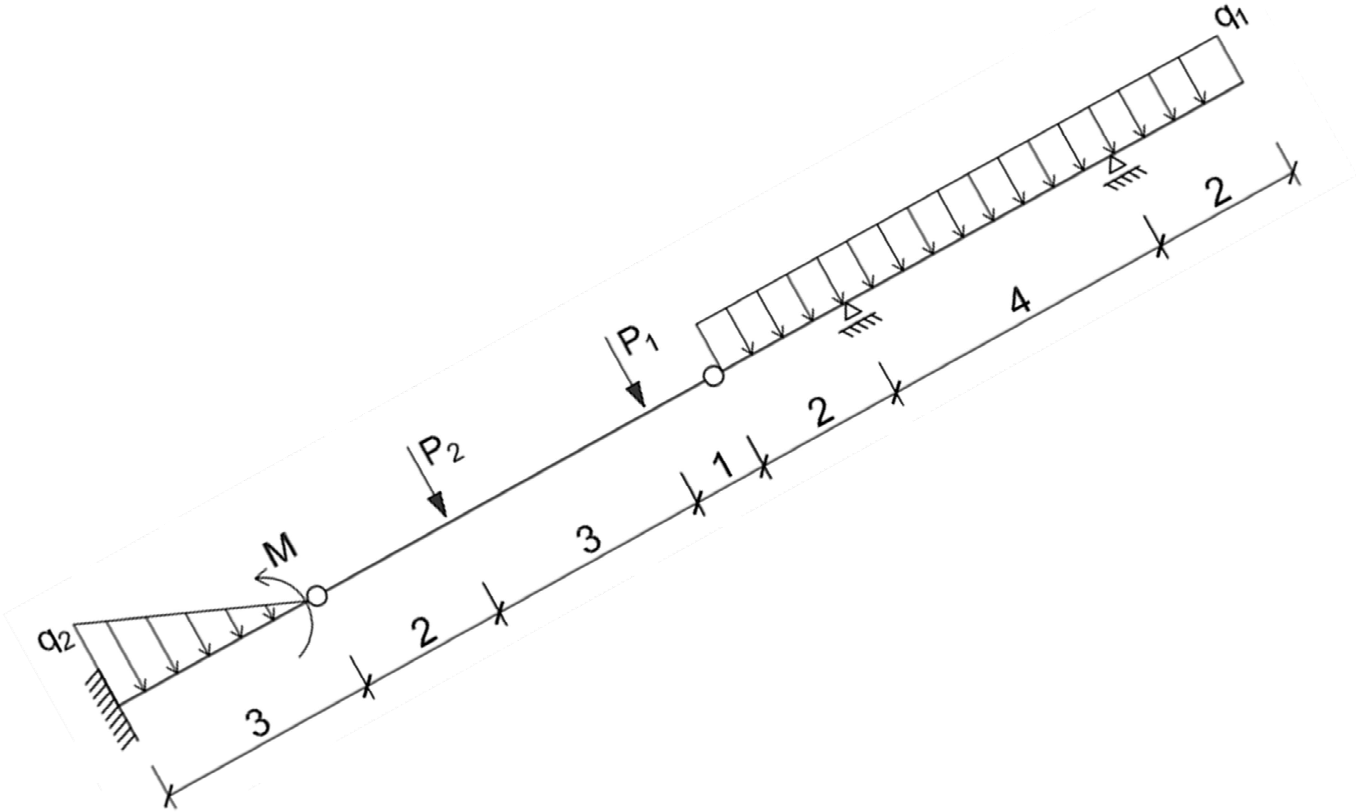
mgr inż. Krzysztof Wierzbicki

Odrobina teorii

Belki Gerbera:
- układy jednowymiarowe (wiodąca cecha geometryczna: długość)
-belki o liczbie reakcji >3
- występują w nich przeguby
-układy statycznie wyznaczalne, geometrycznie niezmienne, czyli: (liczba reakcji)-(liczba przegubów)=3
-przegub generuje nieciągłość momentu zginającego, lecz pozostałe siły wewnętrzne (tnące i normalne) są ciągłe na długości belki
- każdy kolejny przegub powoduje zwolnienie stopnia swobody i aby układ pozostał geometrycznie niezmienny należy dołożyć dodatkową reakcję podporową

