

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

STAROSTWO POWIATOWE
w Raciborzu
Plac Stefana Okrzei 4
47-400 RACIBÓRZ

Normy związane:

PN-82/B-02000	„Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości”
PN-82/B-02001	„Obciążenia budowli. Obciążenia stałe”
PN-82/B-02003	„Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne”
PN-88/B-02010	„Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem”
PN-77/B-02011	„Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem”
PN-81/B-03020	„Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”
PN-90/B-03200	„Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”
PN-B-03264:2002	„Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie”

ARCHITEKT
Bernard Łopatek
upr. bud. 6r 123/91/Qp
w spec. architektonicznej

Obliczenia statyczne zostały wykonane przy pomocy pakietu programów „SPECBUD” firmy SPECBUD w Gliwicach. Całość obliczeń statyczno-wytrzymałościowych znajduje się w archiwum pracowni projektowej.

Marzec 2020 r.

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

1.1. OBCIĄŻENIE STAŁE - OD ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH /STAN ISTNIEJĄCY/

OB. STAŁE - STROPODACH PŁASKI

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Papa na podłożu betonowym posypana żwirkiem, podwójnie [0,150kN/m ²]	0,15	1,30	0,19
2.	Stropian grub. 25 cm [0,45kN/m ³ ·0,25m]	0,11	1,30	0,14
3.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m ²]	0,10	1,30	0,13
4.	Beton lekki komórkowy izolacyjny, niezbrojony, niezagęszczony grub. 20 cm [6,0kN/m ³ ·0,20m]	1,20	1,30	1,56
5.	Beton zwykły na krużywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 20 cm [25,0kN/m ³ ·0,20m]	5,00	1,10	5,50
6.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m]	0,29	1,30	0,38
7.	Sufit podwieszany (płyta g.-k. + ruszt) [0,250kN/m ²]	0,25	1,30	0,33
Σ:		7,10	1,16	8,23

OB. STAŁE - STROP MIĘDZYKONDYGNACYJNY

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płytki kamionkowe grubości 10 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,440kN/m ²]	0,44	1,30	0,57
2.	Warstwa cementowa na siatce metalowej grub. 5 cm [24,0kN/m ³ ·0,05m]	1,20	1,30	1,56
3.	Beton zwykły na krużywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 15 cm [25,0kN/m ³ ·0,15m]	3,75	1,10	4,13
4.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m]	0,29	1,30	0,38
5.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,5 cm [12,0kN/m ³ ·0,005m]	0,06	1,30	0,08
Σ:		5,74	1,17	6,71

MUR WEW. NOŚNY 25

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,5 cm [12,0kN/m ³ ·0,005m]	0,06	1,30	0,08
2.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m]	0,38	1,30	0,49
3.	Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 25 cm [18,000kN/m ³ ·0,25m]	4,50	1,10	4,95
4.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m]	0,38	1,30	0,49
5.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,5 cm [12,0kN/m ³ ·0,005m]	0,06	1,30	0,08
Σ:		5,38	1,13	6,09

MUR WEW. NOŚNY 38

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,5 cm [12,0kN/m ³ ·0,005m]	0,06	1,30	0,08
2.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m]	0,38	1,30	0,49
3.	Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 38 cm [18,000kN/m ³ ·0,38m]	6,84	1,10	7,52
4.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm	0,38	1,30	0,49

5. [19,0kN/m³·0,02m]
Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,5 cm
[12,0kN/m³·0,005m]

MUR ZEW. NOŚNY 38

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m ³ ·0,01m]	0,21	1,30	0,27
2.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 14 cm [1,0kN/m ³ ·0,14m]	0,14	1,30	0,18
3.	Warstwa cementowa grub. 2 cm [21,0kN/m ³ ·0,02m]	0,42	1,30	0,55
4.	Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 38 cm [18,000kN/m ³ ·0,38m]	6,84	1,10	7,52
5.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m]	0,38	1,30	0,49
6.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,5 cm [12,0kN/m ³ ·0,005m]	0,06	1,30	0,08
Σ:		8,05	1,13	9,10

1.2. OBCIĄŻENIA ZMIENNE /STAN ISTNIEJĄCY/

OB. UŻYTKOWE - PIĘTRO

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (biura, szkoły, zakłady naukowe, banki, przychodnie lekarskie) [2,5kN/m ²]	2,50	1,30	3,25
Σ:		2,50	1,30	3,25

OB. UŻYTKOWE - PODDASZE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łazienki zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne.) [2,0kN/m ²]	2,00	1,40	2,80
Σ:		2,00	1,40	2,80

OB. ZASTĘPCZE - ŚCIANKI DZIAŁOWE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zastępcze od ścianek działowych (o ciężarze razem z wyprawą od 1,5 kN/m ² od 2,5 kN/m ²) [1,250kN/m ²]	1,25	1,20	1,50
Σ:		1,25	1,20	1,50

1.3. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA POCHYLENIE DLA OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH

OB. STAŁE - KRATA POMOSTOWA

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ _f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Krata podestowa typu "WEMA" 30x3mm (wg katalogu producenta) [0,320kN/m ²]	0,32	1,30	0,42
Σ:		0,32	1,30	0,42

OBC. STAŁE - BALUSTRADA

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Rura stalowa nierdzewna dn48,3mm (wg tablic 8kg/m) dług.100 cm [0,060kN;1,00m]	0,06	1,20	0,07
2.	Rura stalowa nierdzewna dn48,3mm (wg tablic 8kg/m) dług.100 cm [0,060kN;1,00m]	0,06	1,20	0,07
3.	Rura stalowa nierdzewna dn48,3mm (wg tablic 6kg/m) dług.100 cm [0,060kN;1,00m]	0,06	1,20	0,07
Σ:		0,18	1,20	0,22

OBC. ZMIENNE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (dojścia do wejść i wyjść z dworców komunikacyjnych, zakładów rozrywkowych, hal sportowych, trybun, oraz innych pomieszczeń obciążonych stałe lub dorywczo tłumem ludzi w sposób dynamiczny.) [5,0kN/m2]	5,00	1,30	6,50
Σ:		5,00	1,30	6,50

2. BELKI STALOWE

2.1. PODCIĄGI

2.1.1. PODCIĄG PS-1.1.

2.1.1.1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

OBC. STALE - STROP MIĘDZYKONDYGNACYJNY /PIĘTRO, PODDASZE/

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. stałe - strop międzykondygnacyjny. szer.451 cm [5,740kN/m ² *4,51m]	25,89	1,17	30,29
2.	Obc. stałe - strop międzykondygnacyjny. szer.451 cm [5,740kN/m ² *4,51m]	25,89	1,17	30,29
Σ :		51,78	1,17	60,58

OBC. STALE - MUR WEW. NOŚNY /PIĘTRO, PODDASZE/

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Mur wew. nośny 25. szer.550 cm [5,380kN/m ² *5,50m]	29,59	1,13	33,44
Σ :		29,59	1,13	33,44

OBC. UŻYTKOWE - PIĘTRO

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. użytkowe - piętro. szer.451 cm [2,500kN/m ² *4,51m]	11,28	1,30	14,66
Σ :		11,28	1,30	14,66

OBC. UŻYTKOWE - PODDASZE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. użytkowe - poddasze. szer.451 cm [2,000kN/m ² *4,51m]	9,02	1,40	12,63
Σ :		9,02	1,40	12,63

