

Raport obliczeniowy - uzupełnienie

Projekt Wykonawczy konstrukcji naprawy i dokończenia budowy stropodachu oraz naprawy wspornikowej części budynku przy klatce schodowej wynikające z przeprowadzonych obliczeń dla zadania inwestycyjnego budowy Centrum Administracyjnego w Ciechanowie

Lokalizacja:

Działka nr ewid. 257/1, 257/2, 257/3,
257/4, 257/5, 257/6, 257/7 m. Ciechanów
obręb 0010 Śródmieście,
jedn. ewid. 140201_1 Ciechanów
ul. 17 stycznia, 06-400 Ciechanów

Inwestor:

Powiat Ciechanowski z siedzibą w
Ciechanowie,
ul. 17 stycznia, 06-400 Ciechanów

Zawartość

1. Obciążenia.....	3
2. Słup HEB240.....	5
2.1. Obliczenia statyczne.....	5
2.2. Wymiarowanie.....	11

3. Belka BZ-1A Belka 58x110 (część konstrukcyjna h=58cm).....	14
3.1. Obliczenia statyczne.....	14
3.2. SGN – zbrojenie dołem.....	26
Zginanie – Belka BZ-1.....	27
3.3. SGN – zbrojenie górą.....	27
Zginanie – Belka BZ-1.....	27
3.4. SGN – ścinanie.....	28
Ścinanie – Belka BZ-1.....	28
4. Belka BZ-2A Belka 18x110	29
4.1. Obliczenia statyczne.....	29
4.2. SGN – zbrojenie dołem.....	33
Zginanie - Belka BZ-2.....	33
4.3. SGN – zbrojenie górą.....	33
Zginanie - Belka BZ-2.....	33
Ścinanie - Belka BZ-2.....	34
5. Belka BZ-3 Belka 18x110	35
5.1. Obliczenia statyczne.....	35
5.2. SGN – zbrojenie dołem.....	39
Zginanie - Belka BZ-3.....	40
5.3. SGN – zbrojenie górą.....	40
Zginanie - Belka BZ-3.....	40
5.4. SGN – ścinanie.....	41
Ścinanie - Belka BZ-3.....	41
6. Belka BZ-4 Belka 68x50 (szerokość konstrukcyjna 40cm na szerokość słupa)	42
6.1. Obliczenia statyczne.....	42
6.2. SGN – zbrojenie dołem.....	50
Zginanie - belka BZ-4.....	51
6.3. SGN – zbrojenie górą.....	51
Zginanie - belka BZ-4.....	51
6.4. SGN – ścinanie.....	52
Ścinanie - belka BZ-4.....	52


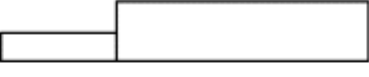
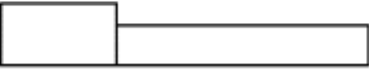
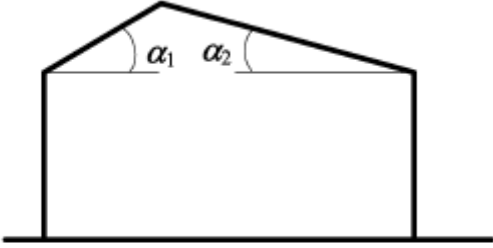
1. Obciążenia

Obciążenie stałe - stropodach

Lp.	Warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obc.char. [kN/m ²]	Współ. obc. [-]	Obc. Obl. [kN/m ²]
1	papa termozgrzewalna w.k. 5,2mm	-	-	0,060	1,35	0,081
2	papa termozgrzewalna podk. 4mm	-	-	0,040	1,35	0,054
3	Beton zwykły 5cm	0,05	24,00	1,200	1,35	1,620
4	Wełna w płytach twardych	-	-	0,400	1,35	0,540
5	Płyta żelbetowa gr.20cm/płyta kanałowa HC500	-	-	(5,00/6,13)	-	-
6	Sufit gk 2x12,5mm z podkonstrukcją	-	-	0,280	1,35	0,378
Σg_{k,d}=				1,98	1,35	2,67

Obciążenie zmienne - stropodach

Lp.	Warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obc.char. [kN/m ²]	Współ. obc. [-]	Obc. Obl. [kN/m ²]
1	Kategoria H	-	-	0,400	1,5	0,600
2	Technologiczne	-	-	6,000	1,5	9,000

SNIEG					
Dach dwuspadowy - budynek istniejący					
Przypadek					
(i)	$\mu_1(\alpha_1)$		$\mu_1(\alpha_2)$		
(ii)	$0,5\mu_1(\alpha_1)$		$\mu_1(\alpha_2)$		
(iii)	$\mu_1(\alpha_1)$		$0,5\mu_1(\alpha_2)$		
					
Rysunek 5.3: Współczynniki kształtu dachu – dachy dwupołaciowe					

Strefa 2

$\alpha_1=\alpha_2=$	0,0	[°]
$s_k=$	0,9	kN/m ²
$C_e=$	1,00	[-]
$C_t=$	1,00	[-]
$\mu_1=$	0,80	[-]

Lp.	Warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obc.char. [kN/m ²]	Współ. obc. [-]	Obc. Obl. [kN/m ²]
1	$s_1 = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k$	-	-	0,72	1,5	1,08
2	$s_2 = 0,5 \times \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k$	-	-	0,36	1,5	0,54

2. Słup HEB240

2.1.Obliczenia statyczne

NAZWA: Słup HEB240

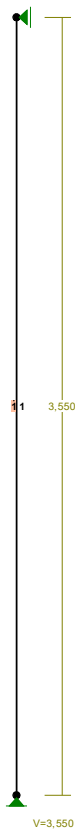
WĘZŁY :



PRĘTY :



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	3,550	3,550	1,000	1 I 240 HEB

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	106,0	11260	3920	938	938	24,0	2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[kN/mm ²]	[N/mm ²]	[1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,35$	
1	Skupione	0,0	319,690		3,55	
Grupa: B	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	0,0	112,300		3,55	

=====

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

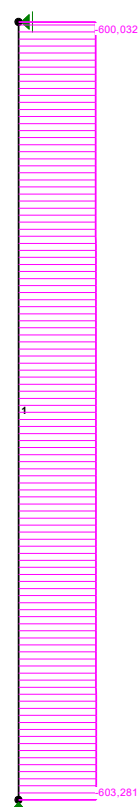
Teoria I-go rzędu

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1 1,00	1,35
B - ""	Zmienne	1 1,00	1,50

NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	-0,000	-603,281
	1,00	3,550	-0,000	-0,000	-600,032

* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

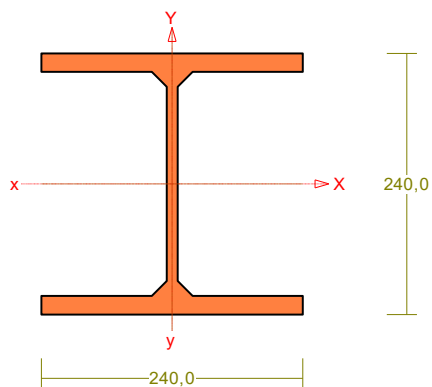
Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00000 (-0,000)
2	0,00000	-0,00098	0,00098	-0,00000 (-0,000)

2.2.Wymiarowanie

Pręt nr 1

Zadanie: Słup HEB240

Przekrój: I 240 HEB



Wymiary przekroju:

I 240 HEB $h=240,0$ $g=10,0$ $s=240,0$ $t=17,0$ $r=21,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=11260,0$ $J_{yg}=3920,0$ $A=106,00$ $i_x=10,3$ $i_y=6,1$ $J_w=486946,4$ $J_t=103,2$ $i_s=12,0$.Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość $f_d=205$ MPa dla $g=17,0$.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,550$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$$N = -603,281 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -56,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -56,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,550$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -56,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -56,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = -56,9 \quad \Delta\sigma = 0,0 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 56,9 / 1,000 + 0,0 = 56,9 < 205 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,550$.