Odrobina teorii

Belki najczęściej ułożone są poziomo, dlatego też w celu uproszczenia przekazu będę również korzystał z nazw typu „siła pionowa”.
Należy jednak pamiętać, że belki mogą być ułożone pod kątem (przykład poniżej) i wtedy nazewnictwo te byłoby błędne (poprawniej jest używać nazewnictwa typu „siła prostopadła/równoległa do osi belki”)

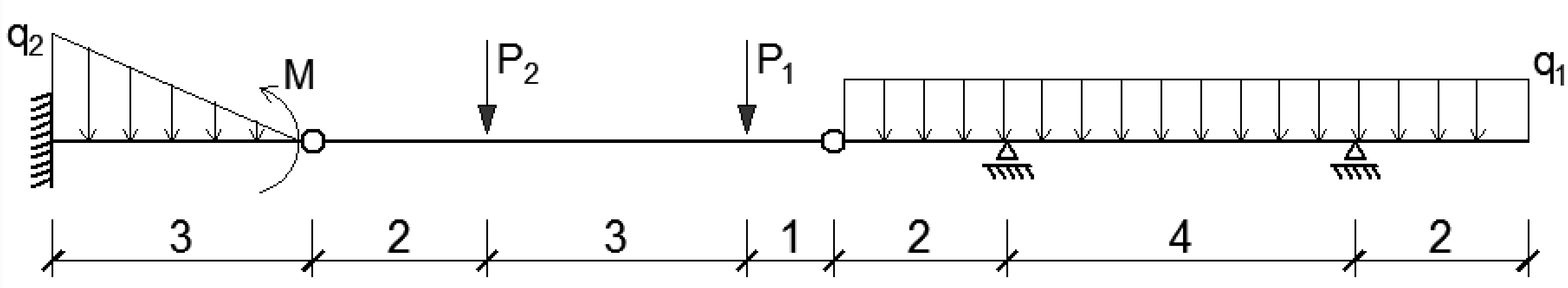


mgr inż. Krzysztof Wierzbicki

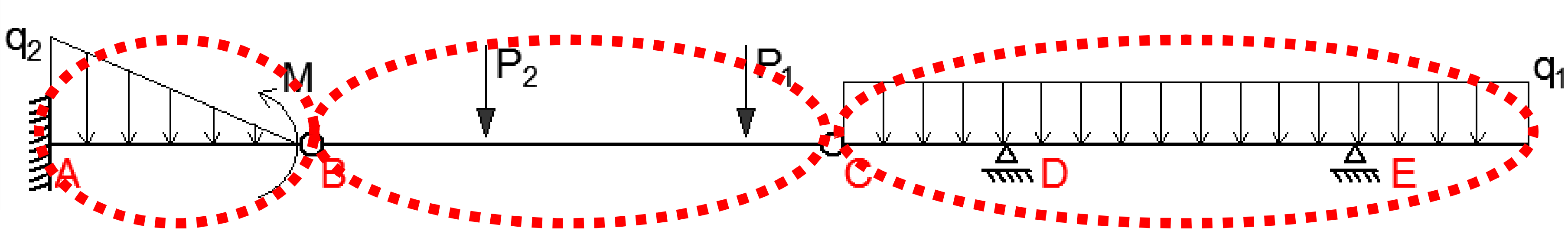
Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki składowe

