

Raport ze sprawdzenia stanów granicznych dla belki podsuwnicowej i wspornika słupa pod belkę podsuwnicową

**inwestor: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny
ul. Karola Miarki 12-14, 44-100 Gliwice**

autor:

dr inż. Łukasz Rduch

upr. nr SLK/5526/POOK/14
uprawnienia do projektowania
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

listopad 2023

Spis treści

Spis treści.....	2
1. Cel obliczeń	3
2. Modele wybranych elementów konstrukcji.....	3
2.1. Model belki podsuwnicowej	3
2.2. Model wspornika	11
3. Wyniki przeprowadzonych obliczeń	13
3.1. Sprawdzenie stanu granicznego nośności.....	13
3.2. Sprawdzenie stanu granicznego użytkowalności	13
3.3. Sprawdzenie stanu granicznego nośności wspornika słupa.....	15
4. Podsumowanie i wnioski.....	15

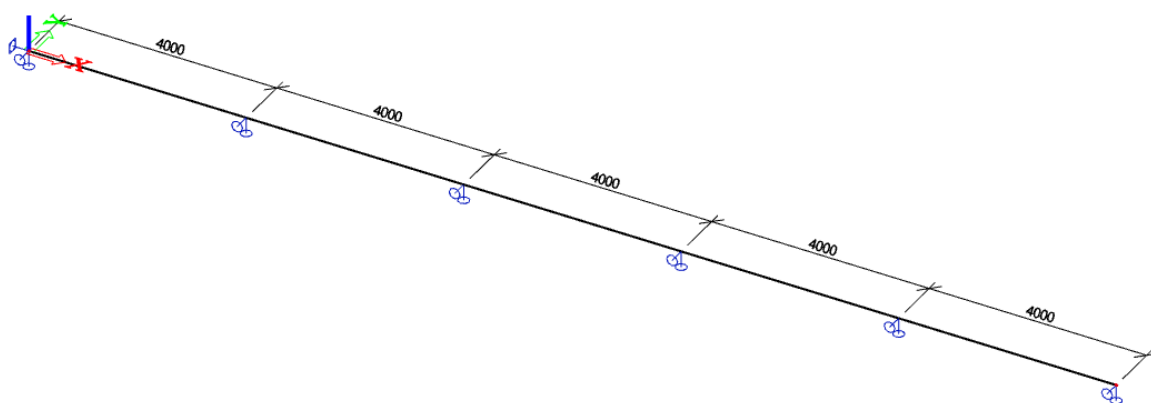
1. Cel obliczeń

Celem prowadzonych obliczeń jest sprawdzenie, czy istniejąca belka podsuwnicowa i wspornik słupa spełniają warunki stanów granicznych. Do obliczeń przyjęto obciążenia wynikające z suwnicy o udźwigu 5t.

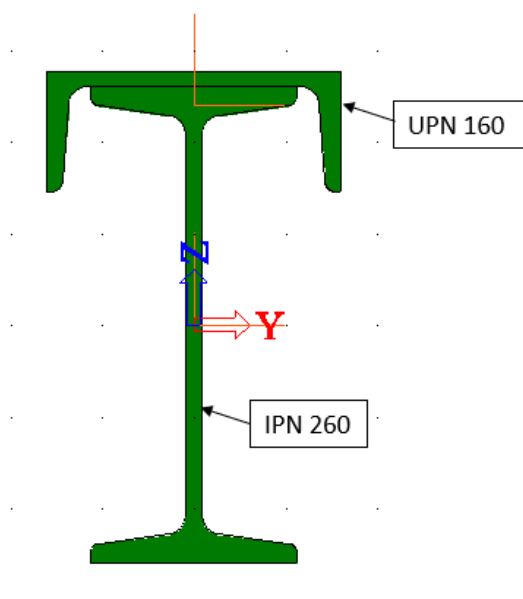
2. Modele wybranych elementów konstrukcji

2.1. Model belki podsuwnicowej

Obliczenia przeprowadzono w programie SCIA Engineer. W programie zamodelowano belkę o długości 20 m, podpartą co 4 m.



Do belki przypisano przekrój ze stali S235 złożony z dwuteownika IPN 260 oraz leżącego na nim ceownika UPN 160.



Belka podsuwnicowa została obciążona poniższymi przypadkami obciążeń. Wartości obciążeń dobrano dla suwnicy o udźwigu 5t.

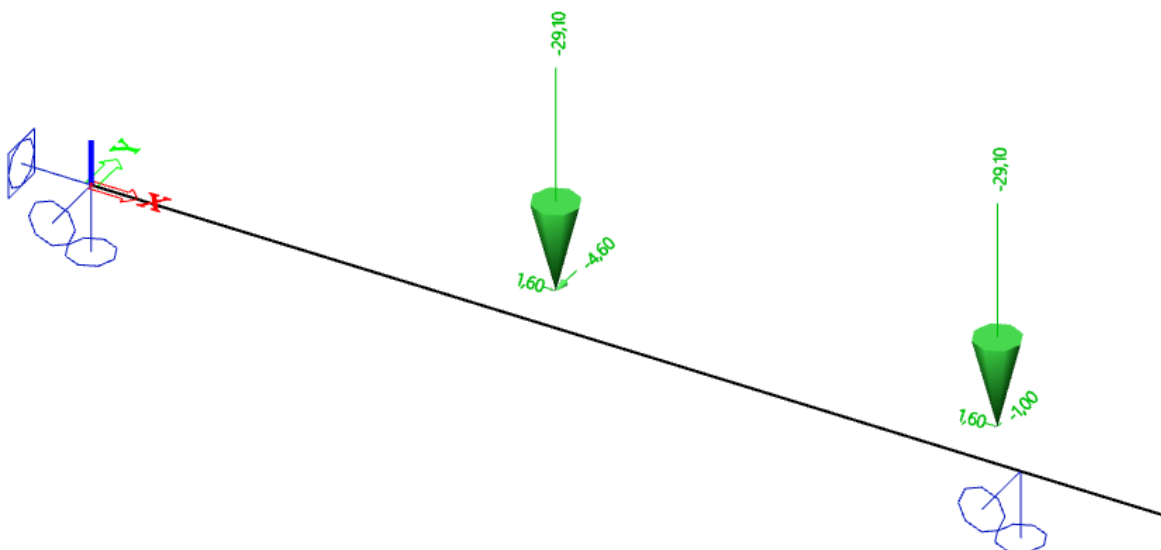
- ciężarem własnym – 1 przypadek,
- obciążenie zestawem sił dla grupy nr 1 w różnych położeniach tych sił na belce – 4 przypadki,
- obciążenie zestawem sił dla grupy nr 5 w różnych położeniach tych sił na belce – 4 przypadki ,
- obciążenie zestawem sił dla grupy nr 6 w różnych położeniach tych sił na belce – 4 przypadki.

