

PROJEKT WYKONAWCZY KONSTRUKCJI
PRZEBUDOWY BUDYNKU OGNISKA STARÓWKA CENTRUM
WSPIERANIA RODZIN RODZINNAWARSZAWA
PRZY UL. STAREJ 4
ZLOKALIZOWANEJ NA DZIAŁCE ew. nr 20/2 obręb 50206



ADRES: ul. Stara 4, Warszawa, na terenie dzielnicy Śródmieście,
działka nr ew. 20/2 obręb 50206

INWESTOR: **CWR Rodzinnawarszawa**
ul. Stara 4
00-231 Warszawa

PROJEKTANT: mgr inż. Daniel Przybyłek
upr. MAZ/0547/POOK/12

SPRAWDZAJĄCY : inż. Robert Pazio
upr. MAZ/0572/PWOK/13

DATA WYKONANIA: **12 września 2016 r.**

Spis treści

1.	Opis techniczny	3
2.	Warunki gruntowo - wodne	7
3.	Obciążenia charakterystyczne	8
4.	Obliczenia	16
a.	Piętro - belki krawędziowe przy dwóch otworach w dachu	16
b.	Piętro - belki krawędziowe przy otworze 160x160 cm	18
c.	Piętro - belki krawędziowe przy otworze 80x80 cm	21
d.	Piętro - belka w osi D/2	24
e.	Piętro - nadproża do wykonania do rozpiętości w świetle 210	27
f.	Piętro - nadproża do wstawienia do rozpiętości 100 cm w świetle	30
g.	Piętro - belka w osi C/~5	33
h.	Parter – belka w osi B/2÷3	36
i.	Parter – belka w osi 1/ B÷C	40
j.	Parter – belki w osi A	44
k.	Parter – nadproże wew. rozp. 1,6 m w świetle	47
l.	Parter – belka w osi C/4÷5	49
m.	Parter – słupy podpierające belkę w osi C/4÷5	52
n.	Parter – belka fundamentowa w osi C/4÷5	53
o.	Parter – belki w osi E/4÷5	56
p.	Parter – belki w osi F/4÷5	61
r.	Parter - belki w osi E/3÷4 i E/5÷6	68
s.	Parter – belka w osi B/4a÷5a	70
t.	Belki pomiędzy osiami 4a÷5a / A÷B	72
u.	Belki dachu w osiach 4a÷5a/C÷D	75
v.	Płyta drewniana CLT nad nowa częścią budynku	78
w.	Parter – belka w osi C/4a÷5a	81
x.	Parter – belki w osi 1/D÷E i 8/A÷B	84
y.	Parter – słupy w osi 1/E i 8/A	86
z.	Płyta nadszybia windy zewnętrznej	87
aa.	Belka tarasu zewnętrznego	88
bb.	Słupy w osi B/~4 i B/~5	93
cc.	Belka drewniana tarasu	95
dd.	Belka parteru w osi C/3÷4	100
ee.	Belka ściany fundamentowej w osi E/5÷6	103

1. Opis techniczny

1.1 Przedmiot i zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt przebudowy istniejącego budynku przy ul. Starej 4 w Warszawie. Zamierzenie obejmuje zmianę układu funkcjonalnego wewnątrz budynku oraz rozbudowę o dodatkowe pomieszczenie od strony wejścia i szymb windy od strony północnej budynku.

1.2 Podstawa formalna i merytoryczna opracowania.

Podstawą formalną opracowania niniejszej jest zlecenie wystawione przez Marlenę Happach architekt ul. J.S. Bacha 10, 02-743 Warszawa.

Podstawę merytoryczną opracowania stanowią polskie normy i wytyczne techniczne.

1.3 Materiały wykorzystane przy opracowaniu.

- 1.1.1 Inwentaryzacja wykonana w listopadzie 2013 r. przez Przedsiębiorstwo usług inwestycyjnych Budprojekt sp. z o.o. ul. Szosa Chelmińska 119, 87-100 Toruń.
- 1.1.2 Dokumentacja budynku z marca 1962 roku opracowana przez Miastoprojekt Stolica Południe przedsiębiorstwo projektowania budownictwa miejskiego, Warszawa, ul. Królewska 27, arch. W. Kłyszewski, arch. J. Mokrzyński, arch. W. Wierzbicki, inż. J. Blum, inż. Czechowski, inż. Krupecki.
- 1.1.3 Dokumentacja badań podłoża gruntowego w rejonie budynku Zespołu Ognisk Wychowawczych przy ul. Starej 4 w Warszawie z grudnia 2013 r. opracowane przez Geolit s.c. Tatiana Szczuko i Tadeusz Szczuko oraz Michała Glowackiego.
- 1.1.4 Wizja lokalna, wyniki odkrywek fundamentów, ścian i stropów.
- 1.1.5 Koncepcja architektoniczna przedstawiona przez Zamawiającego.
- 1.1.6 PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJI PRZEBUDOWY BUDYNKU OGNISKA STARÓWKA CENTRUM WSPIERANIA RODZIN RODZINNAWARSZAWA PRZY UL. STAREJ 4 ZLOKALIZOWANEJ NA DZIAŁCE ew. nr 20/2 obręb 50206
- 1.1.7 DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA OKREŚLAJĄCA WARUNKI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE NA POTRZEBY PRZEBUDOWY BUDYNKU OGNISKA „STARÓWKA” CENTRUM WSPIERANIA RODZIN „RODZINNA WARSZAWA” PRZY UL. STAREJ 4A ZLOKALIZOWANEJ NA DZIAŁCE EW. NR 20/2 OBRĘB 50206 NA TERENIE DZIELNICY ŚRÓDMIEŚCIE W WARSZAWIE z lipca 2016 roku sporządzona przez mgr J. Stefana Dawidowskiego

1.2 Opis stanu istniejącego

Przedmiotowy budynek usytuowany jest na działce na nr ewid. 20/2, obręb 50206 na terenie dzielnicy Śródmieście. Budynek jest częściowo podpiwniczony. Szerokości elewacji od strony południowej to 53,4 m. Budynek składa się z trzech brył prostopadłościennych (~9x10 m) przesuniętych względem siebie i połączonych łącznikami o wymiarach 4x3 m. W budynku znajdują się dwie otwarte klatki schodowe. Budynek posiada dwie kondygnacje nadziemne.

Konstrukcja nośna budynku jest tradycyjna murowana o układzie podłużnym trzyprzęsłowym. Dach stanowi dwuspadowy stop żelbetowy nie wentylowany. Grubość ścian zróżnicowana od 38 do 25 cm. Stropy gęstożebrowe wykonane jako DZ3 o układzie trzy traktowym.

Fundamenty

Budynek posadowiony na ławach fundamentowych betonowych z odsadzkami obustronnymi i poduszką piaskową, ławy o szerokości od 145 do 75 cm. Ławy fundamentowe w miejscach odkrywek są w stanie dobrym, bez widocznych spękań i destrukcji betonu mających wpływ na ich ograniczoną nośność.

Ściany

Ściany budynku są murowane z cegły pełnej i cegły kratówki na zaprawie cementowo – wapiennej. Ściany otynkowane tynkiem grubości nawet 4 cm co świadczy o dużych odchyłkach podczas budowy ścian.

Stropy

Nad parterem wykonano gęstożebrowy strop Dz-3. Belki stropu są w rozstawie co 60 cm. Strop posiada żebra rozdzielcze w środku rozpiętości i żebra pod ścianki działowe ustawione wzdłuż belek. Strop ma grubość 23÷24 cm z pustakami wysokości 20 cm. Odkrywki stropu wykazały zbrojenie belek prefabrykowanych trzema prętami średnicy 12 mm. Beton stropów po zbadaniu młotkiem Schmidta można bezpiecznie przyjąć do klasy B20. Stropy są w dobrym stanie, nie wykazują nadmiernych ugięć. Jedynie w części łączników pomiędzy bryłami budynku widoczne są duże zarysowania (do 1 cm) świadczące o dylataowaniu się konstrukcji i nierównomiernym osiadaniu poszczególnych części budynku.

Schody wewnętrzne

Wspornikowe schody żelbetowe prefabrykowane. Zamocowanie schodów w ścianie murowanej.

Stropodach

Istniejący gęstożebrowy strop Dz-3. Belki stropu są w rozstawie co 60 cm. Strop posiada żebra rozdzielcze w środku rozpiętości. Strop ma grubość 23÷24 cm z pustakami wysokości 20 cm. Odkrywki stropu wykazały zbrojenie belek prefabrykowanych dwoma prętami średnicy 12 mm. Beton stropów po zbadaniu młotkiem Schmidta można bezpiecznie założyć jako B20. Stropy są w dobrym stanie, nie wykazują nadmiernych ugięć. Jedynie w części łączników pomiędzy bryłami budynku widoczne są duże zarysowania (do 4 mm) świadczące o dylataowaniu się konstrukcji i nierównomiernym osiadaniu poszczególnych części budynku. Nad stropem żelbetowym została wykonana drewniana konstrukcja z nowym pokryciem i izolacją termiczną.

1.3 Opis projektowanych zmian

1.3.1. Stropodach

W istniejącym dachu przewiduje się wykonanie dziewięciu otworów o wymiarach 160x160 cm lub mniejszych na świetliki dachowe. Na krawędziach otworów zaprojektowano belki stalowe mocowane od góry stropu na jego konstrukcji. Do belek stalowych będą podwieszone belki istniejącego stropu gęstożebrowego. Izolacja termiczna i warstwy dachu zostaną w tych miejscach odtworzone. W częściach dachu nad istniejącymi loggiami, które nie zostaną rozebrane należy wykonać dach jako przedłużenie istniejącego drewnianego poszycia. Konstrukcja drewniana z krokwi 7x14 cm co 80 cm z poszyciem z płyt OSB3 grubości 22 mm. Krokwie oparte na nowych ścianach z drewna klejonego i istniejącej konstrukcji dachu.

1.3.2. Ściany

Ściany zewnętrzne istniejące zostaną docieplone wg projektu architektonicznego. W ścianach zaprojektowane nowe otwory drzwiowe i okienne. Nadproża w postaci podwójnych belek ceowych i dwuteowych połączonych śrubami co 40 cm.

Przed montażem nadproży w istniejących ścianach należy wykonać kolejne prace: podstemplować istniejące belki stropu na całej długości nadproża w odległości 50 cm od ściany, stemple ustawić na wszystkich kondygnacjach budynku, stemple ustawić na podwalinach drewnianych min. 12x12cm a strop podpierać przy użyciu rygli 12x12 cm, stosować stemple o nośności 10 kN co 50 cm na 1 piętrze i stemple o nośności 30 kN co 50 cm na parterze, wykuć kolejno bruzdę na jedną belkę, osadzić belkę stalową na zaprawę M10, przygotować otwory do montażu śrub łączących belki, po 7 dniach od osadzenia pierwszej belki wykuć bruzdę na drugą belkę i osadzić na zaprawę cementową, połączyć belki śrubami, po całkowitym związaniu zaprawy w nadprożach (28 dni) można usunąć stemple, belki zabezpieczyć farbą podkładową i owinać siatką tynkarską.

1.3.3. Słupy

Projektuje się lokalne wzmocnienia pod oparcie belek stalowych nowych nadproży. Słupy żelbetowe na krawędziach otworów należy wykonać przed wykonaniem nadproży i ze strzępami muru na połączeniu z istniejącymi ścianami. Słupy z betonu C20/25 zbrojone stalą A-IIIN, Klasa ekspozycji dla elementów wew. XC1.

W części rozbudowanej zaprojektowano osiem słupów stalowych 100x100x10 mm, które podpierają drewniane belki dachu, a oparte są na żelbetowych monolitycznych ścianach fundamentowych.

1.3.4. Strop nad parterem

Gęstożebrowy monolityczny strop nad parterem pozostaje bez zmian. W miejscu naturalnych dylatacji należy zamontować dylatacje systemowe umożliwiające przesuw pionowy i poziomy do 1 cm.

W części nowo projektowanej przewiduje się strop z drewna klejonego CLT GL24 gr. 12 cm na belkach drewnianych 24x40 cm i 16x28 cm.

1.3.5. Schody wewnętrzne

Schody w lekkiej konstrukcji drewnianej z drewna klejonego warstwowo CLT GL24h. Stopnie i przednózki grubości minimum 6 cm mocowane do istniejącej ściany i podwieszone do stropu za pomocą prętów fi 12. Istniejące w tej chwili schody wspornikowe należy rozebrać ze względu na znaczne ugięcia i nieprawidłowe zamocowanie.

1.3.6. Loggie

Część istniejących loggii zostanie usunięta. Pozostałe zostaną włączone do pomieszczeń. W przypadku przeszklenia istniejącej loggii zaprojektowano konstrukcję wspierającą istniejącą płytę stropu i szklenie typu fasadowego. Wypełnienie ścian istniejących loggi należy wykonać z płyt z drewna klejonego CLT gr. 10 cm (GL24). Po usunięciu loggii pozostałe zostaną poddane badaniu stanu technicznego o ich przydatności do użytkowania. W trakcie pracy budynku nie było możliwości wykonania odkrywek wszystkich loggii bez ich zabezpieczenia i stemplowania. Po oględzinach i analizie nośności wszystkich płyt wspornikowych zostanie podjęta decyzja o ich wykorzystaniu bądź odtworzeniu w lekkiej konstrukcji drewnianej.

1.3.7. Schody zewnętrzne i murki oporowe

Schody zewnętrzne zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne podzielone dylatacjami co ~10 mb. Schody z betonu wodoszczelnego w6 C30/37 klasa ekspozycji XF3 i stali A-IIIIN. Płyty schodów wspierają się na ścianach fundamentowych monolitycznych grubości 30 cm i zagłębionych min. 1 m poniżej projektowanego poziomu terenu.

1.3.8. Tarasy zewnętrzne

Drewniane elementy tarasów należy wykonać jako impregnowane ciśnieniowo przeciwko pleśni i grzybom. Wilgotność wbudowanego drewna maksymalnie 15%. Elementy drewniane od muru i betonu izolować za pomocą przekładek z tworzyw sztucznych (np. papa termozgrzewalna). Na zewnątrz stosować wkrety ze stali nierdzewnej. Drewno i deski wykonać z gatunków odpornych na trudne całoroczne warunki atmosferyczne.

Stalowe elementy wsporcze tarasów wykonać jako cynkowane ogniowo. Minimalna grubość powłoki to 85 µm.

1.3.8. Fundamenty

Pod zewnętrzne elementy konstrukcji stalowej i słupy stalowe rozbudowy zaprojektowano żelbetowe ściany fundamentowe i ławy fundamentowe. Ławy należy posadowić na głębokości identycznej z istniejącym poziomem posadowienia fundamentów przylegających do tych ław. Beton wodoszczelny w6 C20/25, Klasa ekspozycji XC3 i stal A-IIIIN. Ławy należy wykonać na podsypce piaskowej jeśli w poziomie posadowienia wystąpią grunty nasypowe nie nadające się do zagęszczenia. Grunty nasypowe nie mineralne należy wymienić na grunt niespoisty różnoziarnisty i zagęścić do stopnia zagęszczenia $I_s=0,98$.

Ze względu na warunki ekonomiczne nie zalecono posadowienia na gruntach rodzimych

ponieważ zalegają one na głębokości 3,2 m poniżej poziomu terenu . Na głębokości około 3 m p.p.t. stabilizowało się zwierciadło wód gruntowych. Rozbudowa znajduje się bezpośrednio przy budynku więc wymiana gruntu lub tak głębokie fundamentowanie wiązałoby się z wykonaniem zabezpieczenia ścian istniejącego budynku. Zaprojektowano analogiczne fundamenty jak dla części istniejącej co jest bezpieczne ze względu na wspólne wartości przemieszczeń w przypadku dużych wahań zwierciadła wód gruntowych.

Każdorazowo dno wykopu musi zostać odebrane przez uprawnionego geotechnika.

1.3.9. Szyb windy

Od strony północnej do budynku dodano szyb windy. Konstrukcja szybu składa się z trzech ścian żelbetowych grubości 15 cm. Płyty fundamentowej i płyty podszybia gr. 35 cm oraz płyty nadszybia gr. 20 cm. Beton C30/37 klasa ekspozycji XC3, dla części podziemnej beton wodoszczelny w6, stal A-IIIIN. Otwór drzwiowy, haki montażowe oraz przejścia instalacyjne należy skoordynować z dostawcą dźwigu.

2. Warunki gruntowo - wodne

Warunki gruntowe zostały określone na podstawie dokumentacji badań podłoża gruntowego w rejonie budynku Zespołu Ognisk Wychowawczych przy ul. Starej 4 w Warszawie z grudnia 2013 r. opracowane przez Geolit s.c. Tatiana Szczuko i Tadeusz Szczuko oraz Michała Głowackiego oraz na podstawie dokumentacji geologiczno inżynierskiej określającej warunki geologiczno inżynierskie na potrzeby przebudowy ogniska „Starówka” Centrum Wspierania Rodzin „Rodzinna Warszawa” przy ul. Starej 4a zlokalizowanej na działce Ew. Nr 20/2 obręb 50206 na terenie dzielnicy Śródmieście w Warszawie z lipca 2016 roku sporządzonej przez mgr J.S. Dawidowskiego.

Ławy fundamentowe posadowione są na podsypkach piaskowych i piaskach drobnych $I_d = 0,35$ na głębokości od 120 do 150 cm poniżej poziomu terenu. Wody gruntowe, które mają wpływ na eksploatację obiektu występują w stanach wysokich na głębokości 1,5 m poniżej poziomu posadowienia.

*Na podstawie rozporządzenia ministra transportu, budownictwa i gospodarki morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 poz. 463 określono: **Projektowany obiekt należy zaliczyć do drugiej kategorii geotechnicznej.***

3. Obciążenia charakterystyczne

Śnieg	- 0.9 kN/m ²
Wiatr	- 0.3 kN/m ²
Obciążenia użytkowe pomieszczeń biurowych	- 2.0 kN/m ²
Obciążenia użytkowe pom. wielofunkcyjnych	- 3.0 kN/m ²
Schody i komunikacja	- 3.0 kN/m ²

3.1 OBCIĄŻENIA STAŁE ISTNIEJĄCE

3.1.1. DACH

		obc. charakter.	γ_f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- 2 x papa termozgrzewalna		0,10	1,30	0,13
- styropian 15 cm		0,15	1,20	0,18
- 4 x papa asfaltowa		0,25	1,30	0,33
- gazobeton gr. 12 cm		0,48	1,30	0,62
- strop DZ-3 belki co 60 cm, wys. 23 cm		2,69	1,10	2,96
- tynk		0,29	1,30	0,37
	RAZEM [kN/m²]	3,96	1,16	4,59
w tym warstwy		1,27	1,29	1,63
całkowite obc. z szer. 0,9 m		3,56	1,16	4,13
całkowite obc. z szer. 1,3 m		5,14	1,16	5,97
całkowite obc. z szer. 1,8 m		7,12	1,16	8,26
całkowite obc. z szer. 2,25 m		8,90	1,16	10,32
całkowite obc. z szer. 4,5 m		17,80	1,16	20,65

3.1.2. STROP NAD PARTEREM

		obc. charakter.	γ_f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- płytki ceramiczne na kleju lub wykładzina		0,44	1,30	0,57
- szlichta betonowa gr. 5 cm		1,10	1,20	1,32
- warstwa izolacyjna		0,12	1,30	0,16
- strop DZ-3 belki co 60 cm, wys. 23 cm		2,69	1,10	2,96
- tynk		0,29	1,30	0,37
	RAZEM [kN/m²]	4,64	1,16	5,38
w tym warstwy		1,95	1,24	2,42

3.1.3. ŚCIANA ZEWN. grub. ~ 38 cm

		obc. charakter.	γ_f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- tynk cienkowarstwowy gr. 0,5 cm		0,11	1,30	0,14
- styropian 6 cm		0,03	1,20	0,03
- cegła wapienno piaskowa gr. 12 cm		2,16	1,10	2,38
- pustka powietrzna				
- pustak ceramiczny gr. 19 cm		2,66	1,10	2,93
- tynk gr. 3 cm		0,57	1,30	0,74
	RAZEM [kN/m²]	5,53	1,13	6,22
dla ściany h= 4,00		22,11	1,13	24,88
dla ściany h= 3,75		20,73	1,13	23,32

3.1.4. ŚCIANA WEW. konstrukcyjna grub. ~ 30 cm

	obc. charakter. [kN/m ²]	f	obc. oblicz. [kN/m ²]
- tynk gr. 2,5 cm	0,48	1,30	0,62
- cegła ceramiczna gr. 25 cm	4,50	1,10	4,95
- tynk gr. 2,5 cm	0,48	1,30	0,62
RAZEM [kN/m²]	5,45	1,13	6,19
dla ściany h= 3,90	21,26	1,13	24,12
dla ściany h= 3,75	20,44	1,13	23,19

3.1.5. ŚCIANA FUNDAMENTOWA grub. ~ 24 cm

	obc. charakter. [kN/m ²]	f	obc. oblicz. [kN/m ²]
- bloczki betonowe gr. 24 cm	5,28	1,10	5,81
RAZEM [kN/m²]	5,28	1,10	5,81
dla ściany h= 0,90	4,75	1,10	5,23
dla ściany h= 3,75	19,80	1,10	21,78

3.1.6. ŚCIANA WEWNĘTRZNA DZIAŁOWA grub. ~ 15 cm

	obc. charakter. [kN/m ²]	f	obc. oblicz. [kN/m ²]
- tynk gr. 1,5 cm	0,29	1,30	0,37
- ściana z cegły ceramicznej drążonej (dziurawki)	1,68	1,10	1,85
- tynk gr. 1,5 cm	0,29	1,30	0,37
RAZEM [kN/m²]	2,25	1,15	2,59
dla ściany h= 3,90	8,78	1,15	10,10
dla ściany h= 3,75	8,44	1,15	9,71

3.1.7. ŚCIANA WEWNĘTRZNA DZIAŁOWA G/K

	obc. charakter. [kN/m ²]	f	obc. oblicz. [kN/m ²]
- płyty gipsowo kartonowe podwójnie 25 mm	0,25	1,30	0,33
- stelaż stalowy ocynkowany wypełniony wełną mineralną	0,03	1,20	0,03
- płyty gipsowo kartonowe podwójnie 25 mm	0,25	1,30	0,33
RAZEM [kN/m²]	0,53	1,30	0,68
dla ściany h= 3,90	2,05	1,30	2,65
dla ściany h= 3,75	1,97	1,30	2,55

3.1.8. BALKON I LOGGIA

	obc.	charakter.	T _f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- szlichta cementowa gr. 2 cm	0,44	1,30		0,57
- płyta żelbetowa gr. 8 cm	2,00	1,10		2,20
- tynk gr. 1,5 cm	0,29	1,30		0,37
RAZEM [kN/m²]	2,73	1,15		3,14

3.1.9. ŚCIANA BOCZNA BALKONÓW

	obc.	charakter.	T _f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- tynk gr. 1,5 cm	0,29	1,30		0,37
- płyta żelbetowa gr. 8 cm	2,00	1,10		2,20
- tynk gr. 1,5 cm	0,29	1,30		0,37
RAZEM [kN/m²]	2,57	1,14		2,94

3.1.10. ŚCIANA ZEWN. PRZESZKLONA

	obc.	charakter.	T _f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- szklenie + rama	0,60	1,20		0,72
RAZEM [kN/m²]	0,60	1,20		0,72

dla ściany h= 2,60 **1,56** 1,20 1,87

3.1.11. TARAS ZEWNĘTRZNY

	obc.	charakter.	T _f	obc. oblicz.
		[kN/m ²]		[kN/m ²]
- deski gr. 25 mm	0,13	1,35		0,17
- legary 4x4,5 cm co 45 cm	0,02	1,35		0,03
- izolacja przeciwwodna	0,05	1,35		0,07
- płyty OSB3 gr. 25 mm	0,15	1,35		0,20
- belki stalowe	0,15	1,35		0,20
RAZEM [kN/m²]	0,50	1,35		0,67
dla rozstawu 2	0,99	1,35		1,34

3.1.12. ŚCIANKI DZIAŁOWE OBCIĄŻENIE ROZŁOŻONE

Płyty G-K na szkieletie stalowym

- płyty gipsowe 12,5mm 2*0,0125*12,0=0,30 kN/m ²				
- konstrukcja stalowa 0,15 kN/m ²				
razem 0,45 kN/m ² (obc. zastępcze <0,5 kN/m ²)	obc. charakter.	T _f	obc. oblicz.	
	[kN/m ²]		[kN/m ²]	
dla h=2,7 m obciążenie zastępcze wynosi 0,25*(2,7 / 2,65) kN/m ²	0,25	1,30		0,33

3.1.13. STROP NOWY NAD PARTEREM

	obc. charakter.	T _f	obc. oblicz.
- folia w płynie	0,10	1,30	0,13
- sklejka liściasta gr. 25 mm	0,15	1,30	0,20
- folia PE 0.5 mm	0,03	1,30	0,04
- styropian spadkowy EPS100 min. 20 cm	0,04	1,30	0,05
- strop CLT drewno klejone gr. 12 cm	0,54	1,10	0,59
- płyty g/k 2x12,5 mm na stelażu stalowym	0,35	1,30	0,46
RAZEM [kN/m²]	1,21	1,21	1,47
z szer. 1,85	2,24	1,21	2,71

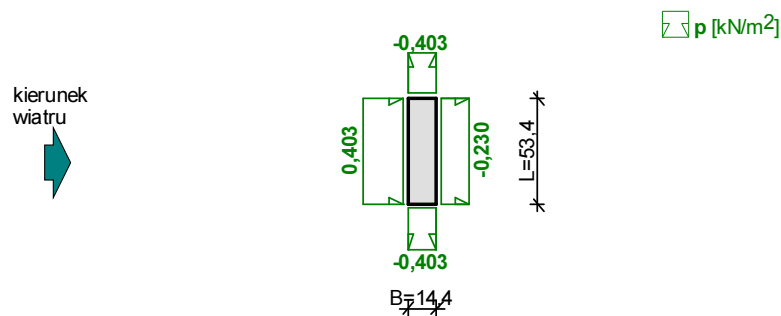
3.1.14. ISTNIEJĄCA PŁYTA BALKONÓW I LOGGI

	obc. charakter.	δ_f	obc. oblicz.
- warstwa wykończeniowa 2 cm	0,44	1,30	0,57
- szlichta betonowa 5 cm	1,10	1,30	1,43
- płyta żelbetowa gr. 8 cm	2,00	1,10	2,20
- tynk gr. 1,5 cm	0,29	1,30	0,37
RAZEM [kN/m²]	3,83	1,20	4,57
z szer.	0,65	2,49	2,97

3.2. OBCIĄŻENIA ZMIENNE

3.2.1. OBCIĄŻENIE WIATREM

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-1



- Budynek o wymiarach: B = 14,4 m, L = 53,4 m, H = 8,0 m

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:

- strefa obciążenia wiatrem I; H = 86 m n.p.m. → $q_k = 300 \text{ Pa}$
 $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$

- Współczynnik ekspozycji:

rodzaj terenu: B; z = H = 8,0 m → $C_e(z) = 0,55 + 0,02 \cdot 8,0 = 0,71$

- Współczynnik działania porywów wiatru:

$\delta = 1,80$

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty → $C_w = 0$

Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$C_z = 0,7$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne:

$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \delta = 0,300 \cdot 0,71 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = 0,268 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe:

$p = p_k \cdot \delta_f = 0,268 \cdot 1,5 = 0,403 \text{ kN/m}^2$

Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \alpha = 0,300 \cdot 0,71 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,153 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \alpha = (-0,153) \cdot 1,5 = -0,230 \text{ kN/m}^2$$

Ściany boczne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

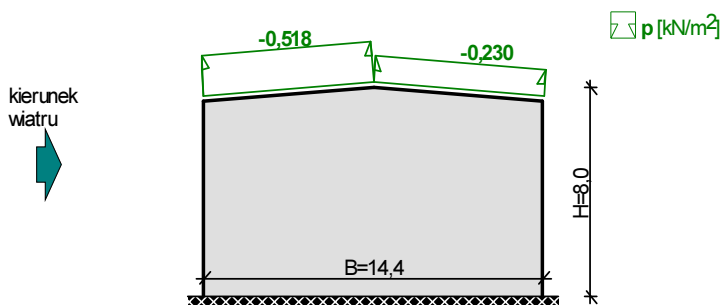
$$C = C_z - C_w = -0,7 - 0 = -0,7$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \alpha = 0,300 \cdot 0,71 \cdot (-0,7) \cdot 1,80 = -0,268 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \alpha = (-0,268) \cdot 1,5 = -0,403 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3

- Budynek o wymiarach: B = 14,4 m, L = 53,4 m, H = 8,0 m

- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 4,0^\circ$

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:

- strefa obciążenia wiatrem I; H = 86 m n.p.m. $\rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$

- Współczynnik ekspozycji:

rodzaj terenu: B; z = H = 8,0 m $\rightarrow C_e(z) = 0,55 + 0,02 \cdot 8,0 = 0,71$

- Współczynnik działania porywów wiatru:

$$\alpha = 1,80$$

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

Połąć nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,9$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C = 0,300 \cdot 0,71 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,345 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \alpha = (-0,345) \cdot 1,5 = -0,518 \text{ kN/m}^2$$

Połąć zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

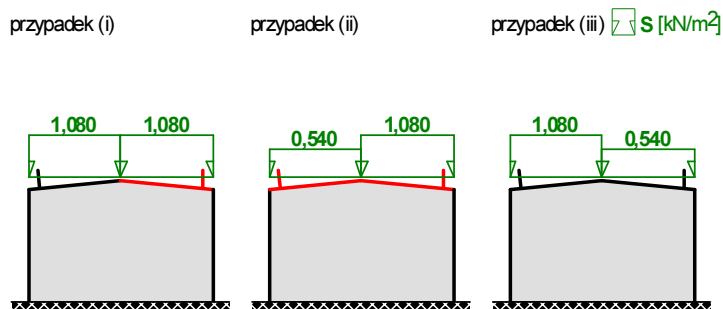
$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C = 0,300 \cdot 0,71 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,153 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \alpha = (-0,153) \cdot 1,5 = -0,230 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2. OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM**Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 Dachy dwupołaciowe**

- Dach dwupołaciowy

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:

$$\text{- strefa obciążenia śniegiem 2} \rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

- Warunki lokalizacyjne: normalne

- brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci \rightarrow przypadek A

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Współczynnik ekspozycji:

$$\text{- teren normalny} \rightarrow C_e = 1,0$$

- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$

Połąć dachowa bardziej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\text{nachylenie połąci} \alpha = 4,0^\circ$$

zabezpieczenie przed zsunieniem się śniegu z dachu

$$\alpha_1 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \mu_f = 0,720 \cdot 1,5 = \mathbf{1,080 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć dachowa mniej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\text{nachylenie połaci } \mu = 4,0^\circ$$

zabezpieczenie przed zsunieniem się śniegu z dachu

$$\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{0,360 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \mu_f = 0,360 \cdot 1,5 = \mathbf{0,540 \text{ kN/m}^2}$$

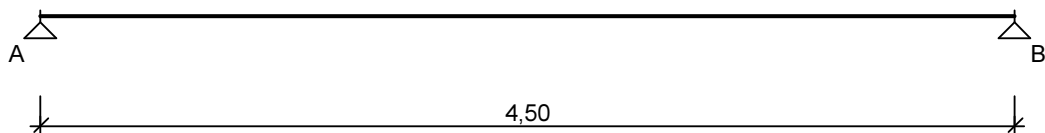
3.2.3. OBCIĄŻENIA TECHNOLOGICZNE

	obc. charakter. [kN/m ²]	μ_f	μ_d	obc. oblicz. [kN/m ²]
- pomieszczenia biurowe	2,00	1,40	0,35	2,80
- sale zebrania, sale wielofunkcyjne	3,00	1,30	0,50	3,90
- tarasy	2,00	1,40	0,50	2,80
- dachy	0,50	1,40	1,0	0,70
- klatki schodowe i komunikacja	3,00	1,30	0,8	3,90

4. Obliczenia

a. Piętro - belki krawędziowe przy dwóch otworach w dachu

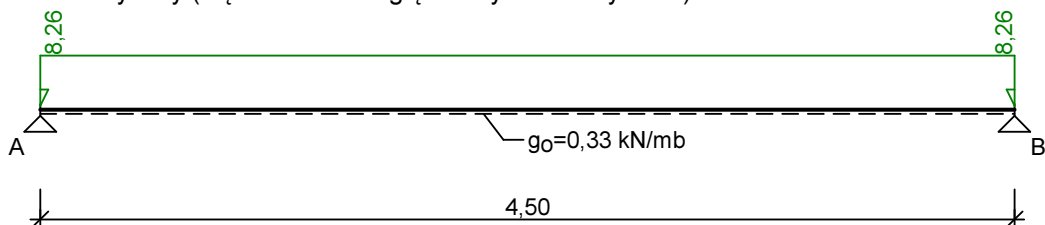
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

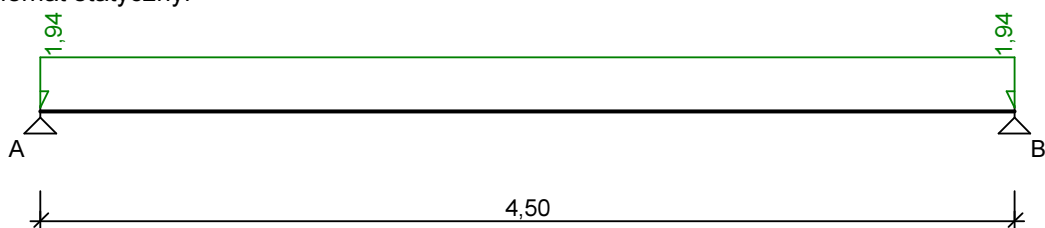
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 1,8 m** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