Siała osiowa: $N = -603,281 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 106,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 106,00 \times 205 \times 10^{-1} = 2173,000 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 603,281 < 2173,000 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,550$$

$$l_w = 1,000 \times 3,550 = 3,550 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,550$$

$$l_w = 1,000 \times 3,550 = 3,550 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 3,550 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 3,550 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 11260,0}{3,550^2} 10^{-2} = 18077,372 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3920,0}{3,550^2} 10^{-2} = 6293,366 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 E J_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + G J_T \right) =$$

$$\frac{1}{12,0^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 486946,4}{3,550^2} 10^{-2} + 80 \times 103,2 \times 10^2 \right) = 11226,818 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,550$:

$$N_{RC} = A f_d = 106,0 \times 205 \times 10^{-1} = 2173,000 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

- dla N_x	$\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{2173,000 / 18077,372} = 0,399$	$\Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,968$
- dla N_y	$\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{2173,000 / 6293,366} = 0,676$	$\Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,760$
- dla N_z	$\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{2173,000 / 11226,818} = 0,506$	$\Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,862$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,760$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{603,281}{0,760 \times 2173,000} = 0,365 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,550$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 56,9 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 56,9 / 205 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 290,0 \times 10,0 \times 1,000 \times 205 \times 10^{-3} = 594,500 \text{ kN}$$

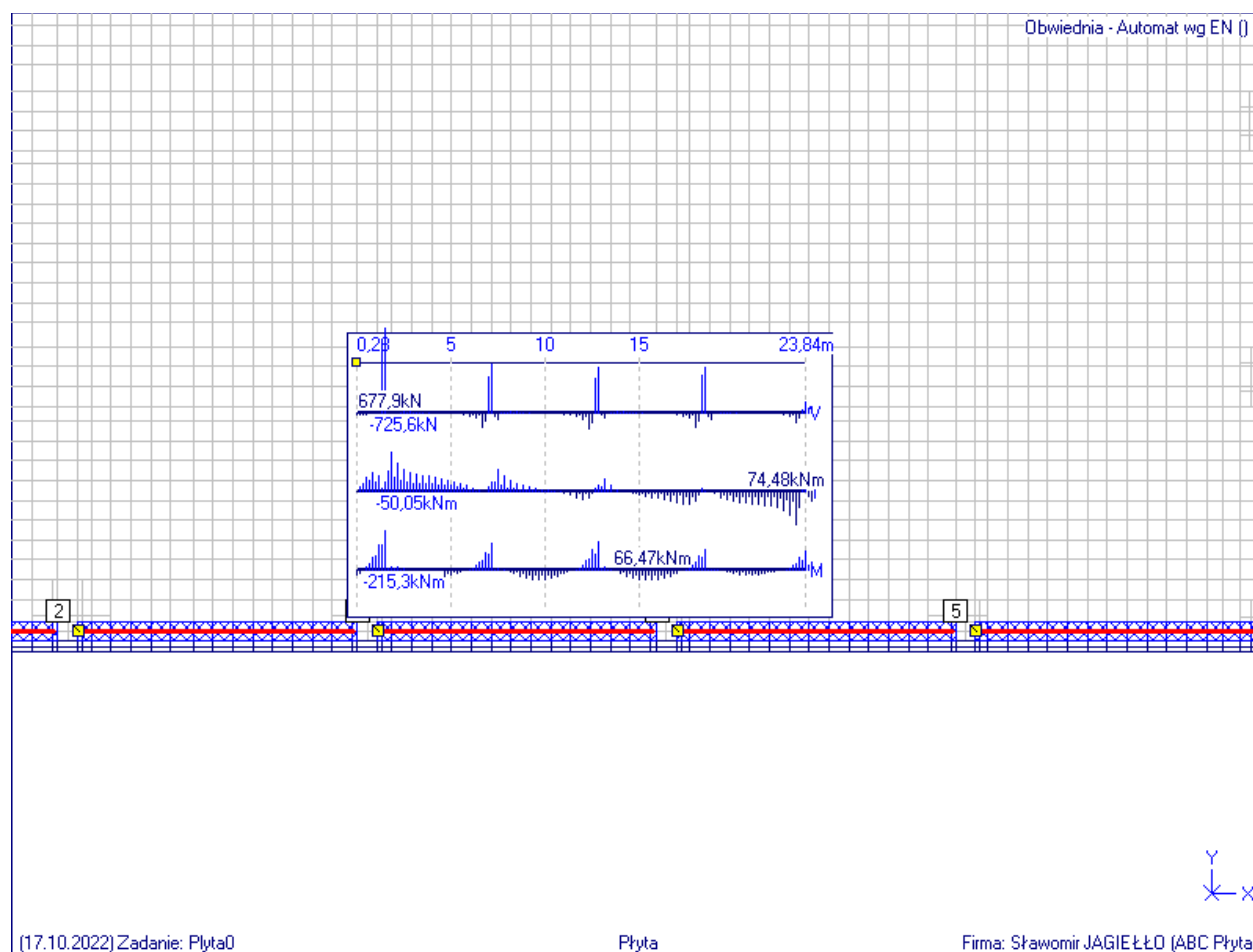
Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 594,500 = P_{R,W}$$

3. Belka BZ-1A Belka 58x110 (część konstrukcyjna $h=58\text{cm}$)

3.1. Obliczenia statyczne

Część belki o szerokości słupa 40cm



Lista sił wewnętrznych (Max/Min) (obl.)

L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,2842	65,45	-0,07915	39,39
0,7675	70,9	-25,08	-23,2
1,181	218	-26,72	-75,67
1,44	677,9	-12,99	-120,1
1,53	-446,3	-11,31	-135,6
1,669	-204,7	-22,29	-95,8
1,963	-92,23	-26,69	-58,47
2,361	-60,7	-25,55	-28,11
2,759	-40,56	-22,77	-6,256
3,158	-28,86	-20,58	17,86

3,581	-18,24	-19,05	34,9
4,004	-9,46	-17,96	45,54
4,403	-1,763	-17,08	49,02
4,801	11,71	-16,14	46,77
5,199	26,24	-14,85	38,43
5,598	43	-12,86	23,27
5,996	64,12	-9,825	-0,1129
6,394	99,47	-4,011	-20,54
6,788	181,8	1,98	-52,26
7,037	512,7	1,935	-88,22
7,146	-302,8	-6,695	-92,64
7,296	-153,3	-12,53	-61,48
7,589	-82,43	-14,34	-31,51
7,988	-49,09	-11,87	-4,946
8,386	-34,07	-9,188	21,54
8,784	-22,95	-7,139	42,51
9,183	-13,74	-5,728	56,05
9,581	-5,411	-4,717	63,13
9,979	4,37	-3,857	64,18
10,38	18,34	-2,716	59,27
10,78	33,5	0,8978	48,06
11,17	51,18	5,472	29,8
11,57	74,12	11,28	2,964
11,97	112,4	17,6	-21,08
12,37	195	19,93	-55,89
12,63	555	10,94	-99,35
12,75	-299,6	-3,644	-100,7

12,89	-168,5	-6,629	-70,04
13,17	-91,64	-6,69	-40,13
13,56	-52,66	-2,927	-10,67
13,96	-37,23	0,6207	15,06
14,36	-25,73	3,784	38,45
14,76	-16,35	7,472	54,12
15,16	-8,047	10,68	63,26
15,56	-0,2573	13,39	66,47
15,95	12,4	15,98	64,01
16,35	26,28	18,77	55,76
16,75	42,11	22,04	41,21
17,15	63,15	25,84	19,13
17,55	92,59	28,95	-8,523
17,97	160	28,33	-39,66
18,25	515,8	14,08	-81,2
18,34	-251,8	0,354	-78,79
18,47	-141,8	0,8359	-55,95
18,74	-74,79	3,048	-32,43
19,14	-38,9	10,13	-8,85
19,54	-26,78	16,15	9,37
19,94	-17,28	20,52	25,28
20,34	-9,603	23,47	34,85
20,73	-2,909	25,52	39,13
21,13	6,339	27,15	38,71
21,53	16,22	28,82	33,97
21,93	26,52	31,07	24,79
22,33	38,64	34,61	10,55

22,73 61,75 40,49 -5,161

23,1 107,8 51,07 -22,6

23,43 257,8 74,48 -54,59

23,7 -140,3 -26,45 -67,94

23,84 -126,1 -8,14 -52,86

Minimum

L[m] V[kN] T[kNm] M[kNm]