Grupa sił nr 1 składa się z:

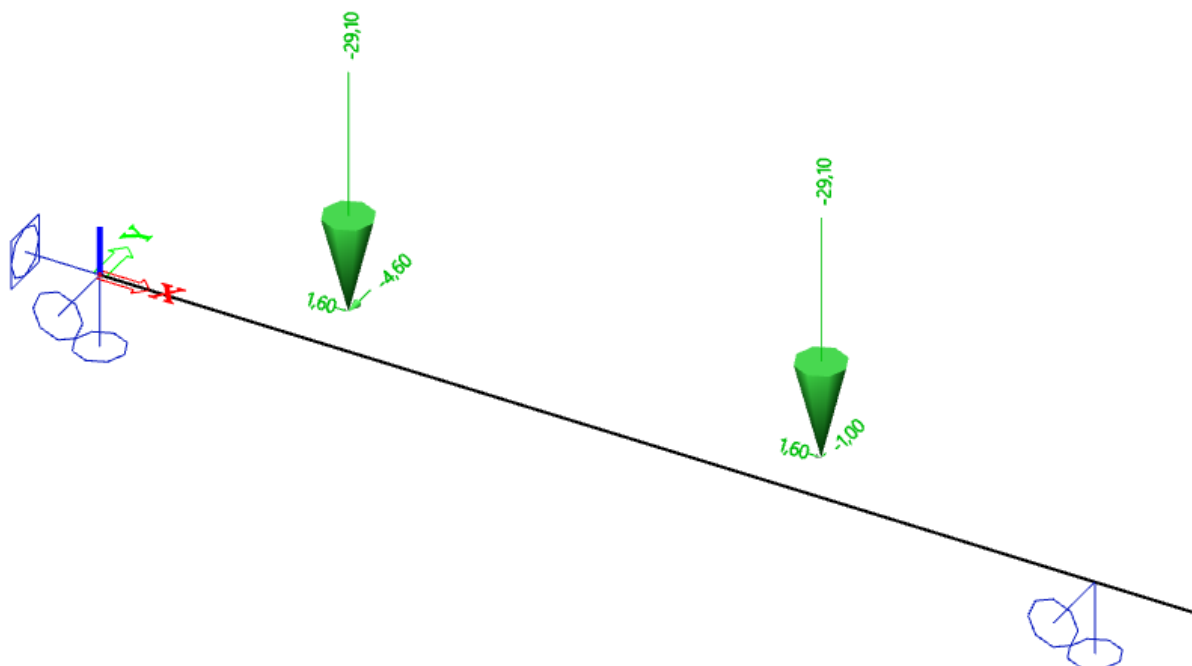
- siły pionowej równej 29,1 kN wynikającej z maksymalnego nacisku koła jezdnego,
- sił poziomych wynikających z przyspieszenia mostu suwnicy $H_L = 1,6$ kN, $H_{Tmax} = 4,60$ kN, $H_{Tmin} = 1,0$ kN.

Położenie grupy sił nr 1 w różnych położeniach:

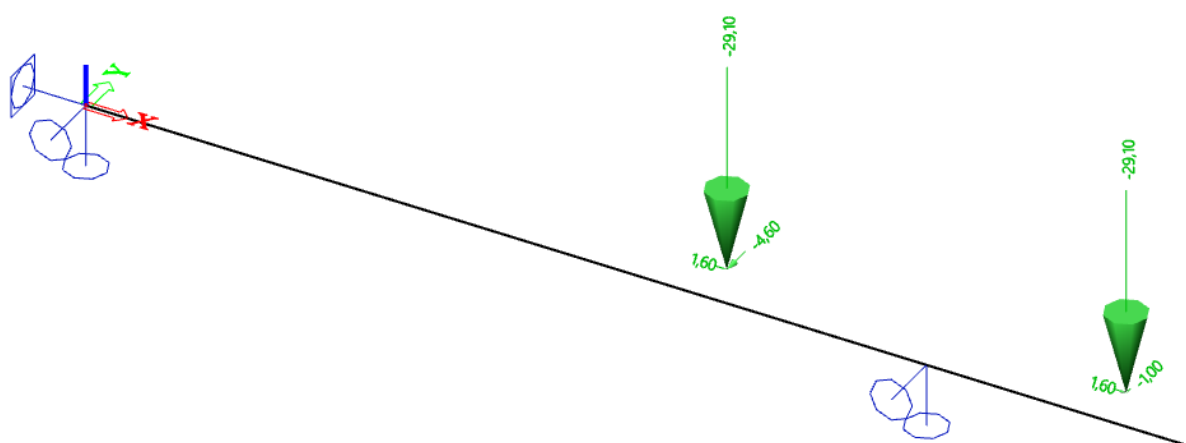
- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 2 m od skrajnej podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 3,9 m od skrajnej podpory,



- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 1 m od podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 2,9 m od skrajnej podpory,

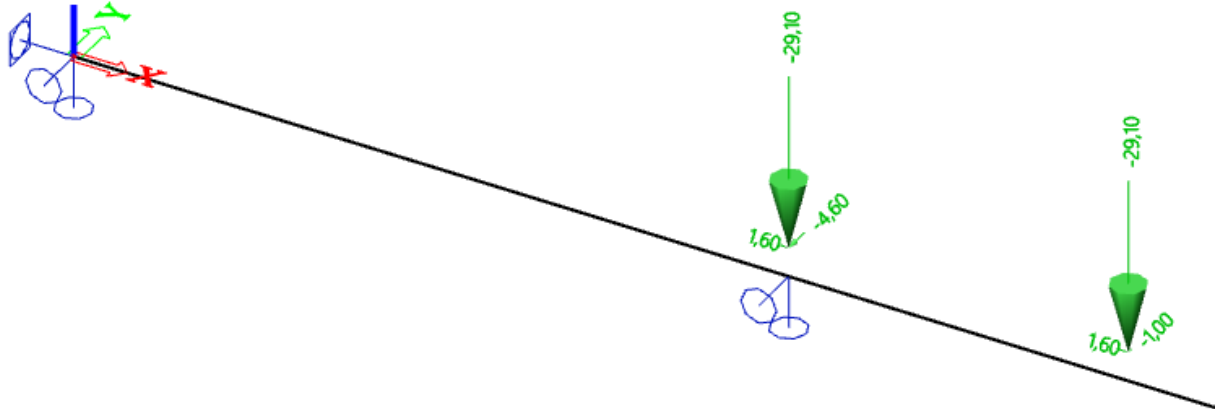


- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 3,05 m od skrajnej podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 4,95 m od skrajnej podpory (0,95 m od podpory wewnętrznej),



- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 4,0 m od skrajnej podpory (nad podporą wewnętrzną), drugi punkt przyłożenia siły w odległości 5,90 m od skrajnej podpory

(1,90 m od podpory wewnętrznej)

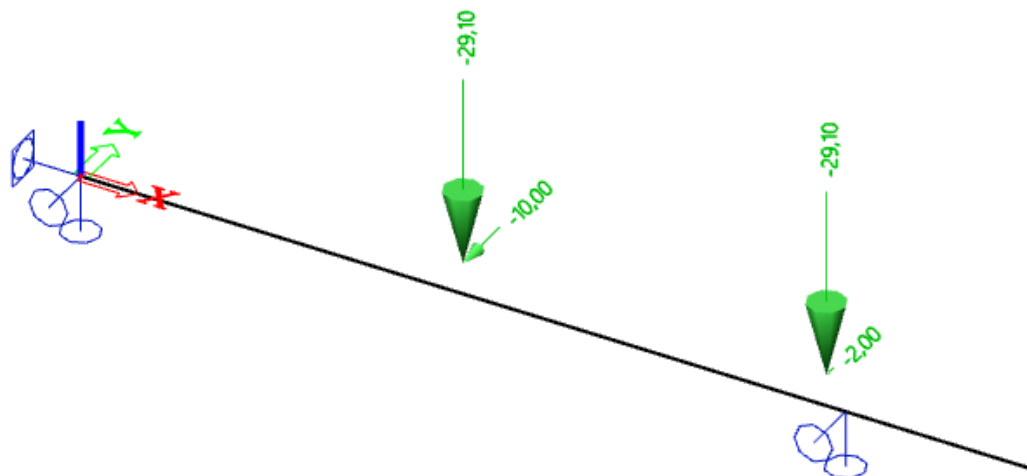


Grupa sił nr 5 składa się z:

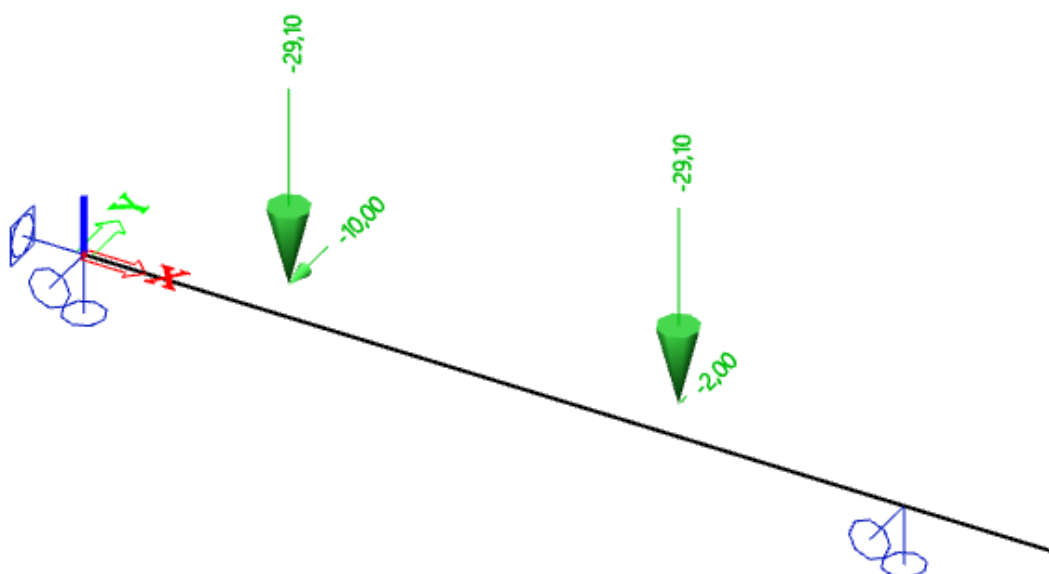
- siły pionowej równej 29,1 kN wynikającej z maksymalnego nacisku koła jezdnego,
- sił poziomych spowodowanych przez zukosowanie mostu suwnicy $H_{S,1,1,T} = 10$ kN, $H_{S,2,1,T} = 2$ kN.