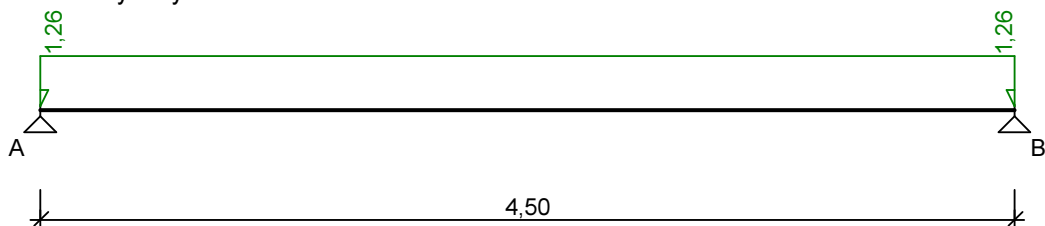
Przypadek **P2: Śnieg z szer 1,8 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Obc. technologiczne z szer. 1,8 m** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:



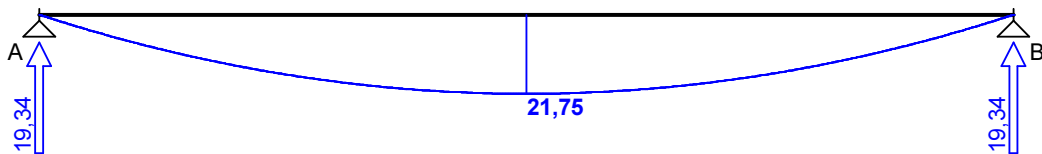
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 1,8 m+Śnieg z szer 1,8 m+Obc. technologiczne z szer. 1,8 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 1,8 m+ $0,5 \cdot$ Śnieg z szer 1,8 m+ $0,5 \cdot$ Obc. technologiczne z szer. 1,8 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

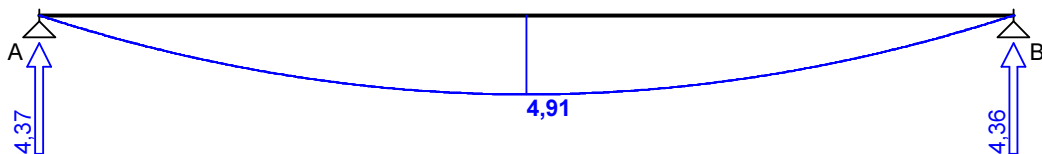
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 1,8 m**

Momenty zginające [kNm]:



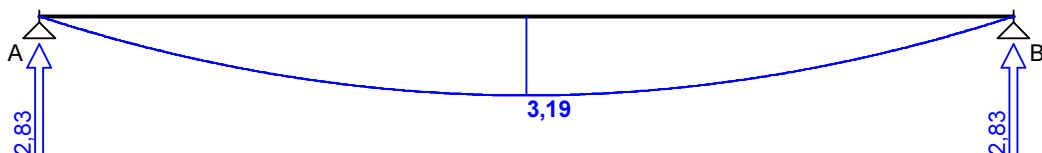
Przypadek **P2: Śnieg z szer 1,8 m**

Momenty zginające [kNm]:



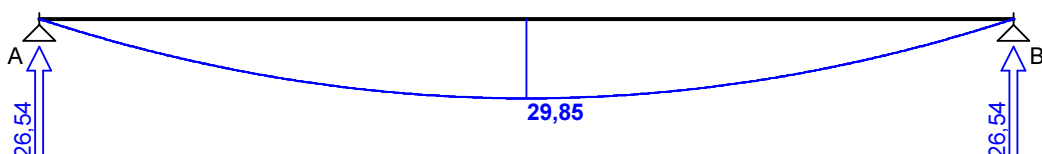
Przypadek **P3: Obc. technologiczne z szer. 1,8 m**

Momenty zginające [kNm]:



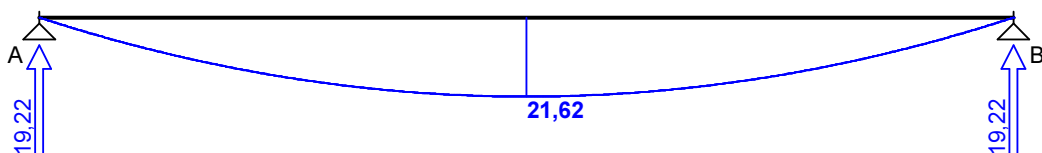
Kombinacja **K1: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3**

Momenty zginające [kNm]:



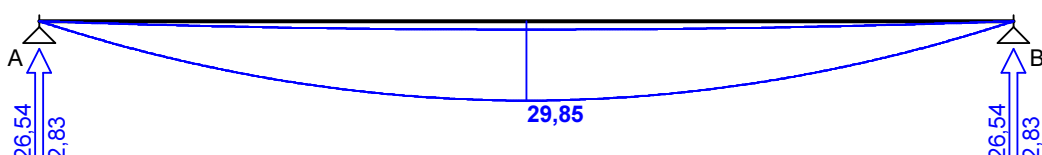
Kombinacja **K2: 0,80·P1+0,5·P2+0,5·P3**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



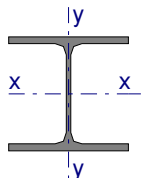
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 160 A**

$$A_v = 9,12 \text{ cm}^2, \quad m = 30,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1670 \text{ cm}^4, \quad J_y = 616 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 31410 \text{ cm}^6, \quad J_T = 12,3 \text{ cm}^4, \quad W_x = 220 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,059$) $M_R = 50,09 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 113,73 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 2,25 \text{ m (K1: } 1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3)$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \varphi_L = 0,824$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 29,85 \text{ kNm}$$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,723 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 0,00 \text{ m (K1: } 1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3)$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 26,54 \text{ kN}$$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,233 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 26,54 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 68,24 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

$$\text{Przekrój } z = 2,25 \text{ m (P1: Warstwy z szer. } 1,8 \text{ m)}$$

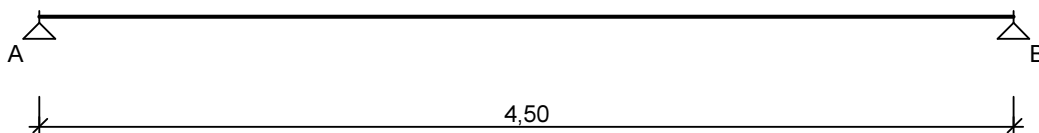
$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 11,68 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 12,86 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 11,68 \text{ mm} < f_{gr} = 12,86 \text{ mm}$$

b. Piętro - belki krawędziowe przy otworze 160x160 cm

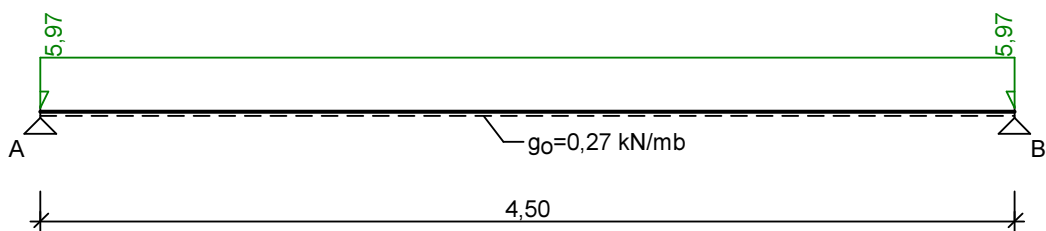
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

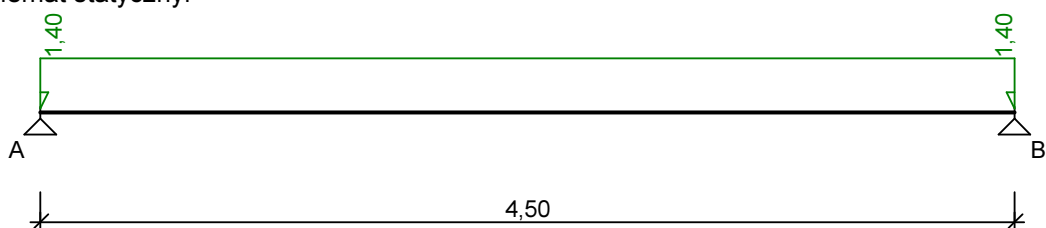
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 1,3 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



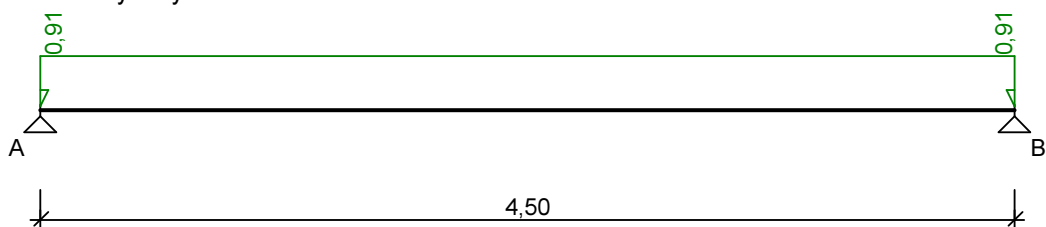
Przypadek **P2: Śnieg z szer 1,3 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Obc. technologiczne z szer. 1,3 m** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:



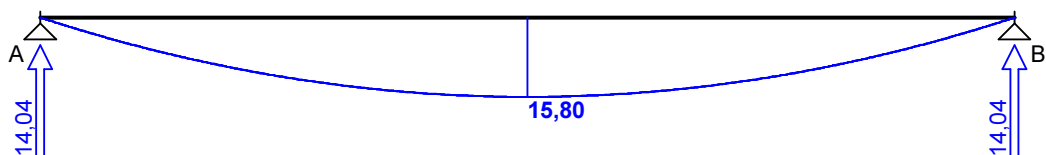
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 1,3 m+Śnieg z szer 1,3 m+Obc. technologiczne z szer. 1,3 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 1,3 m $+ 0,5 \cdot$ Śnieg z szer 1,3 m $+ 0,5 \cdot$ Obc. technologiczne z szer. 1,3 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

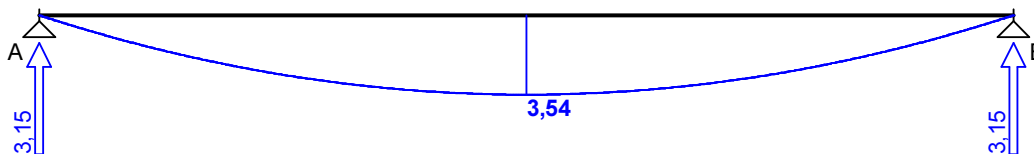
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 1,3 m**

Momenty zginające [kNm]:



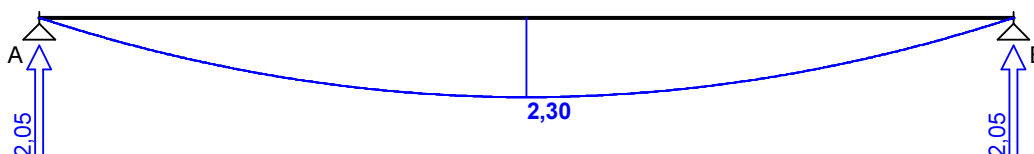
Przypadek **P2: Śnieg z szer 1,3 m**

Momenty zginające [kNm]:



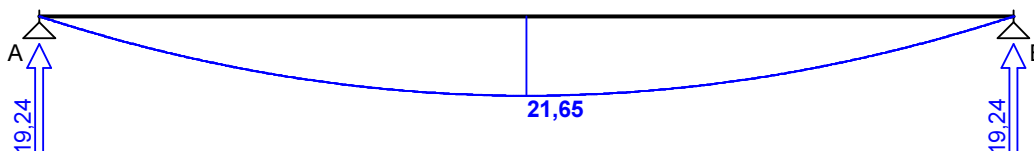
Przypadek **P3: Obc. technologiczne z szer. 1,3 m**

Momenty zginające [kNm]:



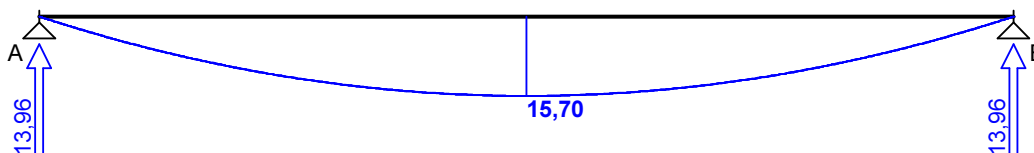
Kombinacja **K1: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3**

Momenty zginające [kNm]:



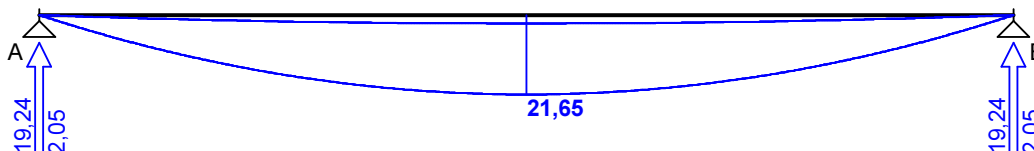
Kombinacja **K2: 0,80·P1+0,5·P2+0,5·P3**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



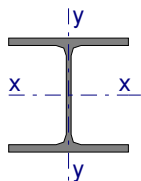
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 140 A**

$$A_v = 7,32 \text{ cm}^2, m = 24,7 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1030 \text{ cm}^4, J_y = 389 \text{ cm}^4, J_w = 15060 \text{ cm}^6, J_T = 8,16 \text{ cm}^4, W_x = 155 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,059$) $M_R = 35,30 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 91,22 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,25 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,793$

Moment maksymalny $M_{\max} = 21,65 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,773 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 4,50 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -19,24 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,211 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = -19,24 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 54,73 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,25 \text{ m}$ (**P1**: Warstwy z szer. $1,3 \text{ m}$)

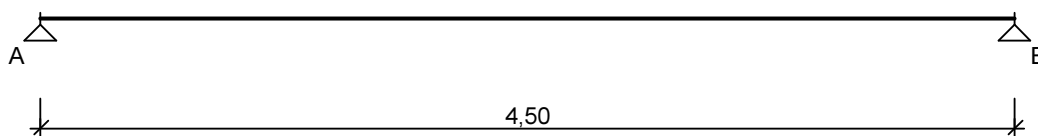
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 13,64 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 18,00 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 13,64 \text{ mm} < f_{gr} = 18,00 \text{ mm}$

c. Piętro - belki krawędziowe przy otworze 80x80 cm

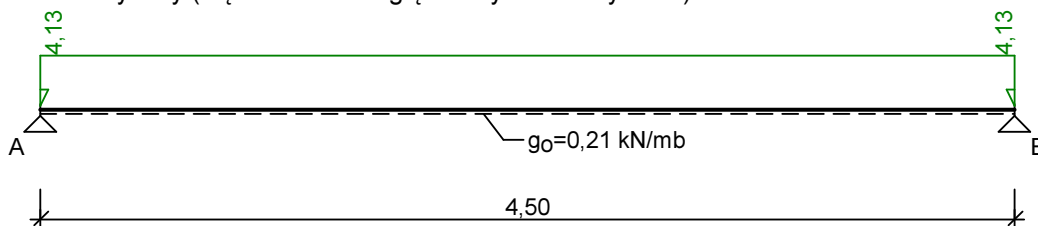
SCHEMAT BELKI



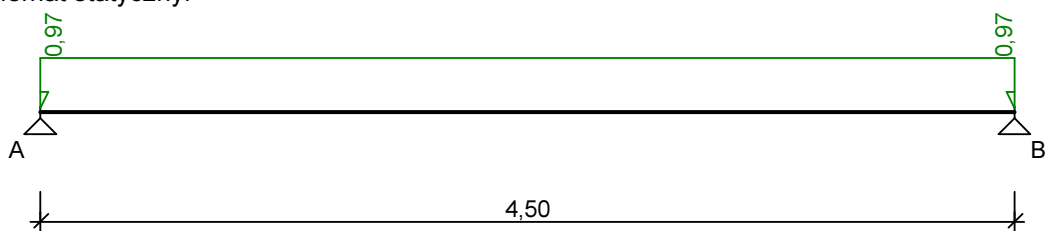
OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1**: Warstwy z szer. **0,9 m** ($\gamma_f = 1,16$)

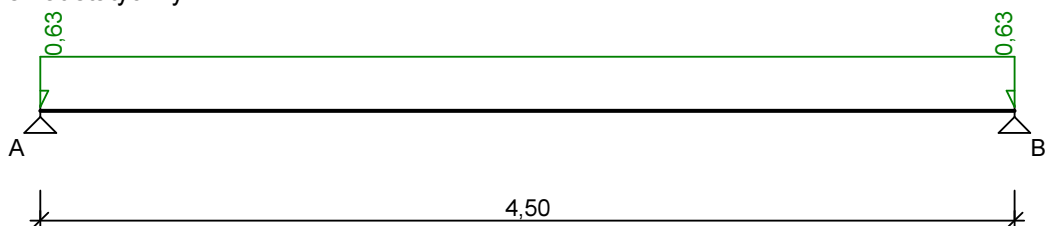
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Śnieg z szer 0,9 m** ($\gamma_f = 1,5$)
Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Obc. technologiczne z szer. 0,9 m** ($\gamma_f = 1,40$)
Schemat statyczny:



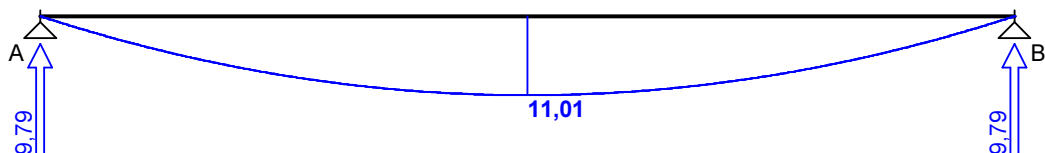
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 0,9 m+Śnieg z szer 0,9 m+Obc. technologiczne z szer. 0,9 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 0,9 m $+ 0,5 \cdot$ Śnieg z szer 0,9 m $+ 0,5 \cdot$ Obc. technologiczne z szer. 0,9 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

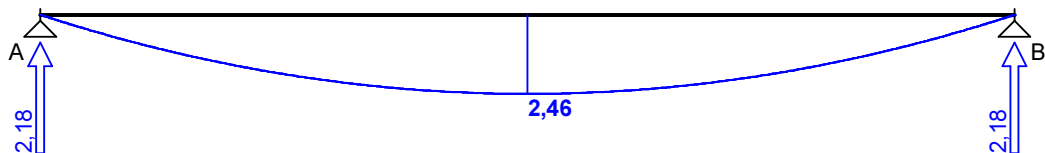
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 0,9 m**

Momenty zginające [kNm]:



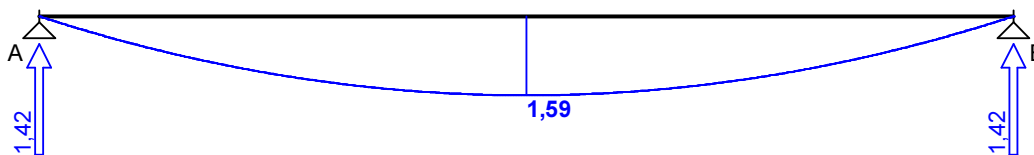
Przypadek **P2: Śnieg z szer 0,9 m**

Momenty zginające [kNm]:



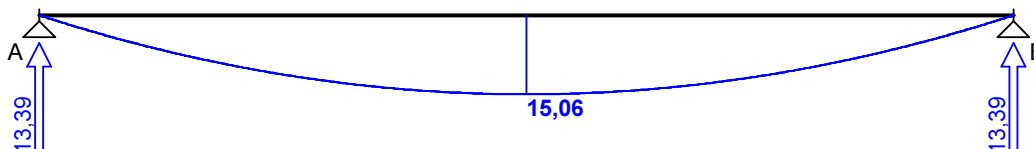
Przypadek **P3: Obc. technologiczne z szer. 0,9 m**

Momenty zginające [kNm]:



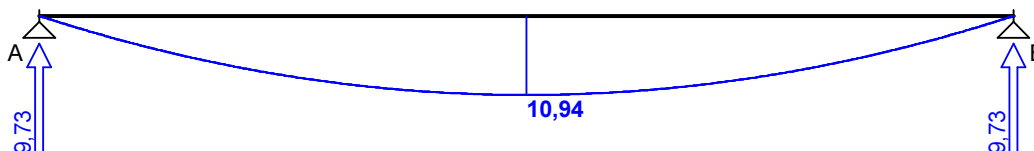
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



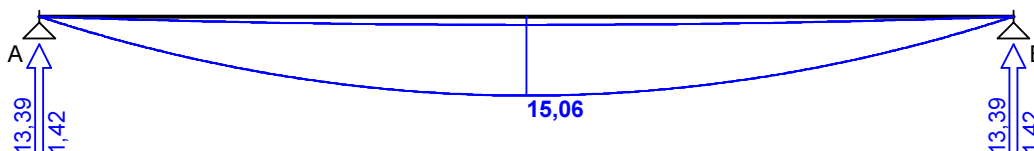
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



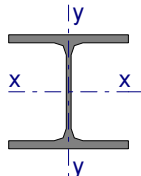
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 120 A**

$A_v = 5,70 \text{ cm}^2$, $m = 19,9 \text{ kg/m}$

$J_x = 606 \text{ cm}^4$, $J_y = 231 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 6472 \text{ cm}^6$, $J_T = 6,02 \text{ cm}^4$, $W_x = 106 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,063$) $M_R = 24,23 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 71,08 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,25 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,781$

Moment maksymalny $M_{\max} = 15,06 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,796 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 13,39 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,188 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 13,39 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 42,65 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,25 \text{ m}$ (**P1**: Warstwy z szer. $0,9 \text{ m}$)

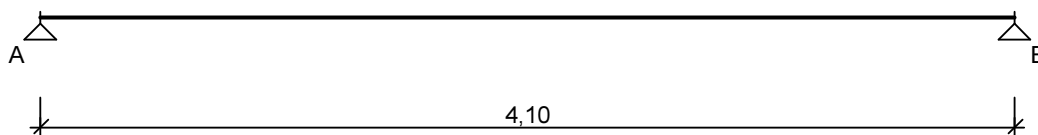
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 16,16 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 18,00 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 16,16 \text{ mm} < f_{gr} = 18,00 \text{ mm}$

d. Piętro - belka w osi D/2

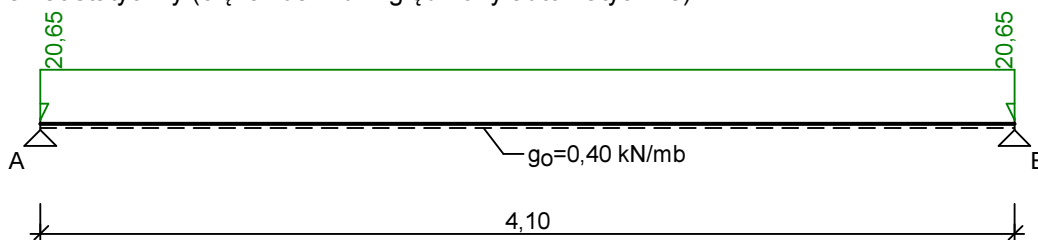
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

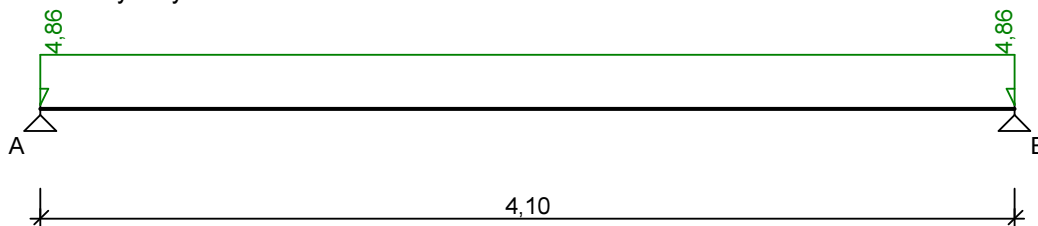
Przypadek **P1: Warstwy z szer. $4,5 \text{ m}$** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



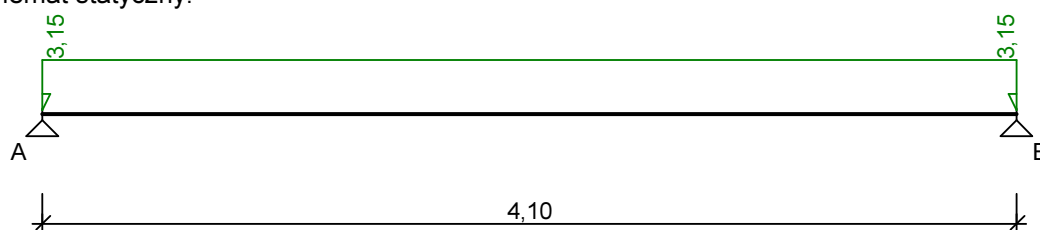
Przypadek **P2: Śnieg z szer. $4,5 \text{ m}$** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Technologiczne** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:



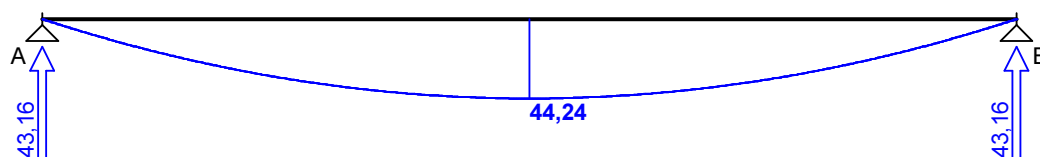
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 4,5 m+Śnieg z szer. 4,5 m+Technologiczne	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Technologiczne	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

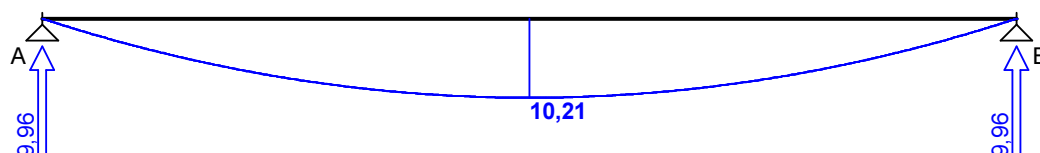
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



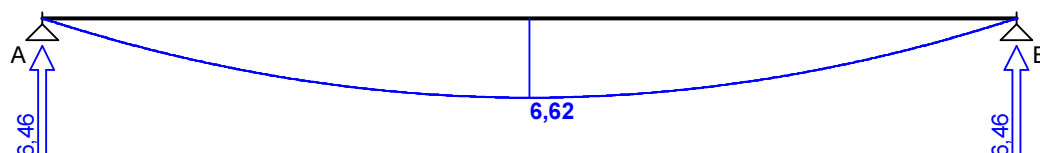
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



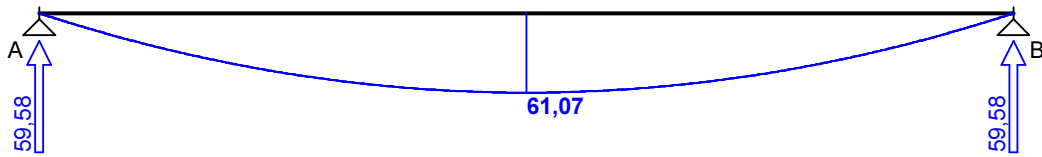
Przypadek **P3: Technologiczne**

Momenty zginające [kNm]:



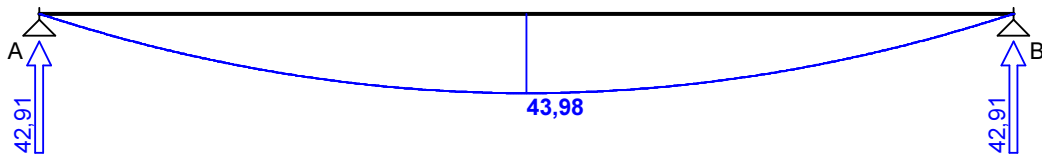
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



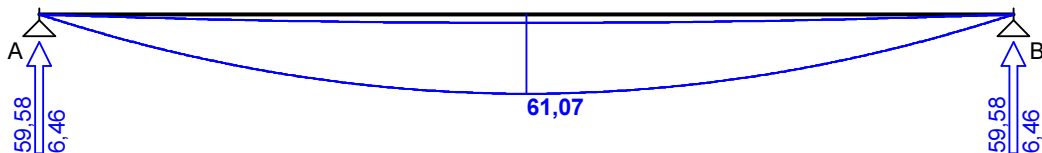
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 200 E**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$$A_v = 20,8 \text{ cm}^2, \quad m = 36,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 3040 \text{ cm}^4, \quad J_y = 427 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 7200 \text{ cm}^6, \quad J_T = 5,01 \text{ cm}^4, \quad W_x = 304 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| - zginanie: klasa przekroju 1 | $M_R = 70,03 \text{ kNm}$ |
| - ścinanie: klasa przekroju 1 | $V_R = 259,38 \text{ kN}$ |

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,05 m (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 61,07 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,872 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 59,58 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,230 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 59,58 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 77,81 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,05 \text{ m}$ (**P1**: Warstwy z szer. 4,5 m)

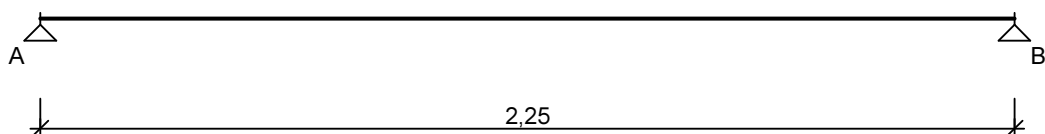
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 10,73 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 16,40 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 10,73 \text{ mm} < f_{gr} = 16,40 \text{ mm}$$

e. Piętro - nadproża do wykonania do rozpiętości w świetle 210

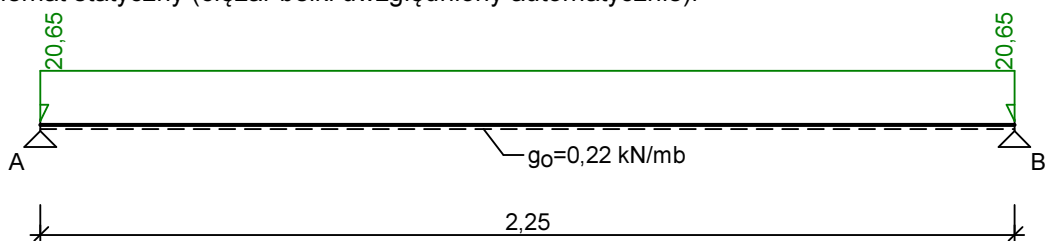
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

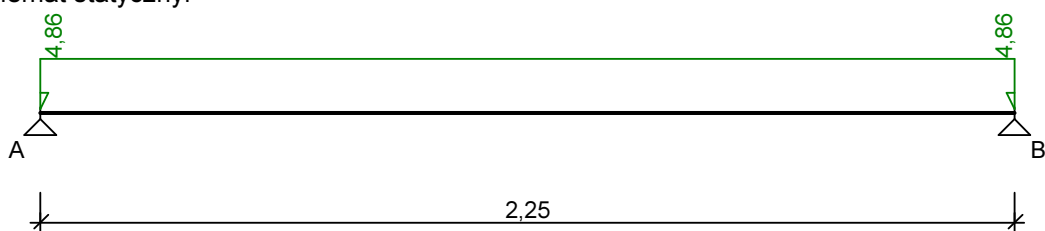
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



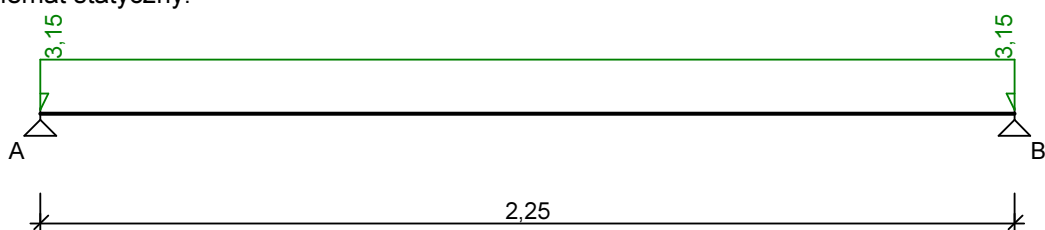
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Technologiczne** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:

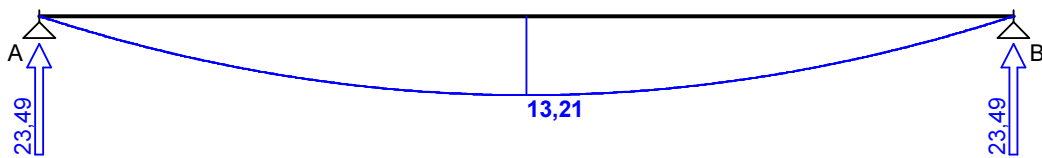


Tablica opisu kombinacji użytkownika:

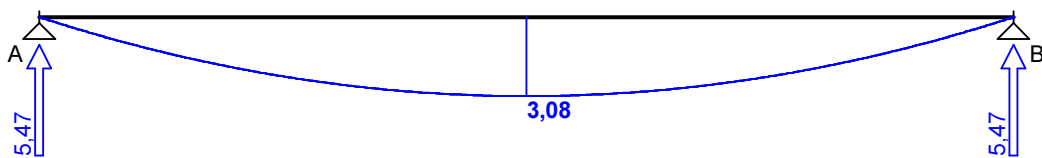
nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 4,5 m+Śnieg z szer. 4,5 m+Technologiczne	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Technologiczne	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCHPrzypadek **P1: Warstwy z szer. 4,5 m**

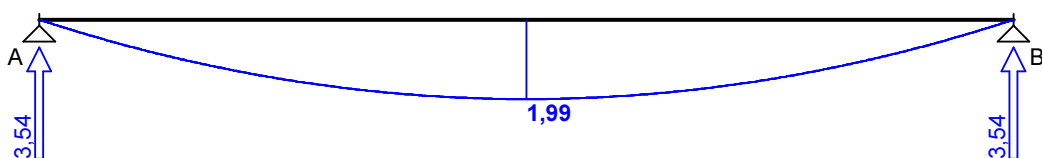
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m**

