BIURO PROJEKTÓW	INFRAPROJEKT s.c. www.infraprojekt.pl	***INFRAPROJEKT s.c.*** 41-500 Chorzów ul. Dworcowa 1/7 T/F: +48 32 241 56 62 E: biuro@infraprojekt.pl

TYTUŁ PROJEKTU	**OBLICZENIA STATYCZNE PROFILU ALUMINIOWEGO DLA BALUSTRAD SZKLANYCH NA OBCIĄŻENIE POZIOME:** **1kN/m (obc. obl. 1,5kN/m)** **PROFIL AL/0004 - KOTWA W PODSTAWIE PROFILU** **(KOTWIENIE DOLNE)**
INWESTOR	AVIS Szymon Szpitalny 44-203 Rybnik ul. Przemysłowa 19F
STADIUM	OBLICZENIA STATYCZNE

Branża, Funkcja	**Imię i Nazwisko,** **Nr uprawnień**	**Podpis**
KONSTRUKCYJNA Projektant	mgr inż. Marek Sikora SLK/5654/PWOK/14	mgr inż. Marek Sikora Uprawnienia budowlane do projektowania oraz kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalnościach: konstr.-bud. nr SLK/5654/PWOK/14 mostowej nr SLK/2775/PWOM/09

MIEJSCE I DATA OPRACOWANIA	Chorzów, marzec 2018r.

Spis treści

1. Podstawy opracowania 3

2. Założenie przyjęte do obliczeń 3

3. Wyznaczenie sił obciążających ścianki profilu. 4

4. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe 5

4.1. Model obliczeniowy 5

4.2. Obciążenia 6

4.3. Naprężenia w profilu 8

4.3.1. Naprężenia normalne 8

4.3.2. Naprężenia styczne 11

4.3.3. Naprężenia zastępcze 12

4.4. Reakcje i dobór kotwy 16

5. Wytyczne stosowania profilu 17

5.1. Rysunek profilu 17

5.2. Wytyczne rozmieszczenia kotew oraz wkładek (białych i zielonych) przez które przekazywane jest obciążenie na ściany profilu 17

1. Podstawy opracowania

Zlecenie
- Zlecenie firmy AVIS Szymon Szpitalny z siedzibą w Rybniku przy ul. Przemysłowej 19F

Normy
[1] PN-EN 1991-1-1 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne.
[2] PN-EN 1999-1-1 Projektowanie konstrukcji aluminiowych. Reguły ogólne

Inne
- system mocowania balustrady szklanej do profilu aluminiowego wraz z wkładkami i uszczelkami przekazany przez producenta

Oznaczenie profili objętych obliczeniami:
AL/0004-S-E
AL/0004-S-VA
AL/0004-5000-S-E
AL/0004-5000-S-VA

2. Założenie przyjęte do obliczeń

Dane materiałowe profilu:

Stop EN-AW:	6063
Rodzaj wyrobu:	Kształtownik wyciskany EP;
Odmiana:	T6;
Wymagana minimalna umowna granica plastyczności:	f_0 = 200 MPa;
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa materiału:	γ_M = 1,10
Moduł sprężystości:	E = 70 GPa

Założenia modelu obliczeniowego:
- wysokość balustrady równa wysokości tafli szklanej wystającej z profilu wynosi 1,10m.
- obciążenie z balustrady szklanej przekazywane jest na ścianki profilu poprzez wkładki z tworzywa sztucznego rozmieszczonymi zgodnie z wytycznymi producenta – szkic wytycznych rozmieszczenia wkładek podano w pkt. 5.2;
- rozmieszczenie kotew w podstawie co 15cm;
- obliczenia statyczne przeprowadzono na modelu bryłowym, metodą elementów skończonych w zakresie sprężystym;
- wytrzymałość profilu sprawdzono porównując naprężenia maksymalne z dopuszczalnymi – przypadek ogólny.

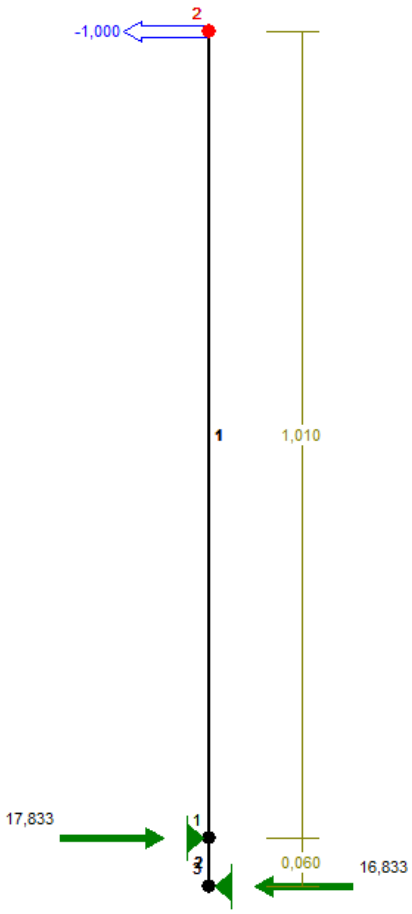
Niniejsze obliczenia statyczne nie weryfikują zamocowania tafli szklanej w profilu oraz nośności samej tafli. Weryfikowana jest jedynie nośność profilu aluminiowego, na który działa obciążenie wywołane parciem na pochwyt balustrady.
W obliczeniach nie uwzględniono parcia wiatru – balustrady usytuowane będą wewnątrz budynku.

3. Wyznaczenie sił obciążających ścianki profilu.

Zestawienie obciążeń

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f
1.	Ciężar płyt szklanej [25,0kN/m3·0,02m·1,20m]	0,60	1,35
	Obciążenie na wkładkę [0,60kN/m·1,0m/4/0,1m]	1,50	1,35
	Obciążenie na 1 krawędź wkładki 1,50kN/m / 2	0,75	1,35
2.	Obciążenie poziome (Kategoria użytkowania C3) [1,000kN/m]	1,00	1,50

SCHEMAT



Wyznaczenie sił działających na wkładki przenoszące obciążenie na ścianki profilu (obciążenia charakterystyczne):

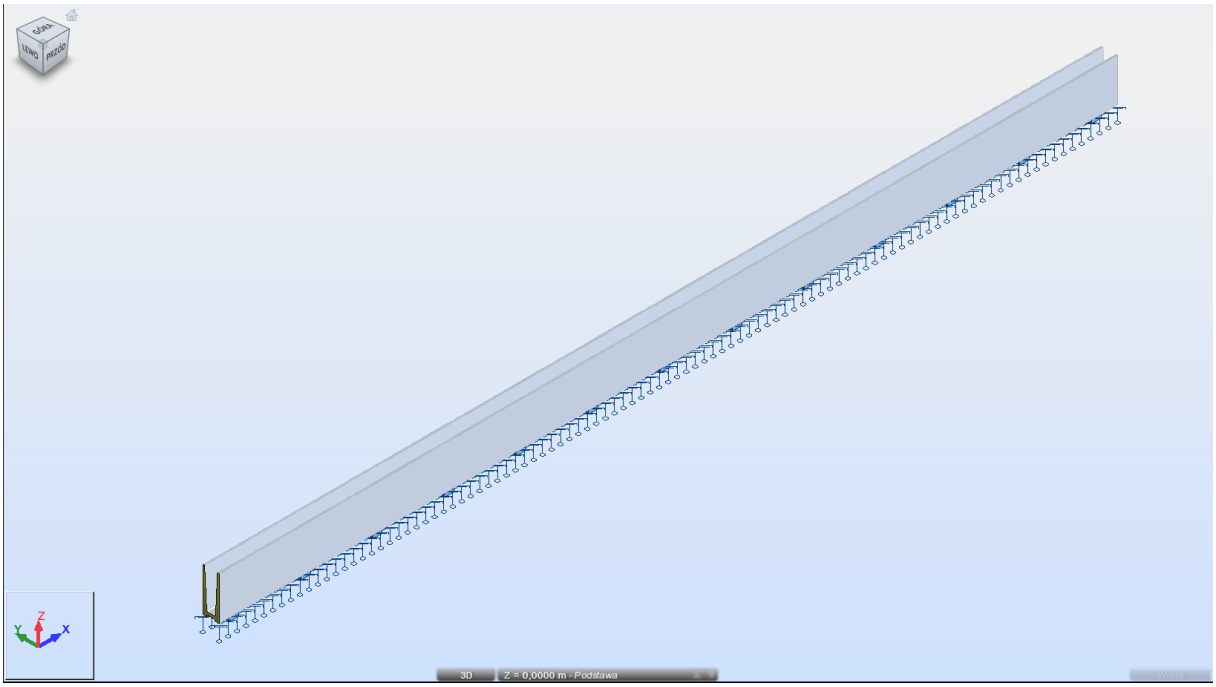
- wkładka biała (szerokość 100mm):
$P_2 = H_2$ x 2,5 / (0,1 x n) = 17,83 x 2,5 / (0,1 x 10) = 44,58 kN/m – obciążenie naporem na balustradę
gdzie:
n – liczba wkładek na długości 2,5m – przyjęto 10 szt.