OBC. ZASTĘPCZE OD ŚCIANEK DZIAŁOWYCH /PIĘTRO, PODDASZE/

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. zastępcze - ścianki działowe. szer.451 cm [1,250kN/m ² *4,51m]	5,64	1,20	6,77
2.	Obc. zastępcze - ścianki działowe. szer.451 cm [1,250kN/m ² *4,51m]	5,64	1,20	6,77
Σ :		11,28	1,20	13,54

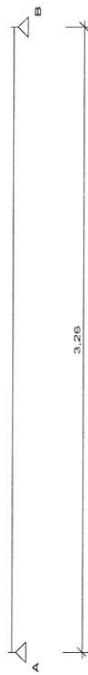
2.1.1.2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

ROZPIĘTOŚĆ BELKI W ŚWIETLE PODPÓR: $l = 3,10m$

ROZPIĘTOŚĆ OBLICZENIOWA: $l_0 = 1,05 * l = 1,05 * 3,10 = 3,26m$

PASMO OBCIĄŻENIA: $a = \left(\frac{4,42}{2} \right) + 0,30 + \left(\frac{4,00}{2} \right) = 4,51m$

SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek P1: Ciężar własny ($\gamma_f = 1,10$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

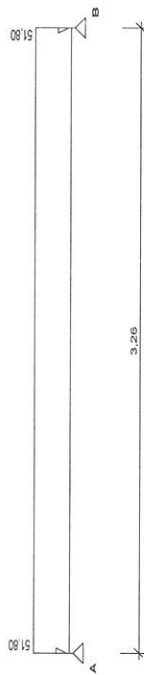


Tablica obciążeń charakterystycznych (dodatkowo ciężar belki $g_k = 0,83$ kN/m)

Przekrój	z [m]	q_k [kN/m]	q_k [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	—	0,00	0,00	0,00
B.	3,26	0,00	—	0,00	0,00

Przypadek P2: Obc. stałe - strop ($\gamma_f = 1,17$)

Schemat statyczny:

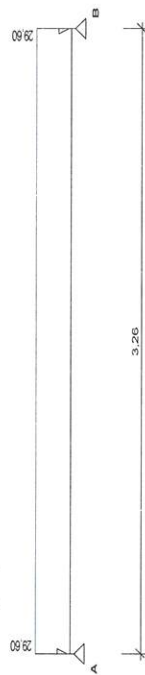


Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_k [kN/m]	q_k [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	—	51,80	0,00	0,00
B.	3,26	51,80	—	0,00	0,00

Przypadek P3: Obc. stałe - mur wew. ($\gamma_f = 1,13$)

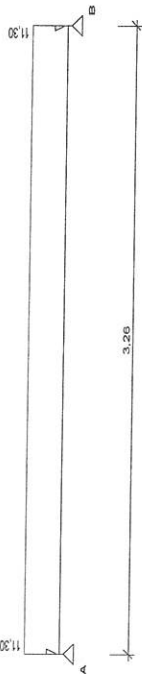
Schemat statyczny:



Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_k [kN/m]	q_k [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	—	29,60	0,00	0,00
B.	3,26	29,60	—	0,00	0,00

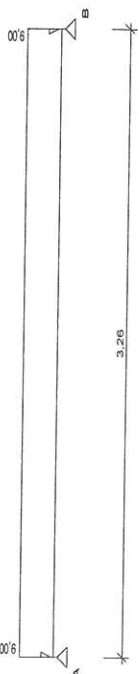
Przypadek P4: Obc. użytkowe - piętro ($\gamma_f = 1,30$)
Schemat statyczny:



Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_k [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	11,30	0,00	0,00	0,00
B.	3,26	11,30	0,00	0,00	0,00

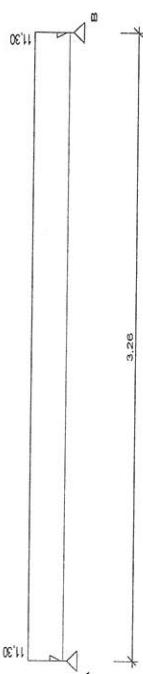
Przypadek P5: Obc. użytkowe - poddasze ($\gamma_f = 1,40$)
Schemat statyczny:



Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_k [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00
B.	3,26	9,00	0,00	0,00	0,00

Przypadek P6: Obc. zastępcze od ścianek działowych ($\gamma_f = 1,20$)
Schemat statyczny:



Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_k [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	11,30	0,00	0,00	0,00
B.	3,26	11,30	0,00	0,00	0,00

Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
K2: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. użytkowe - piętro	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
K3: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. użytkowe - poddasze	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5
K4: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. użytkowe - piętro+0,90-Obc. użytkowe - poddasze	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+0,90-P5
K5: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. użytkowe - poddasze+0,90-Obc. użytkowe - piętro	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5+0,90-P4
K6: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P6

K7: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. użytkowe - piętro+0,90-Obc. zastępcze od ścianek działowych	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+0,90-P6
K8: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych+0,90-Obc. użytkowe - piętro	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P6+0,90-P4
K9: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. użytkowe - poddasze+0,90-Obc. zastępcze od ścianek działowych	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5+0,90-P6
K10: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych+0,90-Obc. użytkowe - poddasze	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P6+0,90-P5
K11: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych - poddasze+0,80-Obc. zastępcze od ścianek działowych	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+0,90-P5+0,80-P6
K12: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych - poddasze	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5+0,90-P4+0,80-P6
K13: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych - piętro+0,80-Obc. zastępcze od ścianek działowych	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5+0,90-P6+0,80-P4
K14: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych - piętro	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P6+0,90-P5+0,80-P4
K15: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych+0,90-Obc. użytkowe - poddasze	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4+0,90-P6
K16: Ciężar własny+Obc. stałe - strop+Obc. stałe - mur wew.+Obc. zastępcze od ścianek działowych+0,90-Obc. użytkowe - piętro	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P5+0,90-P6

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwódnicia sił wewnętrznych

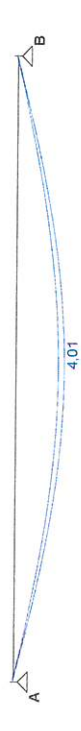
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

Przekrój	z [m]	M _{max} [kNm]	M _{min} [kNm]	V _{max} [kN]	V _{min} [kN]	f _{k,max} [mm]	f _{k,min} [mm]	uwagi
Przebieg A - B (l ₀ = 3,26 m)								
A.	0,00	0,00	0,00	215,06	154,79	---	---	
B.	3,26	175,27	126,16	0,00	0,00	4,01	3,53	max f _k
Reakcje podporowe:		R _A = 215,06/154,79 kN, R _B = 215,06/154,79 kN						

ZALOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

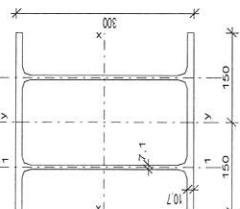
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: nie;

Parametry analizy zwichrzenia:

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

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

2 dwuteowniki równoległocienne IPE 300, nie połączone (wg PN-H-93419:1997)