a) Wydzielamy składowe belki myślowo usuwając przeguby



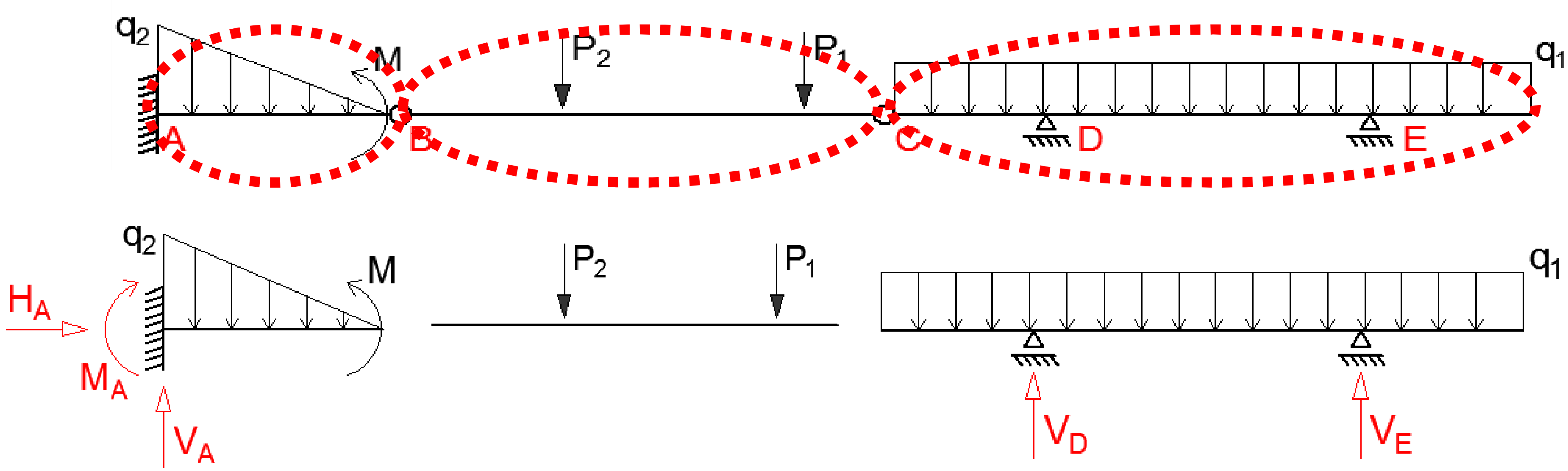
q_1=10kN/m, q_2=18kN/m, P_1=30kN, P_2=42kN, M=18kNm



Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki składowe

b) Analizujemy poszczególne belki składowe pod kątem statecznej wyznaczalności – sprawdzamy ilość reakcji dla każdej z nich