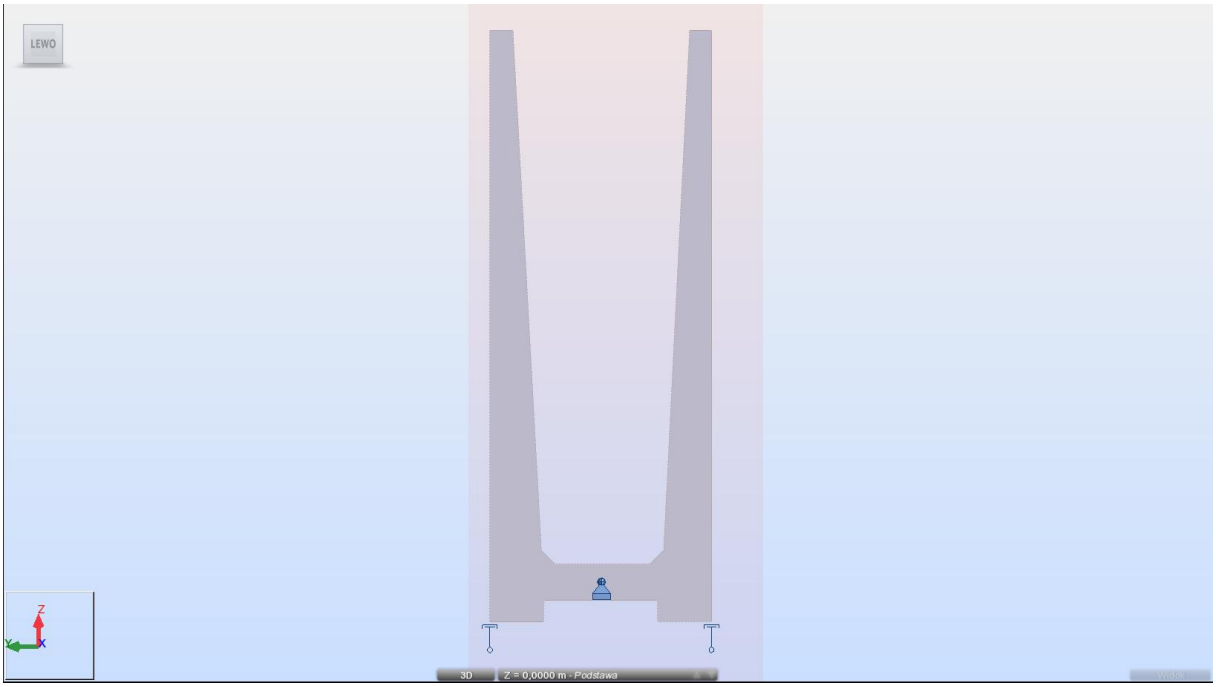
- wkładka zielona (szerokość 65mm):
$P_1 = H_1$ x 2,5 / (0,1 x n) = 16,83 x 2,5 / (0,065 x 10) = 64,73 kN/m – obciążenie naporem na balustradę
gdzie:
n – liczba wkładek na 2,5 mb – przyjęto 10 szt.

4. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

4.1. Model obliczeniowy

Profil został zamodelowany w programie obliczeniowym jako konstrukcja objętościowa złożona z bryłowych elementów skończonych. Konstrukcja kotwiona jest do stropu za pomocą śrub/kotew usytuowanych w podstawie profilu. Pogrubienia podstawy są zlicowane z konstrukcją do której mocowany jest profil – zostało to uwzględnione podparciem podporami liniowymi przenoszącymi jedynie docisk.