Wymiary profilu podstawowego IPE 300

h = 300 mm, b_f = 150 mm
t_w = 7,1 mm, t_f = 10,7 mm
r = 15,0 mm

Cechy geometryczne przekroju

A = 107,6 cm², A_{wy} = 42,60 cm², A_{yx} = 64,20 cm²
J_x = 16720 cm⁴, J_y = 7261 cm⁴
W_x = 1114 cm³, W_y = 484,0 cm³
i_x = 12,50 cm, i_y = 8,214 cm, i_z = 3,350 cm
A₀ = 1,460 m²/mb, A_G = 1,730 m²/l
U/A = 215,6 m⁻¹, m = 84,40 kg/m

Stal: S235, f_d = 215 MPa, λ_p = 84,0;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

N_{Rt} = 2313 kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

N_{Rc} = 2313 kN (Klasa: 2, η = 1,000)

- wyoboczenie gięte względem osi x-x
l_{ex} = 3,26 m, λ_x = 26,1, N_{ex} = 31831 kN, λ_{ex} = 1,15-pierw(N_{Rc}/N_{ex}) = 0,310 wg "a" → α_x = 0,995
q_x·N_{Rc} = 2303 kN
- wyoboczenie gięte względem osi y-y
l_{ey} = 3,26 m, λ_y = 97,3, N_{ey} = 2300 kN, λ_{ey} = 1,15-pierw(N_{Rc}/N_{ey}) = 1,158 wg "b" → α_y = 0,550
q_y·N_{Rc} = 1273 kN
- wyoboczenie skrętno-gięte
l_ω = 3,26 m, N_{ex,ω} = 4785 kN
λ_ω = 1,15-pierw(N_{Rc}/N_{ex,ω}) = 0,800 wg "b" → α_ω = 0,780

q₀, N_{Rc} = 1804 kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

M_{Rx} = 239,5 kNm (Klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju → α_{px} = 1,000)
M_{Ry} = 34,62 kNm (Klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju → α_{py} = 1,000)
• ustalenie współczynnika zwichrzenia
l_{wp} = 3,26 m; warunki podparcia: P-P; i_{xy} = 1,00, i_{yo} = 1,00;
obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego
M_{ed} = 169,79 kNm, λ₁ = 1,15-pierw(M_{Rd}/M_{ed}) = 0,966, wg "a₀" → α₀ = 0,784
q₀·M_{Rx} = 187,7 kNm

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

V_{Ry} = 531,2 kN (Klasa: 1, q_{pyy} = 1,000)
V_{Rx} = 800,6 kN (Klasa: 1, q_{pxx} = 1,000)

Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

V_y = 215,0 kN < V_{0,y} = 0,6·V_{Ry} = 318,7 kN → M_{Rx,V} = M_{Rx}
V_x = 0,000 kN < V_{0,x} = 0,3·V_{Rx} = 240,2 kN → M_{Ry,V} = M_{Ry}

Obciążenie elementu

M_x = 176,0 kNm, V_y = 215,0 kN



Warunki nośności elementu

(52) M_x / (q₀·M_{Rx}) = 0,938 < 1
(55) M_x / M_{Rx,V} = 0,735 < 1
(53) V_y / V_{Ry} = 0,405 < 1

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,63 m (K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4)

Ugięcie maksymalne f_{k,max} = 4,01 mm

Ugięcie graniczne f_{gr} = l₀ / 350 = 3260 / 350 = 9,31 mm
f_{k,max} = 4,01 mm < f_{gr} = 9,31 mm (43,1%)

3. KONSTRUKCJA POCHYLNI DLA OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH

3.1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

OBŁ. STAŁE - POMOST

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. stałe - kratka pomostowa, szer. 60 cm [0,320kN/m ² ·0,60m]	0,19	1,30	0,25
Σ :		0,19	1,30	0,25

OBŁ. STAŁE - BALUSTRADA

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. stałe - balustrada, [0,180kN/m]	0,18	1,17	0,21
Σ :		0,18	1,17	0,21

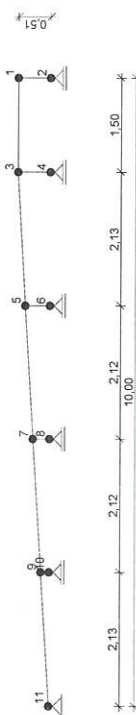
OBŁ. ZMIENNE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obc. zmienne, szer. 60 cm [5,000kN/m ² ·0,60m]	3,00	1,30	3,90
Σ :		3,00	1,30	3,90

3.2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

3.2.1. POCHYLNIA DOLNA

SCHEMAT RAMY



Wzrosty:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	35,61	-130,12		
2	35,61	-130,63	przegubowo-przesuwna	0
3	34,11	-130,12		
4	34,11	-130,63	przegubowo-przesuwna	0
5	31,98	-130,24		
6	31,98	-130,63	przegubowo-przesuwna	0
7	29,86	-130,37		
8	29,86	-130,63	przegubowo-przesuwna	0
9	27,74	-130,50		
10	27,74	-130,63	przegubowo-przesuwna	0
11	25,61	-130,63	przegubowa	0

Pręty:

nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	C 120	sztywne	sztywne
2	3	4	C 120	sztywne	sztywne
3	5	6	C 120	sztywne	sztywne
4	7	8	C 120	sztywne	sztywne
5	9	10	C 120	sztywne	sztywne
6	11	9	C 120	sztywne	sztywne

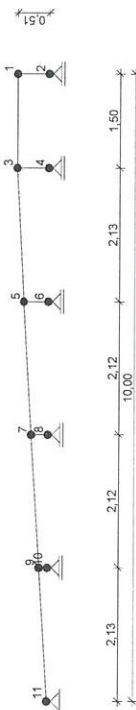
7	9	7	C 120	sztywne	sztywne
8	7	5	C 120	sztywne	sztywne
9	5	3	C 120	sztywne	sztywne
10	3	1	C 120	sztywne	sztywne

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	material	A [cm ²]	J [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ_s [kg/m ³]
C 120	Stal S235	17,00	364,00	12,0	0,500	205000	7850

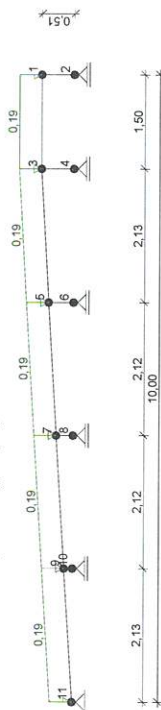
OBŁIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek P1: Ciężar własny ($\gamma_f = 1,20$)



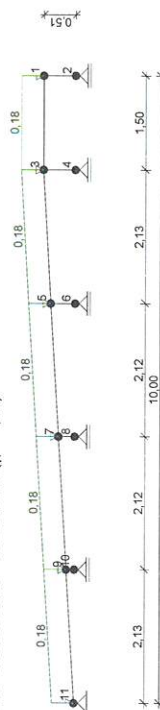
Lp.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny

Przypadek P2: Obc. stałe - pomost ($\gamma_f = 1,30$)



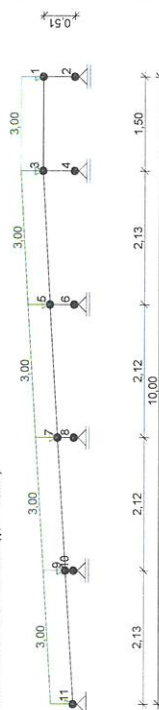
Lp.	element	opis
1	pręty 6-10	obciążenie rozłożone q = 0,19 kN/m na całej długości pręta