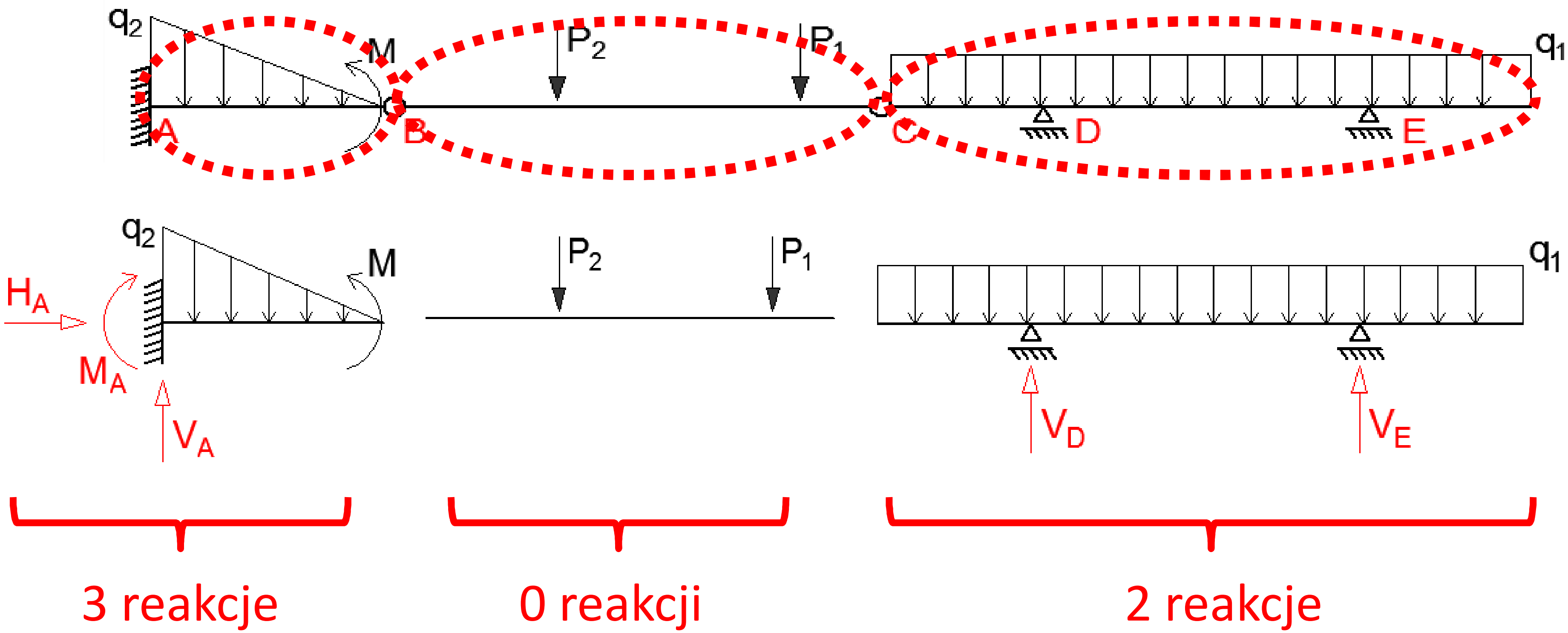


mgr inż. Krzysztof Wierzbicki

Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki składowe

b) Analizujemy poszczególne belki składowe pod kątem statecznej wyznaczalności – sprawdzamy ilość reakcji dla każdej z nich



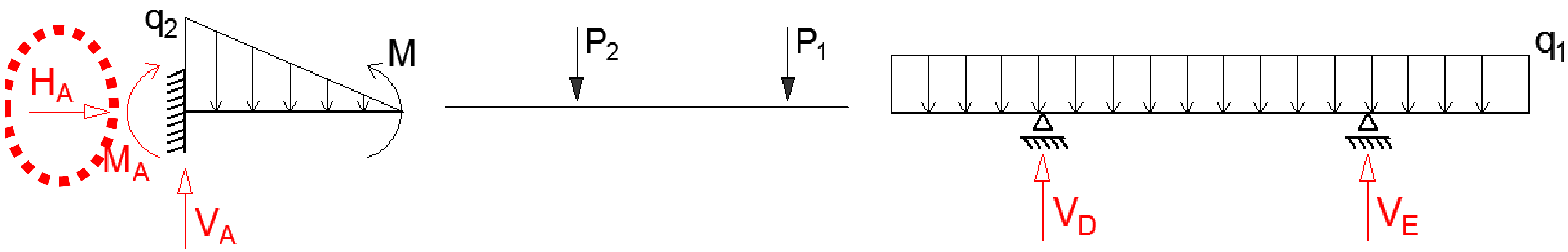
mgr inż. Krzysztof Wierzbicki

Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki składowe

c) Sprawdzamy reakcje zgodne z osią belki

Belka gerberowska jest ustrojem jednowymiarowym – wystarczy jedna reakcja zgodna z osią belki (H) aby przejąć oddziaływanie od wszystkich sił rzutowanych na kierunek osi belki (najczęściej poziomych).