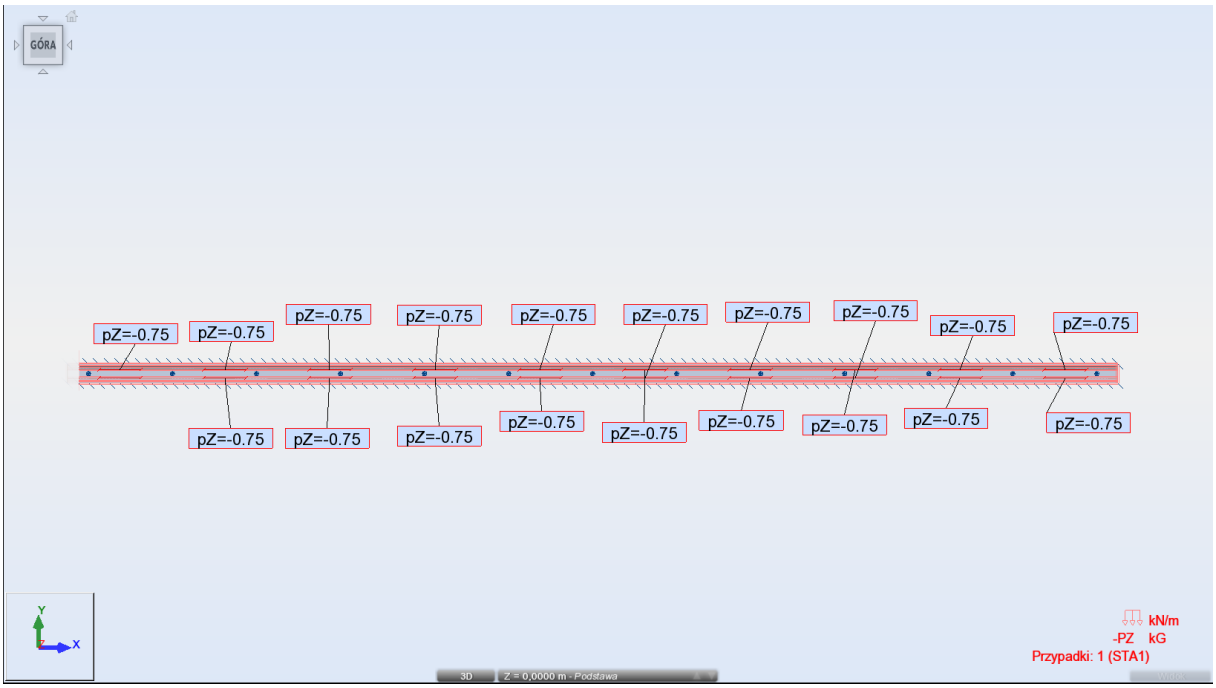




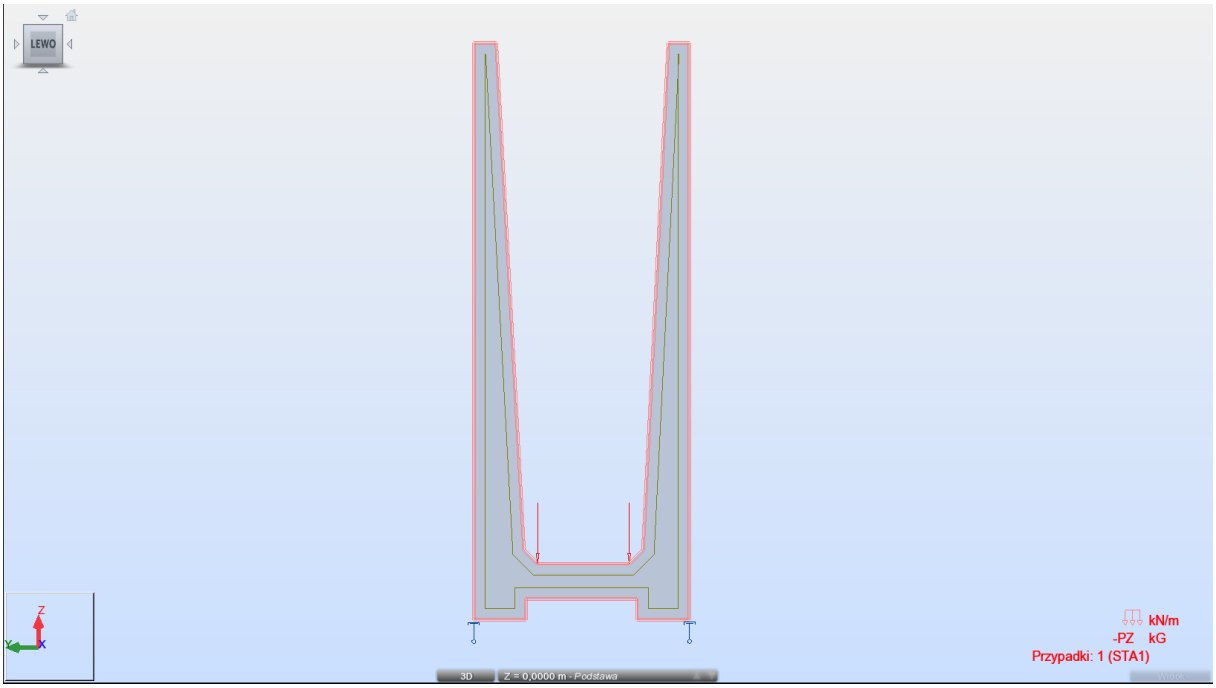
4.2. Obciążenia

- obciążenie stałe (ciężar własny profilu + ciężar balustrady szklanej)

WIDOK Z GÓRY

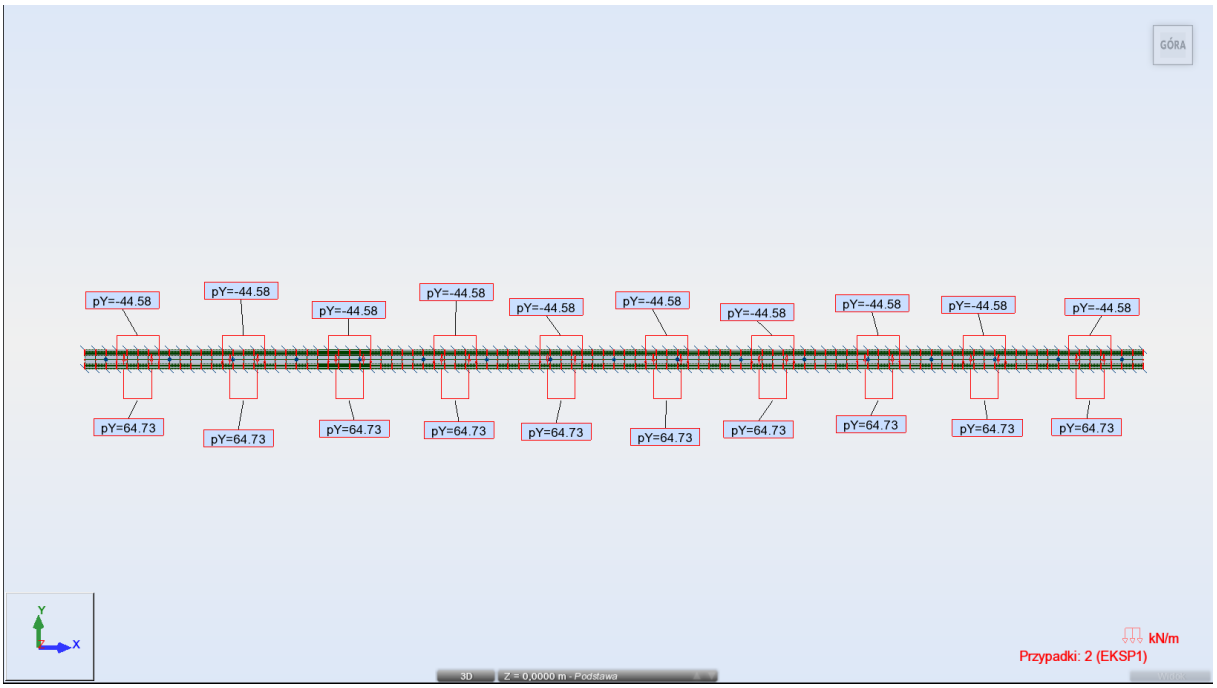


PRZEKRÓJ POPRZECZNY

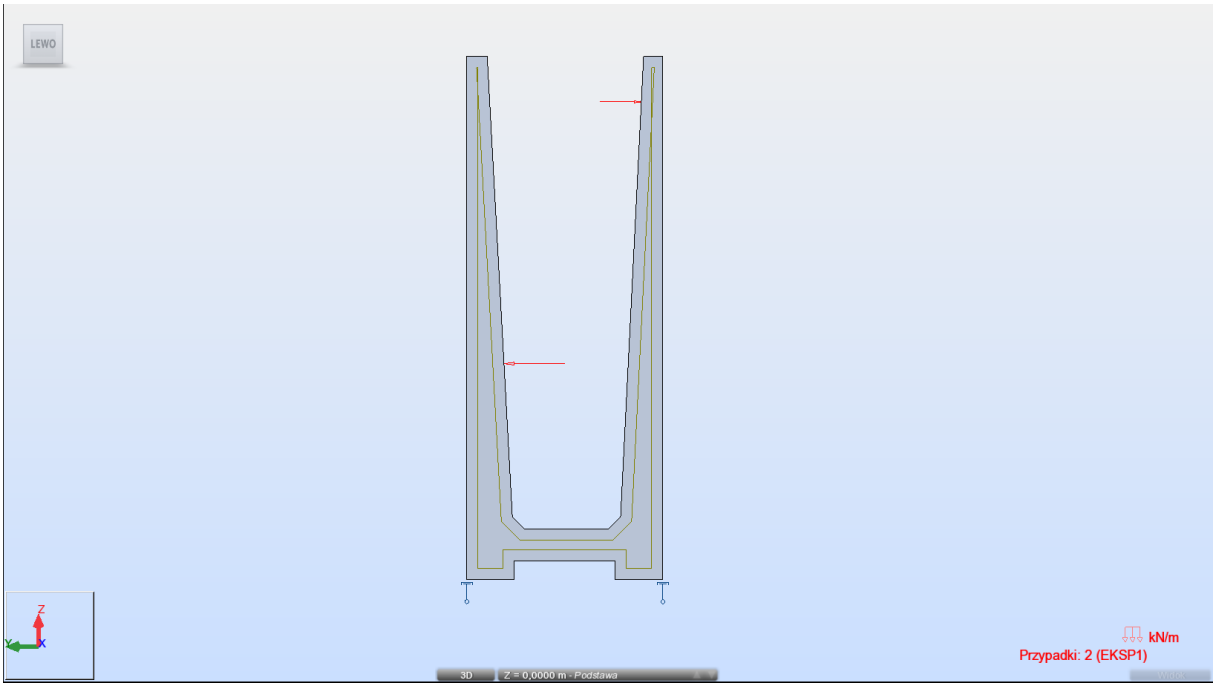


- obciążenie użytkowe naporem na balustradę (przenoszone przez wkładkę białą i zieloną)