0,2842 53,17 -11,13 25,39

0,7675 44,54 -41,98 -47,27

1,181 142,4 -41,57 -125,1

1,44 428,4 -19,95 -192,6

1,53 -725,6 -20,8 -215,3

1,669 -329,6 -41,17 -151

1,963 -149,9 -50,05 -90,54

2,361 -99,42 -48,42 -41,87

2,759 -66,25 -43,32 -8,069

3,158 -47,11 -38,75 8,025

3,581 -29,31 -35,03 18,66

4,004 -14,63 -31,92 25,32

4,403 -2,078 -29,09 27,72

4,801 6,253 -26,13 26,68

5,199 14,85 -22,88 22,02

5,598 24,67 -18,69 13,31

5,996 36,94 -12,89 -0,3001

6,394 56,86 -6,629 -35,02

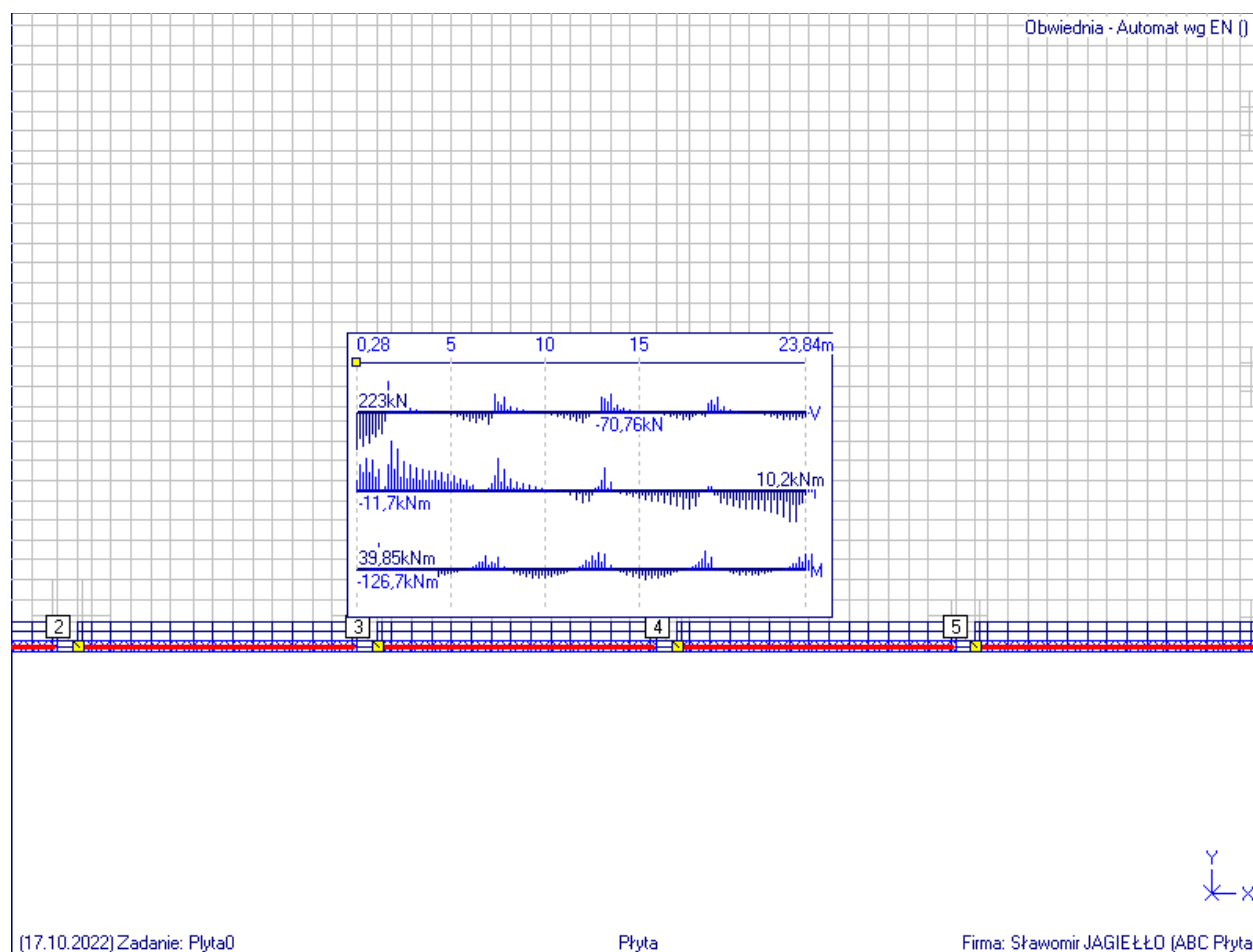
6,788 105,4 -2,047 -89,14

7,037 295 -0,3286 -152,8

7,146	-527,8	-13,76	-159,9
7,296	-263,6	-25,94	-105,6
7,589	-141,6	-30,27	-53,86
7,988	-84,59	-25,84	-8,735
8,386	-58,44	-20,36	12,81
8,784	-39,33	-15,64	25,11
9,183	-23,55	-11,86	33,04
9,581	-9,32	-8,703	37,17
9,979	2,602	-5,886	37,77
10,38	10,78	-3,417	34,87
10,78	19,64	-1,887	28,28
11,17	29,94	0,3246	17,53
11,57	43,22	3,117	1,742
11,97	64,94	6,529	-35,92
12,37	113,8	8,315	-94,86
12,63	321,7	4,734	-171,1
12,75	-518,8	-8,078	-172,6
12,89	-288,4	-14,75	-119,7
13,17	-157,3	-15,75	-68,19
13,56	-90,54	-8,996	-18,11
13,96	-63,83	-2,149	8,787
14,36	-44,12	3,025	22,49
14,76	-28,11	4,646	31,64
15,16	-13,98	5,697	36,95
15,56	-0,7336	6,455	38,77
15,95	7,48	7,157	37,23
16,35	15,66	8,021	32,26

16,75	24,97	9,244	23,56
17,15	37,21	10,96	10,38
17,55	53,73	12,64	-12,93
17,97	94,49	12,83	-64,29
18,25	305,9	6,474	-136,9
18,34	-421,7	0,03372	-130,8
18,47	-236,1	0,3211	-92,57
18,74	-125	2,29	-53,44
19,14	-64,33	6,255	-14,51
19,54	-43,9	9,224	5,716
19,94	-27,95	11,09	15,5
20,34	-15,13	12,07	21,48
20,73	-4,11	12,48	24,29
21,13	3,223	12,63	24,28
21,53	9,157	12,81	21,59
21,93	15,33	13,34	16,18
22,33	22,52	14,65	7,691
22,73	35,73	17,39	-12,17
23,1	61,12	22,99	-42,19
23,43	142,7	36,03	-98,72
23,7	-283,2	-44,69	-120,7
23,84	-228,6	-14,74	-90,75

Część belki obwodowa o szerokości 18cm



Lista sił wewnętrznych (Max/Min) (obl.)

	L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,2842	223	-4,053	39,85	
0,7675	194	-7,094	-6,123	
1,181	179,1	-5,138	-45,97	
1,44	96,73	-4,345	-80,54	
1,53	117,1	-2,246	-36,17	
1,669	8,905	-4,537	-39,58	
1,963	-38,01	-5,83	-31,6	
2,361	-35,68	-5,246	-16,82	
2,759	-28	-4,671	-5,219	
3,158	-20,32	-4,257	7,317	

3,581	-13,69	-4,037	17,5
4,004	-6,747	-3,858	23,25
4,403	-0,6986	-3,744	25,23
4,801	9,255	-3,616	23,79
5,199	20,13	-3,416	18,71
5,598	32,76	-3,07	9,555
5,996	47,74	-2,47	-2,386
6,394	63,09	-1,282	-14,21
6,788	65,54	0,9987	-30,26
7,037	1,19	-0,403	-39,15
7,146	51,25	-1,066	-27,67
7,296	-13,87	-2,669	-27,66
7,589	-37,34	-3,056	-17,96
7,988	-32,33	-2,299	-4,449
8,386	-24,22	-1,727	8,77
8,784	-16,6	-1,358	20,82
9,183	-9,93	-1,131	28,72
9,581	-3,881	-0,9872	32,85
9,979	3,22	-0,8741	33,46
10,38	13,29	-0,7422	30,56
10,78	24,21	-0,1156	23,97
11,17	36,55	0,7434	13,27
11,57	50,39	1,895	-0,9639
11,97	62,47	3,342	-13,52
12,37	60,07	4,651	-29,91
12,63	-13,76	1,696	-35,33
12,75	29,53	-0,4478	-37,2