Przypadek P3: Obc. stałe - balustrada ($\gamma_f = 1,20$)



Lp.	element	opis
1	pręty 6-10	obciążenie rozłożone q = 0,18 kN/m na całej długości pręta

Przypadek P4: Obc. zmienne ($\gamma_f = 1,30$)



Lp.	element	opis
1	pręty 6-10	obciążenie rozłożone q = 3,00 kN/m na całej długości pręta

Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Ciężar własny+Obc. stałe - pomost+Obc. stałe - balustrada	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
K2: Ciężar własny+Obc. stałe - pomost+Obc. stałe - balustrada+Obc. zmienne	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

WYNIKI:

Obwódźnia sił wewnętrznych

Obwódźnia momentów zginających:

Ekstremalne reakcje podporowe:

wzrost (podpora)	R _x [kN]	R _y [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
2 (A)	2.47	0.41	--	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
4 (B)	9.16	--	--	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
6 (C)	1.33	--	--	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
8 (D)	9.93	--	--	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
10 (E)	1.42	--	--	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
11 (F)	9.24	--	--	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
	1.30	--	--	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	10.95	--	--	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
	1.52	--	--	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	3.80	0.00	--	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
	0.52	0.00	--	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręć	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	0.51	0.00	-2.47	0.00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
2	0.51	0.00	-9.16	0.00	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
3	0.39	0.00	-9.93	0.00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
4	0.26	0.00	-9.24	0.00	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
5	0.13	0.00	-10.95	0.00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
6	0.85	1.60	0.00	-0.05	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2.13	-2.17	0.36	-5.83	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
7	0.00	0.00	-0.23	3.80	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	1.15	0.69	0.01	-0.09	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2.12	-1.55	0.28	4.50	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
8	1.02	0.87	0.00	0.08	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2.12	-1.79	0.30	-4.90	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
9	1.11	0.92	0.00	-0.06	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2.13	-1.50	0.26	4.95	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
10	0.96	0.63	0.00	0.05	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2.13	-1.50	0.26	4.39	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	1.50	0.00	0.00	-2.39	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

Ekstremalne przemieszczenia:

pręć	x [m]	v _x [mm]	v _y [mm]	kombinacja SGU
1	0.00	0.0	0.0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.51	0.0	0.1	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
2	0.00	0.0	0.0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.31	0.0	0.1	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
3	0.00	0.0	0.0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.39	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
4	0.00	0.0	0.0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.26	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
5	0.00	0.0	0.0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.13	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
6	2.13	0.0	0.0	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

7	0.94	0.0	-0.6	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.00	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
8	1.15	0.0	-0.2	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	2.12	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
9	1.02	0.0	-0.3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.00	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
10	1.11	0.0	-0.3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.00	0.0	0.0	K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
	0.90	0.0	-0.1	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

BELKA - POCHYLNIA DOLNA

Ceownik zwykły C 120 (wg PN-86/H-93403)

Wymiary przekroju

h = 120 mm, b_f = 55 mm
t_w = 7,0 mm, t_f = 9,0 mm
r = 9,0 mm, r₁ = 4,5 mm
e = 1,60 cm, a = 1,78 cm

Cechy geometryczne przekroju

A = 17,00 cm², A_{vy} = 8,400 cm², A_{vx} = 9,900 cm²
J_x = 364,0 cm⁴, J_y = 43,20 cm⁴
W_x = 60,70 cm³, W_y = 11,10 cm³
I_x = 4,620 cm⁴, I_y = 1,590 cm⁴
J_{xy} = 925,0 cm⁴, J_{xy} = 4,300 cm⁴
W_{ox} = 49,70 cm³
A₁ = 0,429 m²/mb, A_g = 32,02 m²/t
U/A = 252,4 m², m = 13,40 kg/m

Stal: S13, f_y = 215 MPa, λ_p = 84,0;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

N_{Rt} = 365,5 kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

N_{Rc} = 365,5 kN (klasa: 1, ψ = 1,000)
• wyoboczenie gięne względem osi x-x
λ_{ey} = 2,15 m, λ_e = 46,5, N_{cr,x} = 1593 kN, λ_{ey} = 1,15-pierw(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,554 wg "c" → φ_y = 0,835
φ_y N_{Rc} = 305,0 kN
• wyoboczenie gięne względem osi y-y
λ_{ey} = 2,15 m, λ_e = 135,2, N_{cr,y} = 189,1 kN, λ_{ey} = 1,15-pierw(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 1,610 wg "c" → φ_y = 0,306
φ_y N_{Rc} = 112,0 kN
• wyoboczenie gięno-ściskne
λ_{ey} = 2,15 m, N_{cr,φ} = 1089 kN, N_{cr,φ} = 177,9 kN
λ_{ey} = 1,15-pierw(N_{Rc}/N_{cr,φ}) = 1,649 wg "c" → φ_{ey} = 0,295
φ_{ey} N_{Rc} = 108,0 kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rk} = 9,788 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $M_{Rk} = 0,75 \cdot W_{pl} \cdot f_d$)
 $M_{Rd} = 2,386 \text{ kNm}$ (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{fy} = 1,000$)
 • ustalenie współczynnika zwichrzenia
 pominięto zwichrzenie elementu $\rightarrow \eta_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Rk} = 104,7 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\eta_{pv} = 1,000$)
 $V_{Rd} = 123,5 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\eta_{pv} = 1,000$)

Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 6,000 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 31,42 \text{ kN} \rightarrow M_{Rk,v} = M_{Rk}$
 $V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 37,04 \text{ kN} \rightarrow M_{Rk,v} = M_{Rk}$

Obciążenie elementu

$N = 0,500 \text{ kN}$, $M_x = 2,200 \text{ kNm}$, $V_y = 6,000 \text{ kN}$

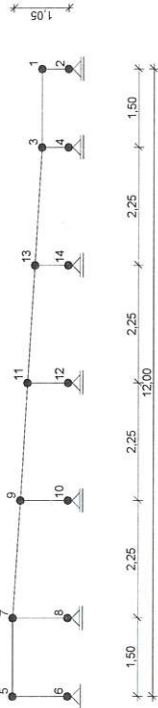


Warunki nośności elementu

$$\begin{aligned} (57) \quad \Delta_x &= 0,000; \text{ założono } \beta_x = 1,0 \\ (58) \quad N / (\eta_x \cdot N_{Rd}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rk} + \Delta_x &= 0,002 + 0,225 + 0,000 = 0,227 < 1 \\ (59) \quad N / (\eta_y \cdot N_{Rd}) &= 0,004 < 1 \\ (39) \quad N / (\eta_{px} \cdot N_{Rd}) &= 0,005 < 1 \\ (55) \quad N / N_{Rd} + M_x / M_{Rk,v} &= 0,001 + 0,225 = 0,226 < 1 \\ (53) \quad V_y / V_{Rd} &= 0,057 < 1 \\ (56) \quad V_y = 6,000 \text{ kN} < V_{Rd,N} &= V_{Rd} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rd})^2) = 104,7 \text{ kN} \quad (5,7\%) \end{aligned}$$