Jeśli żadna z podpór nie gwarantowałaby reakcji zgodnej z osią belki (H) to układ byłby mechanizmem – dowolna, nawet najmniejsza siła powodowała by przemieszczenie „poziome” belki.
W naszym przypadku istnieje reakcja H w podporze A, czyli warunek spełniony.

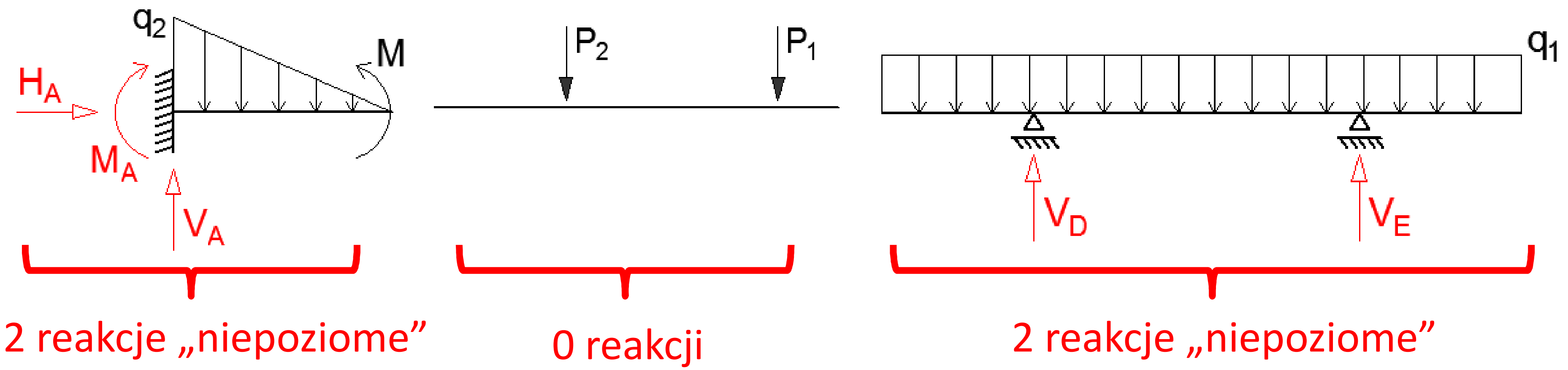
mgr inż. Krzysztof Wierzbicki

Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki składowe

d) Sprawdzamy pozostałe reakcje

Aby belka składowa była geometrycznie niezmienna, czyli aby była zdolna przeciwstawić się obciążeniu dowolną siłą (np. aby nie spadała pod wpływem siły pionowej lub nie obracała się pod wpływem momentu zginającego) powinna posiadać podpory gwarantujące 3 reakcje. Na podstawie wcześniejszego punktu sprawdziliśmy warunek dla siły zgodnej z osią belki („poziomej”), a więc teraz wystarczą nam 2 reakcje niepoziome, aby belka składowa była geometrycznie niezmienna.