Położenie grupy sił nr 5 w różnych położeniach:

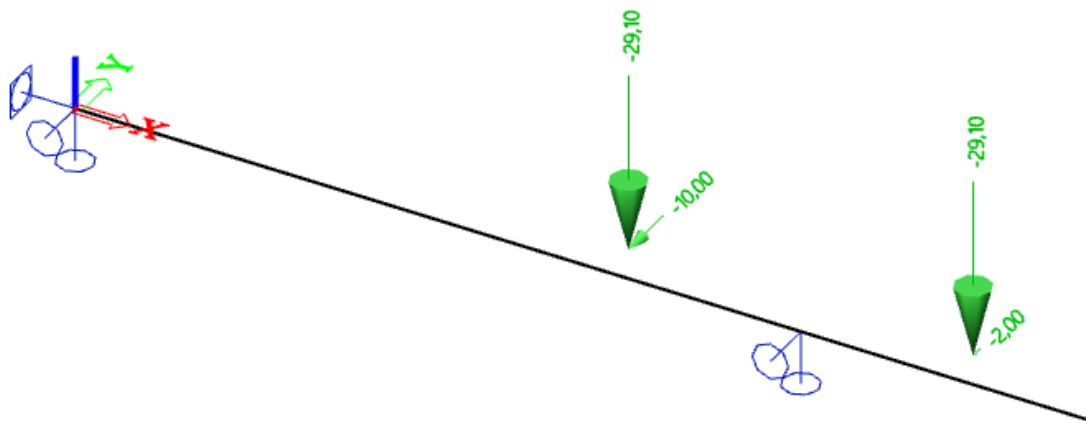
- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 2 m od skrajnej podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 3,9 m od skrajnej podpory



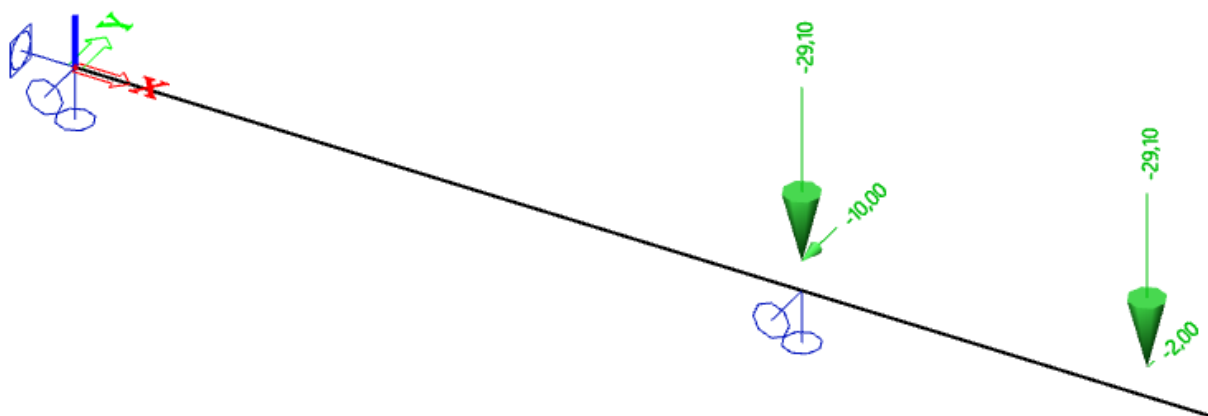
- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 1 m od podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 2,9 m od skrajnej podpory,



- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 3,05 m od skrajnej podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 4,95 m od skrajnej podpory (0,95 m od podpory wewnętrznej),



- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 4,0 m od skrajnej podpory (nad podporą wewnętrzną), drugi punkt przyłożenia siły w odległości 5,90 m od skrajnej podpory (1,90 m od podpory wewnętrznej)

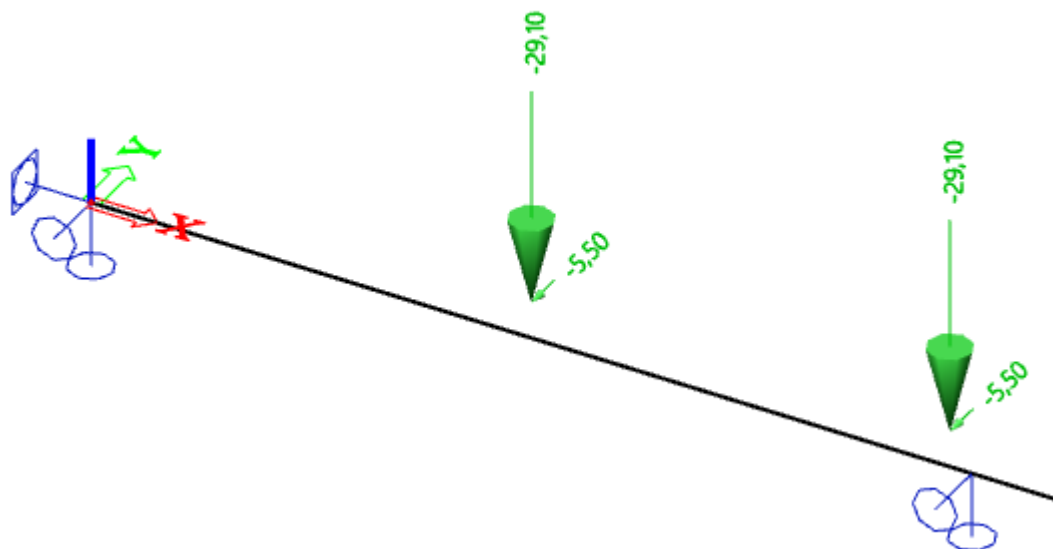


Grupa sił nr 6 składa się z:

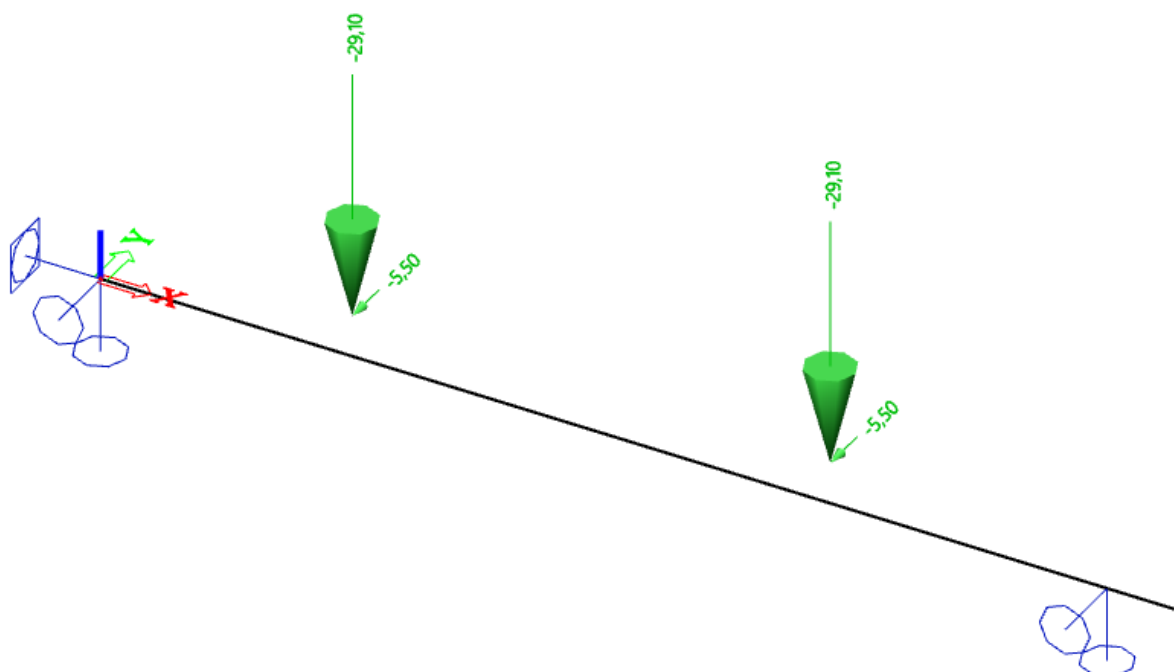
- siły pionowej równej 29,1 kN wynikającej z maksymalnego nacisku koła jezdnego,
- sił poziomych spowodowanych przez przyspieszenie/hamowanie wózka $H_{T,3} = 5,50$ kN.

Położenie grupy sił nr 6 w różnych położeniach:

- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 2 m od skrajnej podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 3,9 m od skrajnej podpory

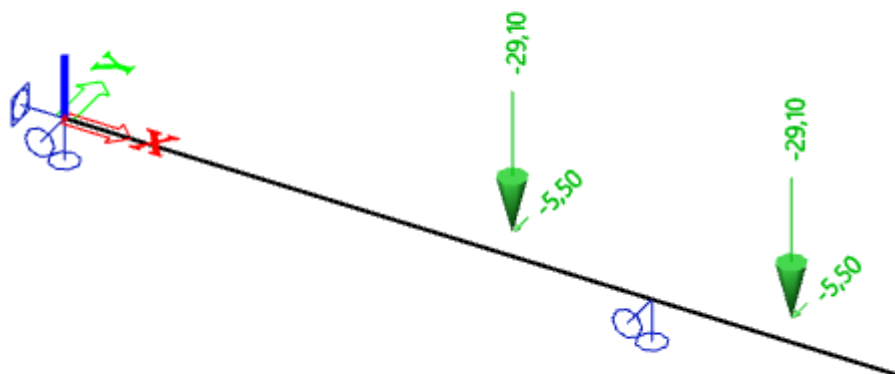


- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 1 m od podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 2,9 m od skrajnej podpory,

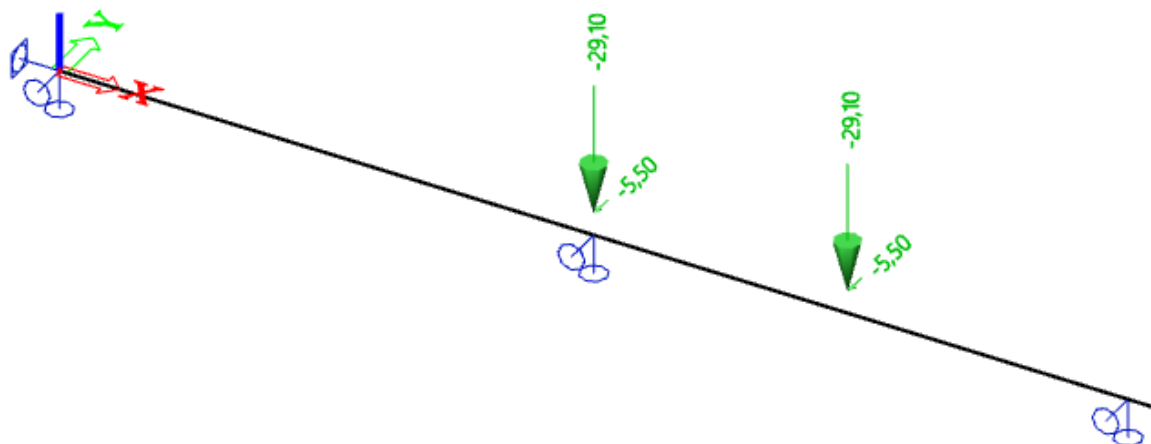


- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 3,05 m od skrajnej podpory, drugi punkt przyłożenia siły w odległości 4,95 m od skrajnej podpory (0,95 m od podpory)