3.2.2. POCHYLNIA GÓRNA

SCHEMAT RAMY



Węzły:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kat
1	35.61	-138.33		
2	35.61	-138.84	przegubowo-przesuwna	0
3	34.11	-138.33		
4	34.11	-138.84	przegubowo-przesuwna	0
5	23.61	-137.79		
6	23.61	-138.84	przegubowa	0
7	25.11	-137.79		
8	25.11	-138.84	przegubowo-przesuwna	0
9	27.36	-137.93		
10	27.36	-138.84	przegubowo-przesuwna	0
11	29.61	-138.06		
12	29.61	-138.84	przegubowo-przesuwna	0
13	31.86	-138.20		
14	31.86	-138.84	przegubowo-przesuwna	0

Pręty:

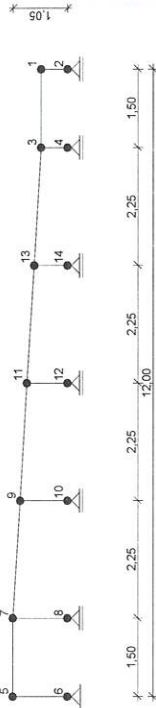
nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	C 120	sztywne	sztywne
2	3	4	C 120	sztywne	sztywne
3	5	6	C 120	sztywne	sztywne
4	7	8	C 120	sztywne	sztywne
5	9	10	C 120	sztywne	sztywne
6	11	12	C 120	sztywne	sztywne
7	13	14	C 120	sztywne	sztywne
8	5	7	C 120	sztywne	sztywne
9	7	9	C 120	sztywne	sztywne
10	9	11	C 120	sztywne	sztywne
11	11	13	C 120	sztywne	sztywne
12	13	3	C 120	sztywne	sztywne
13	3	1	C 120	sztywne	sztywne

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ _s [kg/m ³]
C 120	Stal St3	17.00	364.00	12.0	0.500	205000	7850

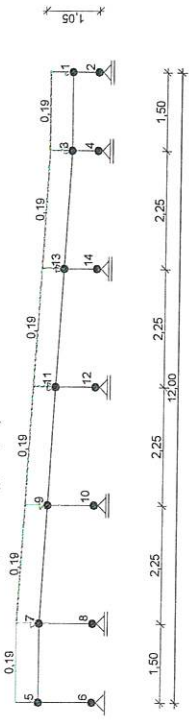
OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek P1: Ciężar własny ($\gamma = 1,20$)



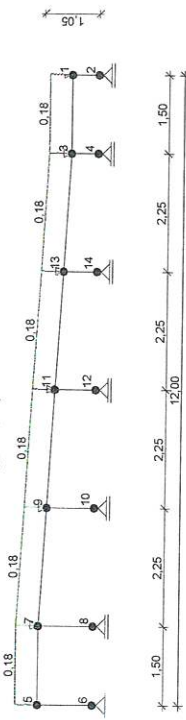
L.p.	element konstrukcji	opis	ciężar własny
1			

Przypadek P2: Obc. stałe - pomost ($\gamma_r = 1,30$)



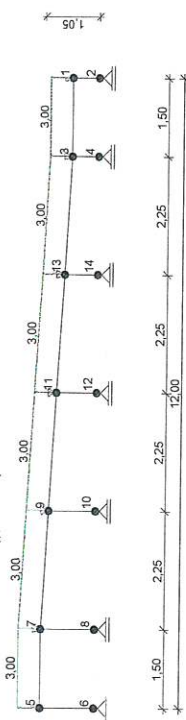
L.p.	element	opis
1	pręty 8-13	obciążenie rozłożone $q = 0,19 \text{ kN/m}$ na całej długości przęsła

Przypadek P3: Obc. stałe - balustrada ($\gamma_r = 1,20$)



L.p.	element	opis
1	pręty 8-13	obciążenie rozłożone $q = 0,18 \text{ kN/m}$ na całej długości przęsła

Przypadek P4: Obc. zmienne ($\gamma_r = 1,30$)



L.p.	element	opis
1	pręty 8-13	obciążenie rozłożone $q = 3,00 \text{ kN/m}$ na całej długości przęsła

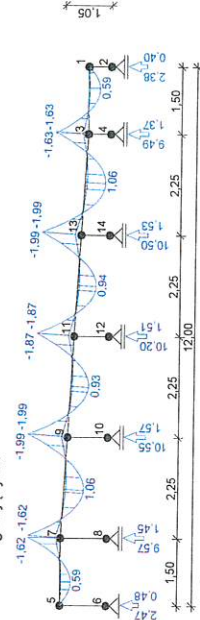
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Ciężar własny+Obc. stałe - pomost+Obc. stałe - balustrada	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
K2: Ciężar własny+Obc. stałe - pomost+Obc. stałe - balustrada+Obc. zmienne	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

WYNIKI:

Obwódnicia sił wewnętrznych

Obwódnicia momentów zginających:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_L [kN]	R_R [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
2 (A)	2,38	0,40	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
4 (B)	9,49	—	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
6 (C)	2,47	0,00	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
8 (D)	9,57	—	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
10 (E)	10,55	—	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
12 (F)	10,20	—	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
14 (G)	10,50	—	—	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4 K1: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	0,51	-2,38	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
2	0,51	0,00	-9,49	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
3	1,05	0,00	-2,47	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
4	1,05	0,00	-9,57	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
5	0,91	0,00	-10,55	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
6	0,78	0,00	-10,20	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
7	0,64	0,00	-10,50	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
8	0,51	0,59	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
9	1,50	-1,62	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
10	1,08	1,06	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
11	2,25	-1,99	-0,33	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
12	2,25	-1,62	0,31	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
13	1,13	0,93	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
14	0,00	-1,99	0,30	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
15	2,25	-1,87	-0,29	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
16	1,13	0,94	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
17	2,25	-1,99	-0,32	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
18	0,00	-1,87	0,31	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
19	1,17	1,06	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
20	0,00	-1,99	0,30	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
21	2,25	-1,63	-0,28	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
22	0,99	0,59	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
23	0,00	-1,63	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
24	1,50	0,00	0,00	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

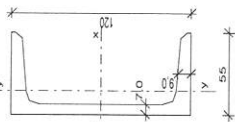
Ekstremalne przemieszczenia:

pręt	x [m]	v_L [mm]	v_R [mm]	kombinacja SGU
1	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
2	0,51	0,0	0,4	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
3	0,51	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
4	0,51	0,0	0,4	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
5	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
6	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
7	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
8	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
9	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
10	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
11	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
12	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
13	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
14	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
15	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
16	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
17	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
18	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
19	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
20	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
21	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
22	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
23	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4
24	0,00	0,0	0,3	K2: 1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+1,0-P4

7		0,00	0,0	0,3	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
8		0,00	0,3	0,0	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
		0,57	0,3	-0,1	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
9		1,08	0,3	-0,4	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
10		1,13	0,3	-0,3	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
11		1,13	0,3	-0,3	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
12		1,17	0,3	-0,4	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
13		0,00	0,3	0,0	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4
		0,93	0,3	-0,1	K2: 1,0.P1+1,0.P2+1,0.P3+1,0.P4

BELKA - POCHYLNIA GÓRNA

Ceownik zwykły C 120 (wg PN-86/H-93403)