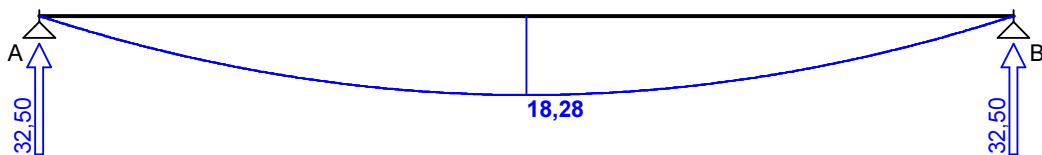
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P3: Technologiczne**

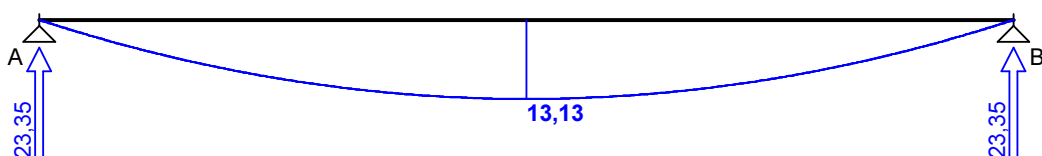
Momenty zginające [kNm]:

Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:

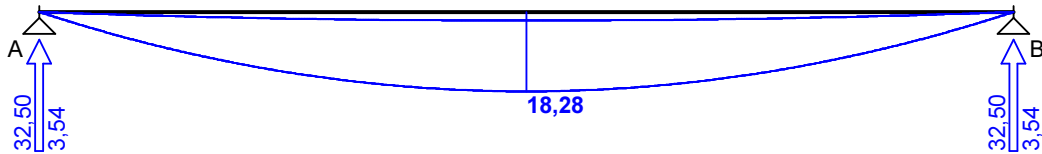
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 120 E**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$$A_v = 11,5 \text{ cm}^2, \quad m = 20,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 608 \text{ cm}^4, \quad J_y = 125 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 668 \text{ cm}^6, \quad J_T = 2,13 \text{ cm}^4, \quad W_x = 101 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 23,48 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 143,65 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,13 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 18,28 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,779 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 32,50 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,226 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 32,50 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 43,10 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,13 m (**P1**: Warstwy z szer. 4,5 m)

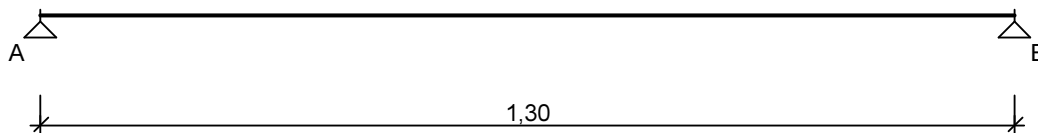
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,82 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 9,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,82 \text{ mm} < f_{gr} = 9,00 \text{ mm}$$

f. Piętro - nadproża do wstawienia do rozpiętości 100 cm w świetle

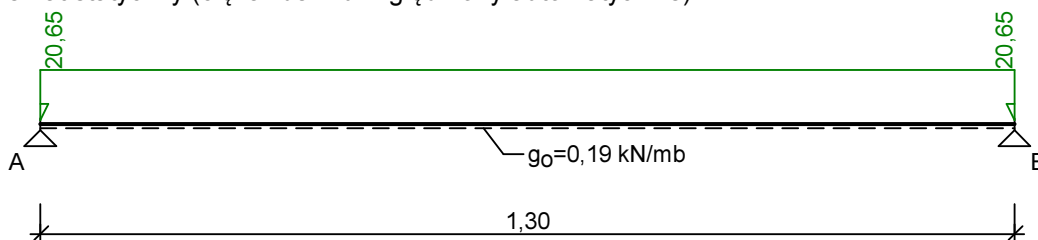
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

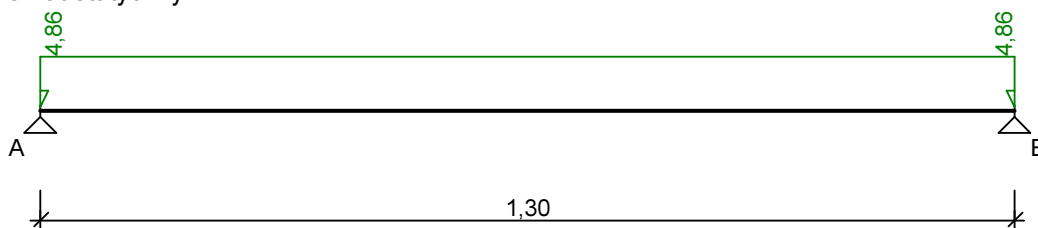
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



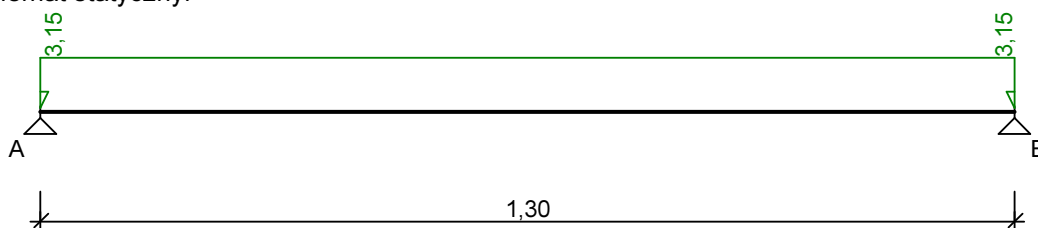
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Technologiczne** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:



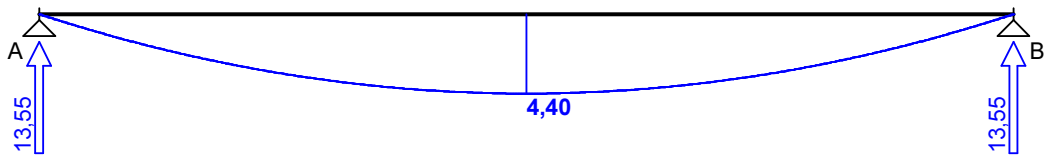
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 4,5 m+Śnieg z szer. 4,5 m+Technologiczne	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Technologiczne	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

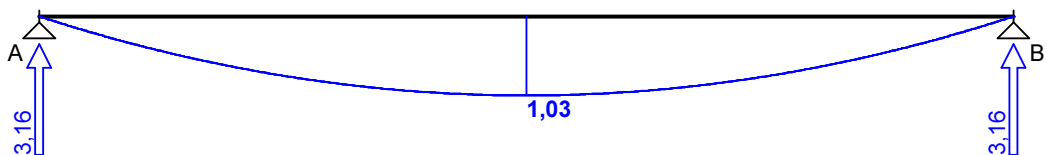
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



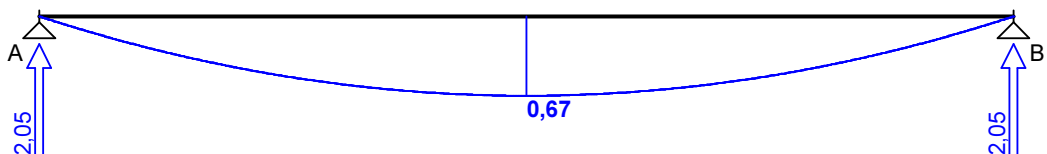
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



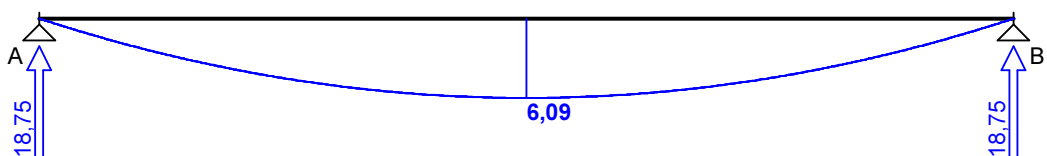
Przypadek **P3: Technologiczne**

Momenty zginające [kNm]:



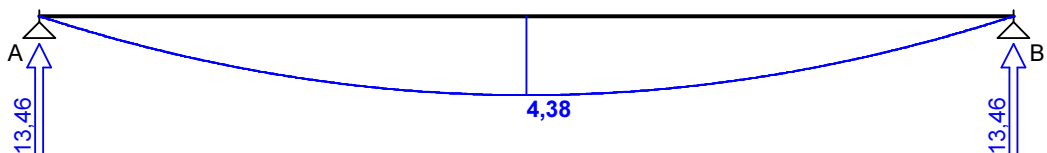
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



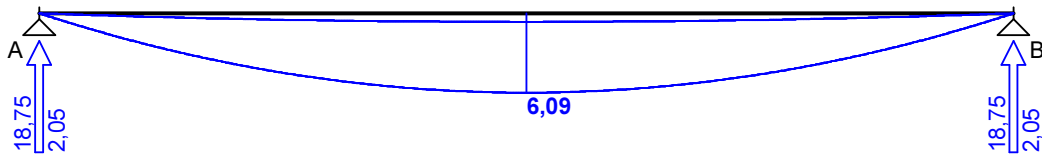
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 100 E**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$$A_v = 9,00 \text{ cm}^2, \quad m = 17,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 348 \text{ cm}^4, \quad J_y = 86,0 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 310 \text{ cm}^6, \quad J_T = 1,74 \text{ cm}^4, \quad W_x = 69,6 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 16,17 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 112,23 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0,65 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 6,09 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,377 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 1,30 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -18,75 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,167 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = -18,75 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 33,67 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0,65 \text{ m}$ (**P1**: Warstwy z szer. 4,5 m)

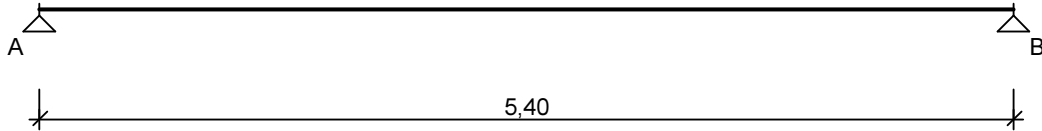
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,94 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 5,20 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0,94 \text{ mm} < f_{gr} = 5,20 \text{ mm}$$

g. Piętro - belka w osi C/~5

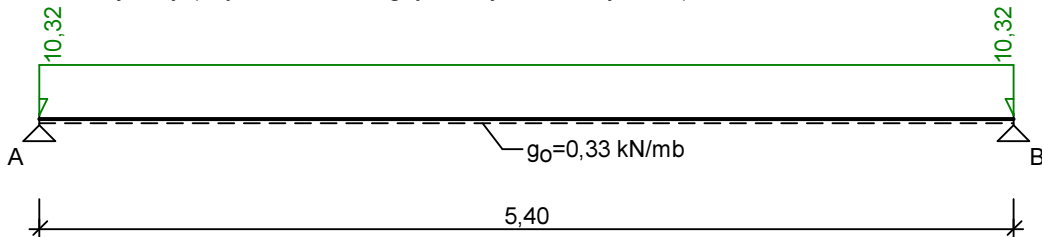
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

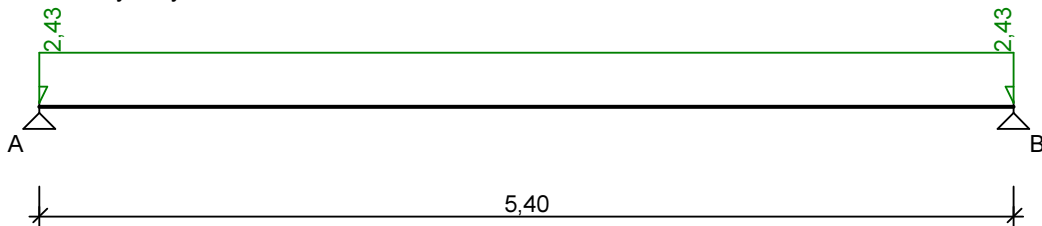
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



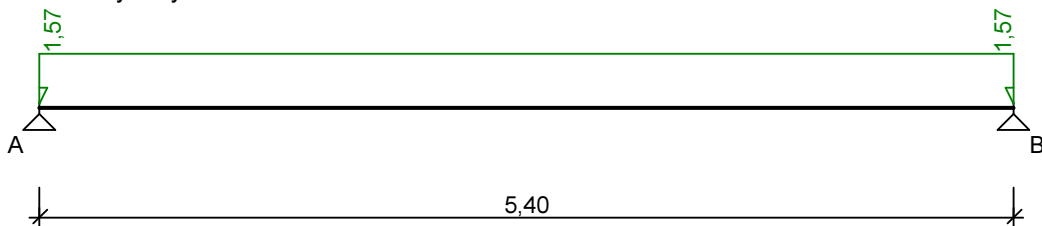
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Technologiczne z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:



Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 2,25 m+Śnieg z szer. 2,25 m+Technologiczne z szer. 2,25 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 2,25 m+ $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 2,25 m+ $0,5 \cdot$ Technologiczne z szer. 2,25 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

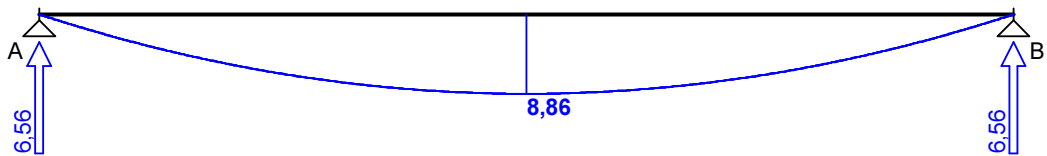
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2,25 m**

Momenty zginające [kNm]:



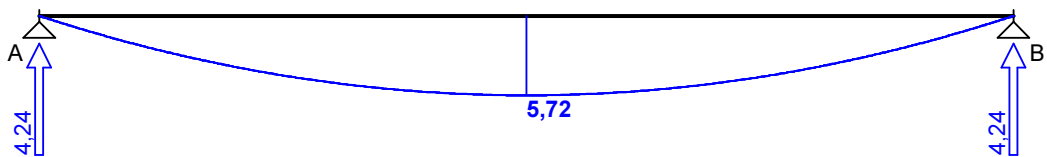
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 2,25 m**

Momenty zginające [kNm]:



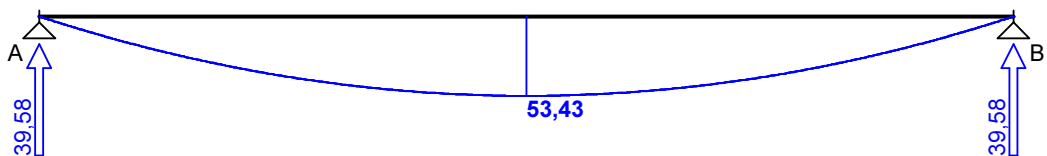
Przypadek **P3: Technologiczne z szer. 2,25 m**

Momenty zginające [kNm]:



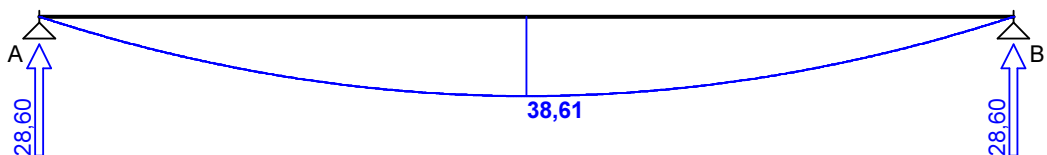
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



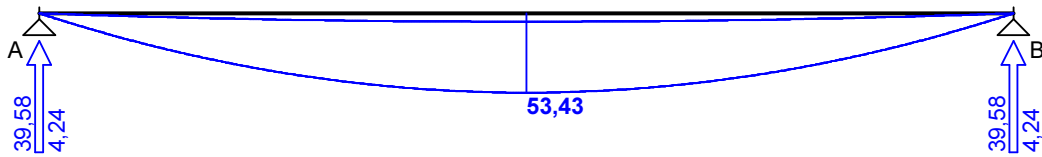
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



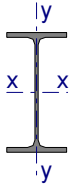
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **IPE 240**

$$A_v = 14,9 \text{ cm}^2, \quad m = 30,7 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 3890 \text{ cm}^4, \quad J_y = 284 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 37390 \text{ cm}^6, \quad J_T = 12,9 \text{ cm}^4, \quad W_x = 324 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,065$) $M_R = 74,18 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 185,55 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,70 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 53,43 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,720 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 39,58 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,213 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 39,58 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 111,33 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,70 m (**P1**: Warstwy z szer. 2,25 m)

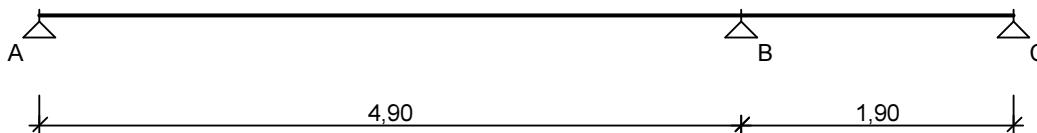
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 12,78 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 21,60 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 12,78 \text{ mm} < f_{gr} = 21,60 \text{ mm}$$

h. Parter - belka w osi B/2÷3

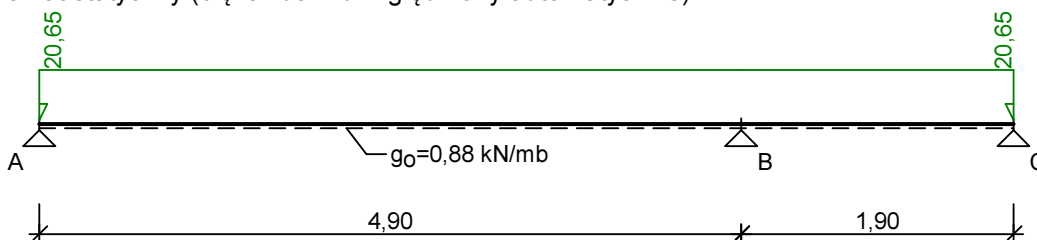
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

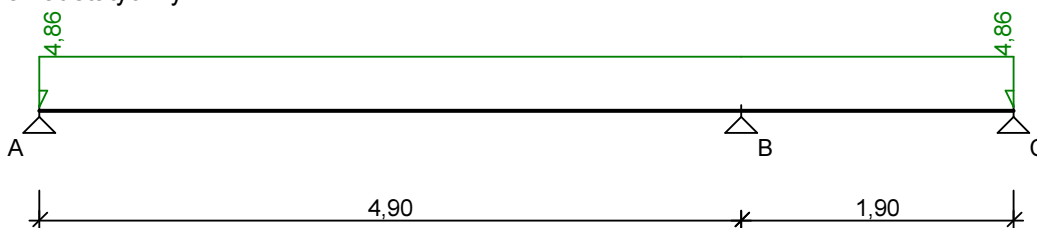
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



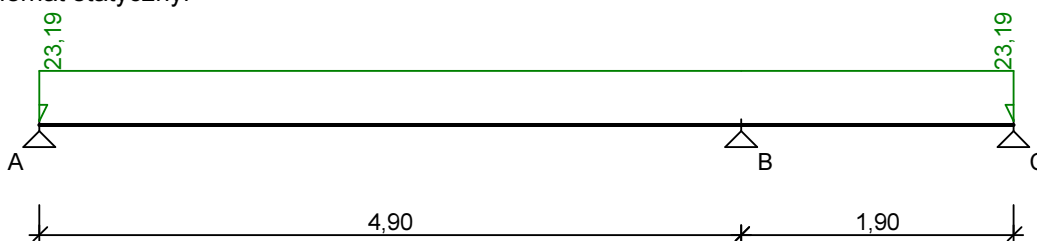
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



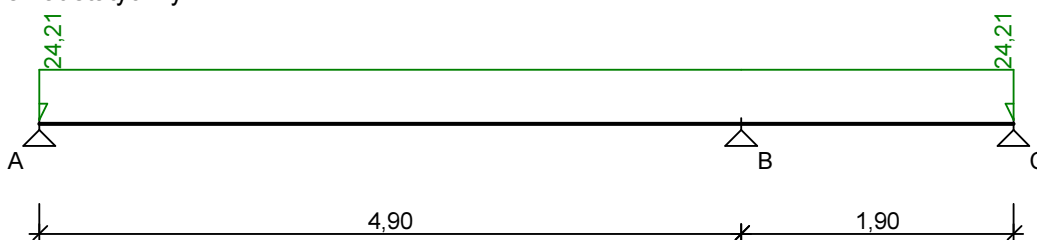
Przypadek **P3: Ciężar ściany piętra** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:

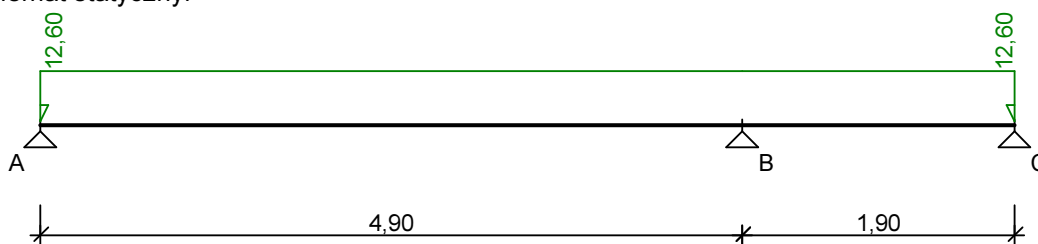


Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,10$)
 Schemat statyczny:



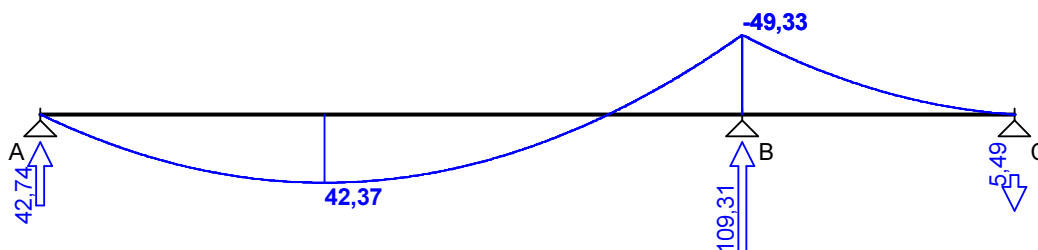
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m+Śnieg z szer. 4,5 m+Cieężar ściany piętra+Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 4,5 m $+ 0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 4,5 m $+ 0,80 \cdot$ Cieężar ściany piętra $+ 0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m $+ 0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

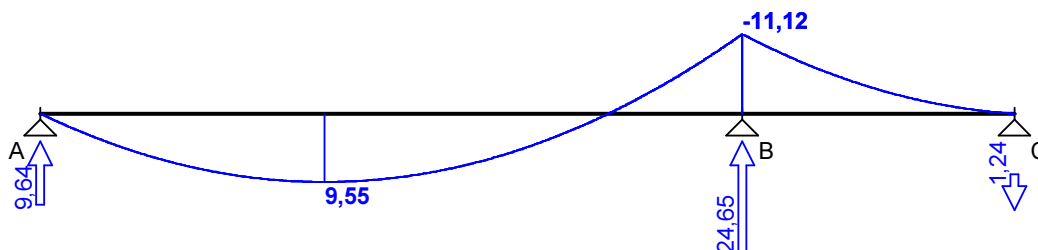
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



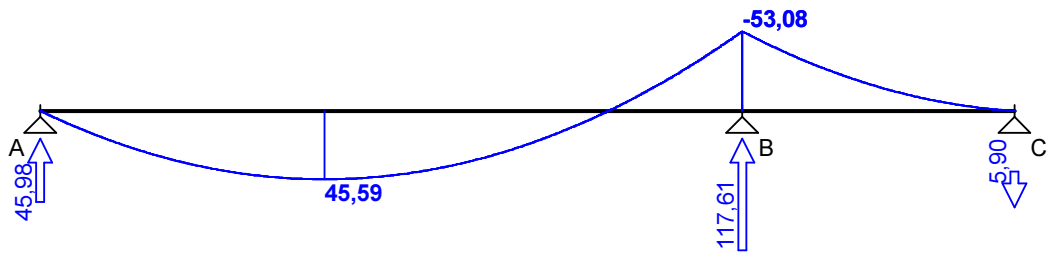
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



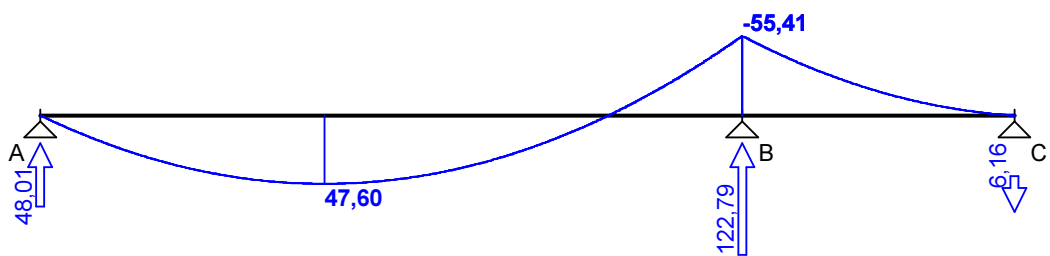
Przypadek **P3: Ciężar ściany piętra**

Momenty zginające [kNm]:



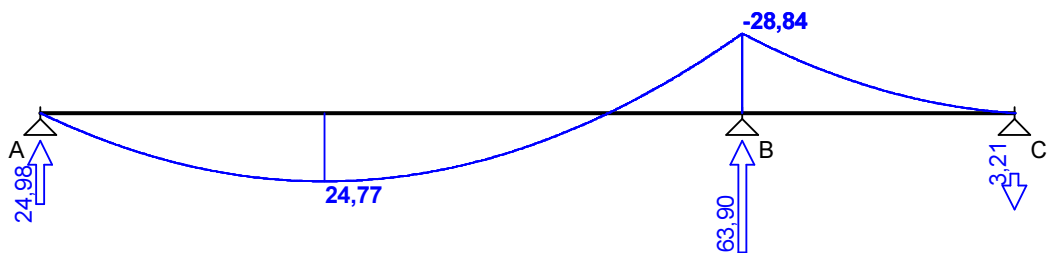
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



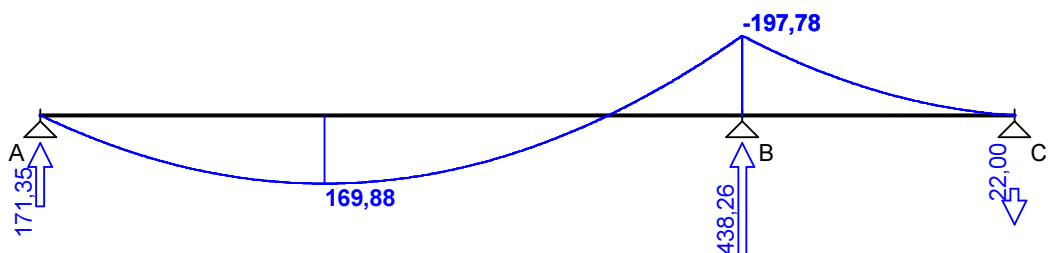
Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



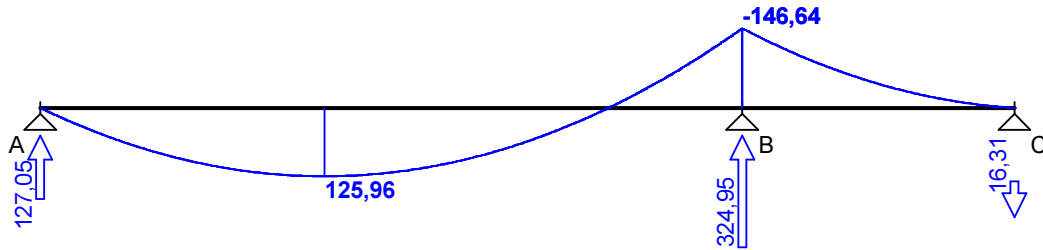
Kombinacja **K1: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3+1,0·P4+1,0·P5**

Momenty zginające [kNm]:



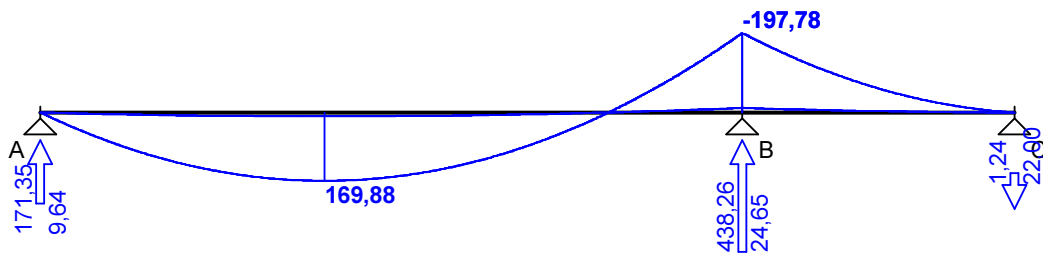
Kombinacja **K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 300p**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$$A_v = 45,0 \text{ cm}^2, m = 82,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 15280 \text{ cm}^4, J_y = 1818 \text{ cm}^4, J_w = 66500 \text{ cm}^6, J_T = 33,9 \text{ cm}^4, W_x = 1020 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 236,30 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 561,15 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 4,90 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = -197,78 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,837 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 4,90 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -252,07 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,449 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = -252,07 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 168,34 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,20 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$)

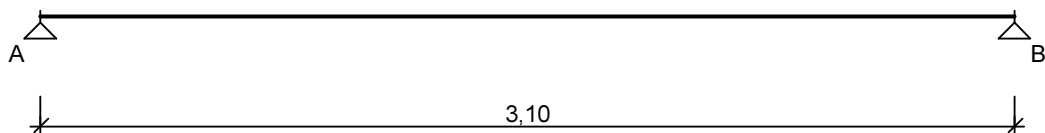
Ugięcie maksymalne $f_{k,max} = 7,19 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 19,60 \text{ mm}$

$f_{k,max} = 7,19 \text{ mm} < f_{gr} = 19,60 \text{ mm}$

i. Parter - belka w osi 1/ B÷C

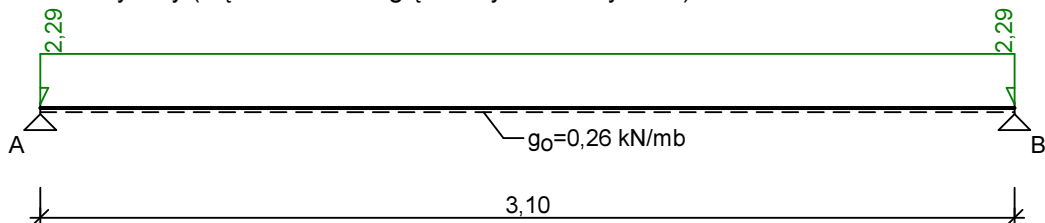
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

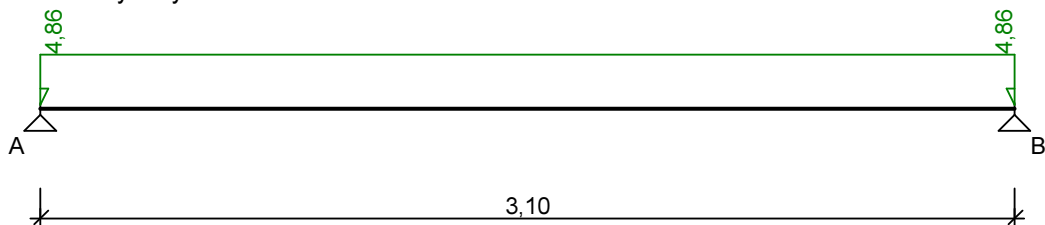
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 0,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



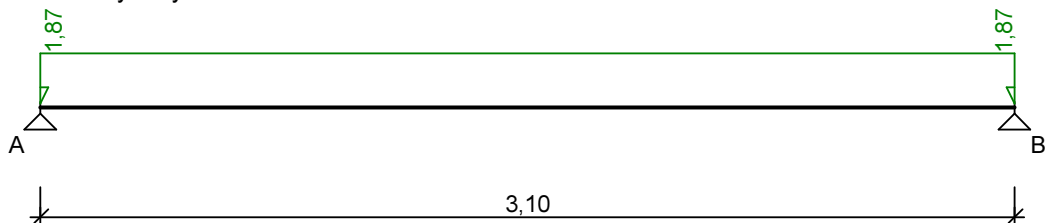
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 0,5 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



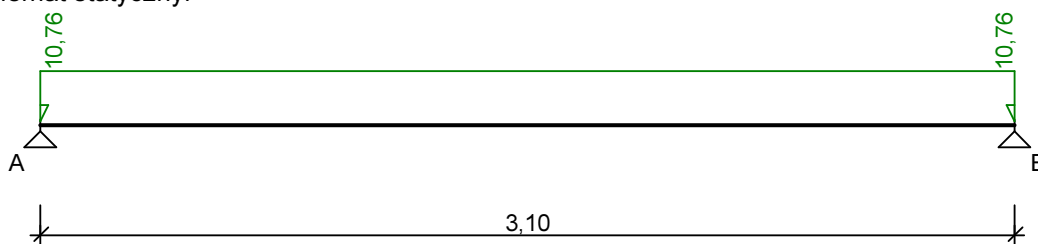
Przypadek **P3: Ciężar ściany przeszklonej** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:



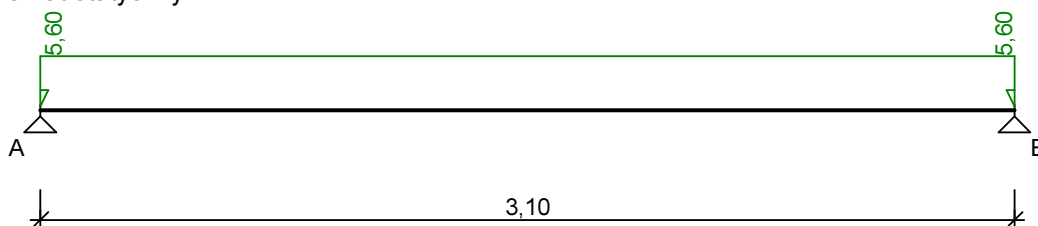
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 2 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 2 m** ($\gamma_f = 1,10$)

Schemat statyczny:



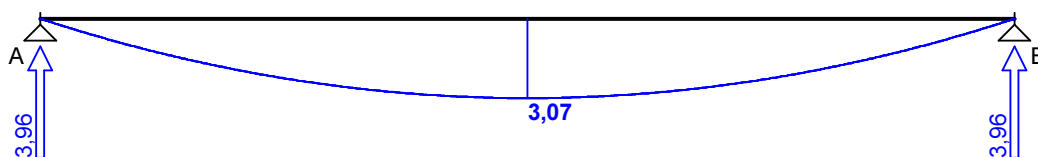
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 0,5 m+Śnieg z szer. 0,5 m+CieŜar ściany przeszklonej+Warstwy stropu nad parterem z szer. 2 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 2 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 0,5 m $+ 0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 0,5 m $+ 0,80 \cdot$ CieŜar ściany przeszklonej $+ 0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 2 m $+ 0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 2 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

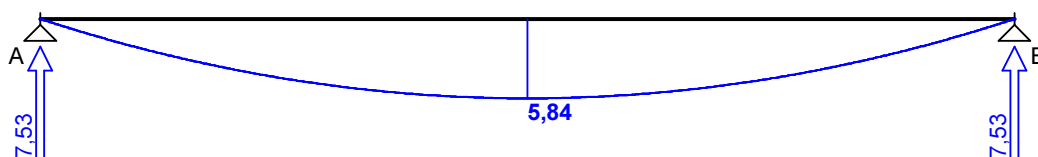
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 0,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



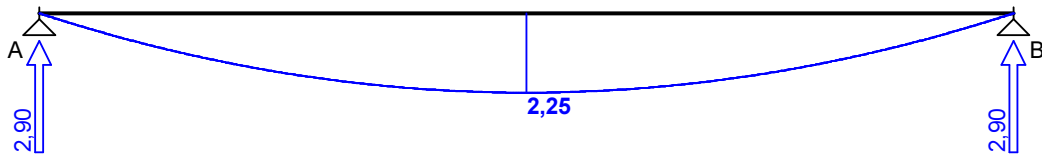
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 0,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



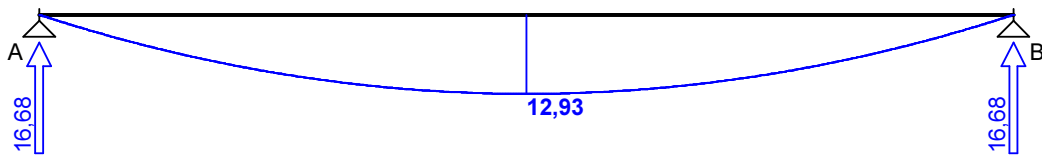
Przypadek **P3: Ciężar ściany przeszklonej**

Momenty zginające [kNm]:



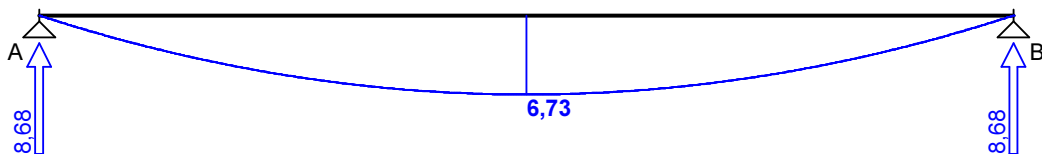
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 2 m**

Momenty zginające [kNm]:



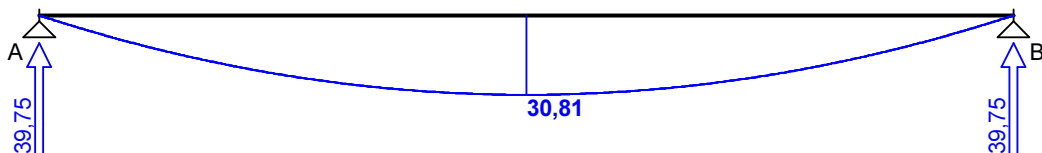
Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 2 m**

Momenty zginające [kNm]:



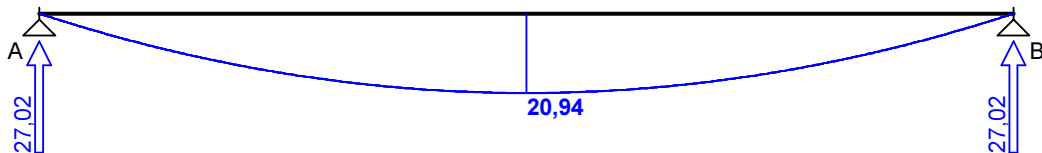
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



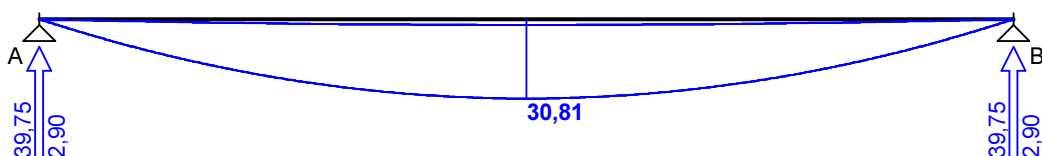
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



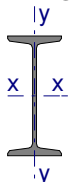
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **I 200p**

$$A_v = 12,0 \text{ cm}^2, \quad m = 24,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2070 \text{ cm}^4, \quad J_y = 117 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 10400 \text{ cm}^6, \quad J_T = 13,0 \text{ cm}^4, \quad W_x = 207 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,099$) $M_R = 48,91 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 149,64 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,55 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 30,81 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,630 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 39,75 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,266 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 39,75 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,55 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$)

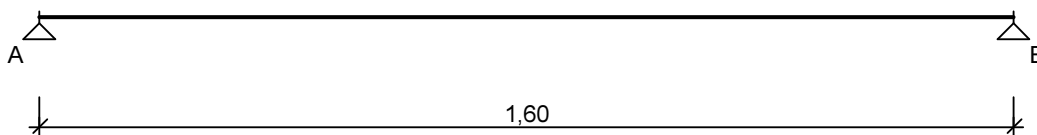
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,15 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 12,40 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,15 \text{ mm} < f_{gr} = 12,40 \text{ mm}$$

j. Parter - belki w osi A

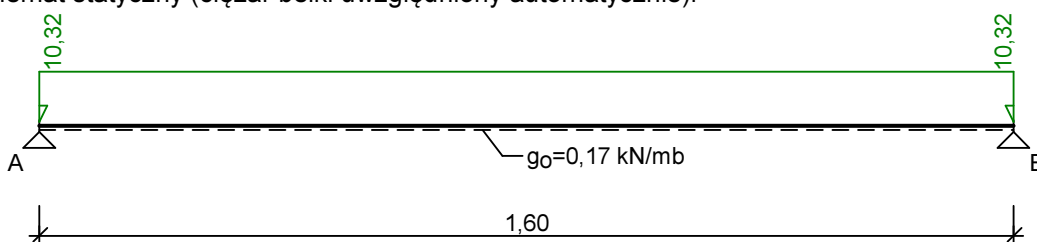
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

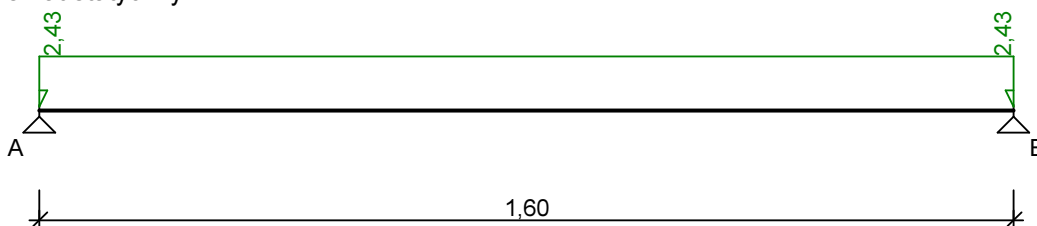
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



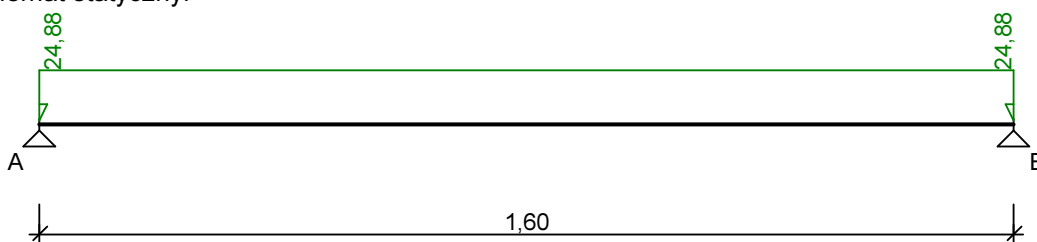
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



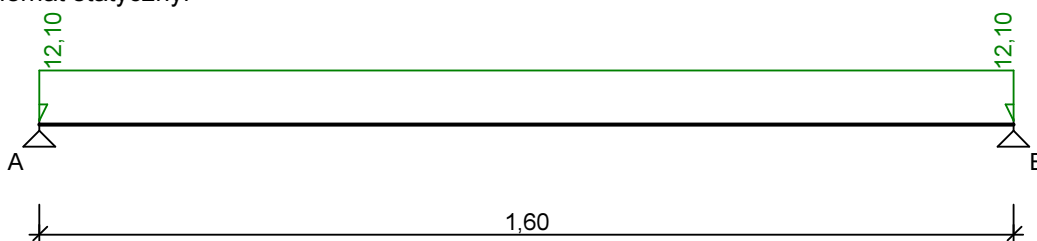
Przypadek **P3: Ciężar ściany 4 m** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:

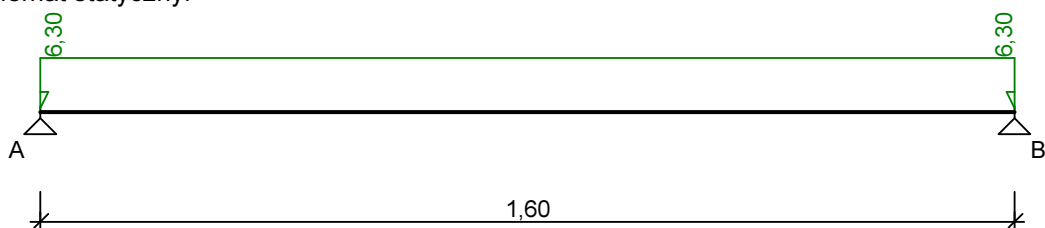


Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,10$)
 Schemat statyczny:



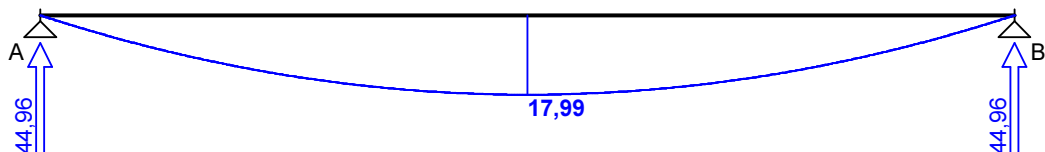
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 2,25 m+Śnieg z szer. 2,25 m+CieŜar ściany 4 m+Warstwy stropu nad parterem z szer. 2,25 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 2,25 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 2,25 m+ $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 2,25 m+ $0,80 \cdot$ CieŜar ściany 4 m+ $0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 2,25 m+ $0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 2,25 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

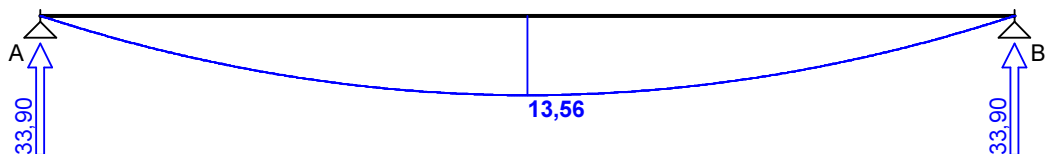
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



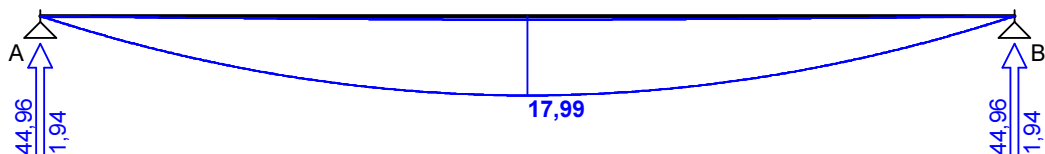
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



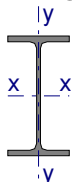
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **IPE 160**

$$A_v = 8,00 \text{ cm}^2, \quad m = 15,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 869 \text{ cm}^4, \quad J_y = 68,3 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 3958 \text{ cm}^6, \quad J_T = 3,60 \text{ cm}^4, \quad W_x = 109 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,068$) $M_R = 25,03 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 99,76 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0,80 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 17,99 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,719 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 44,96 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,451 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 44,96 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 59,86 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0,80 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$)

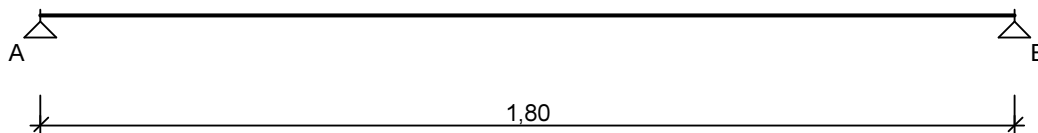
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 1,72 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 6,40 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 1,72 \text{ mm} < f_{gr} = 6,40 \text{ mm}$$

k. Parter - nadproże wew. rozp. 1,6 m w świetle

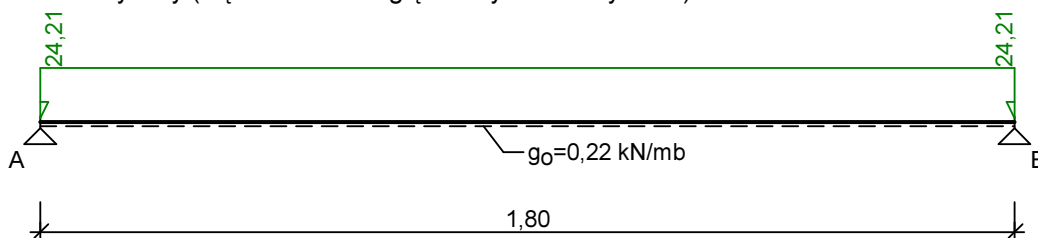
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

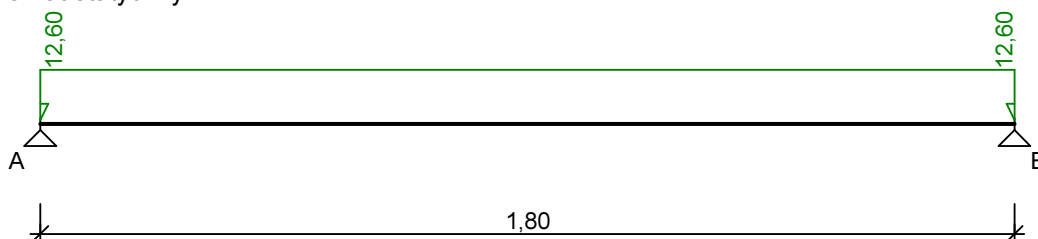
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



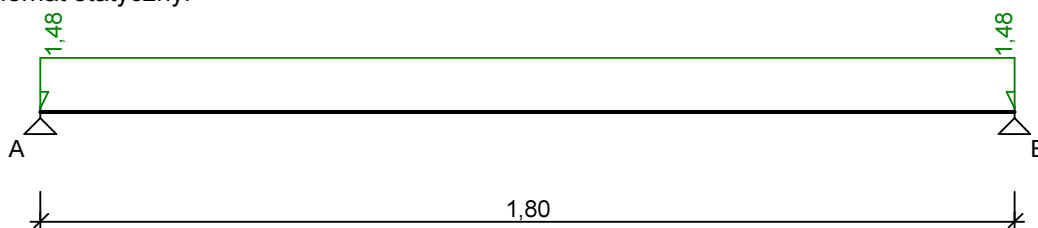
Przypadek **P2: Użytkowe z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Ścianki działowe z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,40$)

Schemat statyczny:



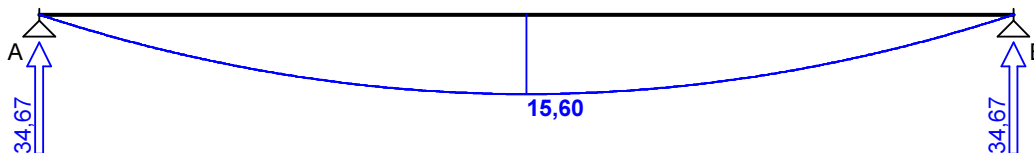
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 4,5 m+Użytkowe z szer. 4,5 m+Ścianki działowe z szer. 4,5 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 4,5 m+ $0,5 \cdot$ Użytkowe z szer. 4,5 m+ $0,80 \cdot$ Ścianki działowe z szer. 4,5 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

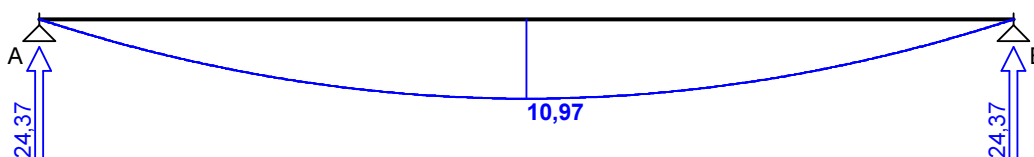
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



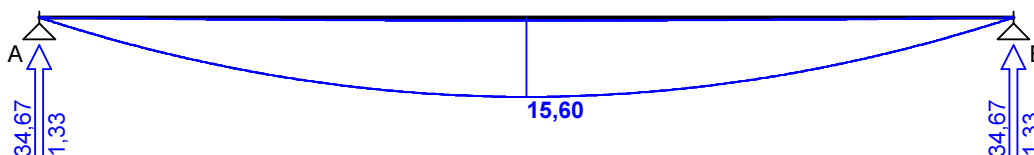
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 120 E**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$A_v = 11,5 \text{ cm}^2$, $m = 20,8 \text{ kg/m}$

$J_x = 608 \text{ cm}^4$, $J_y = 125 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 668 \text{ cm}^6$, $J_T = 2,13 \text{ cm}^4$, $W_x = 101 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| - zginanie: klasa przekroju 1 | $M_R = 23,48 \text{ kNm}$ |
| - ścinanie: klasa przekroju 1 | $V_R = 143,65 \text{ kN}$ |

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0,90 \text{ m}$ (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 15,60 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,665 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 1,80 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -34,67 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,241 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = -34,67 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 43,10 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0,90 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3$)

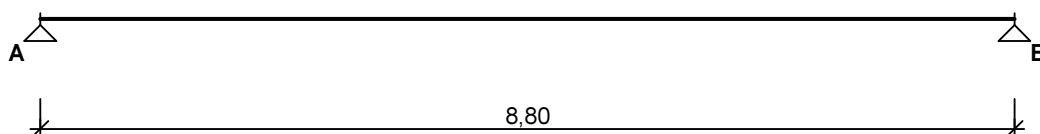
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 2,41 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 7,20 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 2,41 \text{ mm} < f_{gr} = 7,20 \text{ mm}$

I. Parter - belka w osi C/4÷5

SCHEMAT BELKI



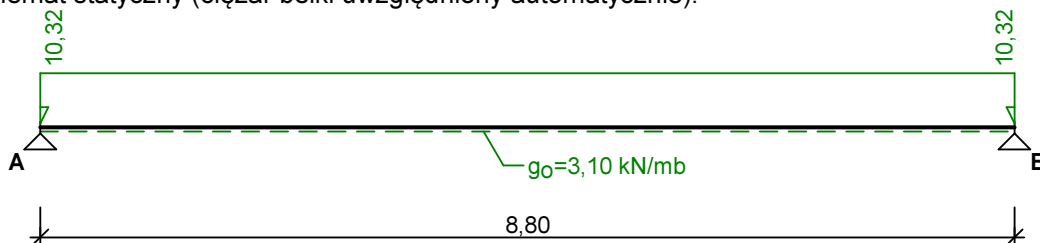
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

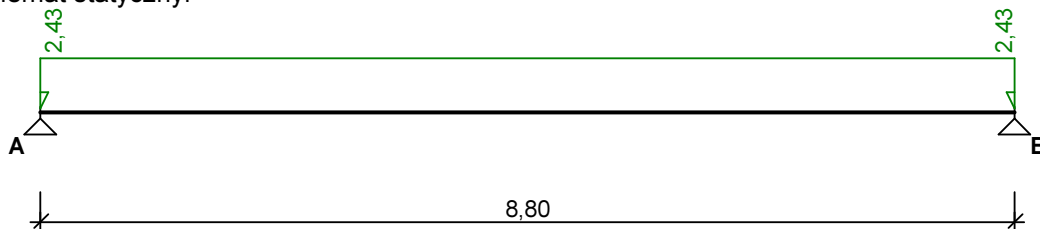
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



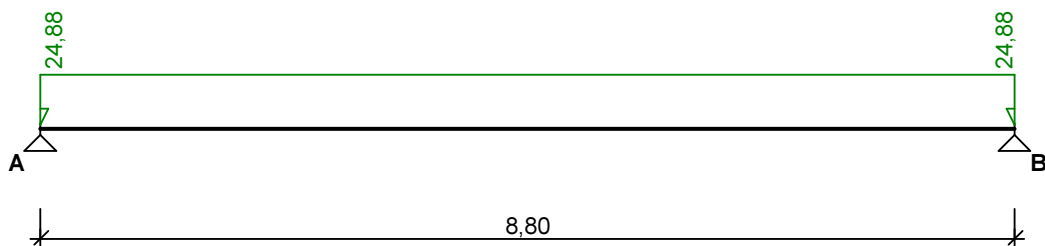
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



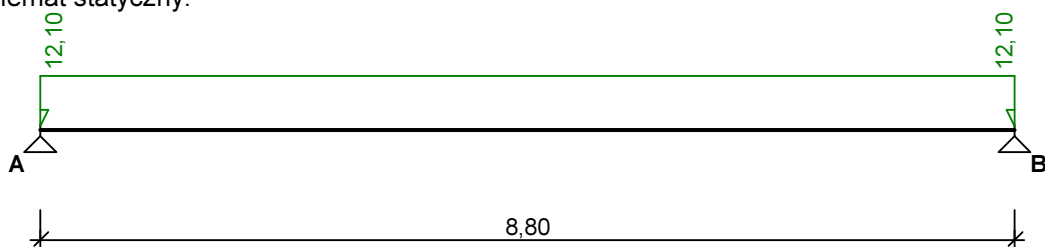
Przypadek **P3: Ciężar ściany 4 m** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:



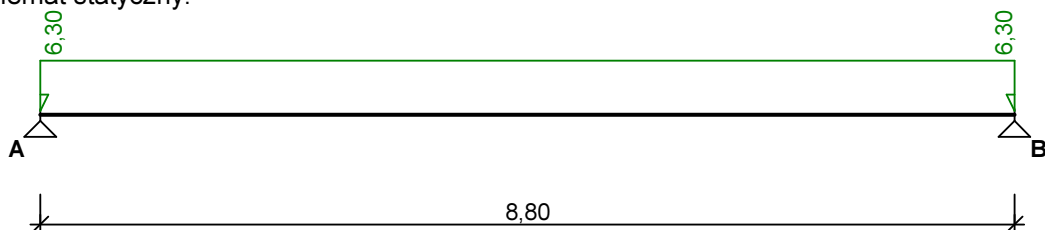
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 2,25 m** ($\gamma_f = 1,10$)

Schemat statyczny:



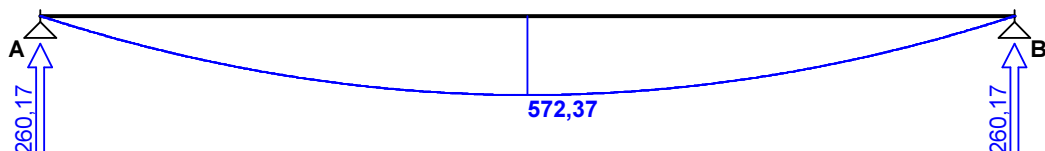
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 2,25 m+Śnieg z szer. 2,25 m+Ciężar ściany 4 m+Warstwy stropu nad parterem z szer. 2,25 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 2,25 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 2,25 m + $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 2,25 m + $0,80 \cdot$ Ciężar ściany 4 m + $0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 2,25 m + $0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 2,25 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

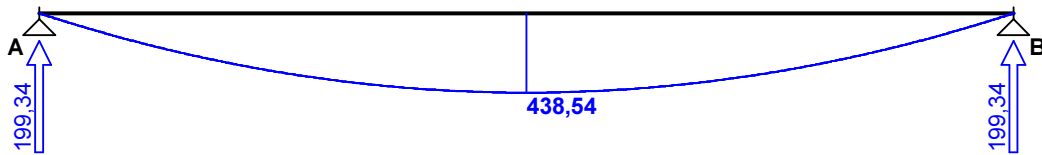
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



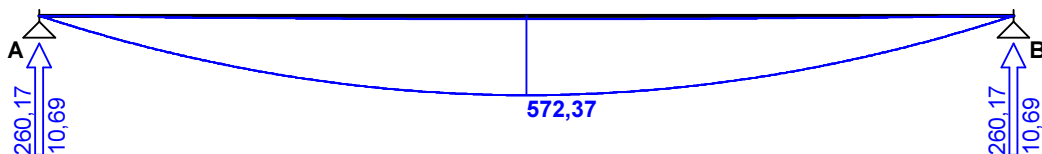
Kombinacja **K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



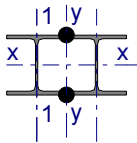
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwijczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 HEB 300**

$A_v = 66,0 \text{ cm}^2$, $m = 234 \text{ kg/m}$

$J_x = 50340 \text{ cm}^4$, $J_y = 84170 \text{ cm}^4$, $J_o = 1688000 \text{ cm}^6$, $J_T = 186 \text{ cm}^4$, $W_x = 3360 \text{ cm}^3$

Stal: **18G2**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,056$) $M_R = 1046,66 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 1129,26 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 4,40 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwijczenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 572,37 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,547 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 260,17 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,230 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 260,17 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 677,56 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 4,40 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 28,77 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 8800 / 250 = 35,20 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 28,77 \text{ mm} < f_{gr} = 35,20 \text{ mm} \quad (81,7\%)$$

m. Parter - słupy podpierające belkę w osi C/4÷5

DANE:

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 30,0 \text{ cm}$

Zbrojenie:

Pręty podłużne $\phi = 16 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Strzemiona $\phi = 8 \text{ mm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,06$

Otulenie:

Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

Obciążenia: [kN,kNm]

	N_{Sd}	$N_{Sd,lt}$	M_{Sd}
1.	253,00	253,00	3,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości $N_o = 6,19 \text{ kN}$

Słup:

Wysokość słupa $l_{col} = 3,00 \text{ m}$

Rodzaj słupa: monolityczny

Rodzaj konstrukcji: przesuwna

Numer kondygnacji od góry: 1

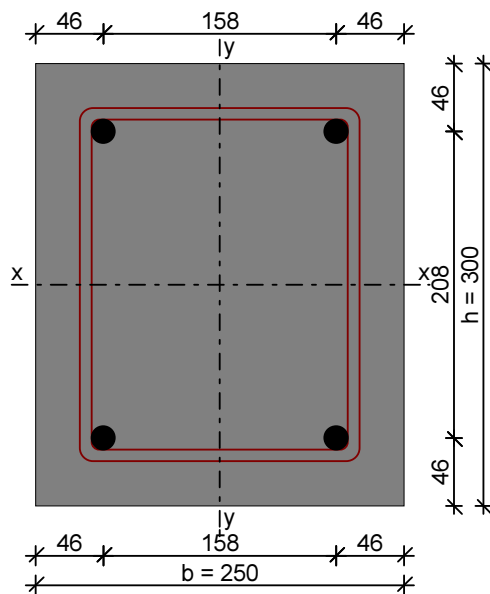
Współczynnik długości wyboczeniowej w płaszczyźnie obciążenia $\beta_x = 1,00$

Współczynnik długości wyboczeniowej z płaszczyzny obciążenia $\beta_y = 1,00$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03264:2002):



Ściskanie:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = A_{s2} = 1,12 \text{ cm}^2$ Przyjęto po **2 ϕ 16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = A_{s2} = 1,12 \text{ cm}^2$. Przyjęto po **2 ϕ 16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$
Łącznie przyjęto **4 ϕ 16** o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,07\%$)

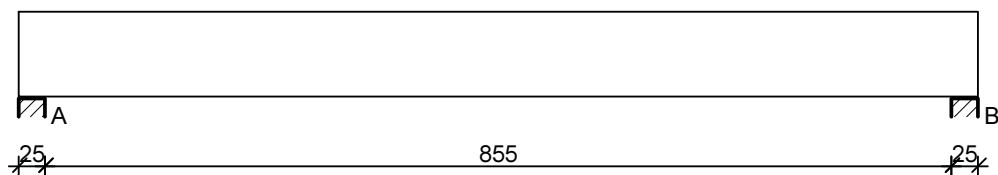
Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze $\phi 8$ w rozstawie co 15,0 cm

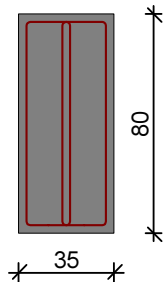
Słup wykonać w strzępiach muru.

n. Parter -belka fundamentowa w osi C/4÷5

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 35,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 80,0 \text{ cm}$

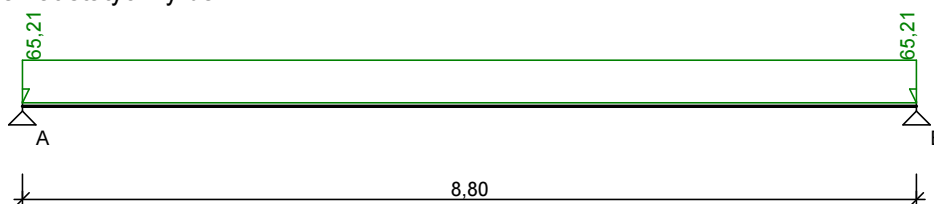
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Reakcja od podłoża	42,60	1,35	--	57,51	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,35m·0,80m·25,0kN/m ³]	7,00	1,10	--	7,70	cała belka
Σ :		49,60	1,31		65,21	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C30/37** (B37) $\rightarrow f_{cd} = 20,00 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,33 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 32,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,36$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 20 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 20 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**)

Średnica prętów $\phi = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC2

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

\rightarrow nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

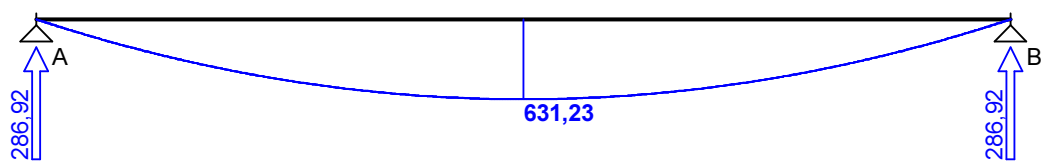
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

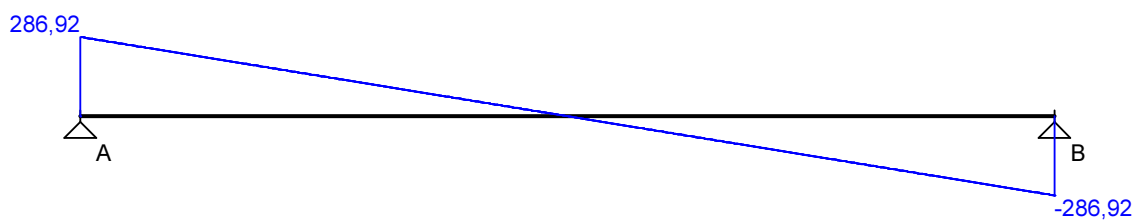
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

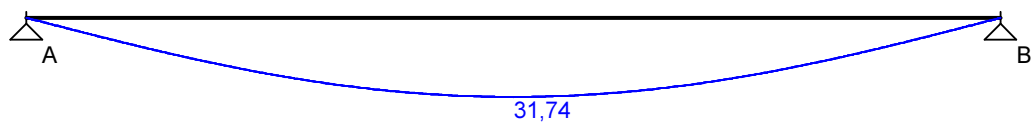
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

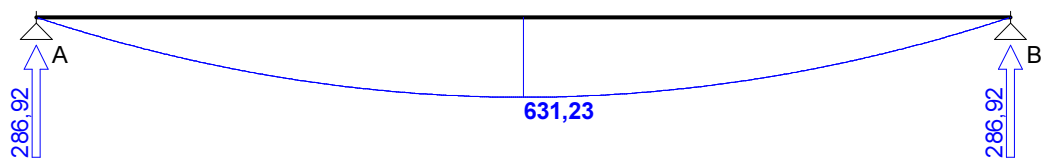


Ugięcia [mm]:

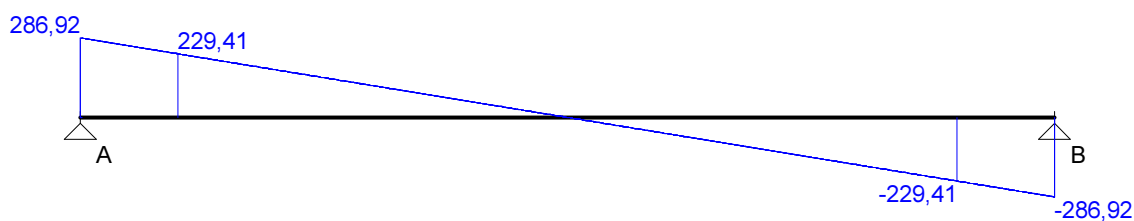


Obwiednia sił wewnętrznych

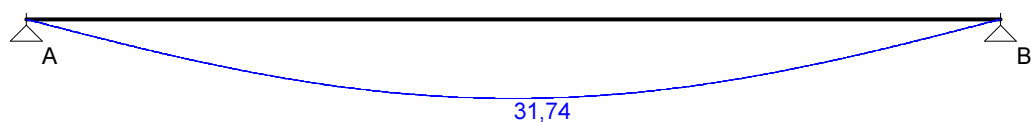
Momenty zginające [kNm]:



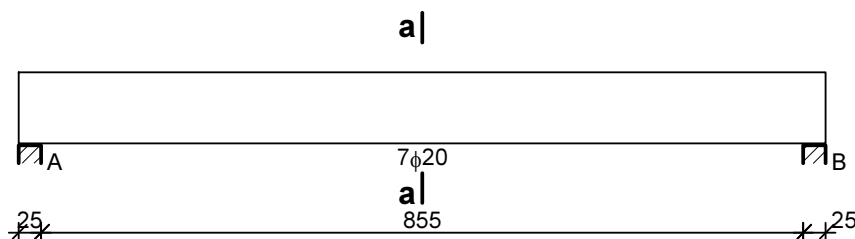
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 631,23 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 21,72 \text{ cm}^2$. Przyjęto **7φ20** o $A_s = 21,99 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,83\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 631,23 \text{ kNm} < M_{Rd} = 638,25 \text{ kNm}$ (98,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 229,41 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi **φ8 co 350 mm** na odcinku 140,0 cm przy podporach oraz co 400 mm w środku rozpiętości przęsła

(decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 229,41 \text{ kN} < V_{Rd3} = 328,76 \text{ kN}$ (69,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 480,13 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 480,13 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,236 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (78,6%)

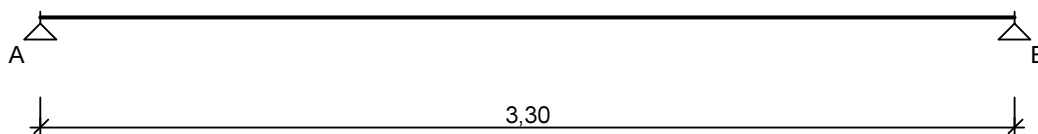
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 31,74 \text{ mm} < a_{lim} = 8800/250 = 35,20 \text{ mm}$ (90,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 212,04 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,296 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (98,6%)

o. Parter - belki w osi E/4÷5

SCHEMAT BELKI



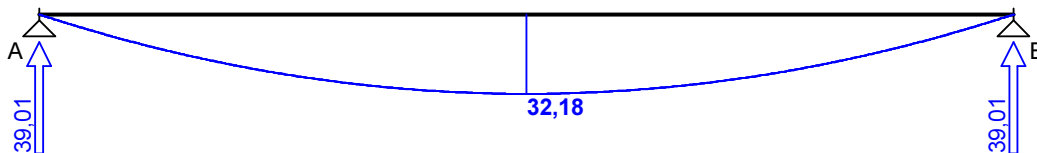
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 5 m+Śnieg z szer. 5 m+Cieżar ściany piętra+Warstwy stropu nad parterem z szer. 5 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 5 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 5 m $+ 0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 5 m $+ 0,80 \cdot$ Cieżar ściany piętra $+ 0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 5 m $+ 0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 5 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

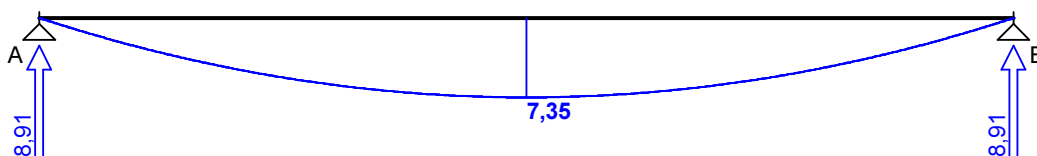
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 5 m**

Momenty zginające [kNm]:



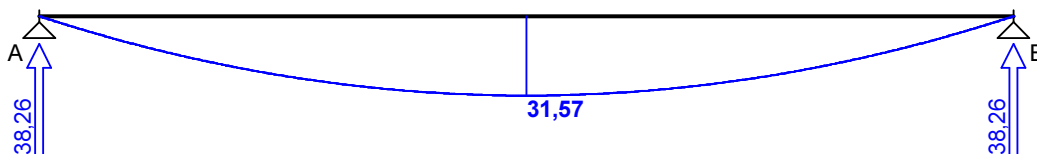
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 5 m**

Momenty zginające [kNm]:



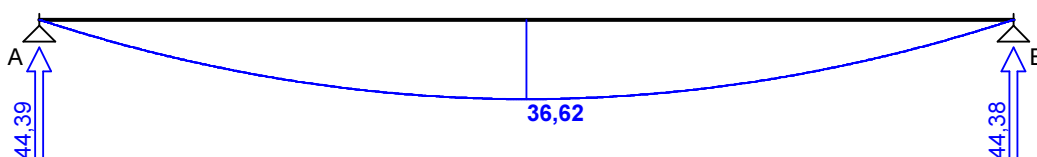
Przypadek **P3: Ciężar ściany piętra**

Momenty zginające [kNm]:



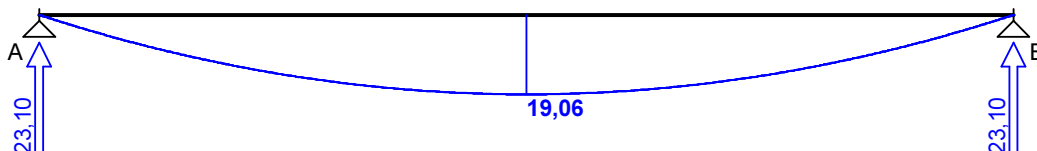
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 5 m**

Momenty zginające [kNm]:



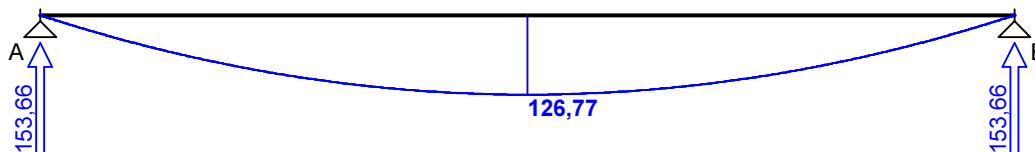
Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 5 m**

Momenty zginające [kNm]:



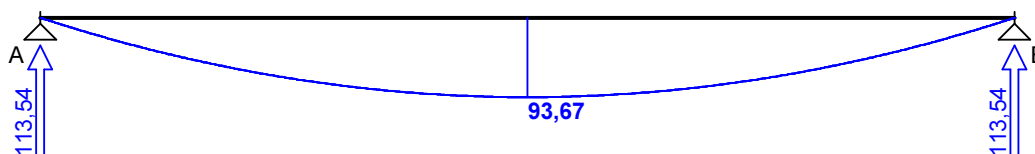
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



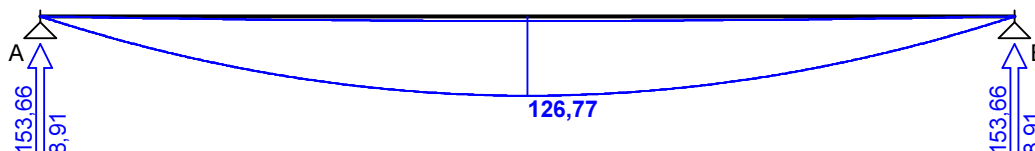
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 240p**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$A_v = 33,6 \text{ cm}^2$, $m = 58,2 \text{ kg/m}$

$J_x = 6800 \text{ cm}^4$, $J_y = 913 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 21300 \text{ cm}^6$, $J_T = 16,3 \text{ cm}^4$, $W_x = 568 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| - zginanie: klasa przekroju 1 | $M_R = 132,22 \text{ kNm}$ |
| - ścinanie: klasa przekroju 1 | $V_R = 418,99 \text{ kN}$ |

Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,65 m (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 126,77 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,959 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 153,66 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,367 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 153,66 \text{ kN} > V_0 = 0,3 \cdot V_R = 125,70 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

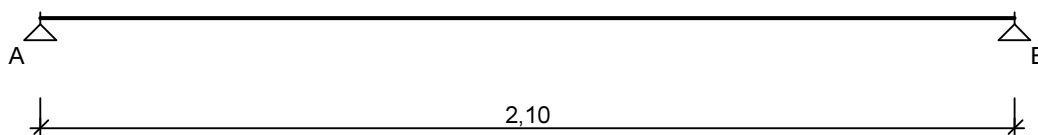
$$\text{Przekrój } z = 1,65 \text{ m (K2: } 0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5)$$

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 6,49 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_0 / 250 = 13,20 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 6,49 \text{ mm} < f_{gr} = 13,20 \text{ mm}$$

SCHEMAT BELKI



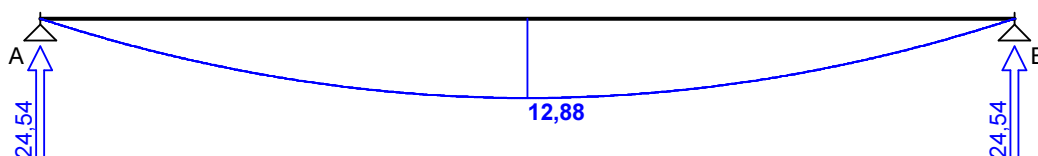
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 5 m+Śnieg z szer. 5 m+Cieżar ściany piętra+Warstwy stropu nad parterem z szer. 5 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 5 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 5 m + $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 5 m + $0,80 \cdot$ Cieżar ściany piętra + $0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 5 m + $0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 5 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

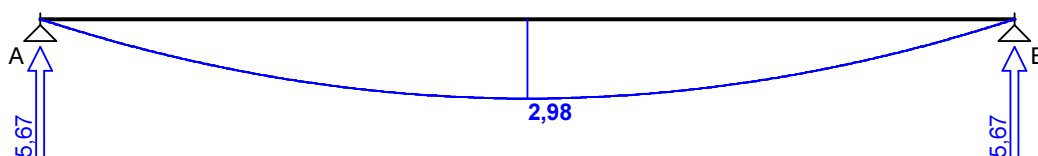
Przypadek P1: Warstwy dachu z szer. 5 m

Momenty zginające [kNm]:



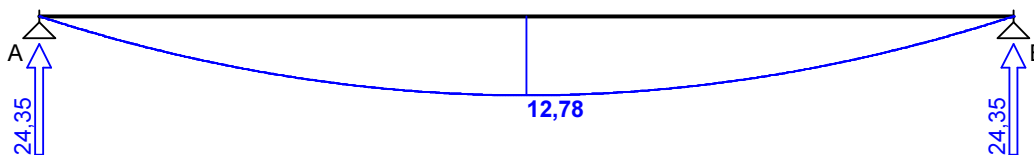
Przypadek P2: Śnieg z szer. 5 m

Momenty zginające [kNm]:



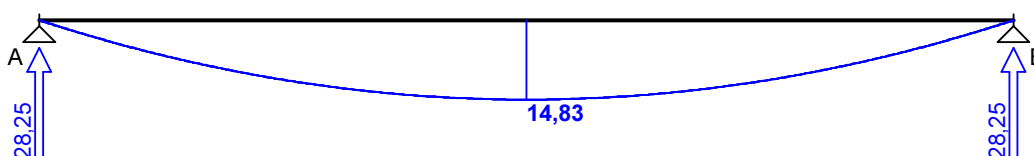
Przypadek **P3: Ciężar ściany piętra**

Momenty zginające [kNm]:



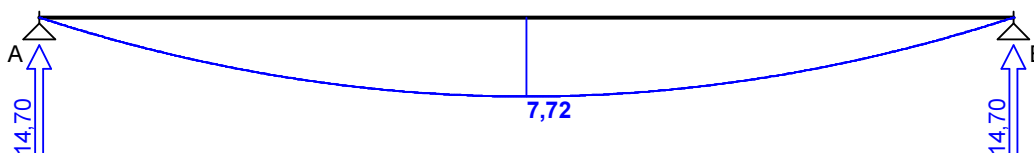
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 5 m**

Momenty zginające [kNm]:



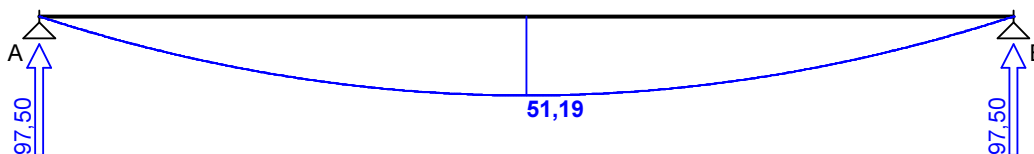
Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 5 m**

Momenty zginające [kNm]:



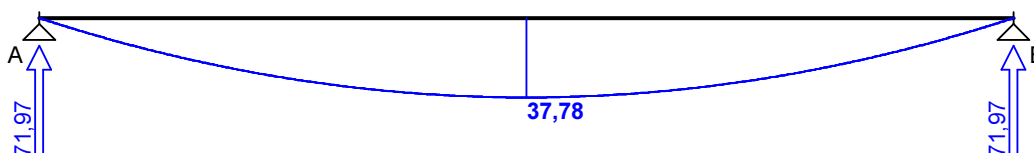
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



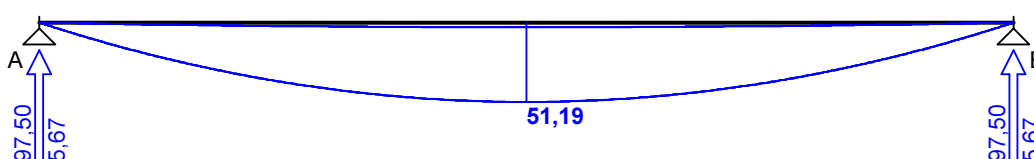
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 160p**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$$A_v = 17,6 \text{ cm}^2, \quad m = 33,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1764 \text{ cm}^4, \quad J_y = 332 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 3020 \text{ cm}^6, \quad J_T = 6,31 \text{ cm}^4, \quad W_x = 220 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 51,30 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 219,47 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,05 m (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 51,19 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,998 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 97,50 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,444 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 97,50 \text{ kN} > V_o = 0,3 \cdot V_R = 65,84 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,05 m (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$)

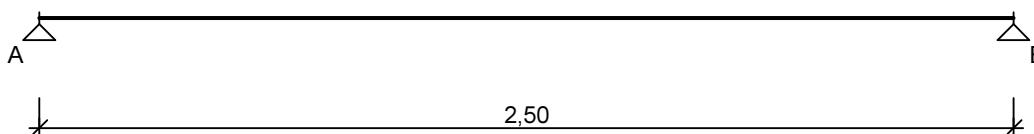
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,09 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 8,40 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,09 \text{ mm} < f_{gr} = 8,40 \text{ mm}$$

p. Parter - belki w osi F/4÷5

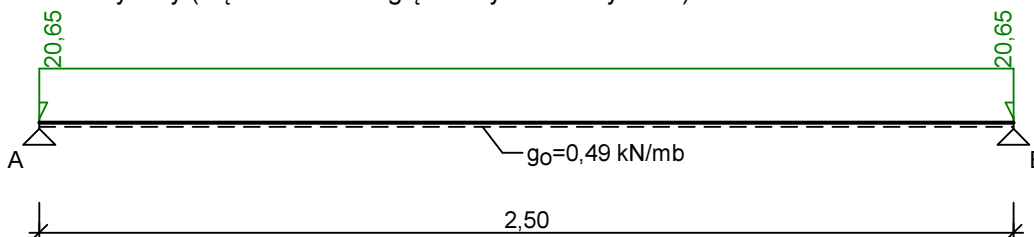
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

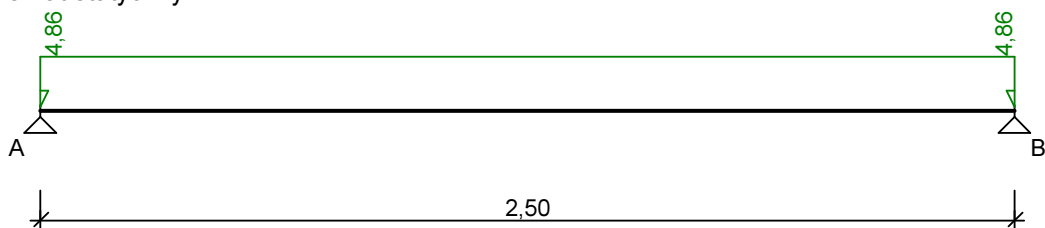
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



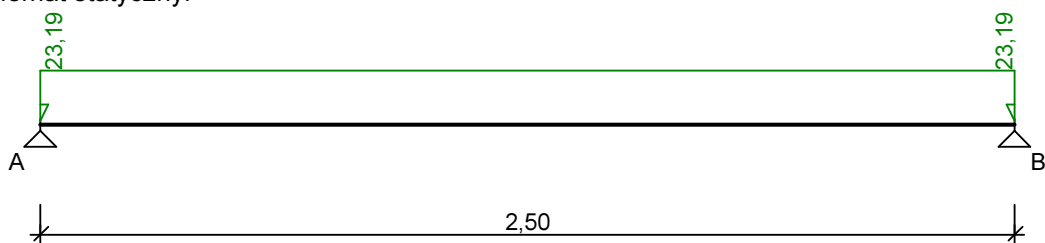
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



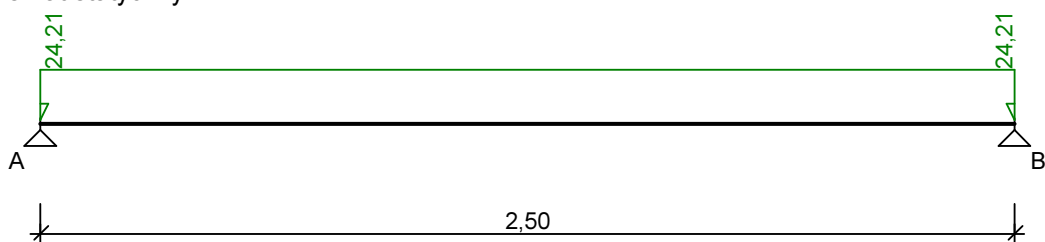
Przypadek **P3: Ciepota ścian piętra** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:



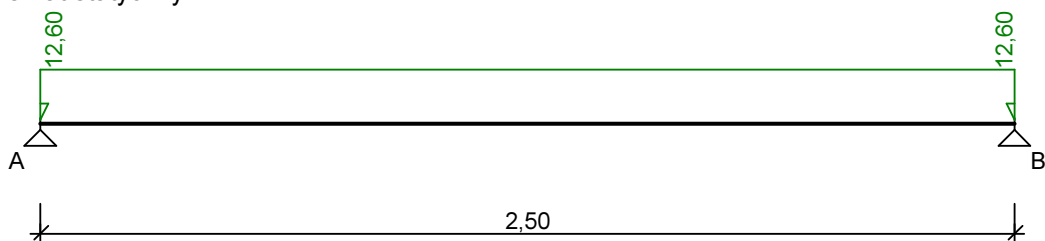
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m** ($\gamma_f = 1,10$)

Schemat statyczny:



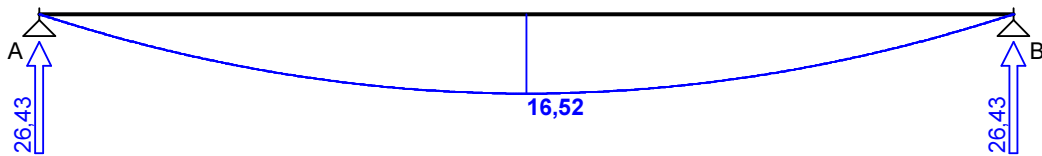
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m+Śnieg z szer. 4,5 m+Ciepota ścian piętra+Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 4,5 m $+ 0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 4,5 m $+ 0,80 \cdot$ Ciepota ścian piętra $+ 0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m $+ 0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

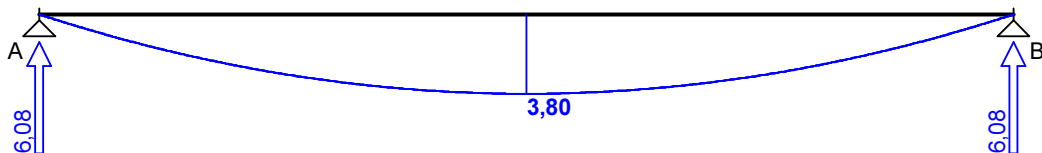
Przypadek **P1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



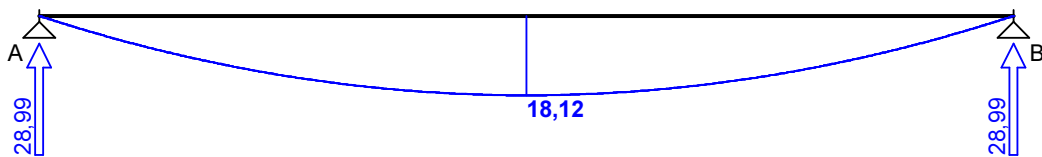
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



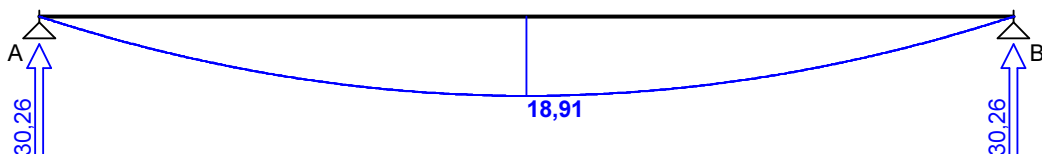
Przypadek **P3: Ciężar ściany piętra**

Momenty zginające [kNm]:



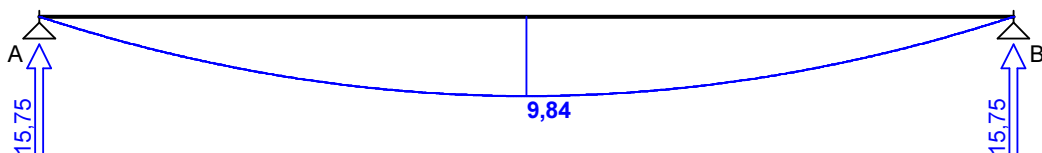
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



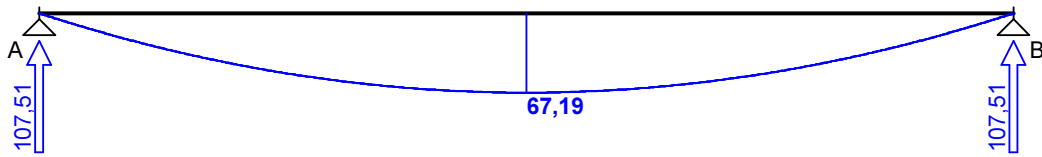
Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



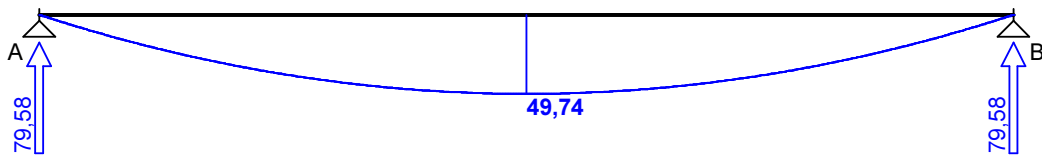
Kombinacja **K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$

Momenty zginające [kNm]:



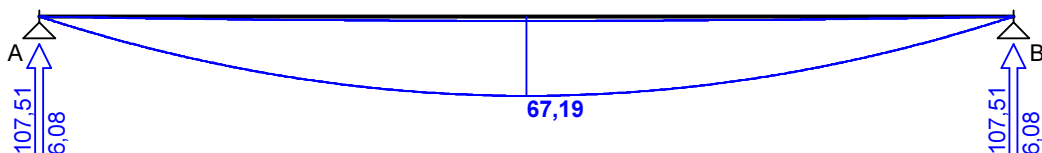
Kombinacja **K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 200p**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$A_v = 26,0 \text{ cm}^2$, $m = 45,0 \text{ kg/m}$

$J_x = 3640 \text{ cm}^4$, $J_y = 552 \text{ cm}^4$, $J_\omega = 8800 \text{ cm}^6$, $J_T = 10,1 \text{ cm}^4$, $W_x = 364 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 85,03 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 324,22 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,25 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 67,19 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,790 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 107,51 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,332 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 107,51 \text{ kN} > V_0 = 0,3 \cdot V_R = 97,27 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

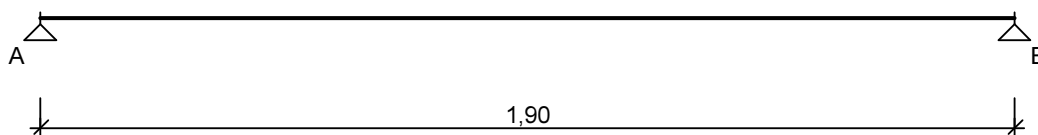
$$\text{Przekrój } z = 1,25 \text{ m (K2: } 0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5)$$

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 3,69 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_0 / 250 = 10,00 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 3,69 \text{ mm} < f_{gr} = 10,00 \text{ mm}$$

SCHEMAT BELKI



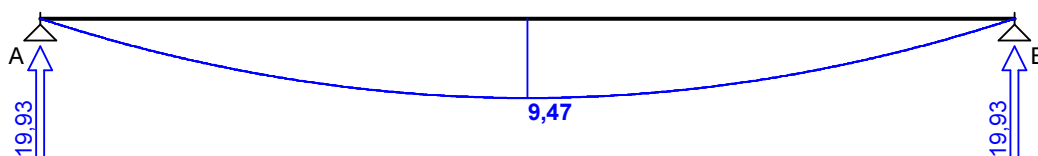
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m+Śnieg z szer. 4,5 m+CieŜar ściany piętra+Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy dachu z szer. 4,5 m + $0,5 \cdot$ Śnieg z szer. 4,5 m + $0,80 \cdot$ CieŜar ściany piętra + $0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m + $0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

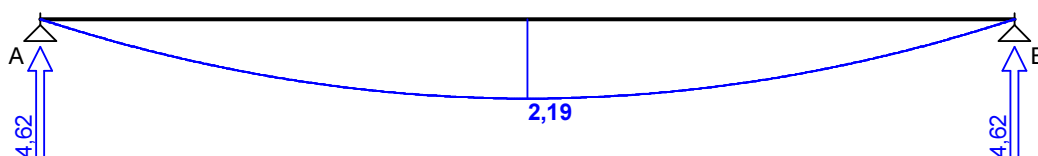
Przypadek P1: Warstwy dachu z szer. 4,5 m

Momenty zginające [kNm]:



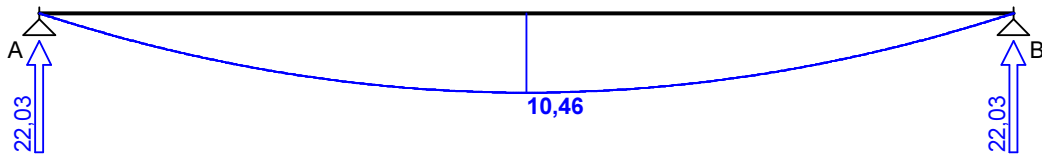
Przypadek P2: Śnieg z szer. 4,5 m

Momenty zginające [kNm]:



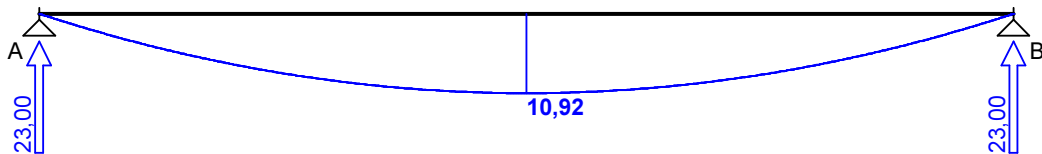
Przypadek **P3: Ciężar ściany piętra**

Momenty zginające [kNm]:



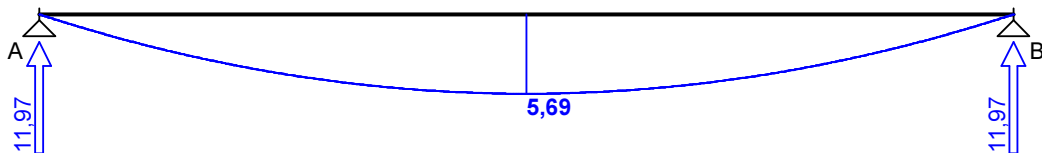
Przypadek **P4: Warstwy stropu nad parterem z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



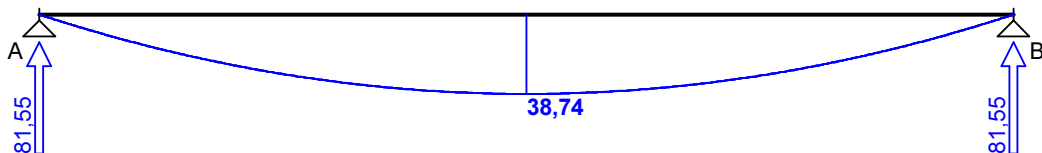
Przypadek **P5: Obc. użytkowe parteru z szer. 4,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



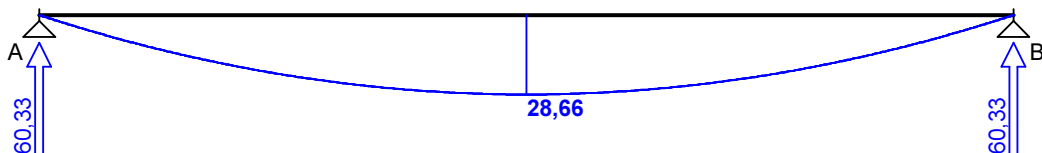
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



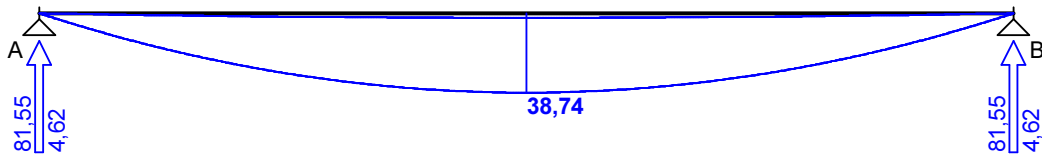
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 140p**, połączone śrubami M16 co 40 cm

$$A_v = 15,4 \text{ cm}^2, \quad m = 30,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1168 \text{ cm}^4, \quad J_y = 248 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 1764 \text{ cm}^6, \quad J_T = 5,08 \text{ cm}^4, \quad W_x = 167 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 38,98 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 192,04 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 0,95 m (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 38,74 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,994 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P5$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 81,55 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,425 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 81,55 \text{ kN} > V_o = 0,3 \cdot V_R = 57,61 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 0,95 m (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,80 \cdot P3 + 0,80 \cdot P4 + 0,5 \cdot P5$)

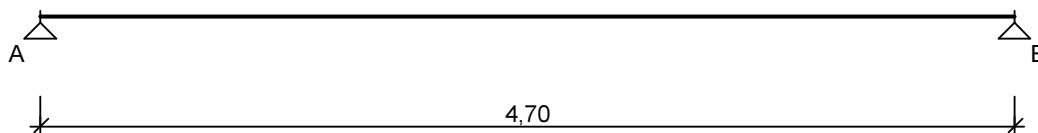
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 3,83 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 7,60 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 3,83 \text{ mm} < f_{gr} = 7,60 \text{ mm}$$

r. Parter - belki w osi E/3÷4 i E/5÷6

SCHEMAT BELKI



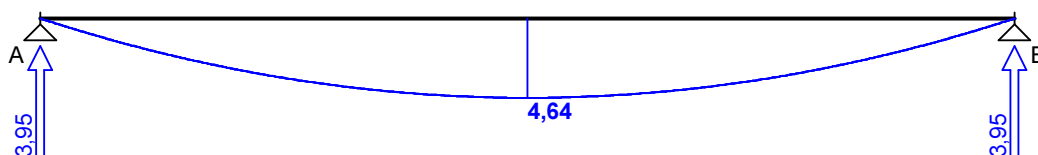
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obciążenie wiatrem z szer. 3,5 m	$1,0 \cdot P1$
K2: $0,70 \cdot$ Obciążenie wiatrem z szer. 3,5 m	$0,70 \cdot P1$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

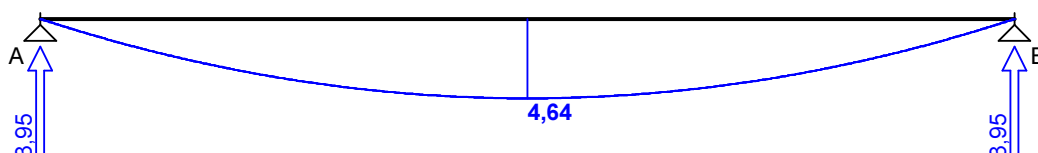
Przypadek **P1: Obciążenie wiatrem z szer. 3,5 m**

Momenty zginające [kNm]:



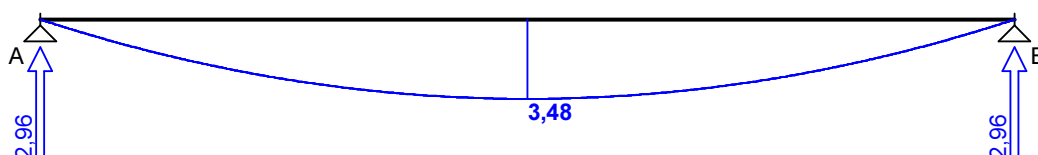
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1$**

Momenty zginające [kNm]:



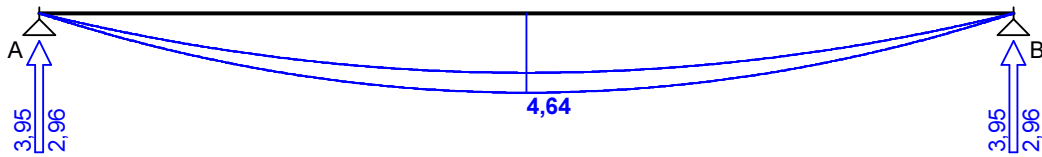
Kombinacja **K2: $0,70 \cdot P1$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