wewnętrznej),



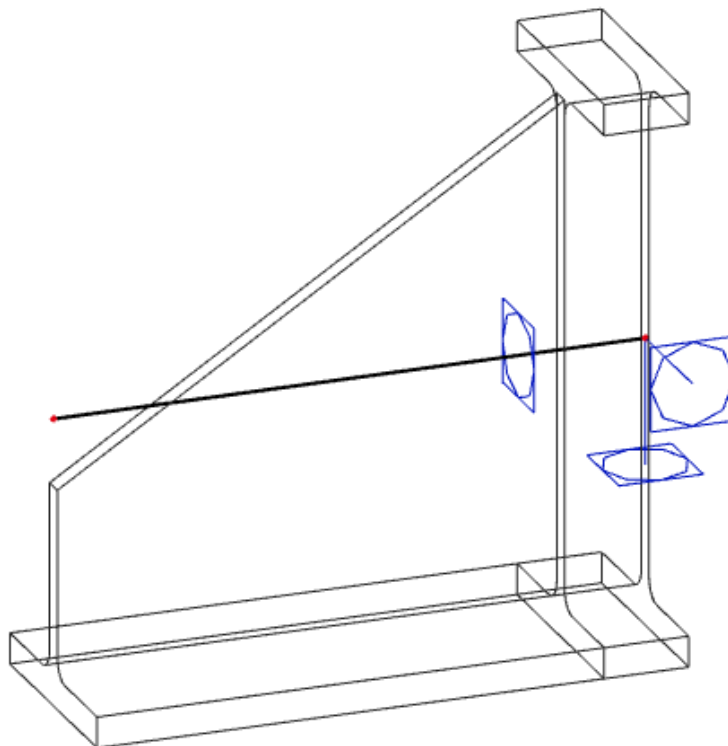
- pierwszy punkt przyłożenia siły w odległości 4,0 m od skrajnej podpory (nad podporą wewnętrzną), drugi punkt przyłożenia siły w odległości 5,90 m od skrajnej podpory (1,90 m od podpory wewnętrznej)



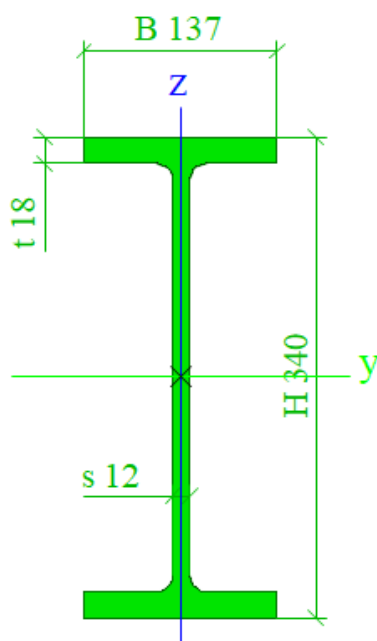
Ciężar własny to obciążenie stałe należące do jednej grupy obciążeń – LG1, pozostałe obciążenia wynikające z pracy suwnicy to obciążenia zmienne należące do jednej grupy obciążeń – LG2, w której relacja między wszystkimi przypadkami jest wyłączna, co oznacza, że w jednym czasie na belkę podsuwnicową będzie działał tylko jeden przypadek z tej grupy.

2.2. Model wspornika

Wspornik zamodelowano w programie SCIA Engineer jako belkę o długości 350 mm utwierdzoną z jednej strony ze stali S235. Wspornik w modelu ma kształt obrócony w płaszczyźnie pionowej.



Przekrój o największej wysokości ma następujące wymiary.



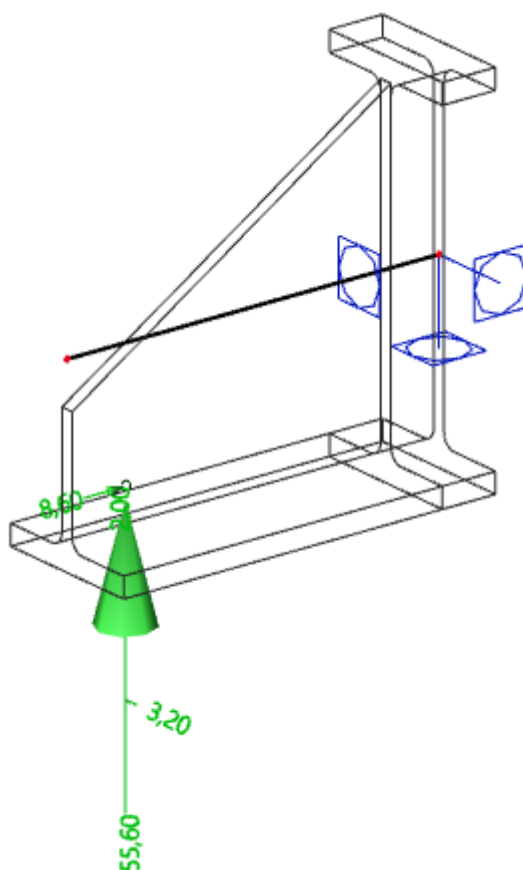
Wspornik słupa został obciążony następującymi przypadkami obciążeń:

- ciężarem własnym – 1 przypadek,
- obciążeniem z belki podsuwnicowej – 1 przypadek.