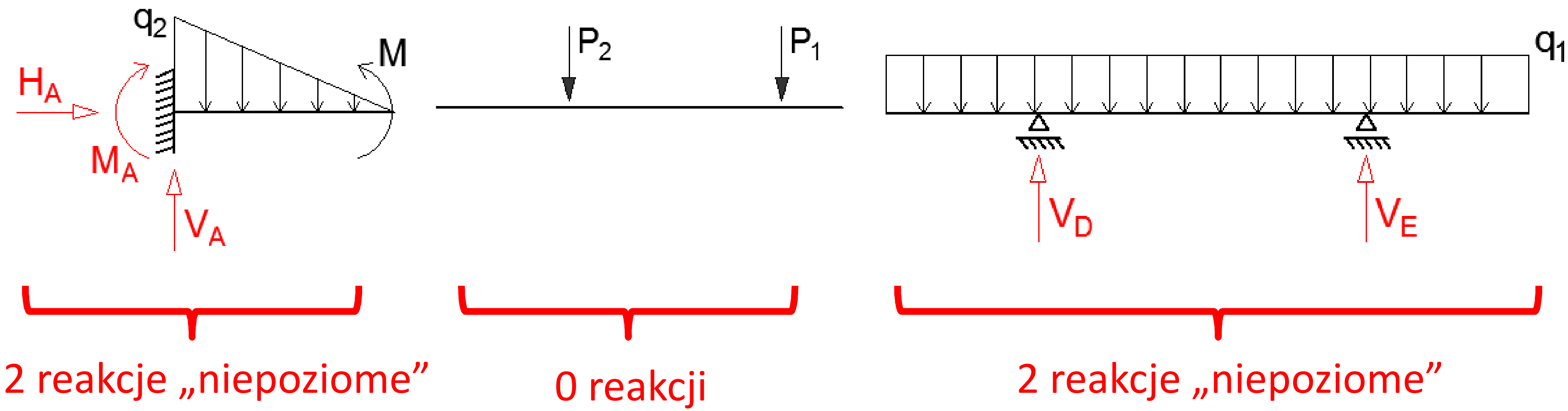


mgr inż. Krzysztof Wierzbicki

Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki „składowe"

d) Sprawdzamy pozostałe reakcje



Jak widać na powyższych schematach belki składowe z lewej oraz z prawej strony układu posiadają 2 reakcje „niepoziome". Wynika z tego, że jeśli usunęlibyśmy przeguby (oraz pominęli chwilowo wpływ siły „poziomej") to belki te byłyby geometrycznie niezmienne.

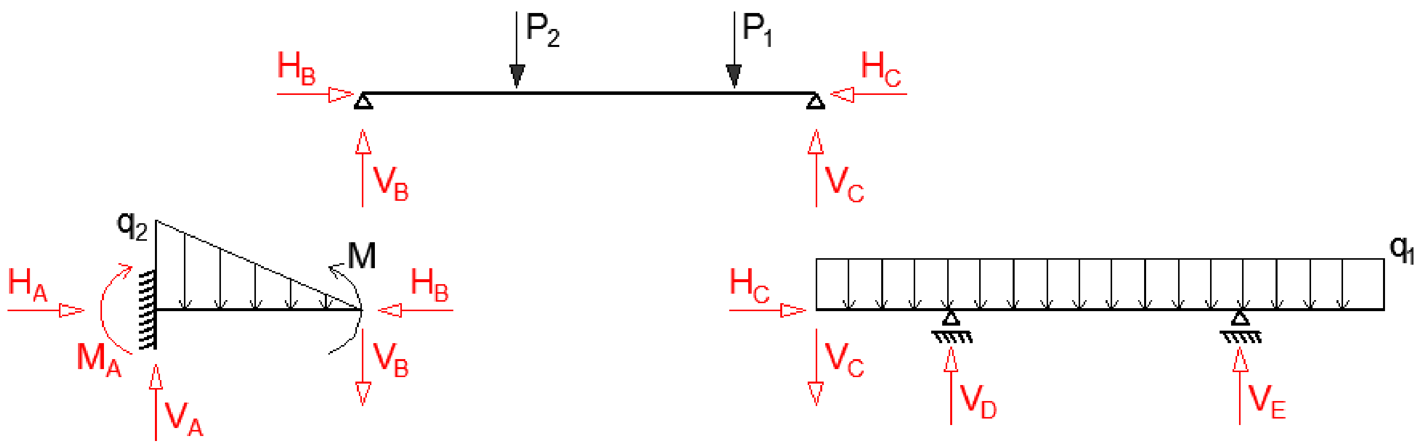
Składowa belka pozioma w środku układu nie posiada żadnych reakcji, a więc pod wpływem (w tym wypadku) sił pionowych P przemieściła by się w dół nieblokowana przez żadną podporę.