Wymiary przekroju

h = 120 mm, b₁ = 55 mm
t_w = 7,0 mm, t_f = 9,0 mm
r = 9,0 mm, r₁ = 4,5 mm
e = 1,60 mm, a = 1,78 cm

Cechy geometryczne przekroju

A = 17,00 cm², A_{wy} = 8,400 cm², A_{yx} = 9,900 cm²
J_x = 364,0 cm⁴, J_y = 43,20 cm⁴,
W_x = 60,70 cm³, W_y = 11,10 cm³
I_x = 4,620 cm⁶, I_y = 1,590 cm⁶
J_{xy} = 925,0 cm⁴, J₁ = 4,300 cm⁴
W_{1x} = 49,70 cm³, A_G = 32,02 m²/t
A_L = 0,429 m²/mb, m = 13,40 kg/m
U/A = 252,4 m³, m = 13,40 kg/m

Stal: S13, f_y = 215 MPa, λ_p = 84,0;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

N_{RI} = 365,5 kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

N_{RIc} = 365,5 kN (Klasa: 1, γ_f = 1,000)
• wyoboczenie gięte względem osi x-x
l_{ox} = 2,25 m, λ_{ox} = 48,7, N_{cr,x} = 1455 kN, λ_{ox} = 1,15-pierw(N_{RIc}/N_{cr,x}) = 0,580 wg "c" → γ_{ox} = 0,819
γ_{ox} N_{RIc} = 299,4 kN
• wyoboczenie gięte względem osi y-y
l_{oy} = 2,25 m, λ_{oy} = 141,5, N_{cr,y} = 172,7 kN, λ_{oy} = 1,15-pierw(N_{RIc}/N_{cr,y}) = 1,685 wg "c" → γ_{oy} = 0,286
γ_{oy} N_{RIc} = 104,4 kN
• wyoboczenie gięto-skręte
l_ω = 2,25 m, N_{cr,ω} = 1079 kN, N_{cr,ω} = 163,2 kN
λ_ω = 1,15-pierw(N_{RIc}/N_{cr,ω}) = 1,721 wg "c" → γ_ω = 0,276
γ_ω N_{RIc} = 101,0 kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

M_{RIx} = 9,788 kNm (Klasa: 1, M_{RI} = 0,75 W_{1x} f_d)

M_{RIy} = 2,386 kNm (Klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju → α_{py} = 1,000)
• ustalenie współczynnika zwichrzenia
pominięto zwichrzenie elementu → φ_L = 1,000

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

V_{RI} = 104,7 kN (Klasa: 1, γ_{py} = 1,000)
V_{RIx} = 123,5 kN (Klasa: 1, γ_{px} = 1,000)

Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

V_{RI} = 6,000 kN < V_{0,y} = 0,3 · V_{RIy} = 31,42 kN → M_{RIx,V} = M_{RIx}
V_{RIx} = 0,000 kN < V_{0,x} = 0,3 · V_{RIx} = 37,04 kN → M_{RIy,V} = M_{RIy}

Obciążenie elementu

N = 0,500 kN, M_x = 2,000 kNm, V_y = 6,000 kN



Warunki nośności elementu

(57) Δ_x = 0,000; założono β_x = 1,0
(58) N / (φ_x · N_{RIc}) + β_x · M_x / M_{RIx} + Δ_x = 0,002 + 0,204 + 0,000 = 0,206 < 1
(39) N / (φ_y · N_{RIc}) = 0,005 < 1
(39) N / (φ_ω · N_{RIc}) = 0,005 < 1
(55) N / N_{RIc} + M_x / M_{RIx,V} = 0,001 + 0,204 = 0,206 < 1
(53) V_y / V_{RI} = 0,057 < 1
(56) V_y = 6,000 kN < V_{RIy} = V_{RI} · pierw(1 - (N/N_{RIc})²) = 104,7 kN (5,7%)

4. SCHODY ZEWNĘTRZNE

4.1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

OBC. STAŁE - BIEG

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm szer. 100 cm [0,640kN/m ² -1,00m]	0,64	1,30	0,83
2.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, niezbrojony, zagęszczony grub. 7,5 cm i szer. 100 cm [24,0kN/m ³ -0,075m-1,00m]	1,80	1,30	2,34
Σ :		2,44	1,30	3,17

OBC. STAŁE - SPOCZNIK

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm szer. 100 cm [0,640kN/m ² -1,00m]	0,64	1,30	0,83
Σ :		0,64	1,30	0,83

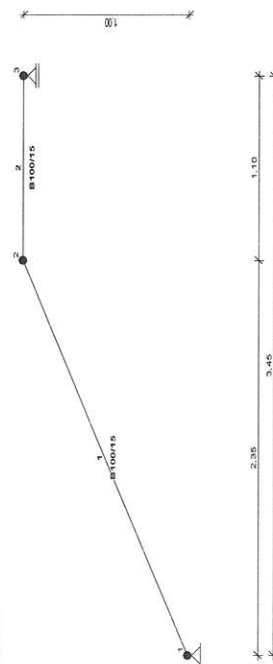
OBC. UŻYTKOWE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	Obc. obl. kN/m
1.	Obciążenie zmienne (dojścia do wejść i wyjść z dworców komunikacyjnych, zakładów rozrywkowych, hal sportowych, trybun, oraz innych pomieszczeń obciążonych stałe lub dynamicznie tłumem ludzi w sposób dynamiczny.) szer. 100 cm [5,0kN/m ² -1,00m]	5,00	1,30	6,50
Σ :		5,00	1,30	6,50

4.2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

4.2.1. OBLICZENIA STATYCZNE

SCHEMAT RAMY



nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	0,00	0,00	przegubowa	0
2	2,35	1,00	przegubowo-przesuwna	0
3	3,45	1,00	przegubowo-przesuwna	0

Pręty:

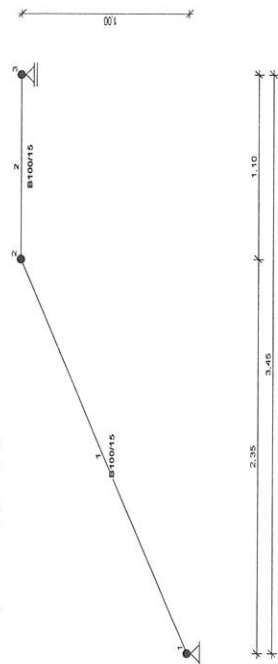
nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	B100/15	sztywne	sztywne
2	2	3	B100/15	sztywne	sztywne

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm ²]	J [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ_s [kg/m ³]
B100/15	Beton C20/25	1500,00	28125,00	15,0	0,500	30000	2400

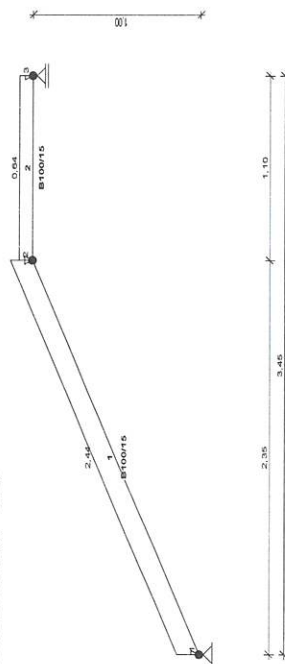
OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek P1: Ciężar własny ($\gamma_f = 1,10$)