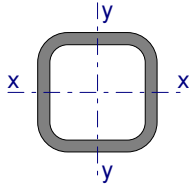
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwijczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **100x100x10,0**

$$A_v = 18,0 \text{ cm}^2, \quad m = 25,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 411 \text{ cm}^4, \quad J_y = 411 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 0,00 \text{ cm}^6, \quad J_T = 750 \text{ cm}^4, \quad W_x = 82,2 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,242$) $M_R = 21,95 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 224,46 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,35 m (**P1**: Obciążenie wiatrem z szer. 3,5 m)

Współczynnik zwijczenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 4,64 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,212 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**P1**: Obciążenie wiatrem z szer. 3,5 m)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 3,95 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,018 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 3,95 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 67,34 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,35 m (**P1**: Obciążenie wiatrem z szer. 3,5 m)

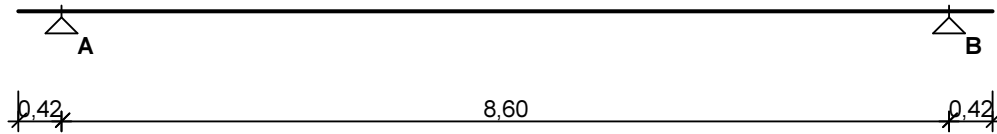
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 8,97 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 500 = 9,40 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 8,97 \text{ mm} < f_{gr} = 9,40 \text{ mm}$$

s. Parter - belka w osi B/4a÷5a

SCHEMAT BELKI



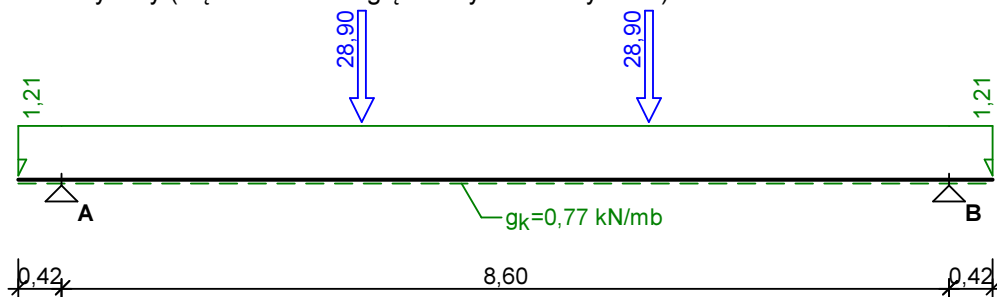
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Reakcje od belek prostopadłych** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



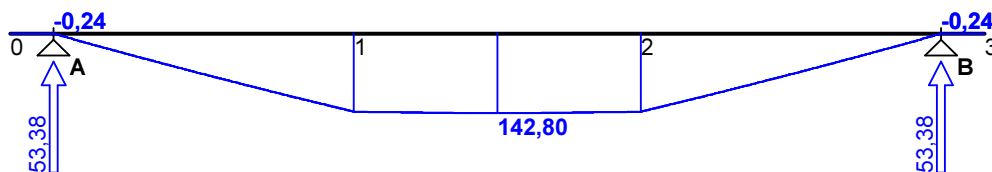
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,40·Reakcje od belek prostopadłych	1,40·P1
K2: Reakcje od belek prostopadłych	1,0·P1

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

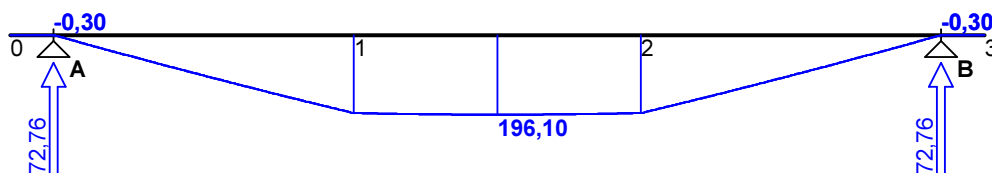
Przypadek **P1: Reakcje od belek prostopadłych**

Momenty zginające [kNm]:



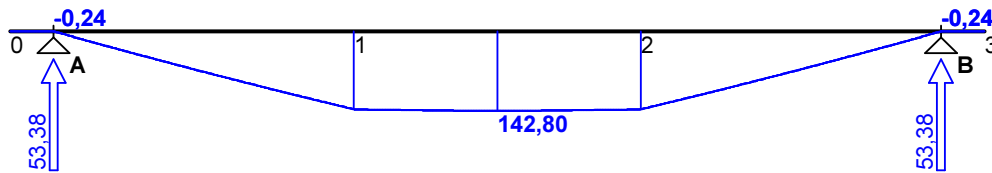
Kombinacja **K1: 1,40·P1**

Momenty zginające [kNm]:



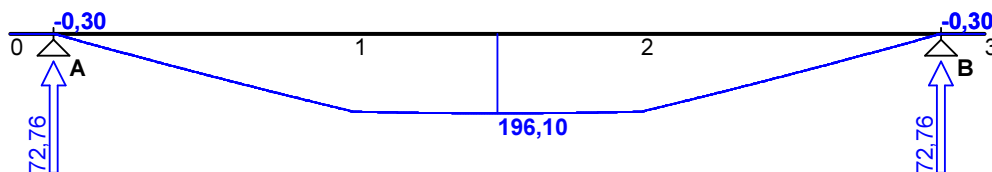
Kombinacja **K2: 1,0·P1**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

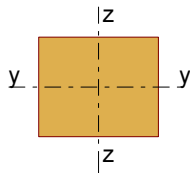
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 200$

Ugięcie graniczne wspornika $u_{net,fin} = 2 \cdot l_o / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **2x 24 / 40 cm**

$$W_y = 12800 \text{ cm}^3, J_y = 256000 \text{ cm}^4, m = 78,7 \text{ kg/m}$$

drewno klejone warstwowo jednorodne wg PN-EN 1194:2000, klasa wytrzymałości **GL28h**

→ $f_{m,k} = 28 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 19,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 26,5 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 3,2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 12,6 \text{ GPa}$, $\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$

Belka

Zginanie

Przekrój $x = 4,72 \text{ m}$ (**K1: 1,40·P1**)

Moment maksymalny $M_{max} = 196,10 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 15,32 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 16,35 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,94 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 15,32 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 16,35 \text{ MPa} \quad (93,7\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 9,02 \text{ m}$ (**K1: 1,40·P1**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -71,32 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,56 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,72 \text{ MPa} \quad (32,3\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_A = 72,76 \text{ kN}$ (**K1: 1,40·P1**)

$$a_p = 16,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,95 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,62 \text{ MPa} \quad (58,6\%)$$

Stan graniczny użyteczności

Przekrój $x = 0,00 \text{ m}$ (**P1**: Reakcje od belek prostopadłych)

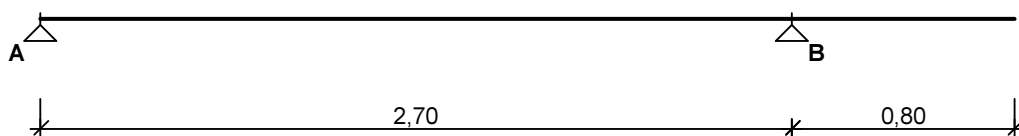
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_V = -5,68 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 2,0 \cdot l_o / 200 = 2,0 \cdot 420 / 200 = 4,20 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 37,13 \text{ mm} > u_{net,fin} = 43,0 \text{ mm}$$

t. Belki pomiędzy osiami 4a÷5a / A÷B

SCHEMAT BELKI



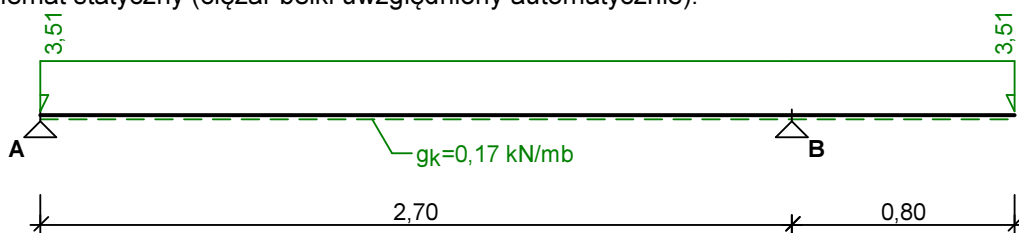
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

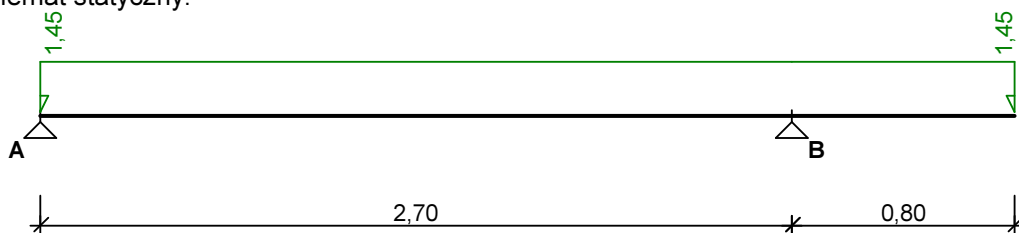
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,26$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



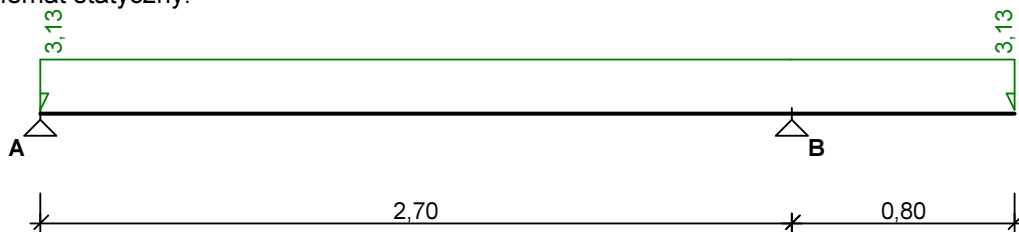
Przypadek **P2: Technologiczne z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - krótkotrwałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwałe)

Schemat statyczny:

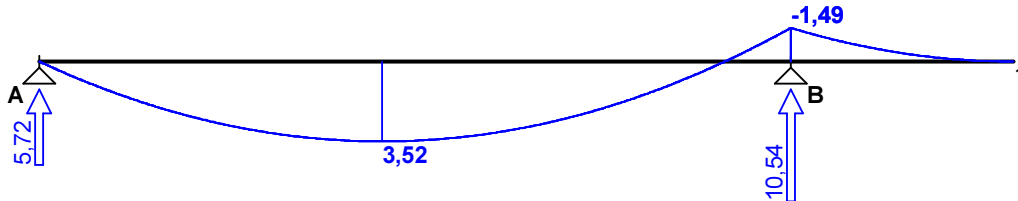


Tablica opisu kombinacji użytkownika:

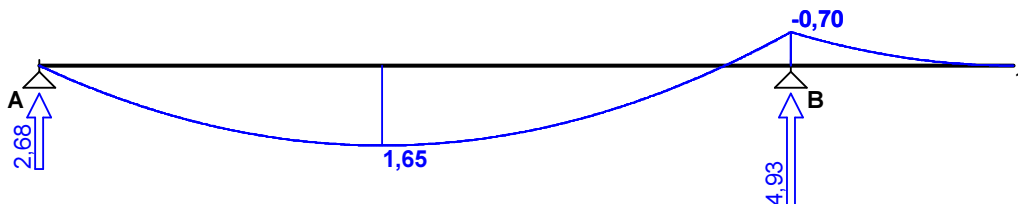
nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,26·Warstwy z szer. 2,9 m+1,5·Technologiczne z szer. 2,9 m+1,5·Śnieg z szer. 2,9 m	$1,26 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$
K2: Warstwy z szer. 2,9 m+Śnieg z szer. 2,9 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCHPrzypadek **P1: Warstwy z szer. 2,9 m**

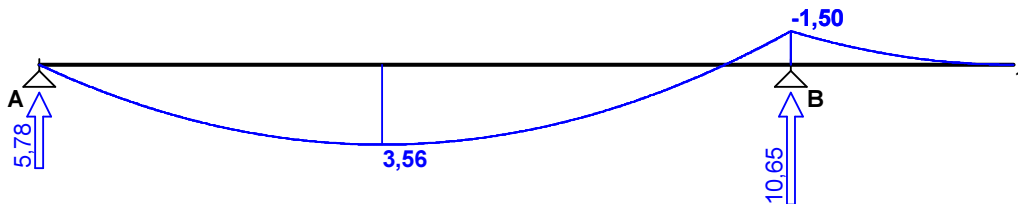
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P2: Technologiczne z szer. 2,9 m**

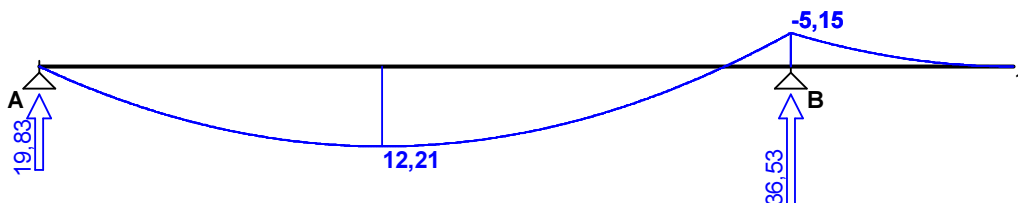
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P3: Śnieg z szer. 2,9 m**

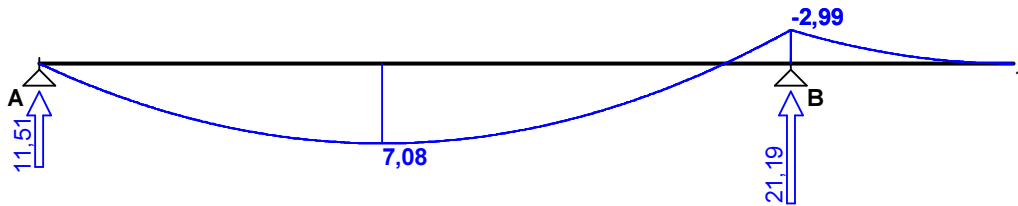
Momenty zginające [kNm]:

Kombinacja **K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**

Momenty zginające [kNm]:

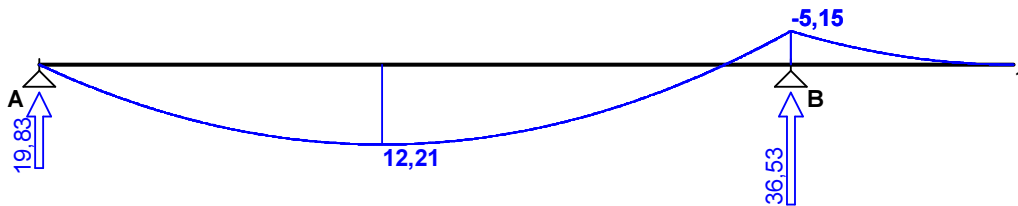


Kombinacja **K2: 1,0·P1+1,0·P3**
 Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:

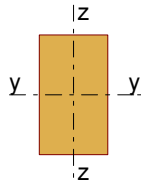


ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2
 Parametry analizy zwirzenia:
 - belka zabezpieczona przed zwirzeniem
 Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 200$
 Ugięcie graniczne wspornika $u_{net,fin} = 2 \cdot l_o / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **16 / 28 cm**

$$W_y = 2091 \text{ cm}^3, J_y = 29269 \text{ cm}^4, m = 17,0 \text{ kg/m}$$

drewno klejone warstwowo jednorodne wg PN-EN 1194:2000, klasa wytrzymałości **GL24h**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11,6 \text{ GPa}$, $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

Belka

Zginanie

Przekrój x = 1,23 m (**K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**)

Moment maksymalny $M_{max} = 12,21 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,84 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 16,98 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,34 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,84 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 16,98 \text{ MPa} \quad (34,4\%)$$

Ścinanie

Przekrój x = 2,70 m (**K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -23,65 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,79 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,66 \text{ MPa} \quad (47,7\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 36,53 \text{ kN}$ (**K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**)

$$a_p = 16,0 \text{ cm}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 1,43 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa} \quad (85,9\%)$$

Stan graniczny użyteczności

Przekrój $x = 1,30 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$)

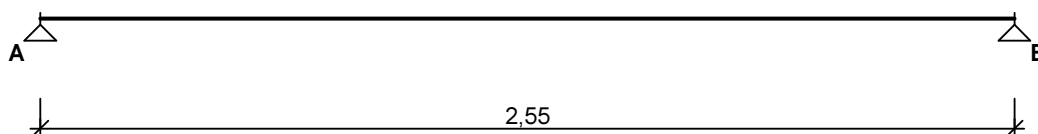
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_V = 2,05 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 200 = 2700 / 200 = 13,50 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 2,05 \text{ mm} < u_{net,fin} = 13,50 \text{ mm} \quad (15,2\%)$$

u. Belki dachu w osiach 4a÷5a/C÷D

SCHEMAT BELKI



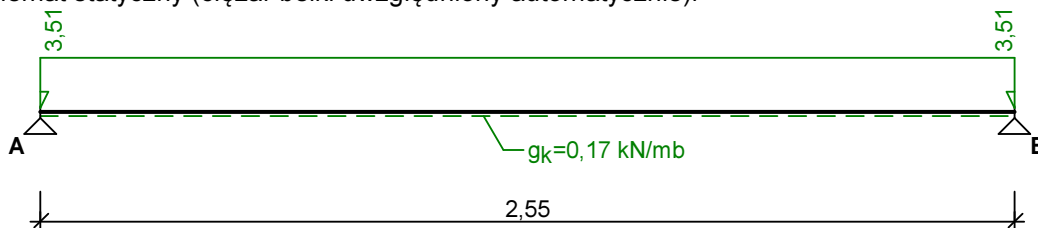
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

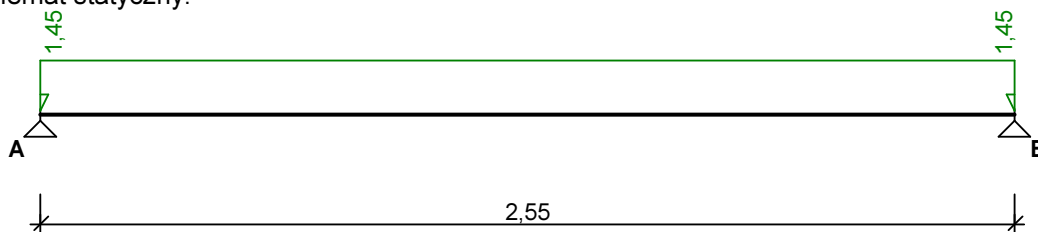
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,26$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



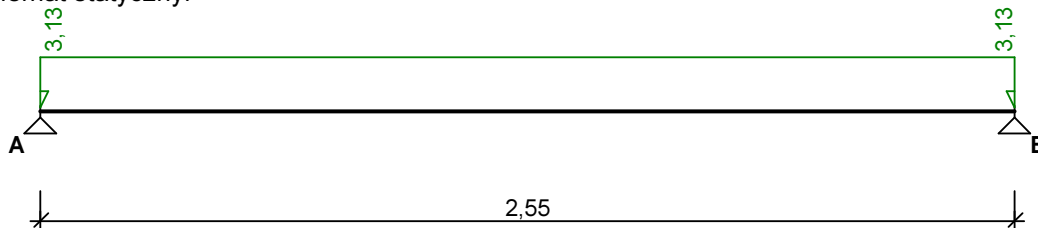
Przypadek **P2: Technologiczne z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - krótkotrwałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwałe)

Schemat statyczny:

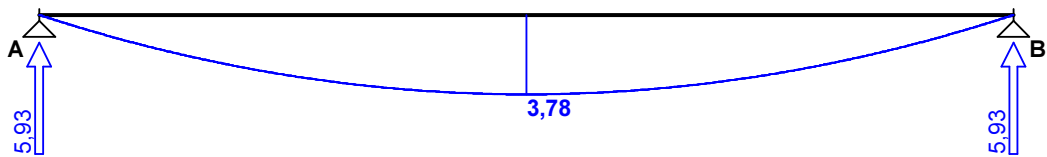


Tablica opisu kombinacji użytkownika:

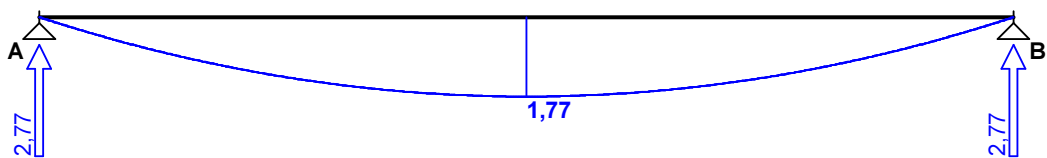
nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,26·Warstwy z szer. 2,9 m+1,5·Technologiczne z szer. 2,9 m+1,5·Śnieg z szer. 2,9 m	$1,26 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$
K2: Warstwy z szer. 2,9 m+Śnieg z szer. 2,9 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCHPrzypadek **P1: Warstwy z szer. 2,9 m**

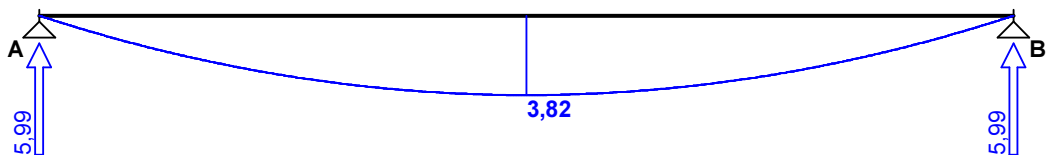
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P2: Technologiczne z szer. 2,9 m**

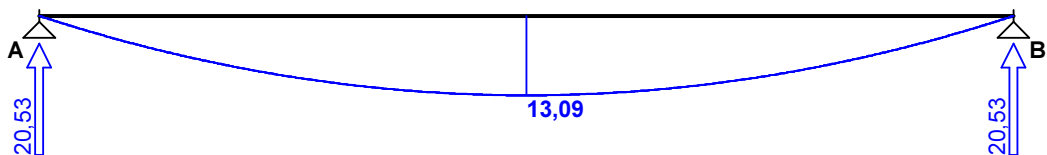
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P3: Śnieg z szer. 2,9 m**

Momenty zginające [kNm]:

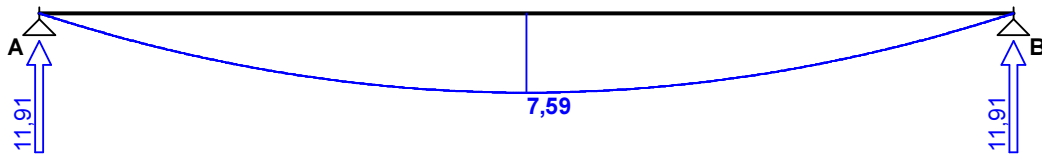
Kombinacja **K1: $1,26 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



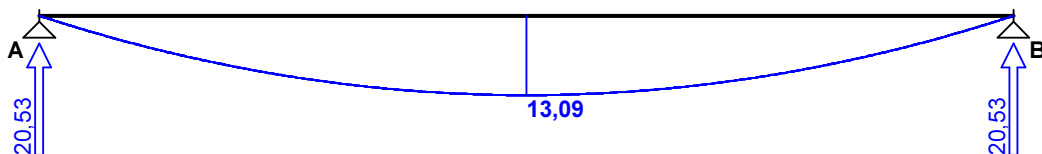
Kombinacja **K2: 1,0·P1+1,0·P3**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

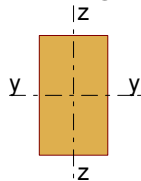
Parametry analizy zwichrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **16 / 28 cm**

$$W_y = 2091 \text{ cm}^3, J_y = 29269 \text{ cm}^4, m = 17,0 \text{ kg/m}$$

drewno klejone warstwowo jednorodne wg PN-EN 1194:2000, klasa wytrzymałości **GL24h**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11,6 \text{ GPa}$, $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

Zginanie

Przekrój $x = 1,27 \text{ m}$ (**K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**)

Moment maksymalny $M_{max} = 13,09 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,26 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 16,98 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,37 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,26 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 16,98 \text{ MPa} \quad (36,9\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 2,55 \text{ m}$ (**K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -20,53 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,69 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,66 \text{ MPa} \quad (41,4\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 20,53 \text{ kN}$ (**K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**)

$$a_p = 20,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

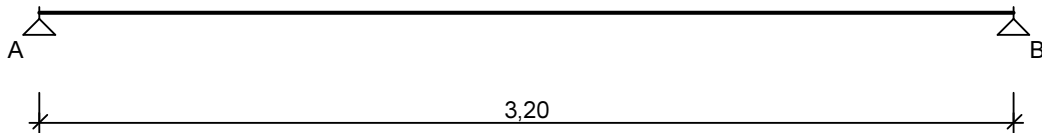
$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,64 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa} \quad (38,6\%)$$

Stan graniczny użyteczności

Przekrój $x = 1,27 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$)
 Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_V = 2,10 \text{ mm}$
 Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 200 = 2550 / 200 = 12,75 \text{ mm}$
 $u_{fin} = 2,10 \text{ mm} < u_{net,fin} = 12,75 \text{ mm} \quad (16,5\%)$

v. Płyta drewniana CLT nad nową częścią budynku

SCHEMAT BELKI



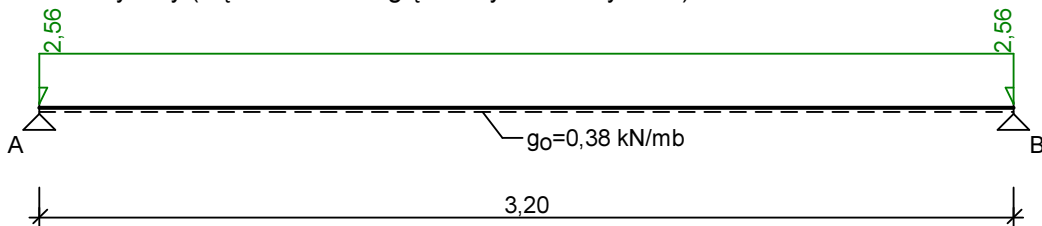
Parametry belki:

- klasa użytkowania konstrukcji - 2
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem
- ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 250$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

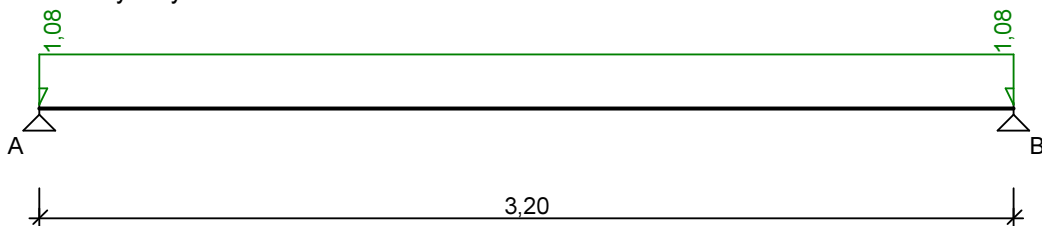
Przypadek **P1: Warstwy stropu** ($\gamma_f = 1,23$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



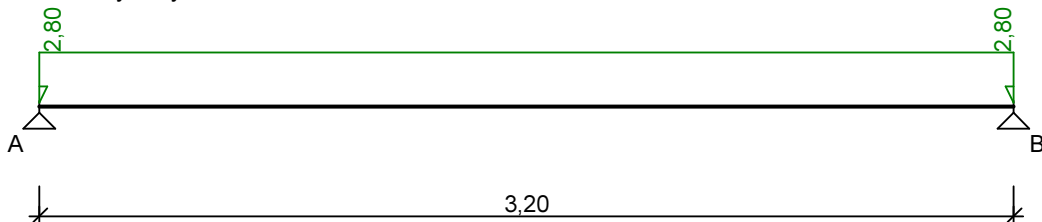
Przypadek **P2: Śnieg** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwale)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Użytkowe** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - średniotrwale)

Schemat statyczny:



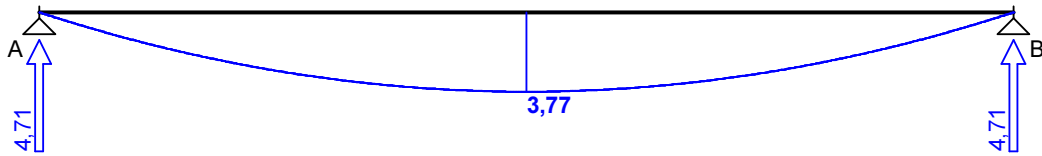
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy stropu+Śnieg+Użytkowe	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy stropu+ $0,5 \cdot$ Śnieg+ $0,5 \cdot$ Użytkowe	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

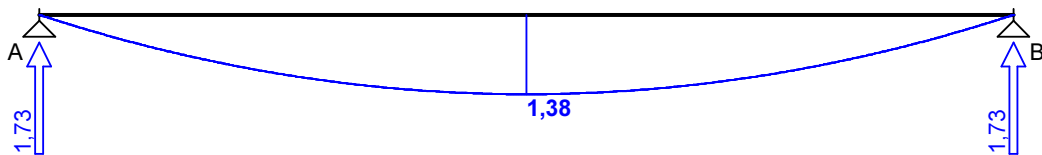
Przypadek **P1: Warstwy stropu**

Momenty zginające [kNm]:



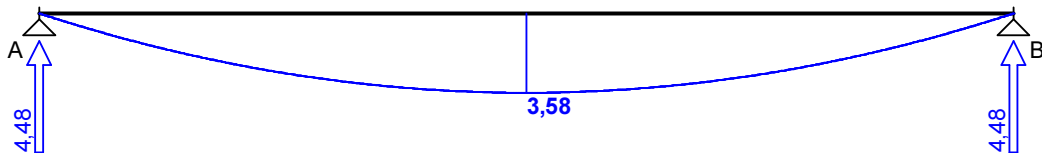
Przypadek **P2: Śnieg**

Momenty zginające [kNm]:



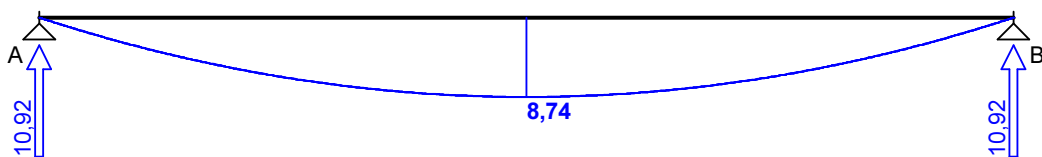
Przypadek **P3: Użytkowe**

Momenty zginające [kNm]:



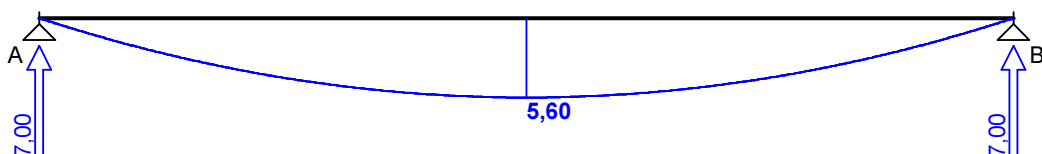
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



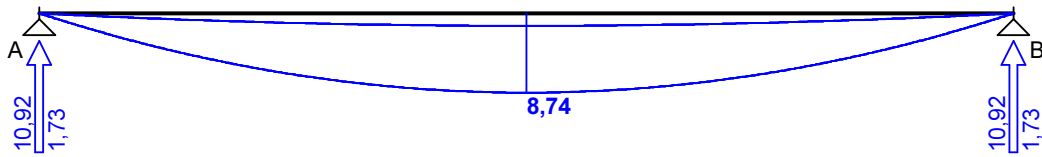
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



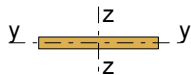
Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **100 / 10 cm**

$$W_y = 1667 \text{ cm}^3, J_y = 8333 \text{ cm}^4, m = 35,0 \text{ kg/m}$$

drewno klejone warstwowo kombinowane wg PN-EN 1194:2000, klasa wytrzymałości **GL24c**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{90,\text{mean}} = 11,6 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój $x = 1,60 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Moment maksymalny $M_{\text{max}} = 8,74 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,24 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 12,74 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,41 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{\text{crit}} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,24 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 12,74 \text{ MPa}$$

Ścinanie

Przekrój $x = 3,20 \text{ m}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\text{max}} = -10,92 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,16 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,02 \text{ MPa}$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 10,92 \text{ kN}$ (**K1**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

$$a_p = 5,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,22 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa}$$

Stan graniczny użytkowości

Przekrój $x = 1,60 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$)

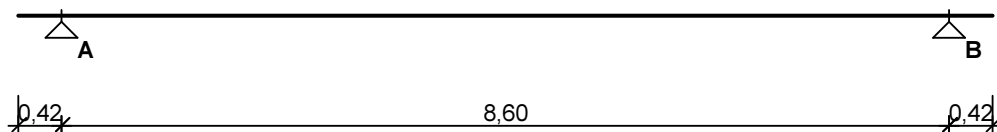
Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = 7,13 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l_0 / 250 = 12,80 \text{ mm}$

$$u_{\text{fin}} = 7,13 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 12,80 \text{ mm}$$

w. Parter - belka w osi C/4a÷5a

SCHEMAT BELKI



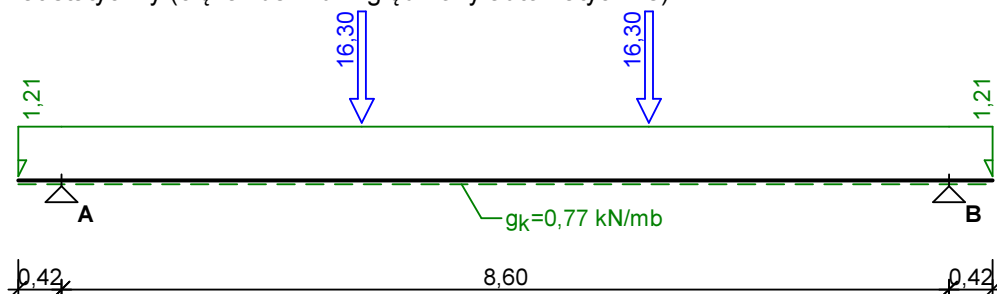
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