12,89	-18,5	-1,606	-35,71
13,17	-43,88	-1,479	-23,74
13,56	-37,15	-0,3236	-8,322
13,96	-27,6	0,5257	4,567
14,36	-19,17	1,241	18,26
14,76	-12,12	1,914	27,55
15,16	-5,995	2,485	32,97
15,56	-0,3404	2,956	34,91
15,95	8,456	3,404	33,54
16,35	18,03	3,897	28,81
16,75	28,16	4,489	20,54
17,15	38,48	5,187	8,379
17,55	46,01	5,825	-5,244
17,97	48,35	6,078	-19,64
18,25	-19,46	2,69	-20,49
18,34	0,9842	0,6635	-33
18,47	-19,31	-0,1119	-31,42
18,74	-38,18	0,5159	-20,02
19,14	-30,68	2,576	-7,238
19,54	-21,53	3,951	2,164
19,94	-13,96	4,794	11,92
20,34	-7,866	5,319	17,86
20,73	-2,68	5,659	20,63
21,13	4,118	5,915	20,58
21,53	12,21	6,182	17,81
21,93	21,37	6,585	12,19
22,33	32,6	7,316	3,56

22,73 46,1 8,638 -5,049

23,1 52,22 10,2 -16,1

23,43 48,5 9,419 -29,66

23,7 36,02 3,306 -34,68

23,84 15,95 -0,4845 -36,49

Minimum

L[m] V[kN] T[kNm] M[kNm]

0,2842 161,6 -8,913 33,84

0,7675 134,2 -11,7 -20,11

1,181 122 -7,917 -76,47

1,44 71,58 -6,695 -126,7

1,53 64,4 -4,106 -52,82

1,669 -0,1465 -8,298 -59,52

1,963 -57,53 -10,88 -48,44

2,361 -55,64 -10,04 -25,3

2,759 -44,23 -8,99 -6,924

3,158 -32,21 -8,089 3,347

3,581 -21,7 -7,464 9,661

4,004 -10,52 -6,883 13,39

4,403 -1,035 -6,386 14,75

4,801 5,086 -5,866 14,05

5,199 11,63 -5,286 11,19

5,598 19,3 -4,511 5,866

5,996 28,62 -3,346 -4,432

6,394 38,82 -1,726 -24,18

6,788 42,12 -0,01389 -50,45

7,037 -10,35 -0,6474 -62,23

7,146	21,56	-2,276	-43,25
7,296	-16,68	-5,486	-44,89
7,589	-59,17	-6,47	-30,38
7,988	-53,03	-5,159	-8,118
8,386	-40,4	-3,984	5,619
8,784	-27,94	-3,081	12,81
9,183	-16,81	-2,39	17,47
9,581	-6,614	-1,828	19,9
9,979	1,932	-1,337	20,24
10,38	7,893	-0,8937	18,52
10,78	14,4	-0,6344	14,62
11,17	21,88	-0,2401	8,265
11,57	30,55	0,3347	-2,168
11,97	38,89	1,129	-22,92
12,37	39,18	2,035	-49,55
12,63	-36,67	0,6194	-55,28
12,75	10,4	-1,111	-59,97
12,89	-25,39	-3,458	-58,89
13,17	-70,76	-3,462	-40,17
13,56	-61,46	-1,439	-14,57
13,96	-46,29	0,08449	3,02
14,36	-32,42	0,9113	11,18
14,76	-20,66	1,18	16,63
15,16	-10,36	1,332	19,79
15,56	-0,8455	1,425	20,89
15,95	5,217	1,506	20,02
16,35	11,01	1,622	17,14

16,75	17,29	1,813	12,12
17,15	24,07	2,105	4,68
17,55	29,73	2,461	-7,793
17,97	32,79	2,816	-30,63
18,25	-45,52	1,124	-28,55
18,34	-3,622	0,429	-53,15
18,47	-28,03	-0,3954	-51,32
18,74	-60,62	0,41	-33,22
19,14	-49,45	1,594	-12,52
19,54	-34,84	2,276	1,679
19,94	-22,47	2,615	7,741
20,34	-12,45	2,753	11,46
20,73	-3,96	2,778	13,24
21,13	2,1	2,75	13,31
21,53	6,958	2,728	11,72
21,93	12,46	2,787	8,393
22,33	19,25	3,041	2,533
22,73	27,57	3,654	-11,14
23,1	32,51	4,472	-29,73
23,43	32,3	4,199	-52,09
23,7	26,75	1,233	-56,97
23,84	11,25	-0,6896	-57,65

3.2.SGN – zbrojenie dołem

Zginanie – Belka BZ-1

h: 580 [mm]

d: 533 [mm]

 M_y : 101.38 [kNm] f_{cd} : 17.9 [MPa] f_{yk} : 500 [MPa]A: 3364 [cm²] μ : 0.034 [-] ξ_{ef} : 0.035 [-] A_{smin} : 4.18 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

 $A_{s1} = 4.45$ [cm²] **$A_{s2} = 0.00$ [cm²]**

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

4#16mm $A_{s1} = 8,04$ cm²**3.3.SGN – zbrojenie górą****Zginanie – Belka BZ-1**

h: 580 [mm]

d: 533 [mm]

M_y : 319.3 [kNm]

f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

A: 3364 [cm²]

μ : 0.108 [-]

ξ_{ef} : 0.115 [-]

A_{smin} : 4.18 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

$A_{s1} = 14.62$ [cm²]

$A_{s2} = 0.00$ [cm²]

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

6#20mm $A_{s1} = 18,85$ cm²

3.4.SGN – ścinanie

Ścinanie – Belka BZ-1

b: 580 [mm]

d: 533 [mm]

ctg Θ : 1.00 [-]

$$f_{cd}: 17.9 \text{ [MPa]}$$

$$f_{yk}: 500 \text{ [MPa]}$$

$V_{Ed} > V_{Rdc}$ | Zbrojenie na ścinanie jest potrzebne!

$$V_{Ed} = 749.48 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rdc} = 119.63 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rdmax} = 1\,245.06 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rds} = 818.62 \text{ [kN]}$$

$$s = 8 \text{ [cm]}$$

Stopień zbrojenia strzemionami $\rho_w = 0.0068$.

Minimalny stopień zbrojenia strzemionami $\rho_{w,min} = 0.0008$.

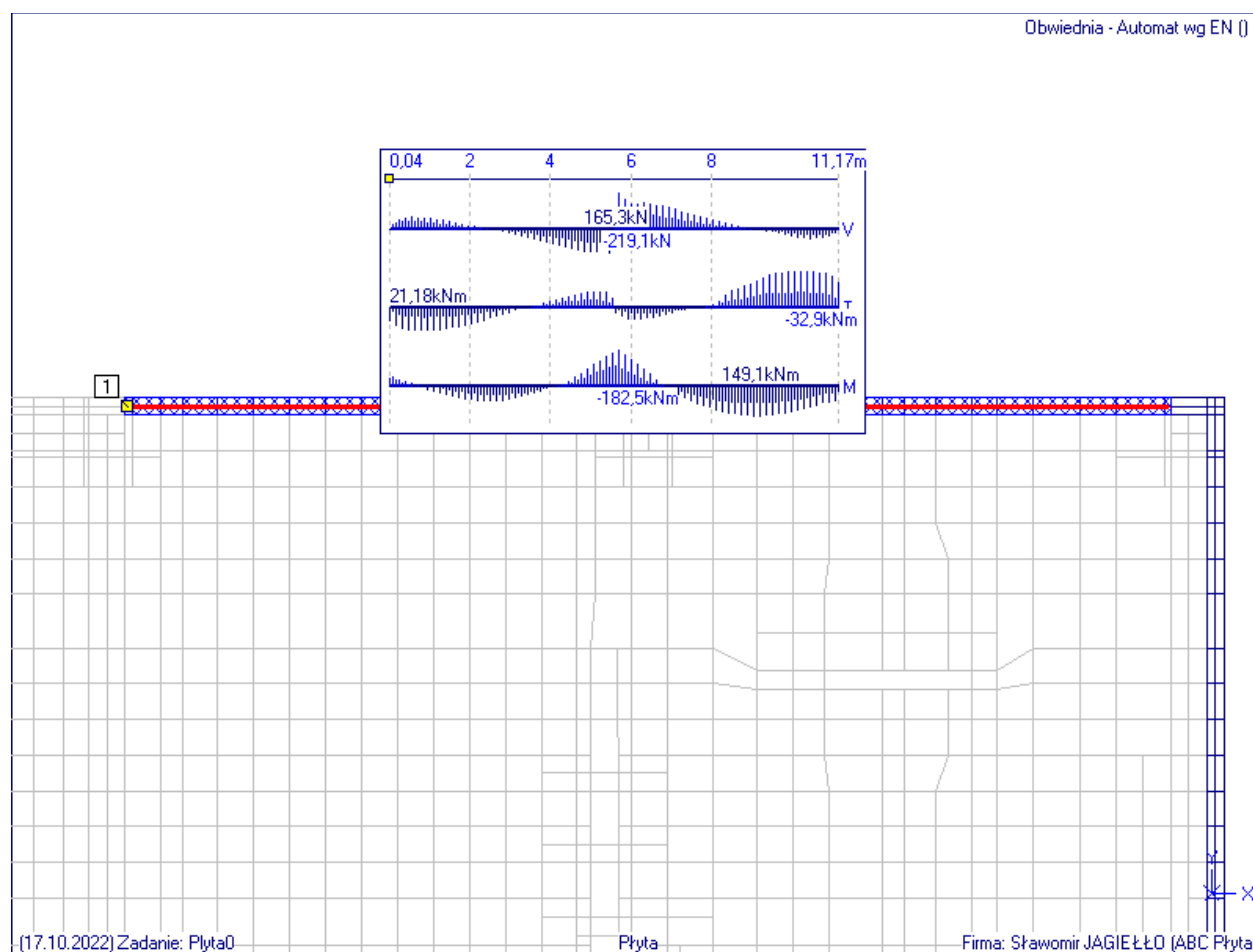
Przyjęto strzemiona $\Phi 10$, 4-cięte w rozstawie 8 cm!