WIDOK Z GÓRY



PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Kombinacja obciążeń:

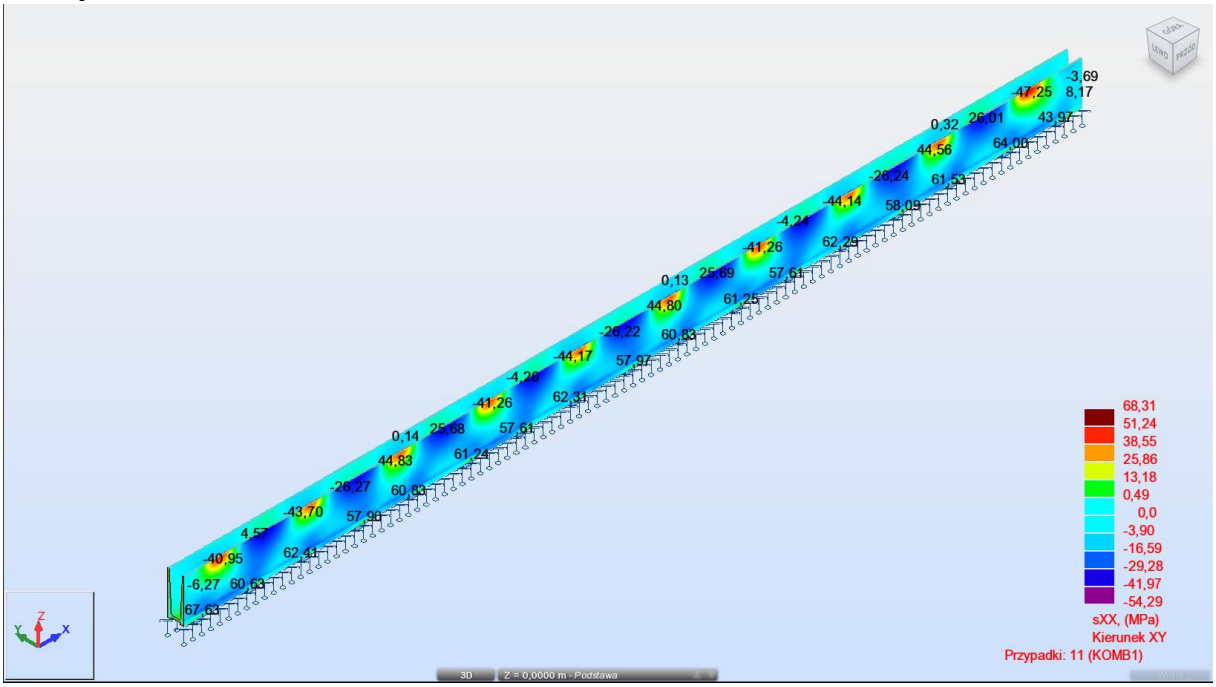
Kombinacja obliczeniowa: KOMB1: 1,35xSTA1 + 1,50xEKSP1

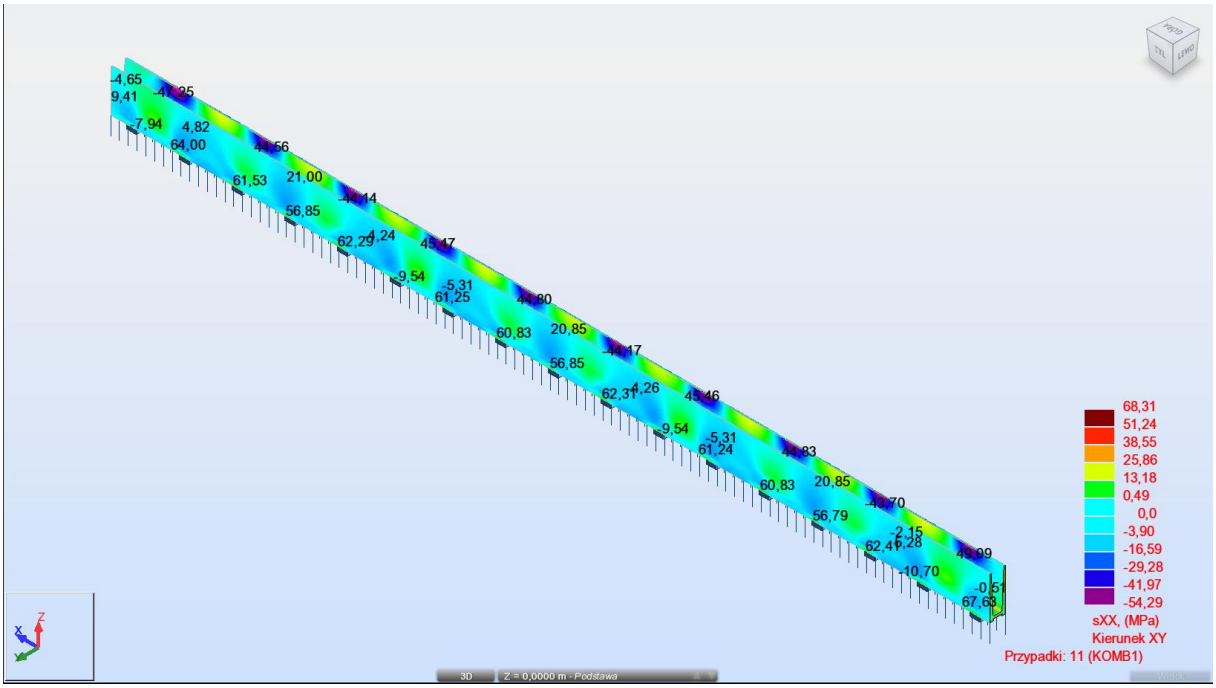
Kombinacja charakterystyczna: KOMB2: 1,00xSTA1 + 1,00xEKSP1