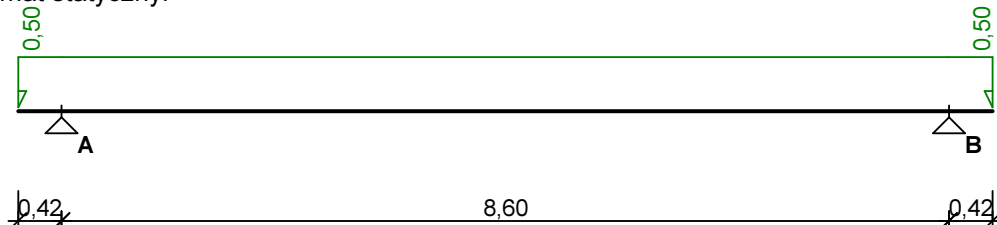
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,26$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



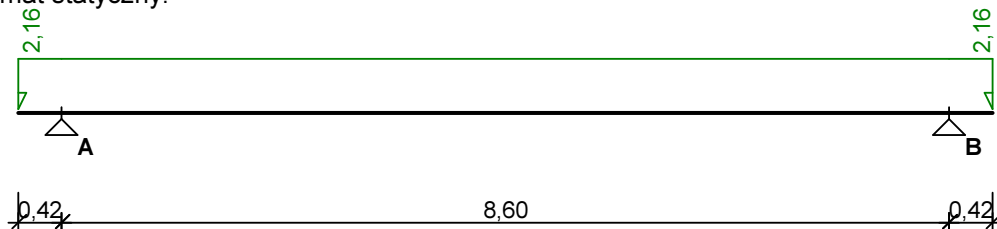
Przypadek **P2: Technologiczne z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - krótkotrwałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg z szer. 2,9 m** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwałe)

Schemat statyczny:



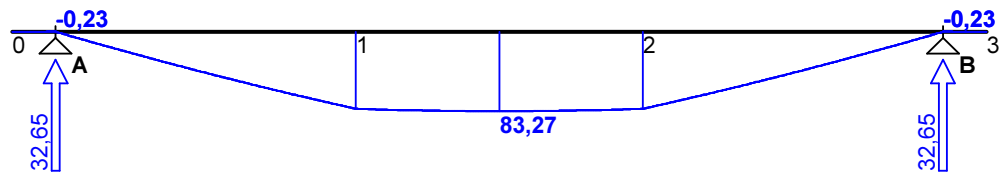
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,26·Warstwy z szer. 2,9 m+1,5·Technologiczne z szer. 2,9 m+1,5·Śnieg z szer. 2,9 m	1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3
K2: Warstwy z szer. 2,9 m+Śnieg z szer. 2,9 m	1,0·P1+1,0·P3

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

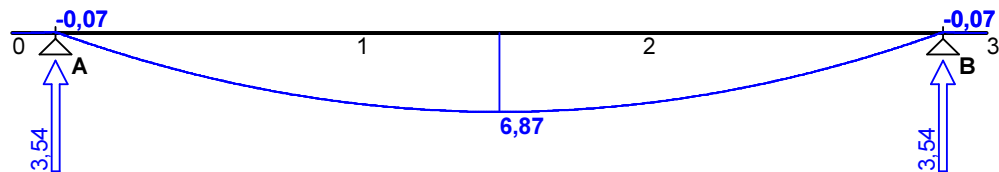
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2,9 m**

Momenty zginające [kNm]:



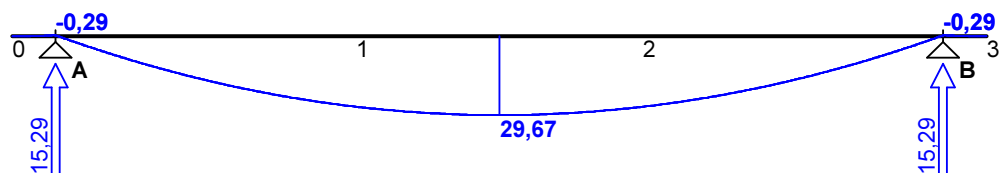
Przypadek **P2: Technologiczne z szer. 2,9 m**

Momenty zginające [kNm]:



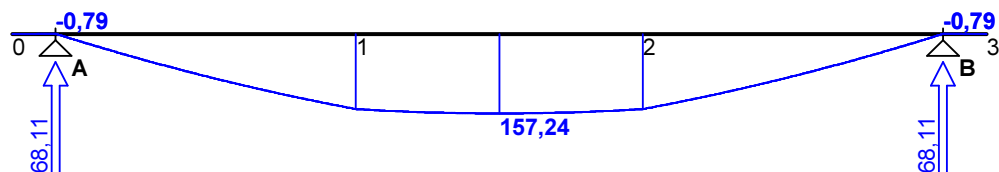
Przypadek **P3: Śnieg z szer. 2,9 m**

Momenty zginające [kNm]:



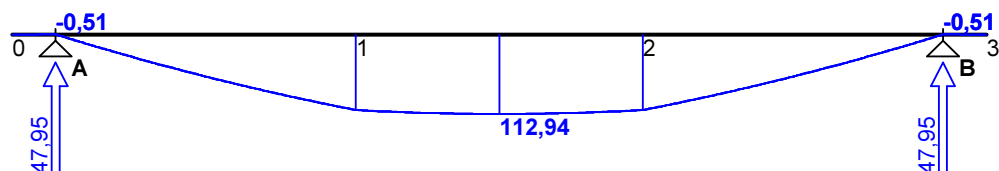
Kombinacja **K1: 1,26·P1+1,5·P2+1,5·P3**

Momenty zginające [kNm]:



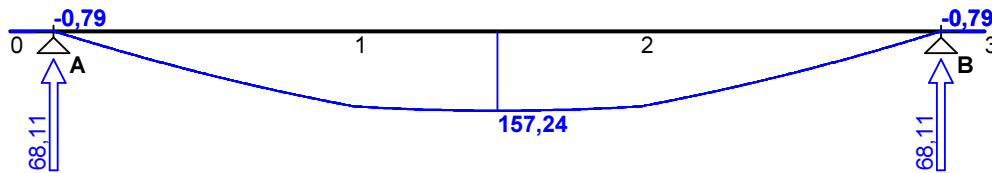
Kombinacja **K2: 1,0·P1+1,0·P3**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwijczenia:

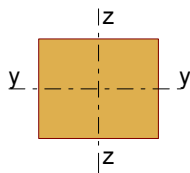
- belka zabezpieczona przed zwijczeniem

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 200$

Ugięcie graniczne wspornika $u_{net,fin} = 2 \cdot l_o / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **2x 24 / 40 cm**

$$W_y = 12800 \text{ cm}^3, J_y = 256000 \text{ cm}^4, m = 78,7 \text{ kg/m}$$

drewno klejone warstwowo jednorodne wg PN-EN 1194:2000, klasa wytrzymałości **GL28h**

→ $f_{m,k} = 28 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 19,5 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 26,5 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 3,2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 12,6 \text{ GPa}$, $\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$

Belka

Zginanie

Przekrój $x = 4,72 \text{ m}$ (**K1**: $1,26 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

Moment maksymalny $M_{max} = 157,24 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 12,28 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,01 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,88 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 12,28 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 14,01 \text{ MPa} \quad (87,7\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 9,02 \text{ m}$ (**K1**: $1,26 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -64,36 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,50 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,48 \text{ MPa} \quad (34,0\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 68,11 \text{ kN}$ (**K1**: $1,26 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

$$a_p = 16,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,89 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,38 \text{ MPa} \quad (64,1\%)$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 0,00 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$)

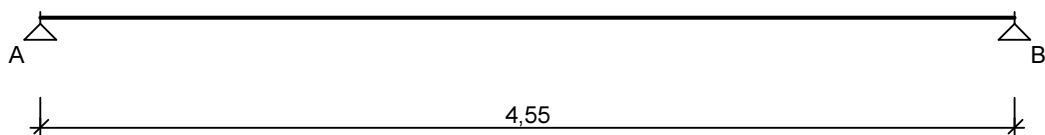
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_V = -5,29 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 2,0 \cdot l_o / 200 = 2,0 \cdot 420 / 200 = 4,20 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 34,4 \text{ mm} < u_{net,fin} = 4,65 \text{ mm}$$

x. Parter - belki w osi 1/D÷E i 8/A÷B

SCHEMAT BELKI



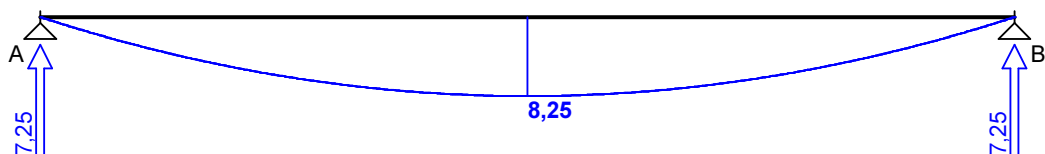
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Warstwy z szer. 0,6 m+Użytkowe z szer. 0,6 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$
K2: $0,80 \cdot$ Warstwy z szer. 0,6 m + $0,5 \cdot$ Użytkowe z szer. 0,6 m	$0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

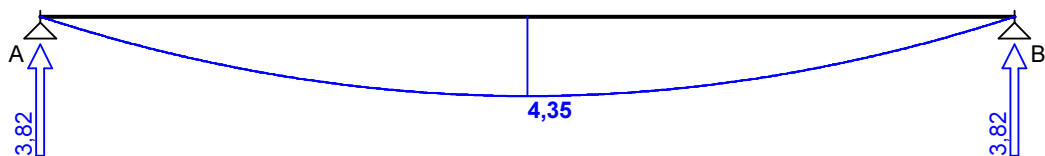
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 0,6 m**

Momenty zginające [kNm]:



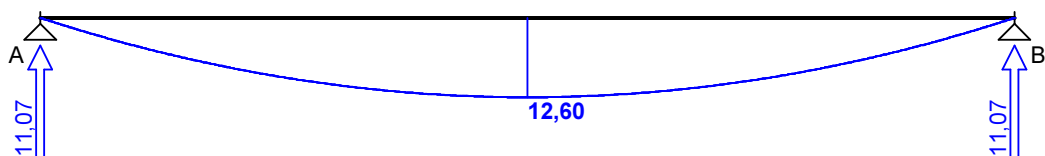
Przypadek **P2: Użytkowe z szer. 0,6 m**

Momenty zginające [kNm]:



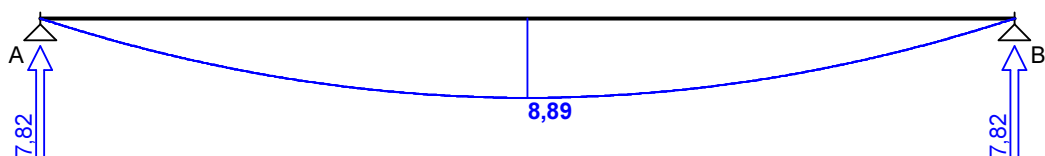
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$**

Momenty zginające [kNm]:



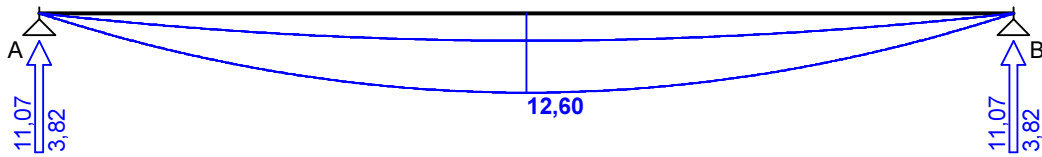
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



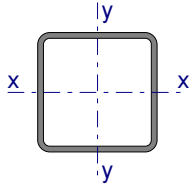
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **120x120x6,0**

$$A_v = 13,7 \text{ cm}^2, \quad m = 20,7 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 562 \text{ cm}^4, \quad J_y = 562 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 0,00 \text{ cm}^6, \quad J_T = 913 \text{ cm}^4, \quad W_x = 93,7 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,125$) $M_R = 22,66 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 170,59 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,27 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 12,60 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,556 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 11,07 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,065 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 11,07 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 51,18 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2,27 m (**K2**: 0,80·P1+0,5·P2)

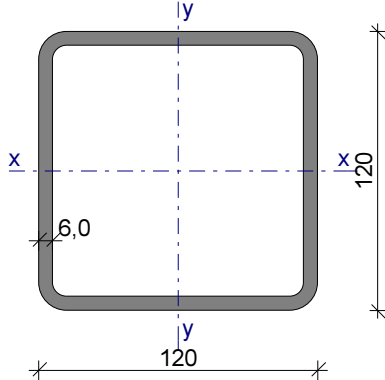
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 13,47 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 18,20 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 13,47 \text{ mm} < f_{gr} = 18,20 \text{ mm}$$

y. Parter - słupy w osi 1/E i 8/A

Rura kwadratowa 120x120x6,0 (wg PN-EN 10219-2:2000)



Wymiary przekroju

$h = 120 \text{ mm}$, $t = 6,0 \text{ mm}$
 $r_i = 6,0 \text{ mm}$, $r_o = 12,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 26,40 \text{ cm}^2$, $A_v = 13,68 \text{ cm}^2$
 $J = 562,0 \text{ cm}^4$
 $W = 93,70 \text{ cm}^3$
 $i = 4,610 \text{ cm}$
 $J_T = 913,5 \text{ cm}^4$, $W_T = 141,2 \text{ cm}^3$
 $A_L = 0,459 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 22,19 \text{ m}^2/\text{m}$
 $U/A = 174,0 \text{ m}^{-1}$, $m = 20,70 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 567,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 567,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 3,10 \text{ m}$, $\lambda_x = 67,2$, $N_{cr,x} = 1183 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,801$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,779$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 442,3 \text{ kN}$

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 3,10 \text{ m}$, $\lambda_y = 67,2$, $N_{cr,y} = 1183 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 0,801$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,779$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 442,3 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_R = 22,66 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_p = 1,125$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_R = 170,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pv} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 33,00 \text{ kN}$, $M_x = 3,000 \text{ kNm}$, $M_y = 3,000 \text{ kNm}$

Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,005$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

$$(58) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_x = 0,075 + 0,132 + 0,132 + 0,005 = 0,344 < 1$$

$$(57) \quad \Delta_y = 0,005; \quad \text{założono } \beta_x = 1,0 \text{ i } \beta_y = 1,0$$

$$(58) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_y = 0,075 + 0,132 + 0,132 + 0,005 = 0,344 < 1$$

z. Płyta nadszybia windy zewnętrznej

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

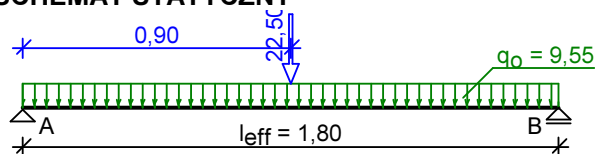
Obciążenia powierzchniowe [kN/m²]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Warstwy	2,00	1,35	--	2,70
2.	Śnieg	0,90	1,50	--	1,35
3.	Płyta żelbetowa grub.20 cm	5,00	1,10	--	5,50
Σ :		7,90	1,21		9,55

Obciążenia liniowe [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Haki montażowe	15,00	0,90	1,50	--	22,50

SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 1,80$ m

Grubość płyty 20,0 cm

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 13,99$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 9,95$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 9,95$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 19,84$ kN/m

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C20/25 (B25)** → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,88$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów w przęsle $\phi_d = 8$ mm

Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów $\phi = 8$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty $c_{nom,g} = 20$ mm

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty $c_{nom,d} = 20$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 2,29 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 8$ co **12,0 cm** o $A_s = 4,19 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,24\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 13,99 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 29,80 \text{ kNm/mb}$ (47,0%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (0,0%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0,52 \text{ mm} < a_{lim} = 9,00 \text{ mm}$ (5,7%)

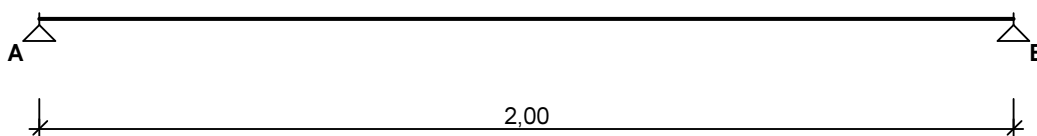
Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 19,85 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 109,44 \text{ kN/mb}$ (18,1%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze $\phi 8$ co max. 12,0 cm

aa. Belka tarasu zewnętrznego

SCHEMAT BELKI



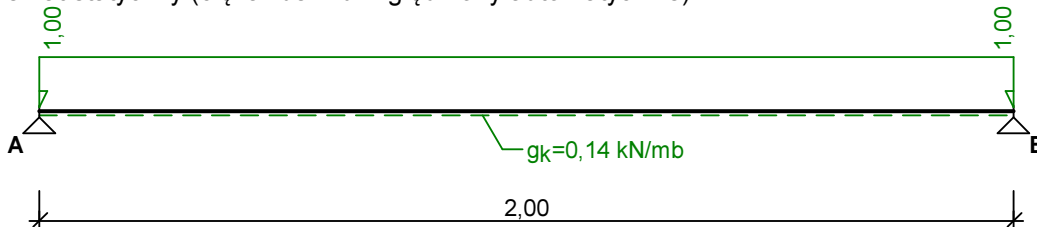
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

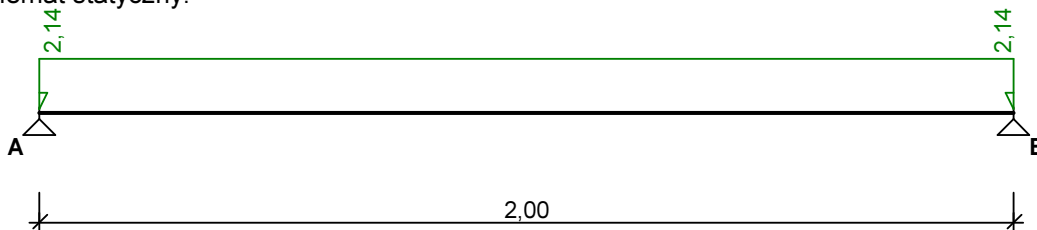
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 2 m** ($\gamma_f = 1,35$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



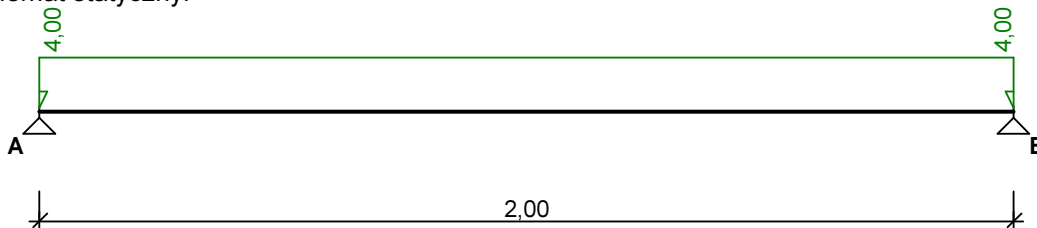
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 2 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Technologiczne z szer. 2 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:

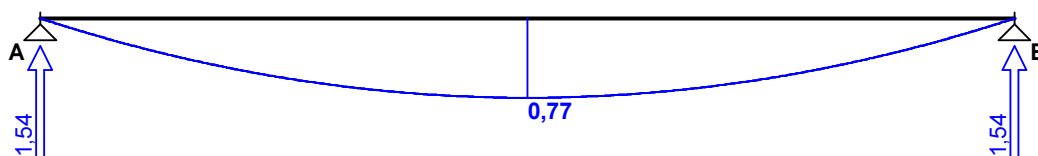


Tablica opisu kombinacji użytkownika:

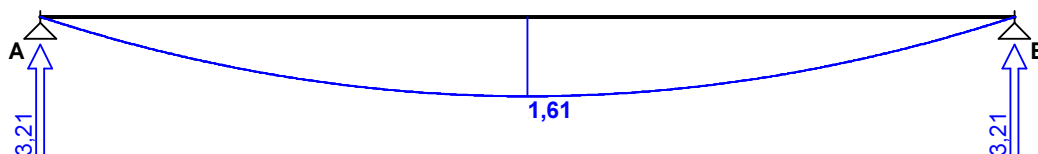
nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,35·Warstwy z szer. 2 m+1,5·Śnieg z szer. 2 m+Technologiczne z szer. 2 m	$1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: Warstwy z szer. 2 m+Technologiczne z szer. 2 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCHPrzypadek **P1: Warstwy z szer. 2 m**

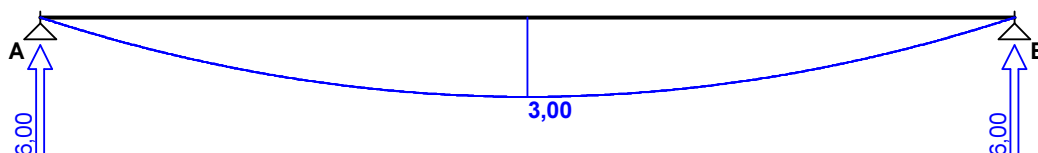
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P2: śnieg z szer. 2 m**

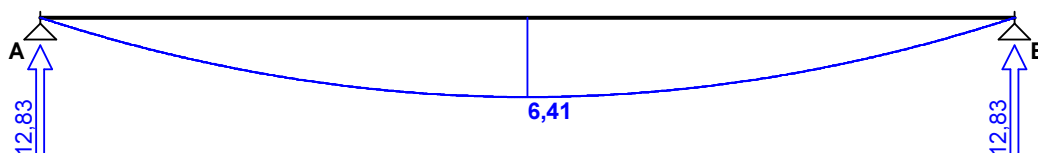
Momenty zginające [kNm]:

Przypadek **P3: Technologiczne z szer. 2 m**

Momenty zginające [kNm]:

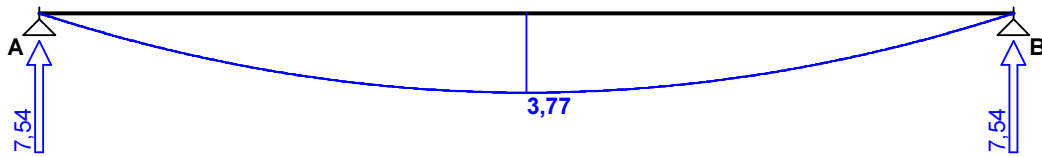
Kombinacja **K1: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



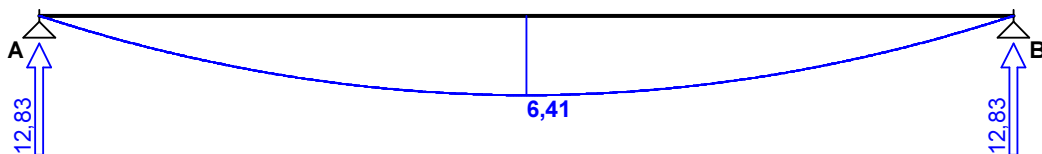
Kombinacja **K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



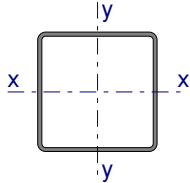
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Model obliczeniowy niestateczności miejscowej: stan krytyczny;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **120x120x4,0**

$$A_v = 9,28 \text{ cm}^2, \quad m = 14,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 402 \text{ cm}^4, \quad J_y = 402 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 0,00 \text{ cm}^6, \quad J_T = 637 \text{ cm}^4, \quad W_x = 67,0 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 4 ($\psi = \varphi_p = 1,000$) $M_R = 14,40 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 115,72 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 6,41 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,445 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 12,83 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,111 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 12,83 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 34,72 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

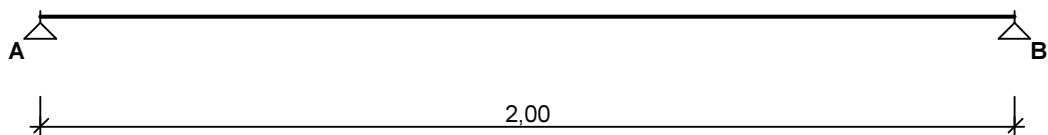
Przekrój $z = 1,00 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 1,30 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 2000 / 250 = 8,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 1,30 \text{ mm} < f_{gr} = 8,00 \text{ mm} \quad (16,2\%)$$

SCHEMAT BELKI



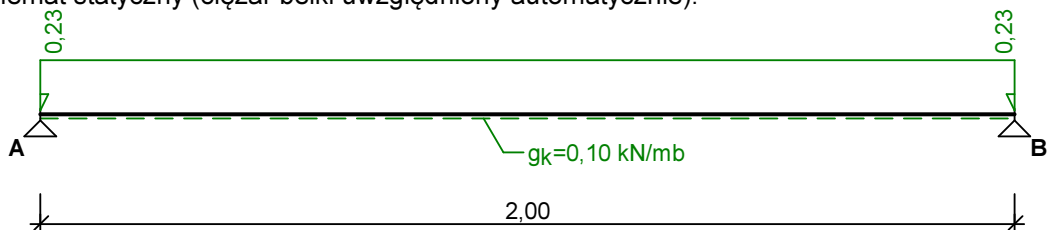
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

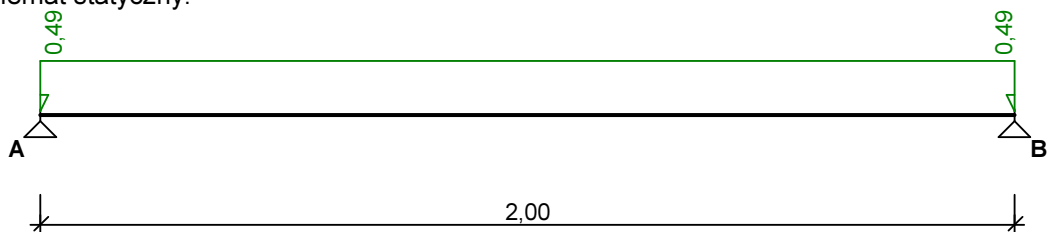
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 0,45 m** ($\gamma_f = 1,35$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



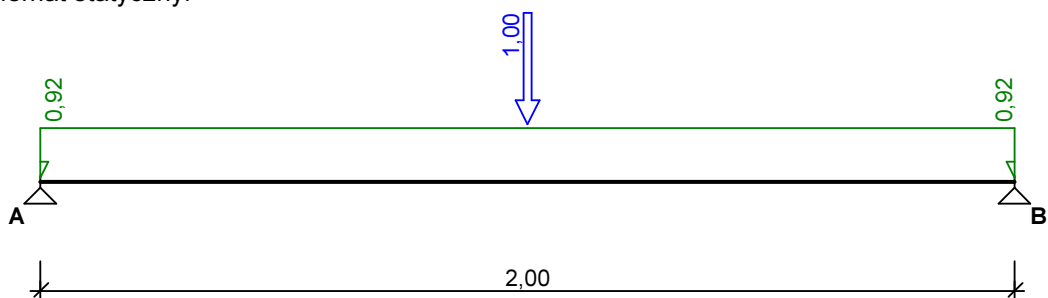
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 0,45 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Technologiczne z szer. 0,45 m** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



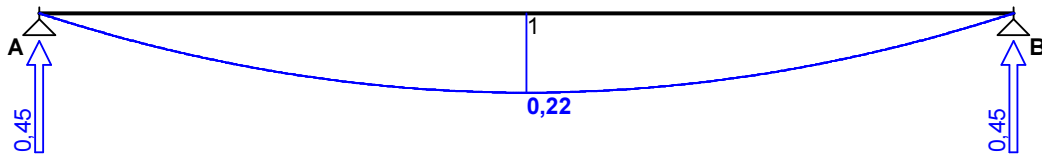
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,35·Warstwy z szer. 0,45 m+1,5·Śnieg z szer. 0,45 m+Technologiczne z szer. 0,45 m	1,35·P1+1,5·P2+1,0·P3
K2: Warstwy z szer. 0,45 m+Technologiczne z szer. 0,45 m	1,0·P1+1,0·P3

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

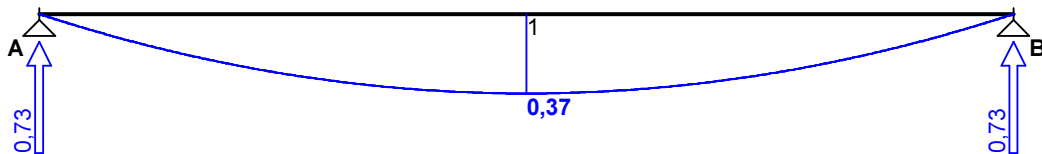
Przypadek **P1: Warstwy z szer. 0,45 m**

Momenty zginające [kNm]:



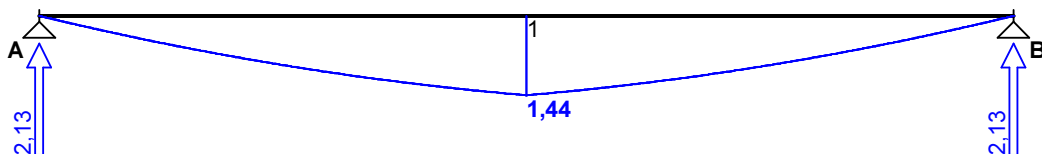
Przypadek **P2: Śnieg z szer. 0,45 m**

Momenty zginające [kNm]:



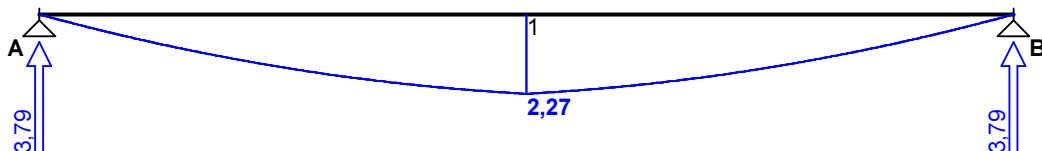
Przypadek **P3: Technologiczne z szer. 0,45 m**

Momenty zginające [kNm]:



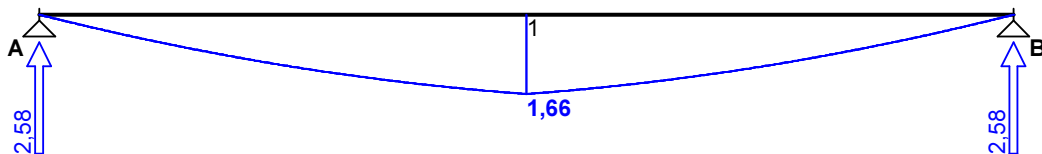
Kombinacja **K1: 1,35·P1+1,5·P2+1,0·P3**

Momenty zginające [kNm]:



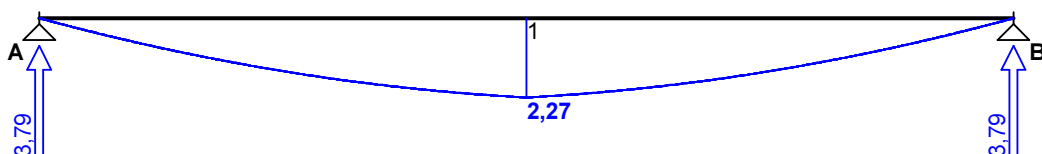
Kombinacja **K2: 1,0·P1+1,0·P3**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



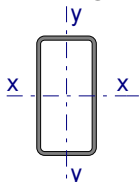
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **120x60x4,0**

$$A_v = 9,28 \text{ cm}^2, \quad m = 10,5 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 241 \text{ cm}^4, \quad J_y = 81,2 \text{ cm}^4, \quad J_w = 0,00 \text{ cm}^6, \quad J_T = 201 \text{ cm}^4, \quad W_x = 40,1 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,160$) $M_R = 10,00 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 115,72 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 2,27 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,227 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 3,79 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,033 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 3,79 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 34,72 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,00 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$)

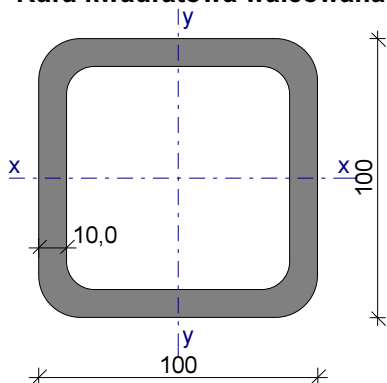
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,87 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 2000 / 250 = 8,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0,87 \text{ mm} < f_{gr} = 8,00 \text{ mm} \quad (10,8\%)$$

bb. Słupy w osi B/~4 i B/~5

Rura kwadratowa walcowana 100x100x10,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Wymiary przekroju

$h = 100 \text{ mm}$, $t = 10,0 \text{ mm}$
 $r_i = 10,0 \text{ mm}$, $r_o = 15,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 34,90 \text{ cm}^2$, $A_v = 18,00 \text{ cm}^2$
 $J = 462,0 \text{ cm}^4$
 $W = 92,40 \text{ cm}^3$
 $i = 3,640 \text{ cm}$
 $J_T = 761,0 \text{ cm}^4$, $W_T = 133,4 \text{ cm}^3$
 $A_L = 0,374 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 13,66 \text{ m}^2/\text{m}$
 $U/A = 107,2 \text{ m}^{-1}$, $m = 27,40 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 750,4 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 750,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 3,20 \text{ m}$, $\lambda_x = 87,9$, $N_{cr,x} = 912,8 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 1,047$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,619$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 464,1 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 3,20 \text{ m}$, $\lambda_y = 87,9$, $N_{cr,y} = 912,8 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 1,047$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,619$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 464,1 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_R = 23,05 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_p = 1,160$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

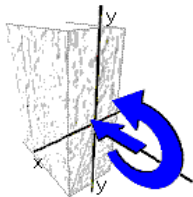
element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_R = 224,5 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pv} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 115,0 \text{ kN}$, $M_x = 11,00 \text{ kNm}$