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

4. Belka BZ-2A Belka 18x110

4.1. Obliczenia statyczne



Lista sił wewnętrznych (Max/Min) (obl.)

L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,03959-7,806	11,86	-42,07	
0,2388	-51,36	17,9	-32,2
0,5175	-54,39	20,43	-12,23
0,8359	-50,31	21,18	11,24
1,234	-41,29	20,27	37,8
1,633	-30,11	18,21	58,41
2,031	-17,79	15,15	71,65
2,429	-2,41	11,3	76,71
2,828	19,95	6,849	73,07
3,226	42,98	2,016	60,36

3,624	66,46	-2,241	38,8
4,023	90,27	-4,469	8,873
4,421	114	-6,377	-15,66
4,819	135,3	-7,669	-44,22
5,118	143,4	-8,088	-67,89
5,376	128,6	-7,335	-88,55
5,576	165,3	-3,281	-101,4
5,642	-127,6	5,15	-103,5
5,896	-94,59	10,7	-82,65
6,368	-93,97	10,37	-38,05
6,811	-78,86	7,761	0,6336
7,209	-64,41	3,059	44,51
7,708	-45,27	0,4429	91,52
8,131	-28,31	-2,727	120,7
8,429	-21,31	-6,823	135
8,803	-7,618	-9,016	145,9
9,136	3,816	-11,55	149,1
9,469	18,27	-13,72	146,2
9,933	43,26	-14,37	132,1
10,4	62,41	-14,47	108,7
10,86	52,1	-13,73	81,77
11,17	12,81	-8,767	76,96

Minimum

	L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,03959		-38,62	4,142	-49,86
0,2388	-69,32	7,301	-39,27	
0,5175	-79,54	8,584	-21,68	

0,8359	-75,23	8,991	-2,391
1,234	-62,2	8,577	16,16
1,633	-44,8	7,623	30,3
2,031	-25,1	6,209	39,77
2,429	-5,6	4,42	44,19
2,828	8,743	2,345	43,31
3,226	22,57	0,08368	36,99
3,624	36,64	-3,121	25,09
4,023	50,89	-7,657	6,929
4,421	65,15	-11,7	-33,92
4,819	78,21	-14,46	-83,58
5,118	84,05	-15,59	-124,3
5,376	78,26	-14,39	-158,7
5,576	98,61	-6,574	-178,9
5,642	-219,1	2,566	-182,5
5,896	-157,8	5,483	-148,7
6,368	-162	5,392	-72,91
6,811	-137,3	4,202	-6,14
7,209	-113,2	1,996	29,09
7,708	-80,44	-0,4645	55,99
8,131	-51,5	-7,154	72,46
8,429	-41,34	-16,03	80,03
8,803	-18,07	-20,81	85,34
9,136	-0,3051	-26,38	86,24
9,469	13,74	-31,18	83,23
9,933	29,02	-32,66	73
10,4	41,35	-32,9	57,07

10,86 39,43 -31,26 37,41

11,17 -20,71 -20,25 29,6

4.2.SGN – zbrojenie dołem

Zginanie - Belka BZ-2

h : 1100 [mm]

d : 1053 [mm]

M_y : 149.1 [kNm]

f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

A : 1980 [cm²]

μ : 0.042 [-]

ξ_{ef} : 0.043 [-]

A_{smin} : 2.56 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

$A_{s1} = 3.33$ [cm²]

$A_{s2} = 0.00$ [cm²]

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

3#16 $A_{s1} = 6,03$ cm²

4.3.SGN – zbrojenie górą

Zginanie - Belka BZ-2

h : 1100 [mm]

d: 1053 [mm]

M_y : 182.5 [kNm]

f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

A: 1980 [cm²]

μ : 0.051 [-]

ξ_{ef} : 0.052 [-]

A_{smin} : 2.56 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

$A_{s1} = 4.09$ [cm²]

$A_{s2} = 0.00$ [cm²]

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

3#16 $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$

Ścinanie - Belka BZ-2

b: 180 [mm]

d: 1075 [mm]

ctg θ : 1.00 [-]

f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

$V_{Ed} > V_{Rdc}$ | Zbrojenie na ścinanie jest potrzebne!

$V_{Ed} = 219.1$ [kN]

$V_{Rdc} = 131.18$ [kN]

$V_{Rdmax} = 779.32$ [kN]

$V_{Rds} = 220.14$ [kN]

$s = 30$ [cm]

Stopień zbrojenia strzemionami $\rho_w = 0.0029$.

Minimalny stopień zbrojenia strzemionami $\rho_{w,min} = 0.0008$.

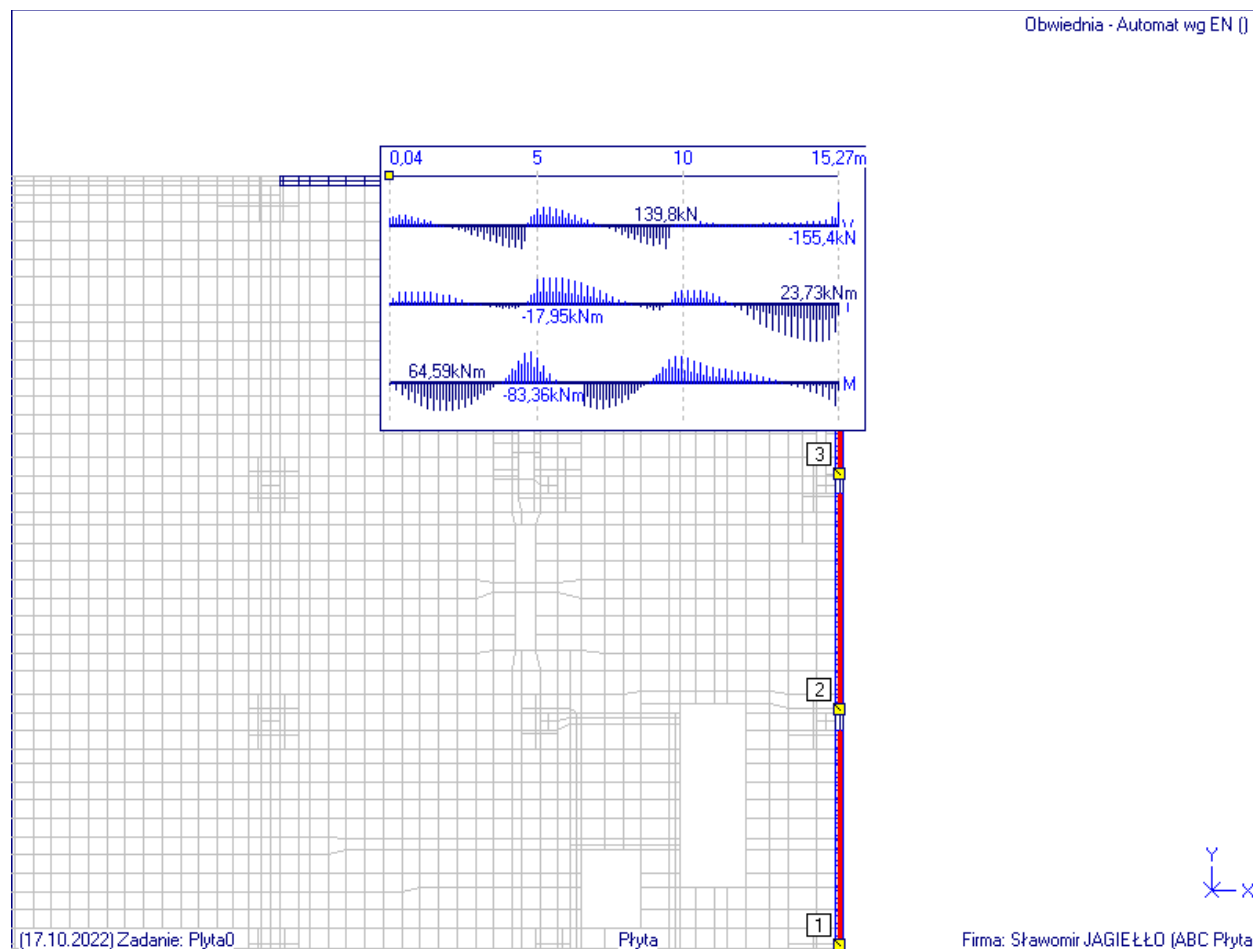
Przyjęto strzemiona $\Phi 10$, 2-cięte w rozstawie 30 cm!