Ze względu na to, że wspornik jest obrócony względem rzeczywistości obciążenia pionowe mają zwrot w górę, a nie w dół.

Obciążenia belki podsuwnicowej wynikają z maksymalnych wartości reakcji na podpórę z belki podsuwnicowej dla kombinacji charakterystycznej.

- siła pionowa równa 55,60 kN,
- siła pozioma działająca wzdłuż wspornika równa 8,60 kN,
- siła pozioma działająca w poprzek wspornika równa 3,20 kN,
- moment działający wzdłuż wspornika równy 2,00 kNm.

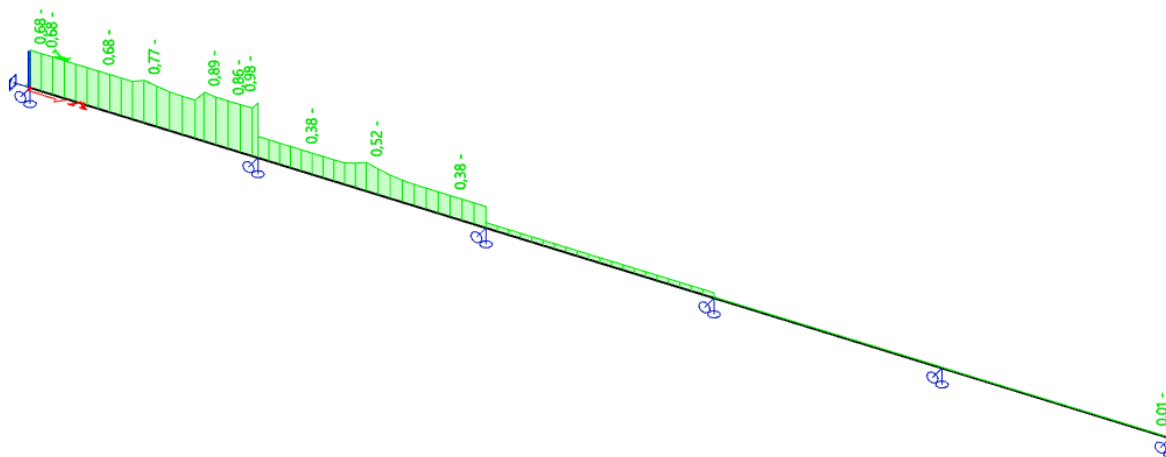


Ciężar własny to obciążenie stałe należące do jednej grupy obciążeń – LG1, a ciężar wynikający z belki podsuwnicowej to obciążenie zmienne należące do drugiej grupy obciążeń – LG2.

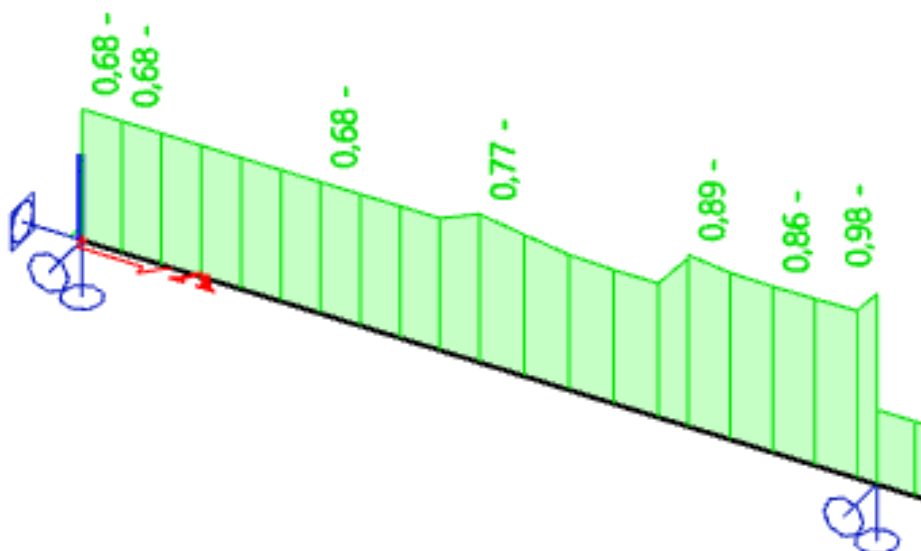
3. Wyniki przeprowadzonych obliczeń

3.1. Sprawdzenie stanu granicznego nośności

Wytyczenie dla zadanych przypadków obciążenia przedstawia poniższy rysunek.



Maksymalne wytyczenie belki podsuwnicowej wynosi 98%.