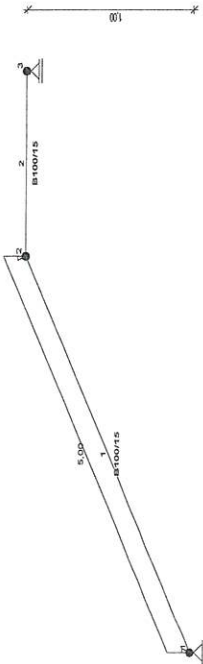
Lp	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny

Przypadek P2: Obc. stałe ($\gamma_f = 1,30$)



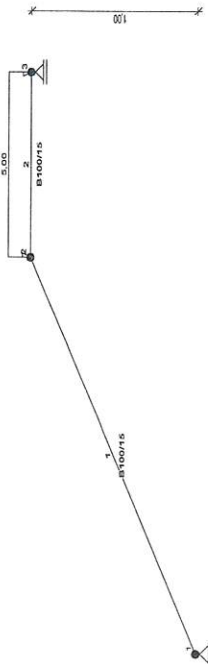
Lp	element	opis
1	pręt 1	obciążenie rozłożone $q = 2,44$ kN/m na całej długości pręta
2	pręt 2	obciążenie rozłożone $q = 0,64$ kN/m na całej długości pręta

Przypadek P3: Obc. użytkowe - bieg ($\gamma_f = 1,30$)



L.p.	element	opis
1	pręt 1	obciążenie rozłożone $q = 5,00$ kN/m na całej długości pręta

Przypadek P4: Obc. użytkowe - spoczynnik ($\gamma_f = 1,30$)



L.p.	element	opis
1	pręt 2	obciążenie rozłożone $q = 5,00$ kN/m na całej długości pręta

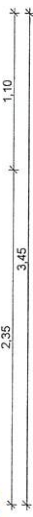
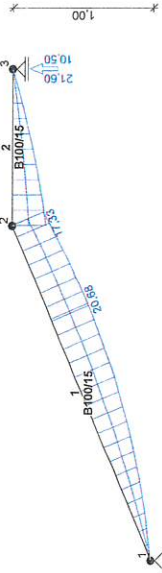
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Ciężar własny+Obc. stałe	1,0-P1+1,0-P2
K2: Ciężar własny+Obc. stałe+Obc. użytkowe - bieg	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3
K3: Ciężar własny+Obc. stałe+Obc. użytkowe - spoczynnik	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P4
K4: Ciężar własny+Obc. stałe+Obc. użytkowe - bieg+0,90-Obc. użytkowe - spoczynnik	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P3+0,90-P4
K5: Ciężar własny+Obc. stałe+Obc. użytkowe - spoczynnik+0,90-Obc. użytkowe - bieg	1,0-P1+1,0-P2+1,0-P4+0,90-P3

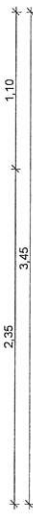
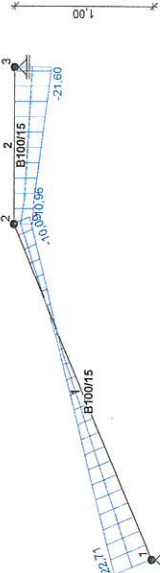
WYNIKI:

Obwódnicia sił wewnętrznych

Obwódnicia momentów zginających:



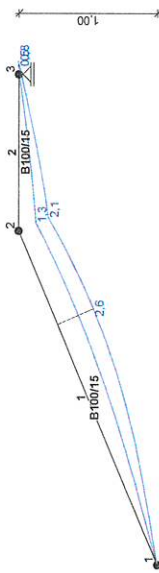
Obwódnicia sił tnących:



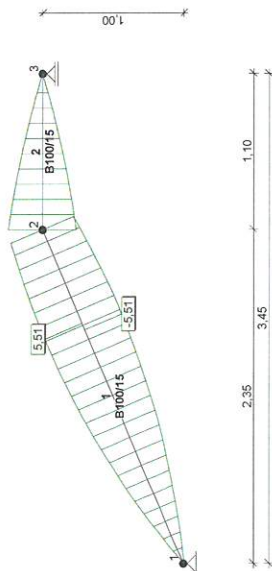
Obwódnicia sił osiowych:



Obwódnicia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R _i [kN]	R _j [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
1 (A)	24.68	0.00	--	K4: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P3+0.90 P4
3 (B)	21.60	10.50	--	K5: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P4+0.90 P3
			--	K1: 1.0 P1+1.0 P2
			--	K1: 1.0 P1+1.0 P2

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	1.84	20.68	0.10	-0.22	K4: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P3+0.90 P4
	0.00	0.00	-9.67	22.71	K4: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P3+0.90 P4
	2.55	14.91	4.28	-10.09	K2: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P3
2	0.00	17.33	0.00	-9.94	K4: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P3+0.90 P4
	1.10	0.00	0.00	-21.60	K5: 1.0 P1+1.0 P2+1.0 P4+0.90 P3

4.2.2. WYMIAROWANIE

DANE

Wymiary przekroju:

Przekrój krytyczny płyty jednokierunkowo zbrojonej

Grubość płyty $h = 15,0$ cm

Parametry betonu:

Klasa betonu: C20/25 (B25) $\rightarrow f_{cd} = 11,33$ MPa, $f_{add} = 0,85$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,08$

Otulinie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 25$ mm

Zbrojenie główne:

Klasa stali: A-III (34GS) $\rightarrow f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Srednica prętów $\phi = 10$ mm

Przyjęto rozstaw prętów 8,0 cm

Procent przekładowego zbrojenia rozciąganego doprowadzonego do podpory: 50,0%

Obciążenia (przekrój przęsłowy):

Moment obliczeniowy $M_{sd} = 21,00$ kNm

Moment charakterystyczny całkowity $M_{sk} = 16,00$ kNm

Moment charakterystyczny długotwały $M_{sk,lt} = 16,00$ kNm

Siła poprzeczna obliczeniowa $V_{sd} = 23,00$ kN

Rozpiętość efektywna płyty $l_{ef} = 3,70$ m

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1,00$

ZAŁOŻENIA

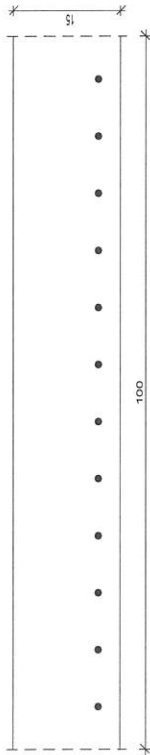
Sytuacja obliczeniowa: trwała

- element konstrukcyjny o wyjątkowym znaczeniu

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

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

WYNIKI - PLYTA (wg PN-B-03264:2002):



Zainicjowanie:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 5,37$ cm² na 1 mb płyty

Przyjęto $\phi 10$ co 8,0 cm o $A_s = 9,82$ cm² ($\rho = 0,82\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 21,00$ kNm $<$ $M_{Rd} = 36,02$ kNm (58,3%)

Ścinanie:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 23,00$ kN $<$ $V_{Rd1} = 72,05$ kN (31,9%)

SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,097$ mm $<$ $w_{lim} = 0,3$ mm (32,3%)