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

5. Belka BZ-3 Belka 18x110

5.1. Obliczenia statyczne



Lista sił wewnętrznych (Max/Min) (obl.)

L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,04404	-36,08	-1,633	8,536
0,2621	-37,93	-3,093	17,36
0,6343	-32,87	-3,283	34,85
1,075	-22,83	-3,176	51,57
1,472	-12,89	-2,767	61,48
1,873	-1,112	-2,201	64,59
2,244	13,02	-1,228	62,88
2,59	26,97	-0,06971	55,65
3,011	45,68	0,7097	40,59
3,408	62,75	1,562	19,24
3,804	78,86	2,434	-4,608

4,155	89,88	3,196	-23,15
4,462	93,19	3,057	-41,01
4,66	109,7	0,3906	-52,17
4,743	-52,11	-4,296	-46
4,941	-52,28	-8,139	-37,44
5,343	-53,85	-8,743	-16,05
5,785	-43,88	-8,553	8,732
6,181	-32,43	-7,73	32,7
6,577	-20,33	-6,51	49,37
6,973	-7,857	-5,019	58,27
7,369	7,894	-3,378	59,11
7,766	29,3	-1,717	51,65
8,162	50,9	-0,1972	35,71
8,558	71,65	1,632	11,56
8,889	82,62	3,626	-7,75
9,196	79,92	4,022	-23,38
9,394	139,8	1,544	-32,19
9,437	34,02	-2,138	-39,72
9,635	-8,75	-4,39	-38,24
10,08	-17,23	-4,976	-31,5
10,54	-16,57	-4,908	-23,58
10,93	-10,86	-3,8	-17,64
11,33	-7,479	-2,057	-14,23
11,73	-6,004	1,346	-11,59
12,12	-6,304	6,334	-9,161
12,52	-6,95	11,4	-6,546
12,92	-8,14	16,34	-3,629

13,41 -7,894 19,23 0,7047

13,91 -6,755 21,5 9,93

14,3 -6,923 23,46 19,24

14,7 -8,22 23,73 29,64

15,07 -18,71 21,66 43,68

15,27 -56,21 13,55 60,07

Minimum

	L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,04404		-42,9	-5,057	-3,465
0,2621	-51,51	-8,78	4,854	
0,6343	-47,33	-9,341	18,05	
1,075	-32,88	-9,144	30,15	
1,472	-17,9	-8,244	37,53	
1,873	-3	-6,972	40,24	
2,244	6,864	-4,784	39,79	
2,59	16,1	-2,191	35,45	
3,011	28,06	-0,6902	26,22	
3,408	39,09	0,9313	12,92	
3,804	49,66	1,88	-9,255	
4,155	57,08	2,204	-38,53	
4,462	59,9	2,019	-66,27	
4,66	70,05	0,1851	-83,36	
4,743	-72,26	-9,024	-70,57	
4,941	-77,79	-16,72	-58,51	
5,343	-84,26	-17,95	-25,65	
5,785	-69,72	-17,6	5,749	
6,181	-52	-15,98	20,81	

6,577	-32,86	-13,56	31,21	
6,973	-12,84	-10,56	36,75	
7,369	4,936	-7,251	37,27	
7,766	18,05	-3,88	32,65	
8,162	31,27	-0,7829	22,8	
8,558	44,07	0,9804	7,856	
8,889	51,53	1,931	-14,09	
9,196	51,57	2,082	-38,46	
9,394	83,76	0,808	-51,36	
9,437	5,316	-4,762	-63,6	
9,635	-14,8	-9,385	-64	
10,08	-22,73	-10,4	-56,99	
10,54	-24,69	-10,02	-46,56	
10,93	-15,79	-7,353	-37,77	
11,33	-11,09	-3,343	-33,07	
11,73	-10,04	-0,005676		-28,99
12,12	-12,8	2,171	-24,49	
12,52	-16,15	4,366	-18,77	
12,92	-20,5	6,485	-11,66	
13,41	-22,39	7,713	-0,2507	
13,91	-22,33	8,662	3,928	
14,3	-24,49	9,453	6,671	
14,7	-29,61	9,531	9,547	
15,07	-57,14	8,649	13,77	
15,27	-155,4	5,347	19,55	

5.2.SGN – zbrojenie dołem

Zginanie - Belka BZ-3

h: 1100 [mm]

d: 1053 [mm]

 M_y : 64.59 [kNm] f_{cd} : 17.9 [MPa] f_{yk} : 500 [MPa]A: 1980 [cm²] μ : 0.018 [-] ξ_{ef} : 0.018 [-] A_{smin} : 2.56 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

 $A_{s1} = 1.42$ [cm²] **$A_{s2} = 0.00$ [cm²]**

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

3#16 $A_{s1} = 6,03$ cm²**5.3.SGN – zbrojenie górą****Zginanie - Belka BZ-3**

h: 1100 [mm]

d: 1053 [mm]

 M_y : 83.36 [kNm]

f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

A : 1980 [cm²]

μ : 0.023 [-]

ξ_{ef} : 0.024 [-]

A_{smin} : 2.56 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

$A_{s1} = 1.84$ [cm²]

$A_{s2} = 0.00$ [cm²]

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

3#16 $A_{s1} = 6,03$ cm²

5.4.SGN – ścinanie

Ścinanie - Belka BZ-3

b : 180 [mm]

d : 1053 [mm]

ctg Θ : 1.00 [-]

$$f_{cd}: 17.9 \text{ [MPa]}$$

$$f_{yk}: 500 \text{ [MPa]}$$

$V_{Ed} > V_{Rdc}$ | Zbrojenie na ścinanie jest potrzebne!

$$V_{Ed} = 155.4 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rdc} = 69.84 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rdmax} = 763.37 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rds} = 157.78 \text{ [kN]}$$

$$s = 41 \text{ [cm]}$$

Stopień zbrojenia strzemionami $\rho_w = 0.0021$.

Minimalny stopień zbrojenia strzemionami $\rho_{w,min} = 0.0008$.

Przyjęto strzemiona $\Phi 10$, 2-cięte w rozstawie 41 cm!