4.3. Naprężenia w profilu

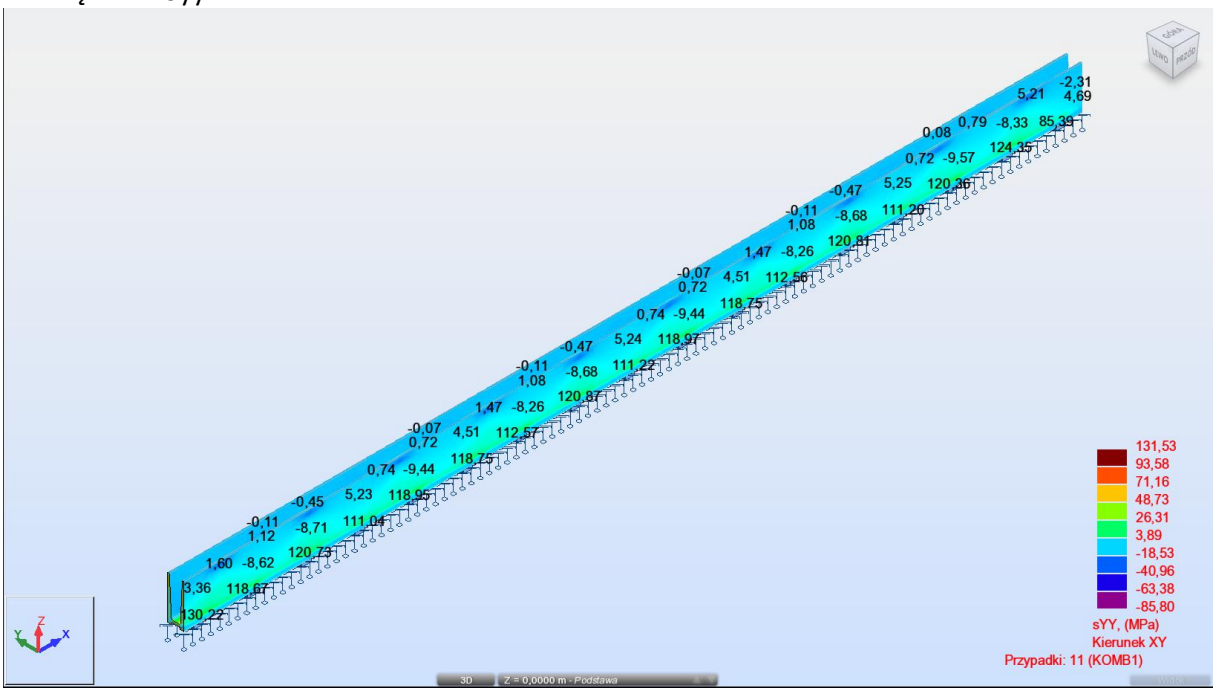
4.3.1. Naprężenia normalne

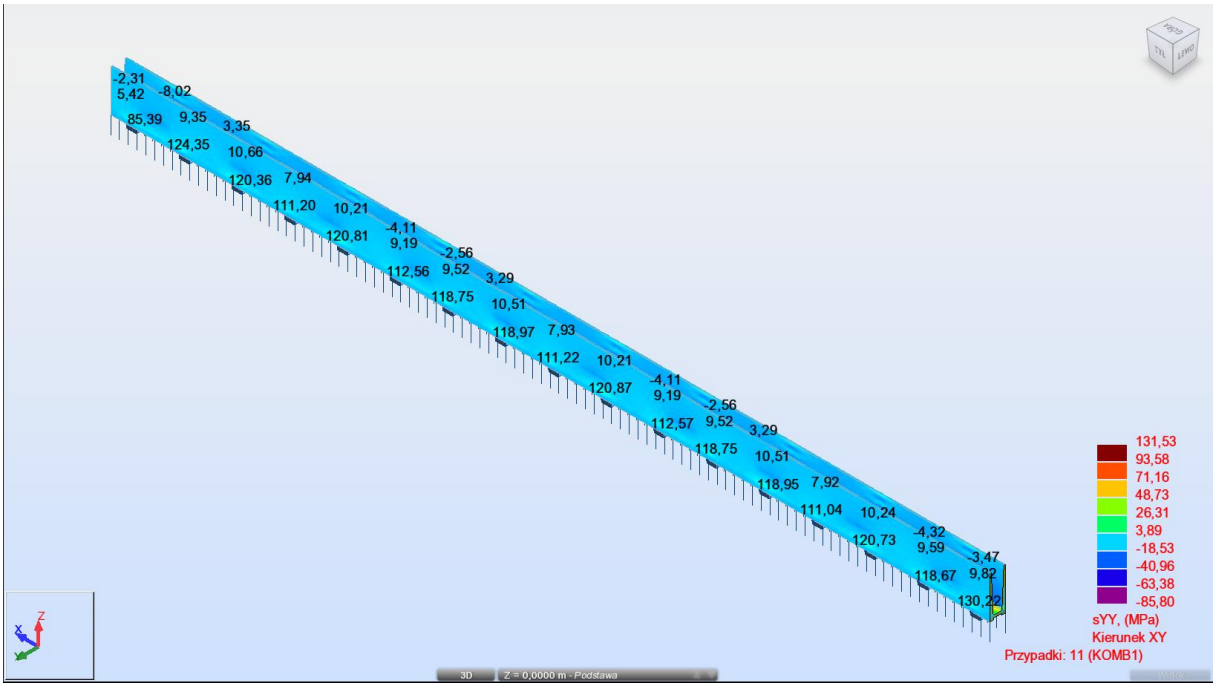
NAPRĘŻENIA σxx



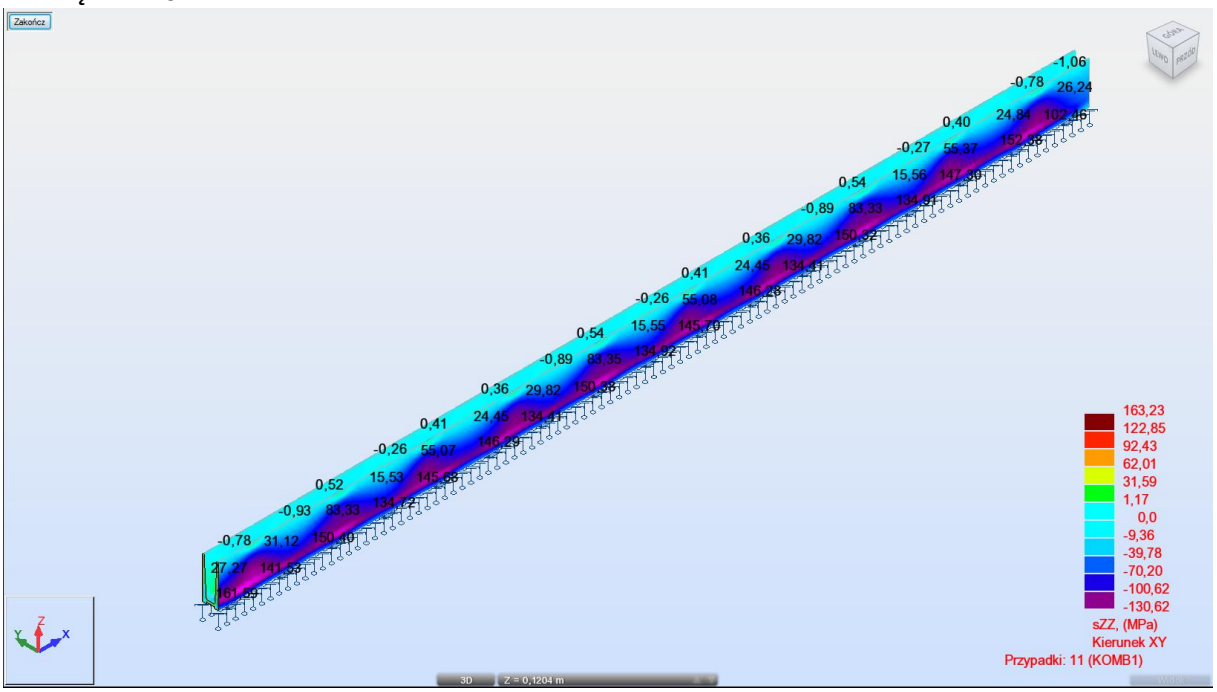


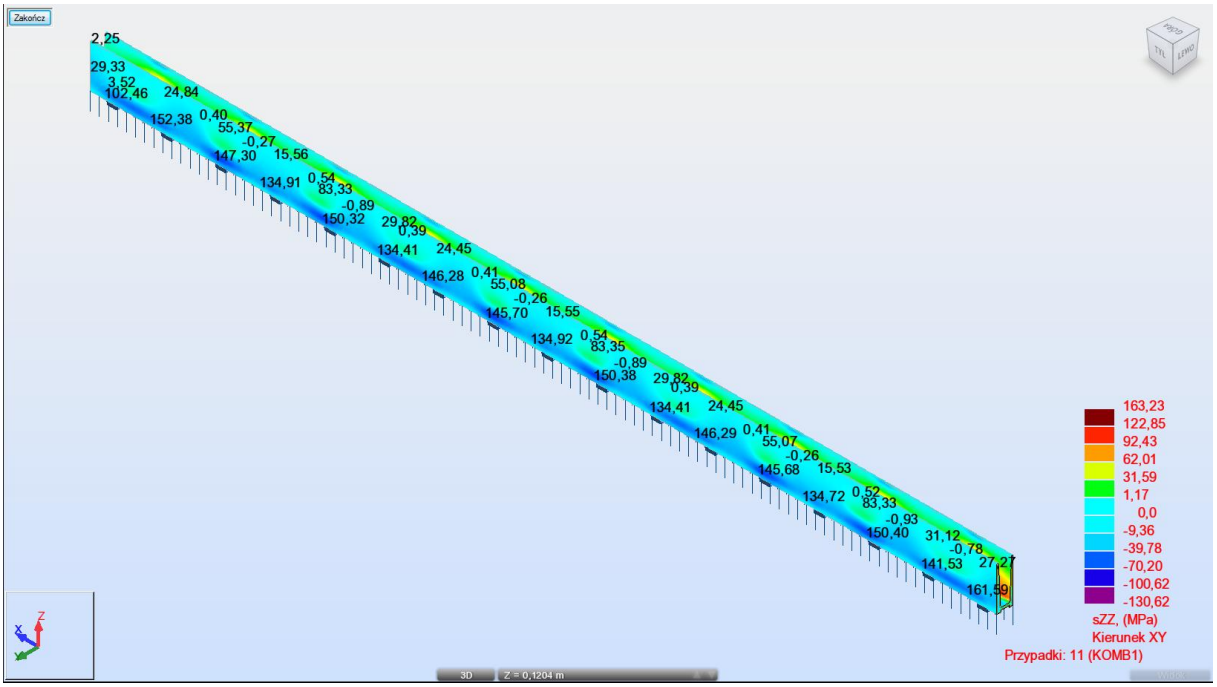
NAPRĘŻENIA σyy





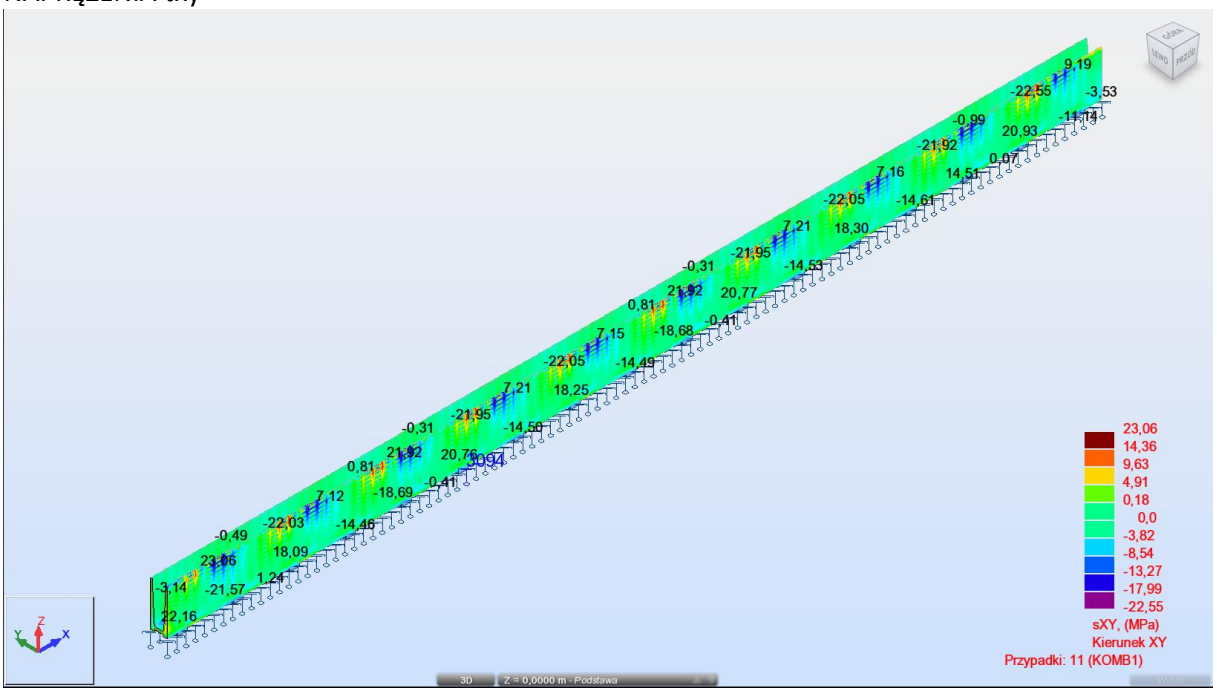
NAPRĘŻENIA σzz



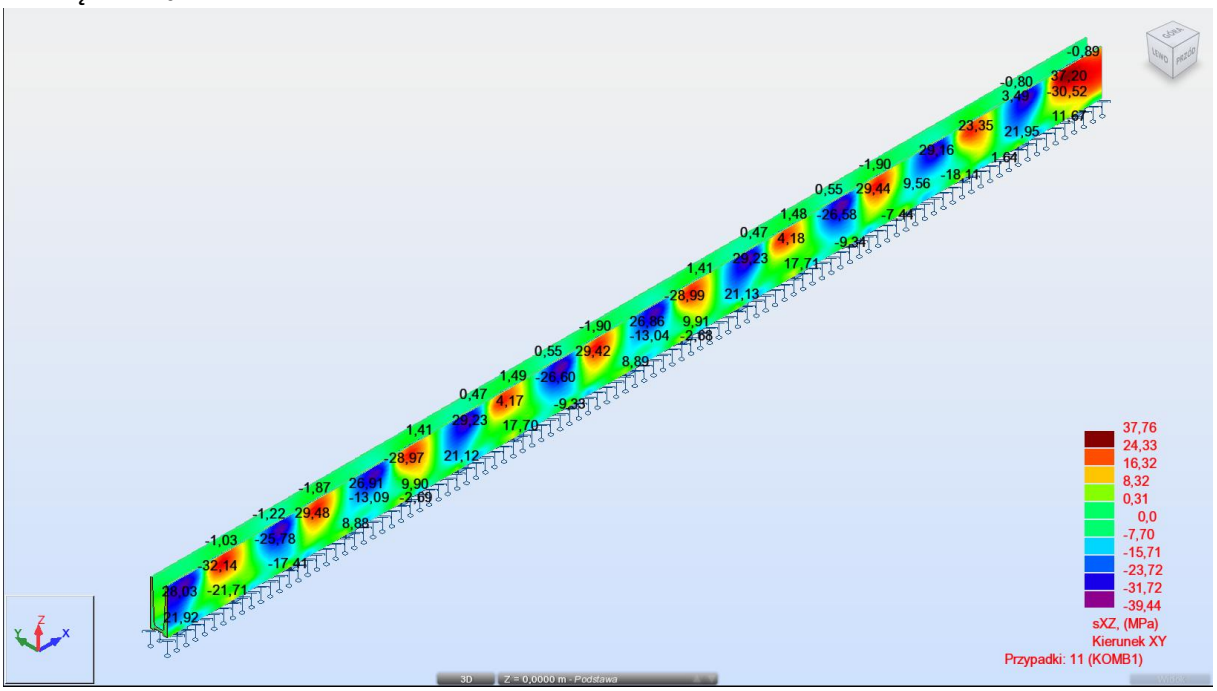


4.3.2. Naprężenia styczne

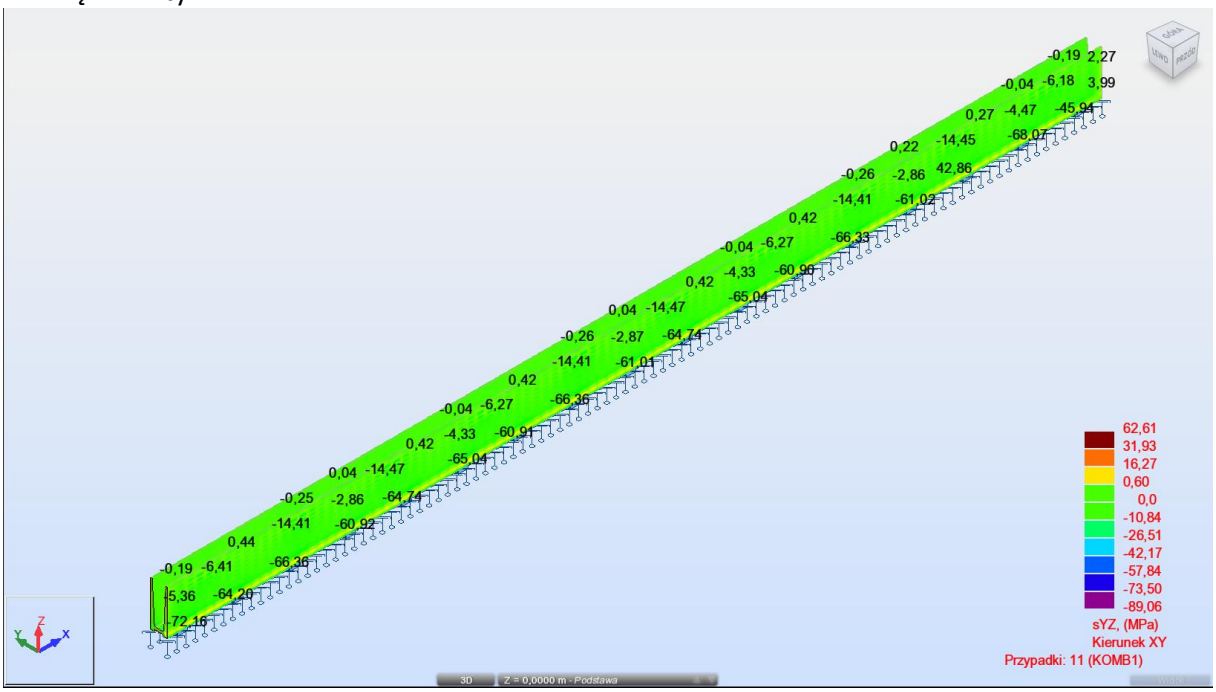
NAPRĘŻENIA τxy



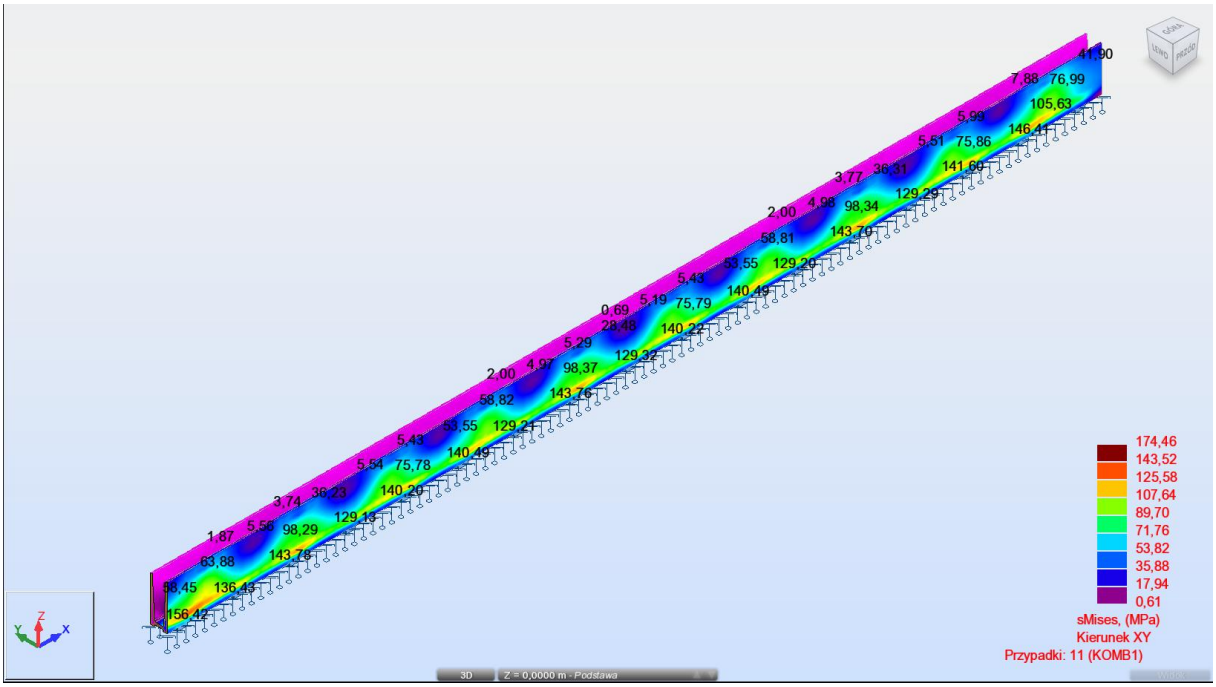
NAPRĘŻENIA τxz

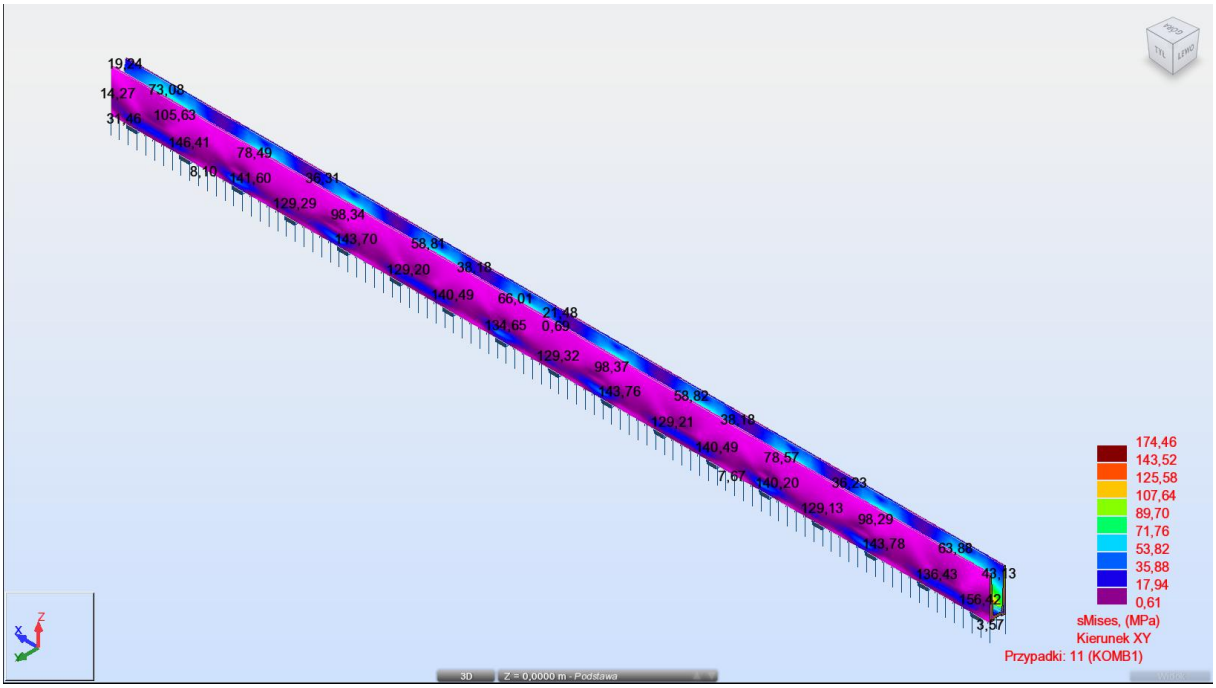


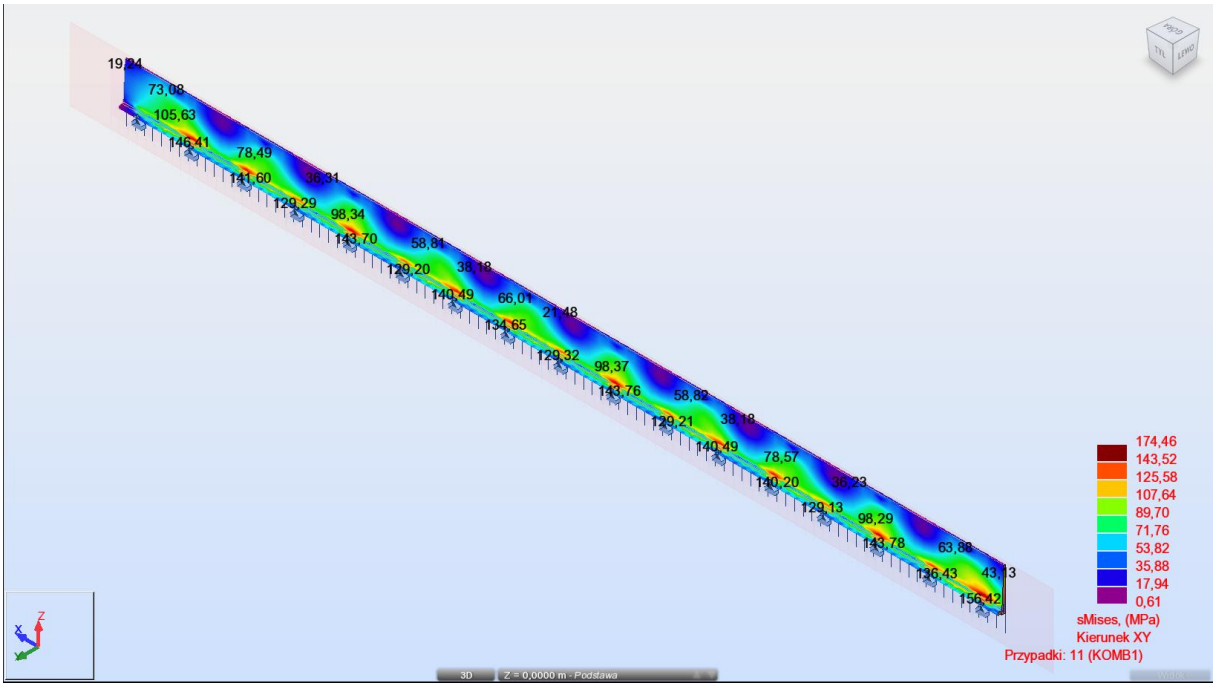
NAPRĘŻENIA τyz



4.3.3. Naprężenia zastępcze




19,24
14,27
73,08
31,46
105,63
146,41
78,49
8,10
141,60
36,31
129,29
98,34
143,70
58,81
129,20
38,18
140,49
66,01
21,48
134,65
0,69
129,32
98,37
143,76
58,82
129,21