Ugięcie od $M_{sk,lt}$: $a(M_{sk,lt}) = 17,31$ mm $<$ $a_{lim} = 3700/200 = 18,50$ mm (93,5%)

STAROSTWO POWIATOWE
w Raciborzu
Plac Stefana Okrzei 4
47-400 RACIBÓRZ

ARCHITEKT

Bernard Łopacz

upr. budowlana 171/91/Op

w spec. architektonicznej

Projekt – część budowlana
ZESTAWIENIE STALI

WYKAZ STALI ZBROJENIOWEJ - FUNDAMENTY /POCHYLNIA/									
Lp.	Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [m]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]				
					AI (St3S)		AIII (34GS)		
					Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Ø20
STOPY FUNDAMENTOWE SF-1									
1	1	12	0,30	144			43,2		
2	2	12	1,00	96			96,0		
3	3	12	0,70	5			3,5		
4	4	12	0,45	23			10,4		
5	5	12	0,55	5			2,8		
6	6	6	0,90	168	151				
ŚREDNICE					Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Ø20
STOPY SF-1					151	0	156	0	0
Dł. Całkowita wg średnic [m]					151	0	156	0	0
Masa 1 mb pręta [kg]					0,222	0,395	0,888	1,580	2,470
Masa prętów wg średnic [kg]					34	0	138	0	0
Masa prętów wg gat. Stali [kg]					34		138		
Masa całkowita [t]					0,17				

WYKAZ STALI ZBROJENIOWEJ - FUNDAMENTY /KOTŁOWNIA/									
Lp.	Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [m]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]				
					AI (St3S)		AIII (34GS)		
					Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Ø20
ŁAWA FUNDAMENTOWA POZ. 2.									
1	1	12	3,60	4			14,4		
2	2	6	1,00	15	15				
STOPA FUNDAMENTOWA SF-2.									
3	1	12	0,40	5			2,0		
4	2	12	0,60	4			2,4		
ŚREDNICE					Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Ø20
ŁAWA POZ. 2					15	0	14	0	0
STOPA SF-2					0	0	4	0	0
Dł. Całkowita wg średnic [m]					15	0	19	0	0
Masa 1 mb pręta [kg]					0,222	0,395	0,888	1,580	2,470
Masa prętów wg średnic [kg]					3	0	17	0	0
Masa prętów wg gat. Stali [kg]					3		17		
Masa całkowita [t]					0,02				

WYKAZ STALI ZBROJENIOWEJ - SCHODY ZEWNĘTRZNE									
Lp.	Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [m]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]				
					AI (St3S)		AIII (34GS)		
					Ø6	Ø8	Ø8	Ø10	Ø12
SCHODY ŻELBETOWE									
1	1	10	4,83	20				96,6	
2	2	10	3,89	19				73,9	
3	3	10	1,90	39				74,1	
4	4	10	1,52	20				30,4	
5	5	10	1,62	20				32,4	
6	6	10	2,04	19				38,8	
7	7	8	3,10	36			111,6		
8	8	12	3,10	12					37,2
9	9	6	0,90	14	13				
10	10	6	1,10	28	31				
ŚREDNICE					Ø6	Ø8	Ø8	Ø10	Ø12
SCHODY ŻELBETOWE					43	0	112	346	37
Dł. Całkowita wg średnic [m]					43	0	112	346	37
Masa 1 mb pręta [kg]					0,222	0,395	0,395	0,617	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]					10	0	44	214	33
Masa prętów wg gat. Stali [kg]					10		291		
Masa całkowita [t]					0,30				

WYKAZ STALI KSZTAŁTOWEJ - BELKI STALOWE								
Lp.	Element	Profil	Długość [mm]	Wysokość [mm]	Ilość [szt.]	Ciężar [kg / mb]	Ciężar elementu [kg]	Klasa stali wg PN-EN
1	PS-1.1.	IPE 300	3700	300	2	42,2	312,3	S235 (St3S)
IPE 300							312,3	kg
SUMA:							0,31	t

WYKAZ STALI KSZTAŁTOWEJ - POCHYLNIA								
Lp.	Element	Profil	Długość [mm]	Wysokość [mm]	Ilość [szt.]	Ciężar [kg / mb]	Ciężar elementu [kg]	Klasa stali wg PN-EN
1	Słup	C 120	90	120	2	13,40	2,4	S235 (St3S)
2	Słup	C 120	210	120	2	13,40	5,6	S235 (St3S)
3	Słup	C 120	340	120	2	13,40	9,1	S235 (St3S)
4	Słup	C 120	460	120	4	13,40	24,7	S235 (St3S)
5	Słup	C 120	340	120	2	13,40	9,1	S235 (St3S)
6	Słup	C 120	600	120	2	13,40	16,1	S235 (St3S)
7	Słup	C 120	730	120	2	13,40	19,6	S235 (St3S)
8	Słup	C 120	870	120	2	13,40	23,3	S235 (St3S)
9	Słup	C 120	1000	120	4	13,40	53,6	S235 (St3S)
10	Belka	C 120	8520	120	2	13,40	228,3	S235 (St3S)
11	Belka	C 120	1560	120	2	13,40	41,8	S235 (St3S)
12	Belka	C 120	2600	120	1	13,40	34,8	S235 (St3S)
13	Belka	C 120	1610	120	1	13,40	21,6	S235 (St3S)
14	Belka	C 120	1320	120	2	13,40	35,4	S235 (St3S)
15	Belka	C 120	200	120	1	13,40	2,7	S235 (St3S)
16	Belka	C 120	8970	120	2	13,40	240,4	S235 (St3S)
17	Belka	C 120	1500	120	2	13,40	40,2	S235 (St3S)
18	Belka	C 120	1200	120	2	13,40	32,2	S235 (St3S)
19	Stężenie	RK 40x40x4	1310	40	26	4,39	149,5	S235 (St3S)
20	Stężenie	RK 40x40x4	1320	40	4	4,39	23,2	S235 (St3S)
21	Słup	RO 48,3x3,2	820	48,3	50	3,56	146,0	S235 (St3S)
22	Poręcz	RO 48,3x3,2	8820	48,3	4	3,56	125,6	S235 (St3S)
23	Poręcz	RO 48,3x3,2	1500	48,3	8	3,56	42,7	S235 (St3S)
24	Poręcz	RO 48,3x3,2	2600	48,3	2	3,56	18,5	S235 (St3S)
25	Poręcz	RO 48,3x3,2	500	48,3	2	3,56	3,6	S235 (St3S)
26	Poręcz	RO 48,3x3,2	9020	48,3	8	3,56	256,9	S235 (St3S)
27	Poręcz	RO 48,3x3,2	1800	48,3	4	3,56	25,6	S235 (St3S)
C 120							840,9	kg
RK 40x40x4							172,7	kg
RO 48,3x3,2							618,9	kg
SUMA:							1,63	t

WYKAZ STALI KSZTAŁTOWEJ - BLACHY								
Lp.	Element	Szerokość [mm]	Długość [mm]	Grubość [mm]	Ilość [szt.]	Ciężar [kg / m ³]	Ciężar elementu [kg]	Klasa stali wg PN-EN
1	BI-1.1.	71	279	10	12	7850	18,7	S235 (St3S)
2	BI-1.3.	100	250	10	4	7850	7,9	S235 (St3S)
Blacha gr. 10mm							26,5	kg
SUMA:							0,027	t