Warunki nośności elementu

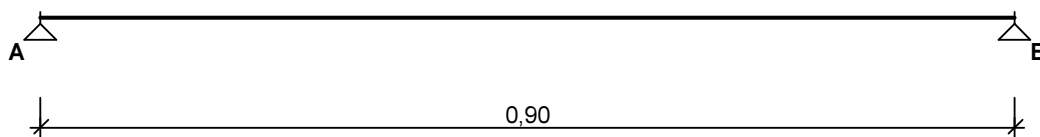
(57) $\Delta_x = 0,062$; założono $\beta_x = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,248 + 0,477 + 0,062 = 0,787 < 1$

(39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,248 < 1$

cc. Belka drewniana tarasu

SCHEMAT BELKI



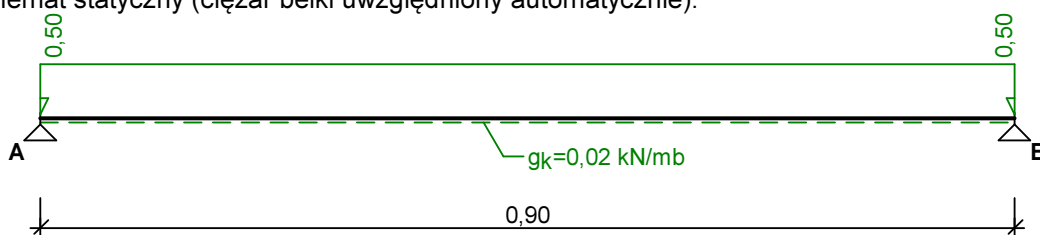
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

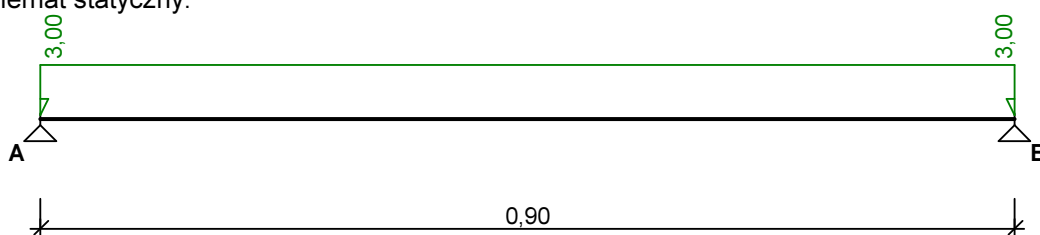
Przypadek **P1: Warstwy** ($\gamma_f = 1,35$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



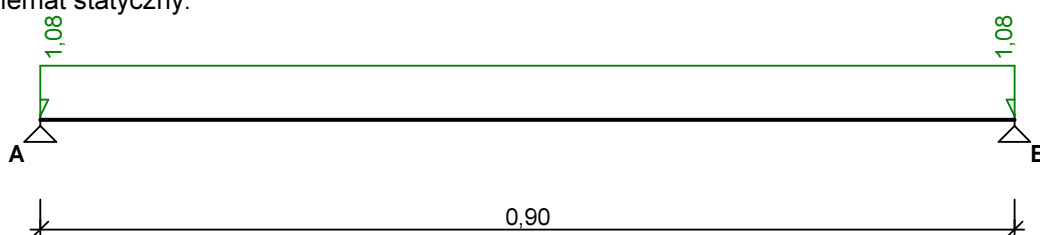
Przypadek **P2: Technologiczne** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwale)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwale)

Schemat statyczny:



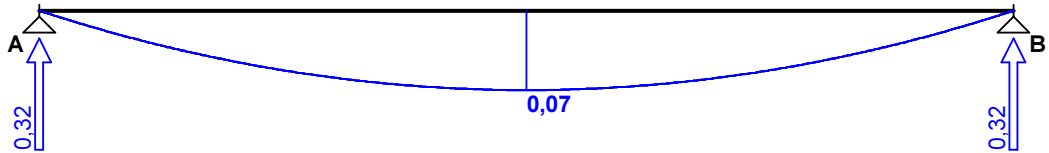
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,35·Warstwy+1,5·Technologiczne+1,5·Śnieg	1,35·P1+1,5·P2+1,5·P3
K2: Warstwy+Technologiczne+Śnieg	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

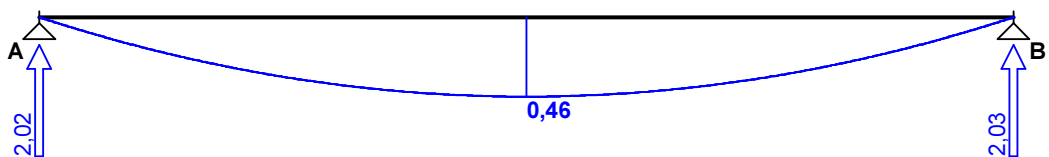
Przypadek **P1: Warstwy**

Momenty zginające [kNm]:



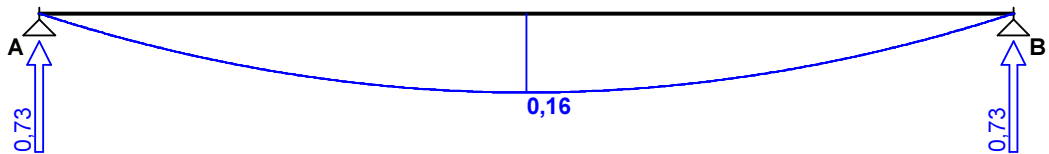
Przypadek **P2: Technologiczne**

Momenty zginające [kNm]:



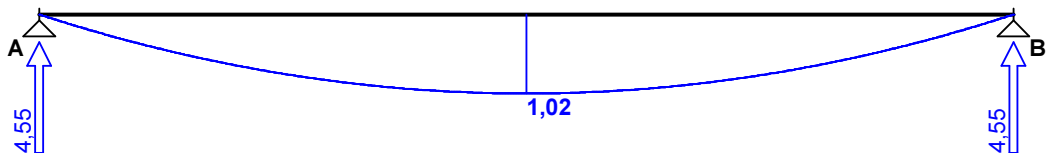
Przypadek **P3: Śnieg**

Momenty zginające [kNm]:



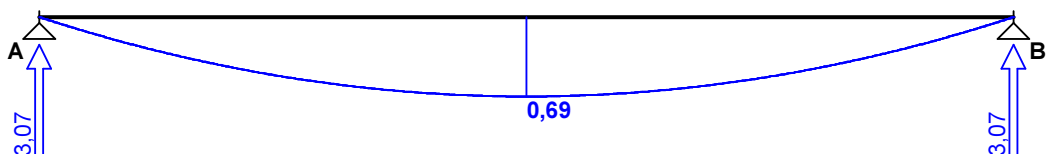
Kombinacja **K1: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



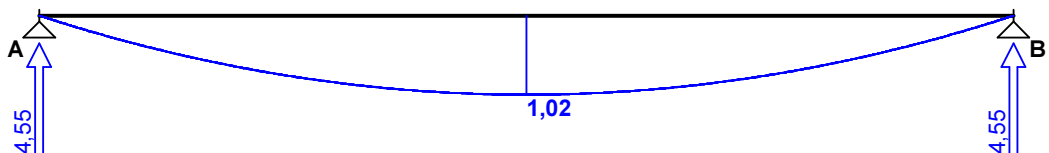
Kombinacja **K2: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 3

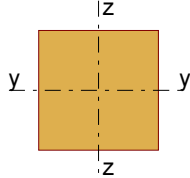
Parametry analizy zwichrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 250$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **8 / 8 cm**

$$W_y = 85,3 \text{ cm}^3, J_y = 341 \text{ cm}^4, m = 2,24 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój $x = 0,45 \text{ m}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

Moment maksymalny $M_{max} = 1,02 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 12,01 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 13,61 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,88 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 12,01 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 13,61 \text{ MPa} \quad (88,2\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 0,90 \text{ m}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -4,55 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,07 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,25 \text{ MPa} \quad (85,4\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 4,55 \text{ kN}$ (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

$$a_p = 8,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,71 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,25 \text{ MPa} \quad (56,9\%)$$

Stan graniczny użytkowości

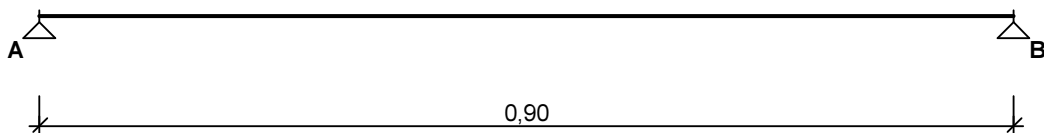
Przekrój $x = 0,45 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_V = 2,28 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 250 = 900 / 250 = 3,60 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 2,28 \text{ mm} < u_{net,fin} = 3,60 \text{ mm} \quad (63,4\%)$$

SCHEMAT BELKI DLA OBCIĄŻENIA Z SZER. 45 cm



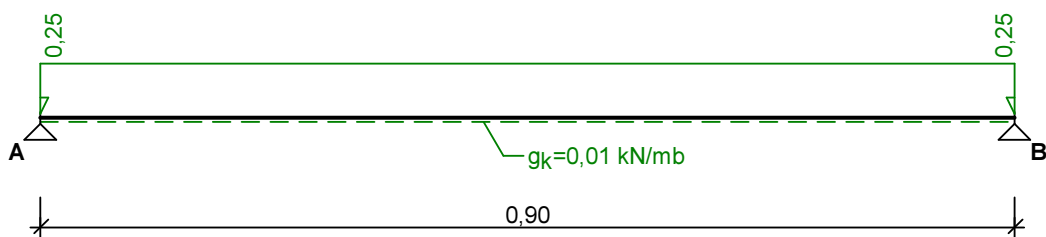
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

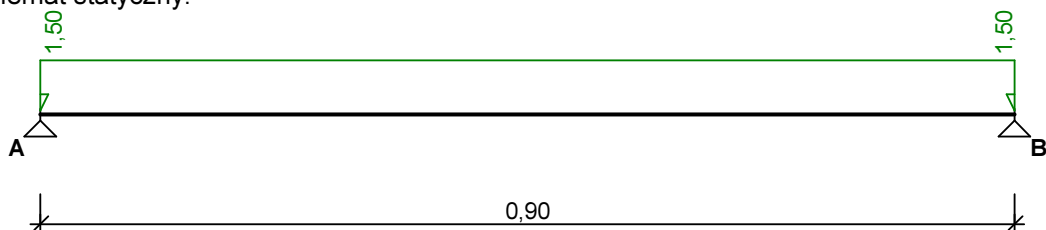
OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Warstwy** ($\gamma_f = 1,35$, klasa trwania - stałe)

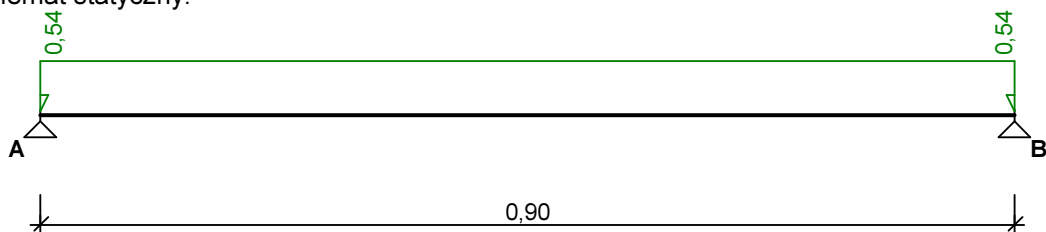
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Technologiczne** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwale)
Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg** ($\gamma_f = 1,5$, klasa trwania - średniotrwale)
Schemat statyczny:



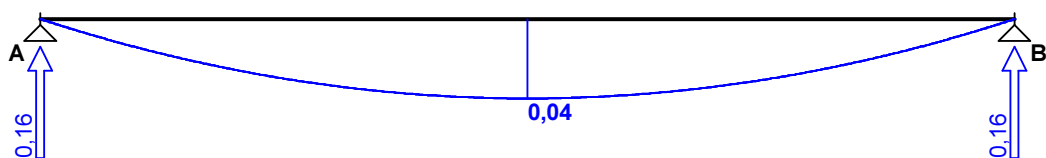
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,35·Warstwy+1,5·Technologiczne+1,5·Śnieg	$1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$
K2: Warstwy+Technologiczne+Śnieg	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

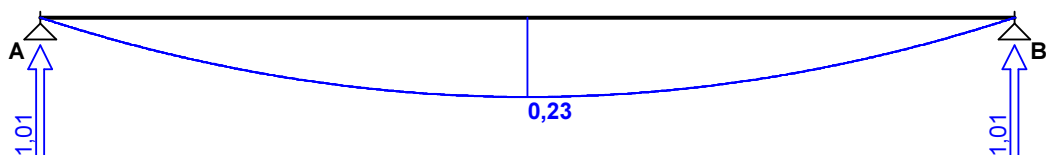
Przypadek **P1: Warstwy**

Momenty zginające [kNm]:



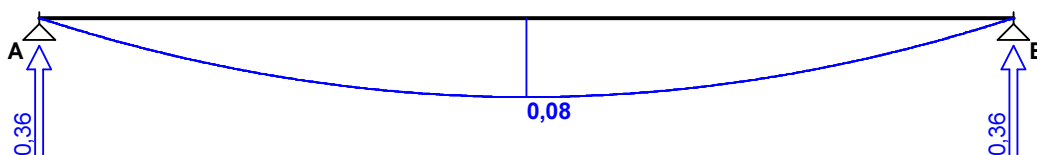
Przypadek **P2: Technologiczne**

Momenty zginające [kNm]:



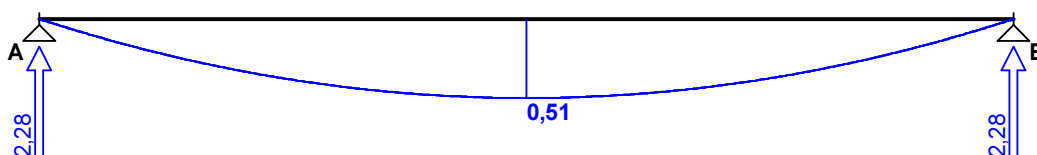
Przypadek P3: Śnieg

Momenty zginające [kNm]:



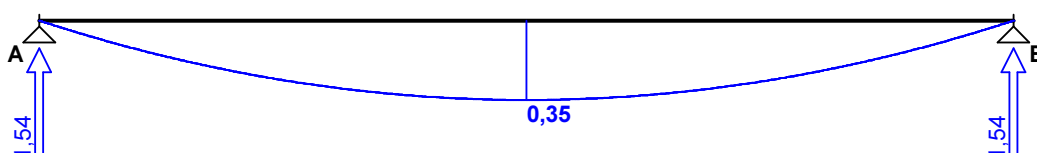
Kombinacja K1: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$

Momenty zginające [kNm]:



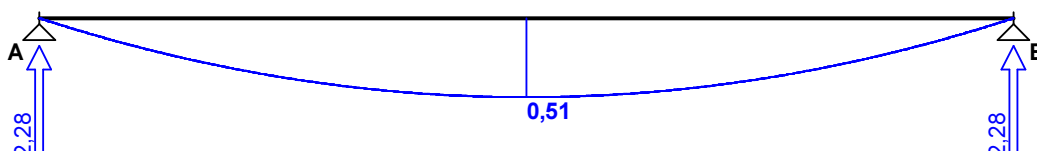
Kombinacja K2: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 3

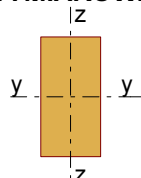
Parametry analizy zwichrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 250$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **4 / 8 cm**

$$W_y = 42,7 \text{ cm}^3, J_y = 171 \text{ cm}^4, m = 1,12 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój $x = 0,45$ m (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

Moment maksymalny $M_{\max} = 0,51$ kNm

$$\sigma_{m,y,d} = 12,01 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 13,61 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,88 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{\text{crit}} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 12,01 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 13,61 \text{ MPa} \quad (88,2\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 0,90$ m (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -2,28$ kN

$$\tau_d = 1,07 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,25 \text{ MPa} \quad (85,4\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 2,28$ kN (**K1**: $1,35 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2 + 1,5 \cdot P3$)

$$a_p = 8,0 \text{ cm}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,71 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,25 \text{ MPa} \quad (56,9\%)$$

Stan graniczny użyteczności

Przekrój $x = 0,45$ m (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

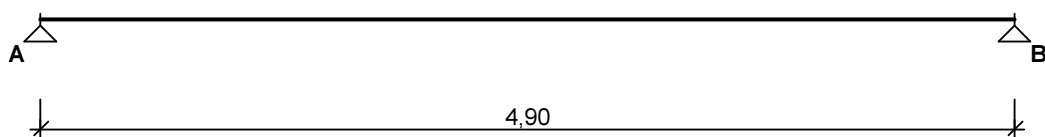
Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = u_M + u_V = 2,28$ mm

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l_o / 250 = 900 / 250 = 3,60$ mm

$$u_{\text{fin}} = 2,28 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 3,60 \text{ mm} \quad (63,4\%)$$

dd. Belka parteru w osi C/3÷4

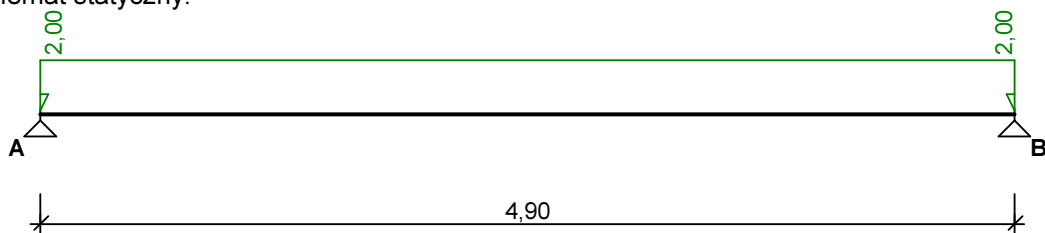
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

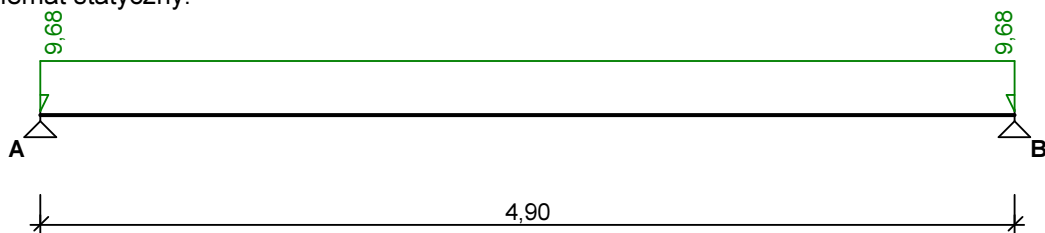
Przypadek **P1: Ciężar ściany szklanej piętra** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:



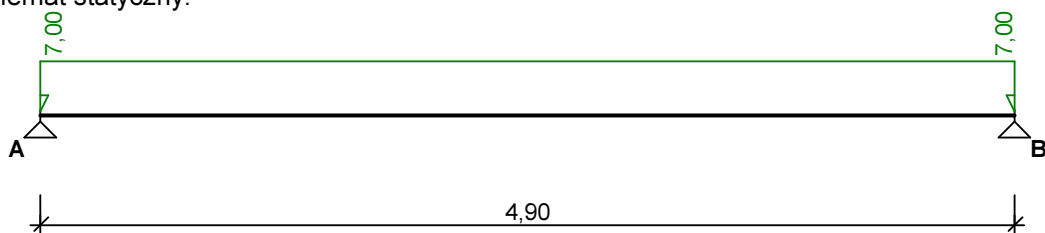
Przypadek **P2: Warstwy stropu nad parterem z szer. 1,8 m** ($\gamma_f = 1,16$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Obc. użytkowe parteru z szer. 1,8 m** ($\gamma_f = 1,10$)

Schemat statyczny:



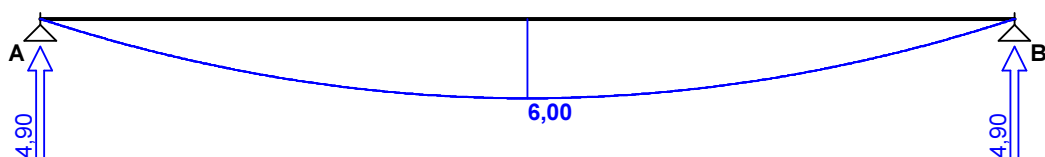
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Ciężar ściany szklanej piętra+Warstwy stropu nad parterem z szer. 1,8 m+Obc. użytkowe parteru z szer. 1,8 m	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$
K2: $0,80 \cdot$ Ciężar ściany szklanej piętra+ $0,80 \cdot$ Warstwy stropu nad parterem z szer. 1,8 m+ $0,5 \cdot$ Obc. użytkowe parteru z szer. 1,8 m	$0,80 \cdot P1 + 0,80 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

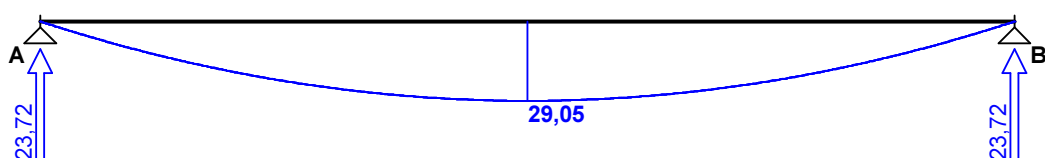
Przypadek **P1: Ciężar ściany szklanej piętra**

Momenty zginające [kNm]:



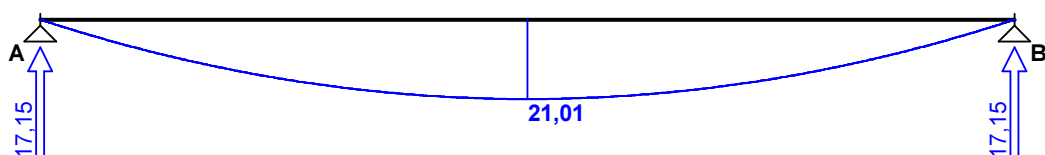
Przypadek **P2: Warstwy stropu nad parterem z szer. 1,8 m**

Momenty zginające [kNm]:



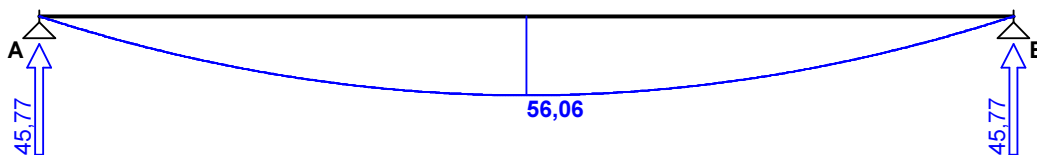
Przypadek **P3: Obc. użytkowe parteru z szer. 1,8 m**

Momenty zginające [kNm]:



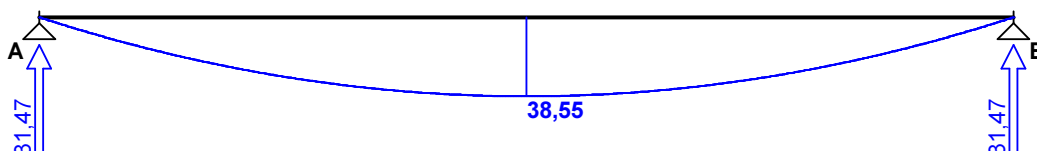
Kombinacja **K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



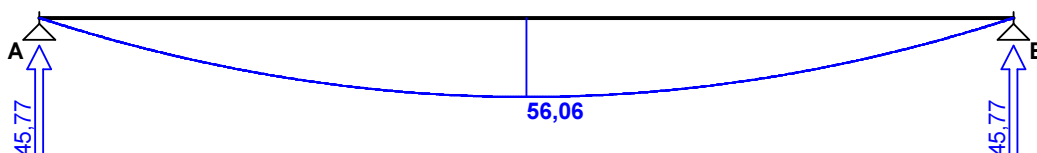
Kombinacja **K2: $0,80 \cdot P1 + 0,80 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 240p**, połączone śrubami M12 co 40 cm

$$A_v = 33,6 \text{ cm}^2, \quad m = 58,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 6800 \text{ cm}^4, \quad J_y = 913 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 21300 \text{ cm}^6, \quad J_T = 16,3 \text{ cm}^4, \quad W_x = 568 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 132,22 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 418,99 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2,45 m (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 56,06 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,424 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 45,77 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,109 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

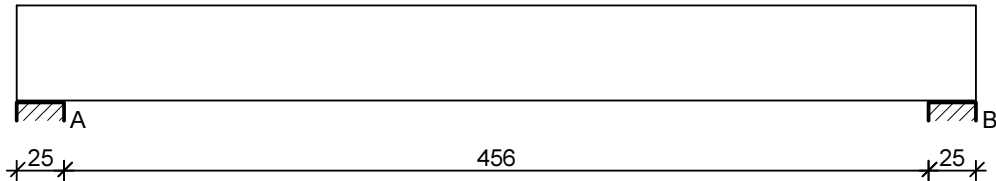
$$V_{\max} = 45,77 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 125,70 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

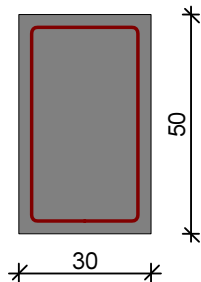
Przekrój $z = 2,45 \text{ m}$ (**K2**: $0,80 \cdot P1 + 0,80 \cdot P2 + 0,5 \cdot P3$)
 Ugięcie maksymalne $f_{k,max} = 6,03 \text{ mm}$
 Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 4900 / 250 = 19,60 \text{ mm}$
 $f_{k,max} = 6,03 \text{ mm} < f_{gr} = 19,60 \text{ mm} \quad (30,7\%)$

ee. Belka ściany fundamentowej w osi E/5÷6

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny
 Szerokość przekroju $b_w = 30,0 \text{ cm}$
 Wysokość przekroju $h = 50,0 \text{ cm}$

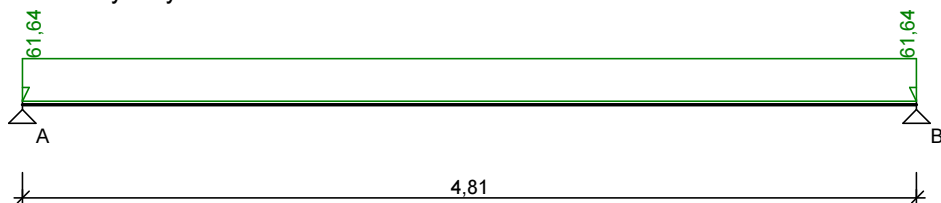
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Reakcja od podłoża	42,60	1,35	--	57,51	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,30m·0,50m·25,0kN/m3]	3,75	1,10	--	4,13	cała belka
Σ :		46,35	1,33		61,64	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C30/37** (B37) $\rightarrow f_{cd} = 20,00 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,33 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 32,0 \text{ GPa}$
 Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$
Wilgotność środowiska $RH = 50\%$
Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,39$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 16 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (RB500W) Średnica prętów $\phi = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC2

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

\rightarrow nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

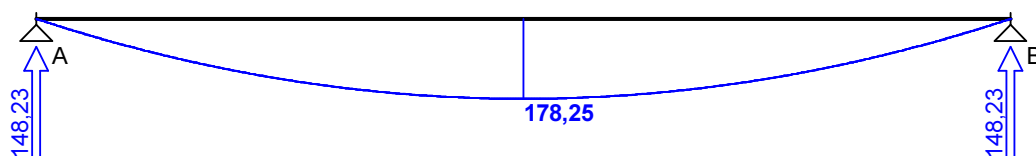
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

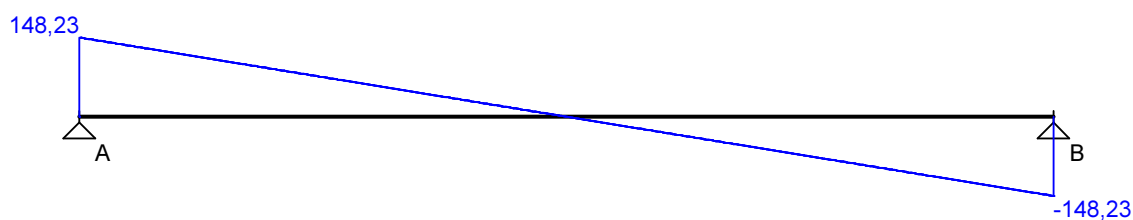
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

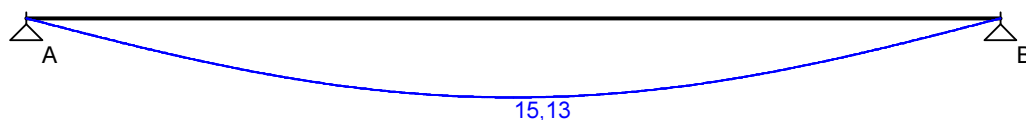
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

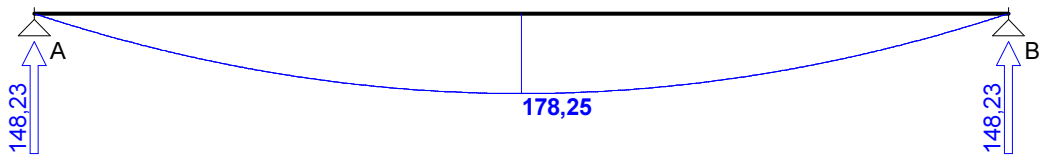


Ugięcia [mm]:

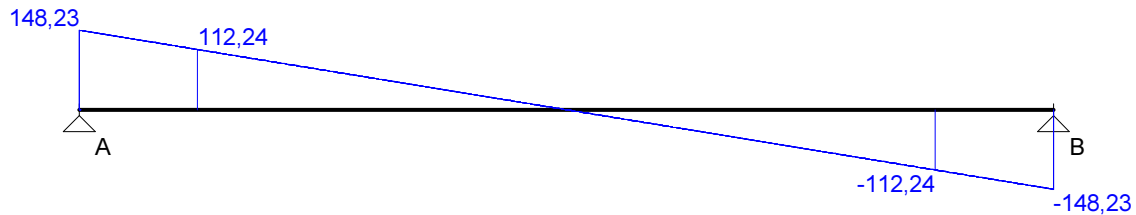


Obwiednia sił wewnętrznych

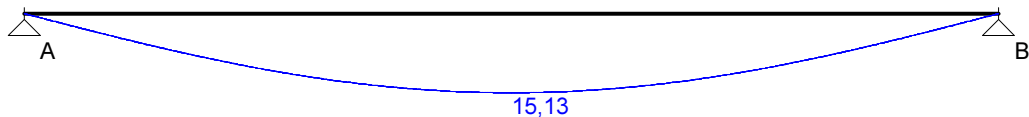
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

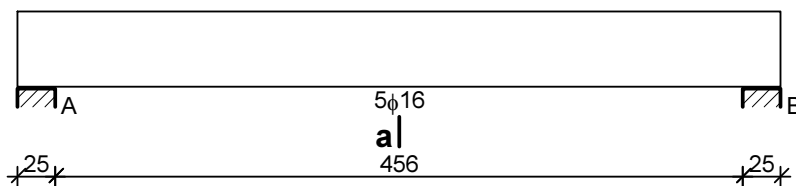


Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

a|



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 178,25$ kNm

Zbrojenie potrzebne $A_s = 10,01$ cm². Przyjęto **5φ16** o $A_s = 10,05$ cm² ($\rho = 0,73\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 178,25$ kNm < $M_{Rd} = 178,95$ kNm (99,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)112,24$ kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ8 co 210 mm** na odcinku 84,0 cm przy podporach oraz co 340 mm w środku rozpiętości przęsła

(decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)112,24$ kN < $V_{Rd3} = 166,12$ kN (67,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 134,04$ kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 134,04$ kNm

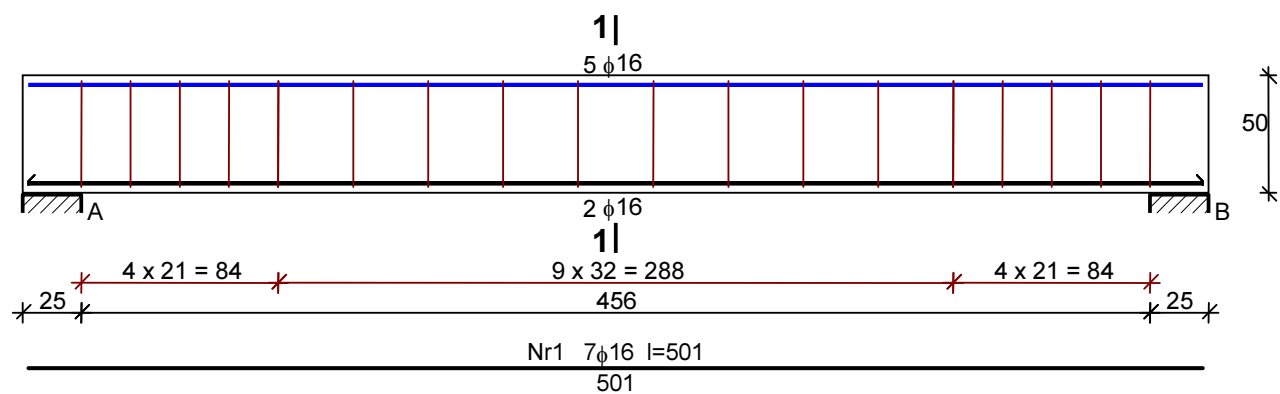
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,273$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (91,1%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 15,13$ mm < $a_{lim} = 4810/200 = 24,05$ mm (62,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 105,67$ kN

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,288$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (95,9%)

SKIC ZBROJENIA



Spis rysunków

PW-K.01 - SCHEMAT FUNDAMENTÓW I TARASÓW

PW-K.02 - DETALE FUNDAMENTÓW

PW-K.03 - SCHEMAT KONSTRUKCJI PARTERU

PW-K.04 - DETALE STROPU NAD PARTEREM

PW-K.05 - SCHEMAT KONSTRUKCJI PIĘTRA

PW-K.06 - DETALE KONSTRUKCJI PIĘTRA