Przykładowy algorytm obliczeń

1. Podział belki Gerbera na belki składowe

e) Ustalenie schematu pracy

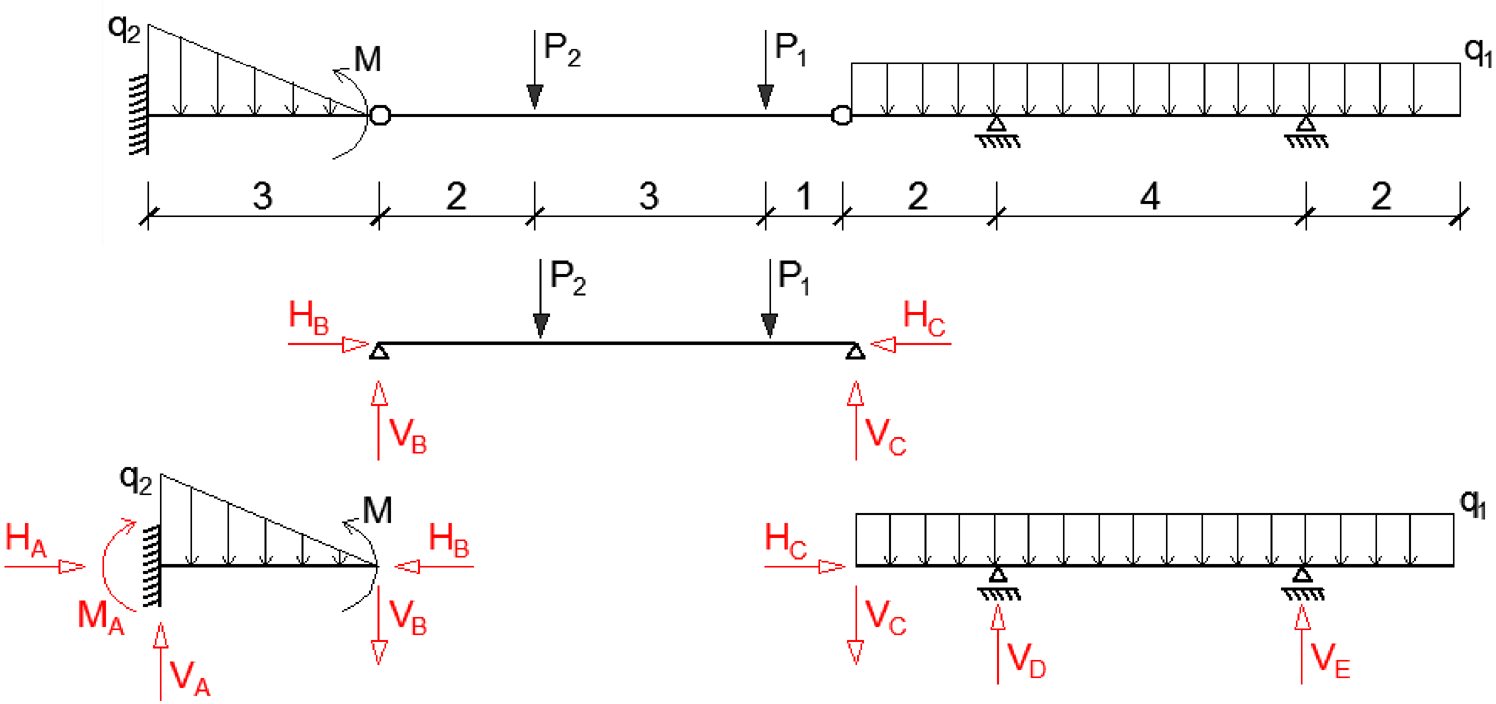
Z poprzedniego punktu wynika, że środkowa belka „składowa" utrzymuje swoją geometryczną niezmienność w układzie dzięki przegubowemu połączeniu z sąsiednimi belkami składowymi (opiera się na nich).
Oparcia te są podporami przegubowymi nieprzesuwnymi, a zwroty ich reakcji na belce środkowej są przeciwne do zwrotów sił wywołanych tym oparciem na belkach sąsiednich (analogicznie opierając się ręką na stole powodujemy powstanie siły oporu stołu przeciwnie skierowanej do włożonej przez naszą rękę).
Stąd też zaznaczamy to schematycznie:



Przykładowy algorytm obliczeń

2. Wyznaczenie reakcji w belkach składowych

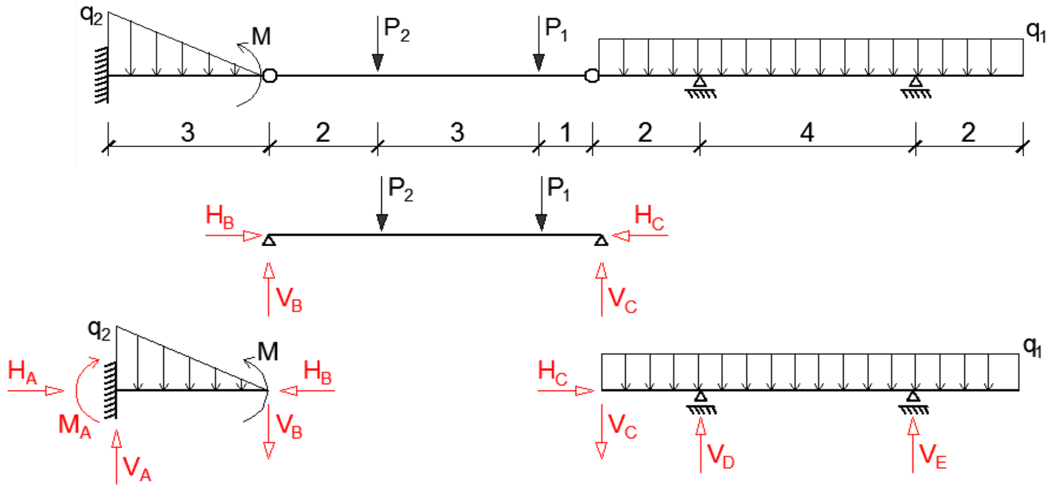
Reakcje należy wyznaczać w belkach, w których występują 2 reakcje „niepoziome”, ponieważ mamy do dyspozycji tylko 2 równania równowagi dotyczące sił „niepoziomych” – sumę rzutów na kierunek prostopadły do osi belki (suma Y) oraz sumę momentów zginających względem dowolnego punktu.



q_1=10kN/m, q_2=18kN/m, P_1=30kN, P_2=42kN, M=18kNm

Przykładowy algorytm obliczeń

2. Wyznaczenie reakcji w belkach składowych



q_1=10kN/m, q_2=18kN/m, P_1=30kN, P_2=42kN, M=18kNm

Belka B-C

$\sum M_B=42\cdot 2+30\cdot 5-V_C\cdot 6=0$

$V_C=39kN$

$\sum Y=V_B-42-30+39=0$

$V_B=33kN$

spr. $\sum M_C=0$

Belka A-B

$\sum M_A=M_A+\frac{1}{2}\cdot 18\cdot 3\cdot \frac{1}{3}\cdot 3-18+33\cdot 3=0$

$M_A=-108kNm$

$\sum Y=V_A-\frac{1}{2}\cdot 18\cdot 3-33=0$

$V_A=60kN$

spr. $\sum M_B=0$

Belka C-E

$\sum M_D=-39\cdot 2-10\cdot 2\cdot 1+10\cdot 6\cdot 3-V_E\cdot 4=0$

$V_E=20{,}5kN$

$\sum Y=-39+V_D+20{,}5-10\cdot 8=0$

$V_D=98{,}5kN$

spr. $\sum M_E=0$