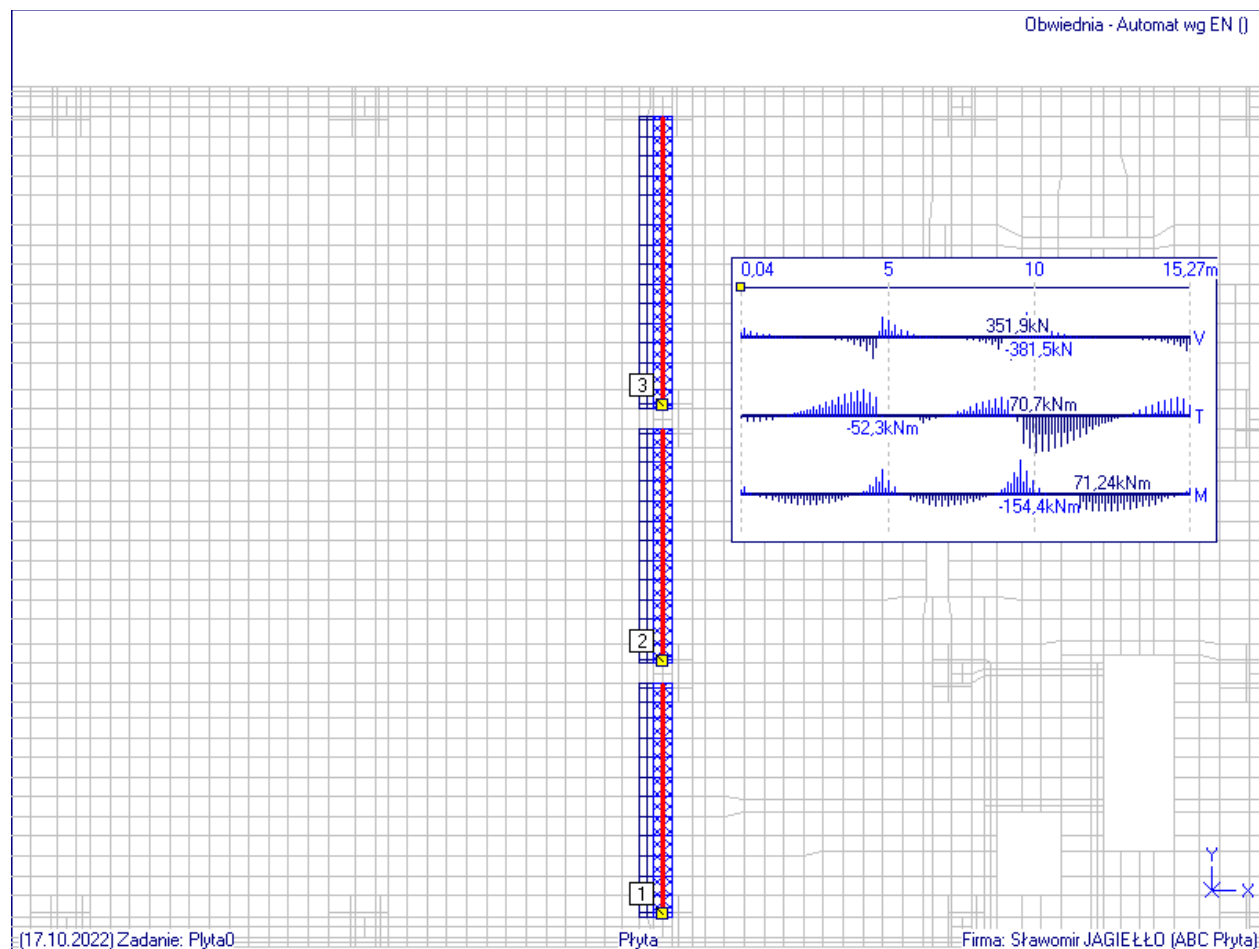
+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

6. Belka BZ-4 Belka 68x50 (szerokość konstrukcyjna 40cm na szerokość słupa)

6.1. Obliczenia statyczne

Część belki 40x50 na grubość słupa



Lista sił wewnętrznych (Max/Min) (obl.)

L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,04404	-58,38	5,171	-24,73
0,2621	-49,57	11,63	-11,53
0,6343	-31,08	12,95	9,649
1,03	-19,32	8,862	25,77
1,427	-12,45	2,351	36,35
1,823	-7,029	-5,607	42,76
2,219	-1,953	-11,48	45,39
2,615	7,102	-15,9	44,11
3,011	19,1	-20,39	38,38
3,408	35,29	-24,65	26,99
3,804	61,16	-27,97	7,325

4,155	112,8	-29,05	-11,57
4,457	186,1	-24,18	-33,83
4,655	295,5	-15,08	-58,96
4,743	-156,4	6,831	-59,4
4,941	-101,1	20,83	-33,53
5,343	-53,06	29,69	-5,454
5,785	-27,08	24,09	22,77
6,181	-15,72	15,76	39,01
6,577	-7,177	6,264	47,83
6,973	0,6211	-2,425	50,48
7,369	14,38	-7,128	47,4
7,766	29,92	-11,65	38,26
8,162	50,17	-15,66	21,86
8,558	82,33	-18,33	-2,362
8,889	143,3	-18,25	-21,06
9,176	226,2	-11,81	-47,39
9,374	351,9	-2,161	-77,64
9,467	-201,5	34,74	-81,51
9,665	-125,7	57,25	-49,06
10,08	-63,79	70,7	-13,32
10,54	-34,41	65,75	18,68
10,93	-22,75	56,82	40,63
11,33	-14,69	46,09	55,48
11,73	-8,497	34,67	64,84
12,12	-3,338	23,25	69,85
12,52	1,314	12,3	71,24
12,92	7,439	4,427	69,24

13,41 18,99 -1,983 59,49

13,91 34,63 -7,235 48,88

14,3 45,29 -10,92 33,99

14,7 68,38 -12,53 12,56

15,07 115,7 -9,826 -13,47

15,27 166,9 -3,358 -30,47

Minimum

L[m] V[kN] T[kNm] M[kNm]