38,18
140,49
78,57
7,67
140,20
36,23
129,13
98,29
143,78
63,88
136,43
43,13
156,42
3,57
174,46
143,52
125,58
107,64
89,70
71,76
53,82
35,88
17,94
0,61
sMises, (MPa)
Kierunek XY
Przypadki: 11 (KOMB1)
3D
Z = 0,0000 m · Podstawa


19,24
73,08
105,63
146,41
78,49
141,60
36,31
129,29
98,34
143,70
58,81
129,20
38,18
140,49
66,01
21,48
134,65
129,32
98,37
143,76
58,82
129,21
38,18
140,49
78,57
140,20
36,23
129,13
98,29
143,78
63,88
136,43
43,13
156,42
174,46
143,52
125,58
107,64
89,70
71,76
53,82
35,88
17,94
0,61
sMises, (MPa)
Kierunek XY
Przypadki: 11 (KOMB1)
3D
Z = 0,0000 m · Podstawa

- maksymalne wartości naprężeń w profilu

Węzeł	Przypadek	**σxx (MPa)**	σyy (MPa)	σzz (MPa)	τxy (MPa)	τxz (MPa)	τyz (MPa)	σzast (MPa)
8671	KOMB1	**-53,76**	20,25	-20,13	2,61	-2,50	1,67	64,55