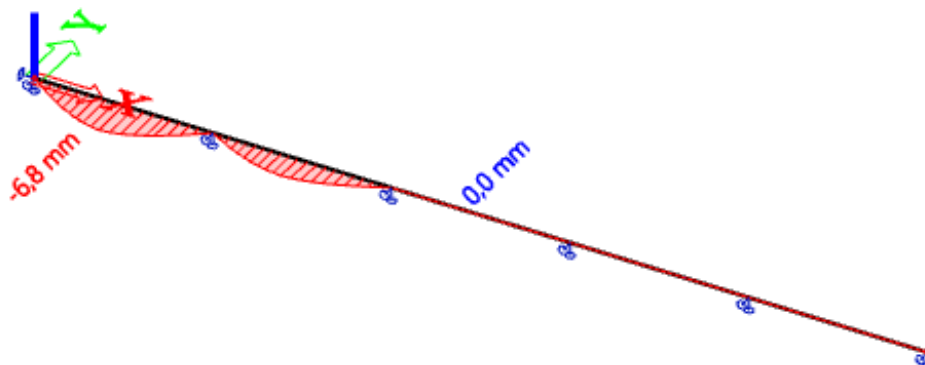


3.2. Sprawdzenie stanu granicznego użytkowości

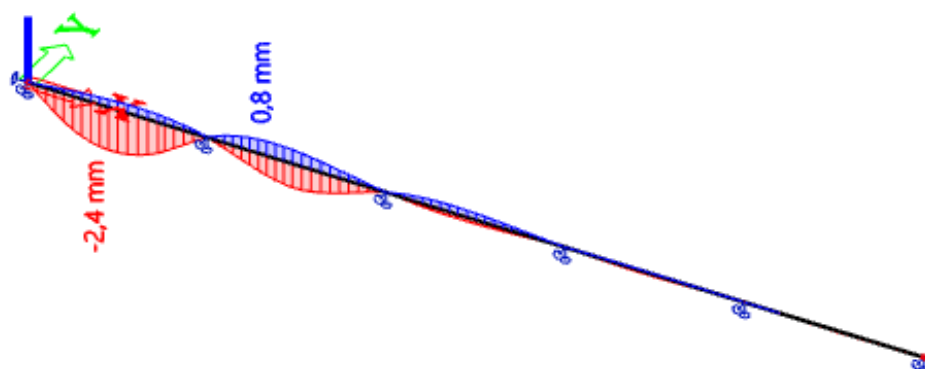
Zgodnie z Tablicą 7.1 normy PN-EN 1993-6:2009 ugięcie poziome belki podsuwnicowej względem linii podpór, na poziomie wierzchu szyny powinno spełniać warunek $\delta_y \leq l/600$, a według Tablicy 7.2 tej normy ugięcie pionowe belki podsuwnicowej względem linii podpór powinno spełniać warunek $\delta_z \leq l/600$ oraz $\delta_z \leq 25 \text{ mm}$.

W programie SCIA Engineer zostały ustawione graniczne wartości ugięć.

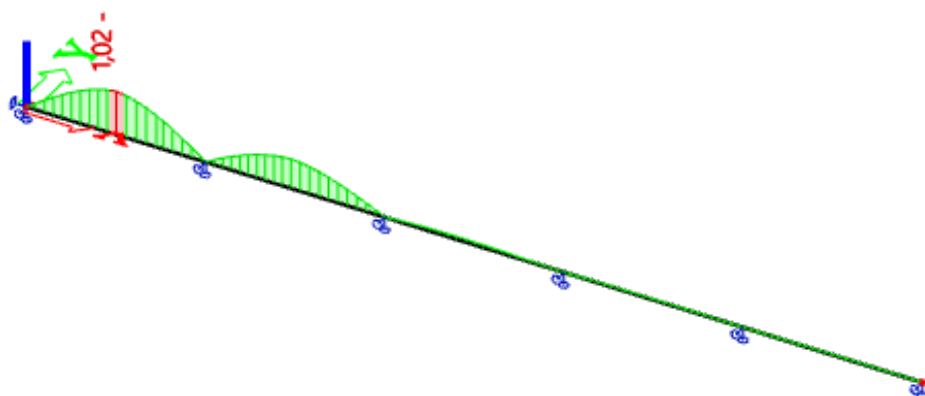
Wykres ugięć w kierunku y został przedstawiony na poniższym rysunku.



Wykres ugięć w kierunku z został przedstawiony na poniższym rysunku.

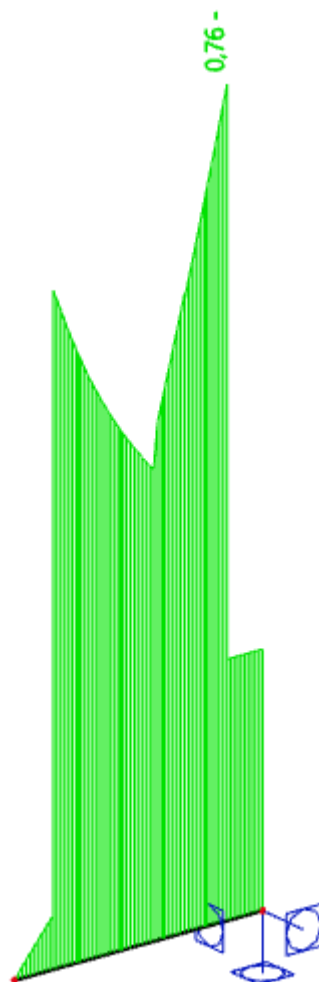


Ogólne sprawdzenie wartości ugięć przedstawiono na poniższym rysunku. Maksymalna wartość ugięcia przekracza o 2% wartość maksymalną określoną w powyższej normie.



3.3. Sprawdzenie stanu granicznego nośności wspornika słupa

Wytyczenie dla zadanych przypadków obciążenia przedstawia poniższy rysunek.



Maksymalne wytyczenie belki podsuwnicowej wynosi 76%.

4. Podsumowanie i wnioski

Warunki stanu granicznego nośności dla belki podsuwnicowej są spełnione, lecz wytyczenie jest bardzo duże – bliskie 100%. Warunki stanu granicznego użytkowalności dla belki podsuwnicowej są przekroczone ze względu na zbyt duże wartości ugięć.

Warunki stanu granicznego nośności dla wspornika słupa, na którym jest oparta belka podsuwnicowa są spełnione i pozostaje jeszcze pewien zapas nośności.