0,04404 -107,9 -0,9649 -37,5

0,2621 -83,95 -0,4716 -15,12

0,6343 -52,67 0,7921 2,528

1,03 -33,48 -0,8304 11,94

1,427 -21,78 -4,236 18,05

1,823 -12,15 -8,601 21,76

2,219 -2,95 -15,56 23,37

2,615 3,44 -24,18 22,85

3,011 9,871 -33,17 19,93

3,408 18,5 -42,16 13,99

3,804 32,22 -49,34 3,639

4,155 59,44 -52,3 -21,43

4,457 98,48 -43,99 -63,53

4,655 156,7 -27,45 -111,1

4,743 -297 0,9295 -112,9

4,941 -191,6 8,197 -63,58

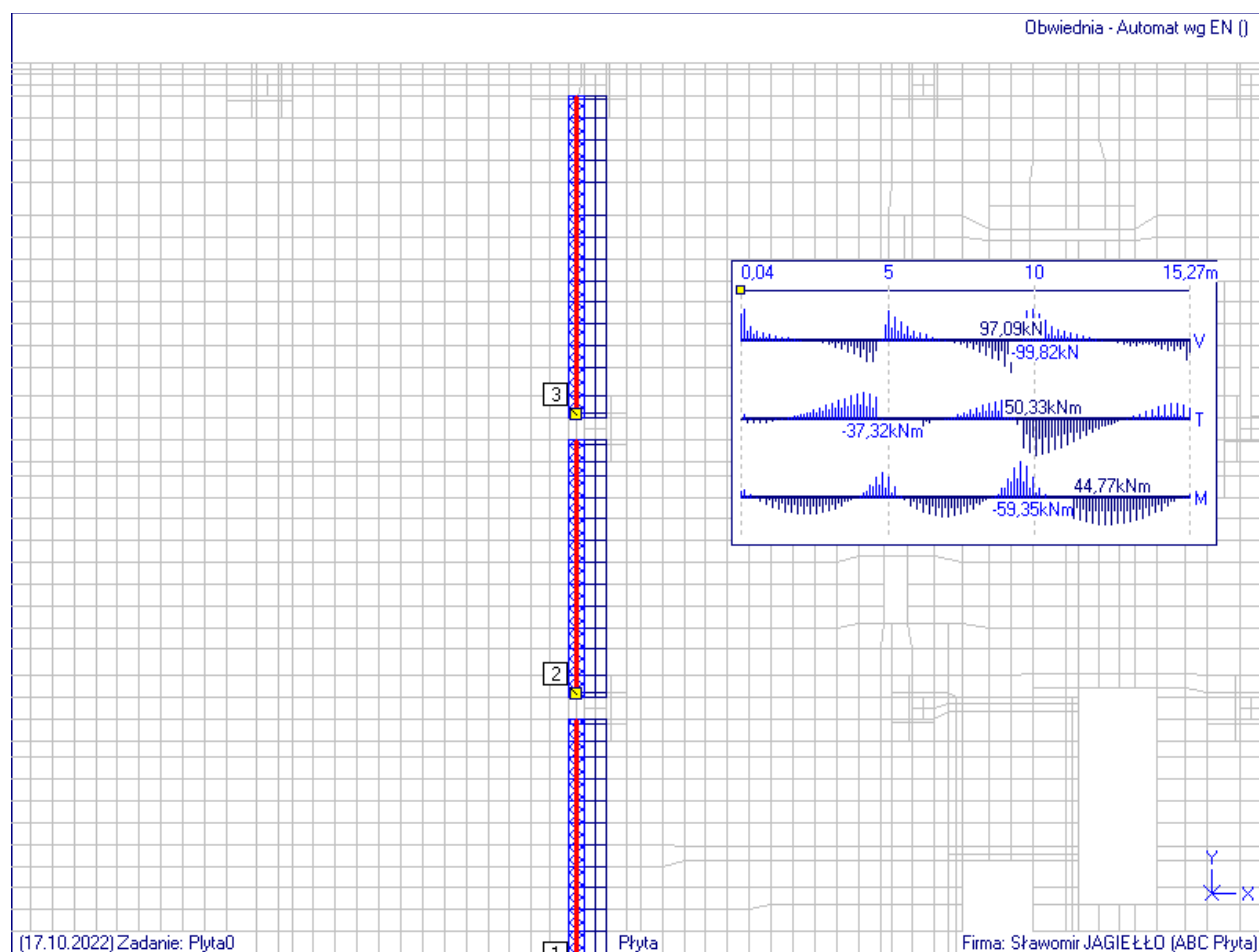
5,343 -100,1 13,31 -10,65

5,785 -50,65 10,84 12,3

6,181 -29,29 6,891 20,99

6,577	-13,28	2,308	25,73
6,973	0,2586	-3,609	27,17
7,369	7,629	-13,2	25,55
7,766	15,94	-22,54	20,68
8,162	26,75	-30,89	11,94
8,558	43,78	-36,68	-5
8,889	75,92	-37,2	-40,17
9,176	119,7	-25,69	-89,87
9,374	186,1	-7,428	-147,3
9,467	-381,5	17,62	-154,4
9,665	-238,3	29,71	-92,75
10,08	-121	37,32	-25,2
10,54	-65,27	35,29	9,797
10,93	-43,41	31,12	21,36
11,33	-28,28	26,03	29,13
11,73	-16,66	20,62	33,98
12,12	-6,975	15,07	36,5
12,52	1,035	9,483	37,09
12,92	4,522	-1,05	35,86
13,41	10,57	-13,36	30,54
13,91	19,02	-24,69	24,46
14,3	25,48	-33,05	16,09
14,7	39,27	-37,57	3,901
15,07	65,07	-32,8	-18,57
15,27	84,89	-12,9	-48,48

Część belki uzupełniająca strop szerokość 18cm



Lista sił wewnętrznych (Max/Min) (obl.)

L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,04404	-73,04	-0,9057	-12,37
0,2621	-28,71	5,949	-5,921
0,6343	-14,56	7,473	6,696
1,03	-11,04	4,803	15,92
1,427	-7,454	0,4694	22,41
1,823	-4,13	-4,789	26,4
2,219	-0,7707	-8,313	27,97
2,615	5,911	-11,23	27
3,011	13,74	-14,23	23,12
3,408	23	-17,19	15,73
3,804	36,59	-19,77	3,49

4,155	46,4	-20,83	-6,499
4,457	74,13	-18,79	-17,5
4,655	20,05	-13,32	-21,46
4,743	-8,059	8,346	-22,42
4,941	-45,13	18,29	-17,96
5,343	-29,37	21,61	-2,971
5,785	-16,01	16,55	13,63
6,181	-10,94	10,43	23,84
6,577	-5,096	4,077	29,71
6,973	0,3056	-1,672	31,5
7,369	10,07	-4,768	29,46
7,766	20,65	-7,784	23,39
8,162	32,4	-10,64	12,76
8,558	51,82	-12,98	-1,943
8,889	56,69	-13,71	-12,1
9,176	97,09	-11,31	-26,11
9,374	26,86	-4,931	-31,59
9,467	-9,799	28,86	-31,07
9,665	-53,67	43,11	-25,81
10,08	-38,24	50,33	-7,998
10,54	-18,84	45,28	11
10,93	-15,8	38,61	24,52
11,33	-10,33	31,43	34,34
11,73	-6,11	23,83	40,58
12,12	-2,447	16,26	43,93
12,52	0,9868	8,95	44,77
12,92	12,5	3,678	42,61

13,41	16	-0,8698	39,13
13,91	11,55	-4,218	29,38
14,3	24,98	-6,666	21,3
14,7	29,32	-7,677	9,634
15,07	25,55	-5,14	-2,369
15,27	87,89	0,6004	-0,004941

Minimum

	L[m]	V[kN]	T[kNm]	M[kNm]
0,04404		-86,88	-8,584	-15,21
0,2621	-39,49	-1,249	-7,482	
0,6343	-24,32	0,1022	2,02	
1,03	-19	-1,302	7,492	
1,427	-12,81	-3,659	11,26	
1,823	-6,929	-6,552	13,59	
2,219	-0,9431	-11,39	14,57	
2,615	2,885	-17,11	14,17	
3,011	7,107	-23,13	12,19	
3,408	12,08	-29,37	8,338	
3,804	19,42	-34,85	1,877	
4,155	24,73	-37,32	-12,39	
4,457	39,44	-33,6	-33,08	
4,655	9,625	-23,09	-40,55	
4,743	-13,96	3,185	-41,73	
4,941	-82,74	8,217	-33,97	
5,343	-54,69	9,884	-6,029	
5,785	-29,88	7,429	7,595	
6,181	-20,35	4,491	13,06	

6,577	-9,447	1,441	16,22
6,973	0,1312	-2,473	17,19
7,369	5,365	-8,82	16,11
7,766	11,04	-15,08	12,87
8,162	17,35	-21,01	7,193
8,558	27,78	-25,89	-4,321
8,889	30,54	-27,49	-23,37
9,176	52,36	-22,73	-49,47
9,374	14,44	-10,23	-59,35
9,467	-19,2	15,55	-58,59
9,665	-99,82	22,88	-48,97
10,08	-72,04	26,7	-15,34
10,54	-35,84	24,34	6,012
10,93	-29,98	21,19	13,13
11,33	-19,75	17,8	18,28
11,73	-11,86	14,22	21,52
12,12	-5,015	10,55	23,22
12,52	0,7384	6,84	23,57
12,92	6,484	0,1871	22,38
13,41	9	-8,34	20,21
13,91	7,201	-15,6	14,91
14,3	14,23	-20,95	10,26
14,7	17,52	-23,29	3,436
15,07	18,49	-19,19	-5,839
15,27	49,83	-12,43	-9,089

6.2.SGN – zbrojenie dołem

Zginanie - belka BZ-4

h: 500 [mm]

d: 455 [mm]

 M_y : 116.01 [kNm] f_{cd} : 17.9 [MPa] f_{yk} : 500 [MPa]A: 3400 [cm²] μ : 0.046 [-] ξ_{ef} : 0.047 [-] A_{smin} : 4.18 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

 $A_{s1} = 6.01$ [cm²] **$A_{s2} = 0.00$ [cm²]**

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

5#16 $A_{s1} = 10,05 \text{ cm}^2$ **6.3.SGN –zbrojenie górą****Zginanie - belka BZ-4**

h: 500 [mm]

d: 424 [mm]

 M_y : 212.99 [kNm] f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

A: 3400 [cm²]

μ : 0.097 [-]

ξ_{ef} : 0.103 [-]

A_{smin} : 3.90 [cm²]

[Zbrojenie ściskane nie jest konieczne]

$A_{s1} = 12.18$ [cm²]

$A_{s2} = 0.00$ [cm²]

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.

+ Obliczenia wg metody uproszczonej.

Przyjęto:

5#16 $A_{s1} = 10,05$ cm²

6.4.SGN – ścinanie

Ścinanie - belka BZ-4

b: 680 [mm]

d: 455 [mm]

ctg Θ : 1.00 [-]

f_{cd} : 17.9 [MPa]

f_{yk} : 500 [MPa]

$V_{Ed} > V_{Rdc}$ | Zbrojenie na ścinanie jest potrzebne!

$V_{Ed} = 481.32$ [kN]

$V_{Rdc} = 132.97$ [kN]

$V_{Rdmax} = 1\,246.11$ [kN]

$V_{Rds} = 485.57$ [kN]

$s = 11$ [cm]

Stopień zbrojenia strzemionami $\rho_w = 0.0040$.

Minimalny stopień zbrojenia strzemionami $\rho_{w,min} = 0.0008$.

Przyjęto strzemiona $\Phi 8$, 6-cięte w rozstawie 11 cm!

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa stali: 1,15.

+ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa betonu: 1,4.