Węzeł	Przypadek	σxx (MPa)	**σyy (MPa)**	σzz (MPa)	τxy (MPa)	τxz (MPa)	τyz (MPa)	σzast (MPa)
345	KOMB1	32,70	**98,24**	39,12	-2,73	2,35	-88,18	165,17

Węzeł	Przypadek	σxx (MPa)	σyy (MPa)	**σzz (MPa)**	τxy (MPa)	τxz (MPa)	τyz (MPa)	σzast (MPa)
352	KOMB1	22,52	-29,73	**163,23**	-0,21	7,59	-11,28	174,46

Węzeł	Przypadek	σxx (MPa)	σyy (MPa)	σzz (MPa)	**τxy (MPa)**	τxz (MPa)	τyz (MPa)	σzast (MPa)
796	KOMB1	15,93	42,67	18,79	**-22,02**	-10,02	24,62	64,97

Węzeł	Przypadek	σxx (MPa)	σyy (MPa)	σzz (MPa)	τxy (MPa)	**τxz (MPa)**	τyz (MPa)	σzast (MPa)
8855	KOMB1	-10,16	-1,59	20,12	-9,20	**-39,44**	1,46	75,22

Węzeł	Przypadek	σxx (MPa)	σyy (MPa)	σzz (MPa)	τxy (MPa)	τxz (MPa)	**τyz (MPa)**	σzast (MPa)
345	KOMB1	32,70	98,24	39,12	-2,73	2,35	**-88,18**	165,17

Węzeł	Przypadek	σxx (MPa)	σyy (MPa)	σzz (MPa)	τxy (MPa)	τxz (MPa)	τyz (MPa)	**σzast (MPa)**
352	KOMB1	22,52	-29,73	163,23	-0,21	7,59	-11,28	**174,46**

- sprawdzenie nośności przekrojów

Naprężenia normalne: $\sigma_{xx} \le f_0 / \gamma_{M1}$ $\sigma_{yy} \le f_0 / \gamma_{M1}$ $\sigma_{zz} \le f_0 / \gamma_{M1}$

Naprężenia styczne: $\tau_{xy} \le \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$ $\tau_{xz} \le \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$ $\tau_{yz} \le \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$

Naprężenia zastępcze:

$$\sigma_{zast} = \sqrt{0{,}5 \times [(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{xx} - \sigma_{zz})^2 + 6 \times (\tau_{xy}^{\ 2} + \tau_{xz}^{\ 2} + \tau_{yz}^{\ 2})]} \le 1{,}2 \times \frac{f_0}{\gamma_{M1}}$$

Dopuszczalne wartości naprężeń:

f_o / γ_{M1} = 160MPa / 1,1 = **145,5MPa**

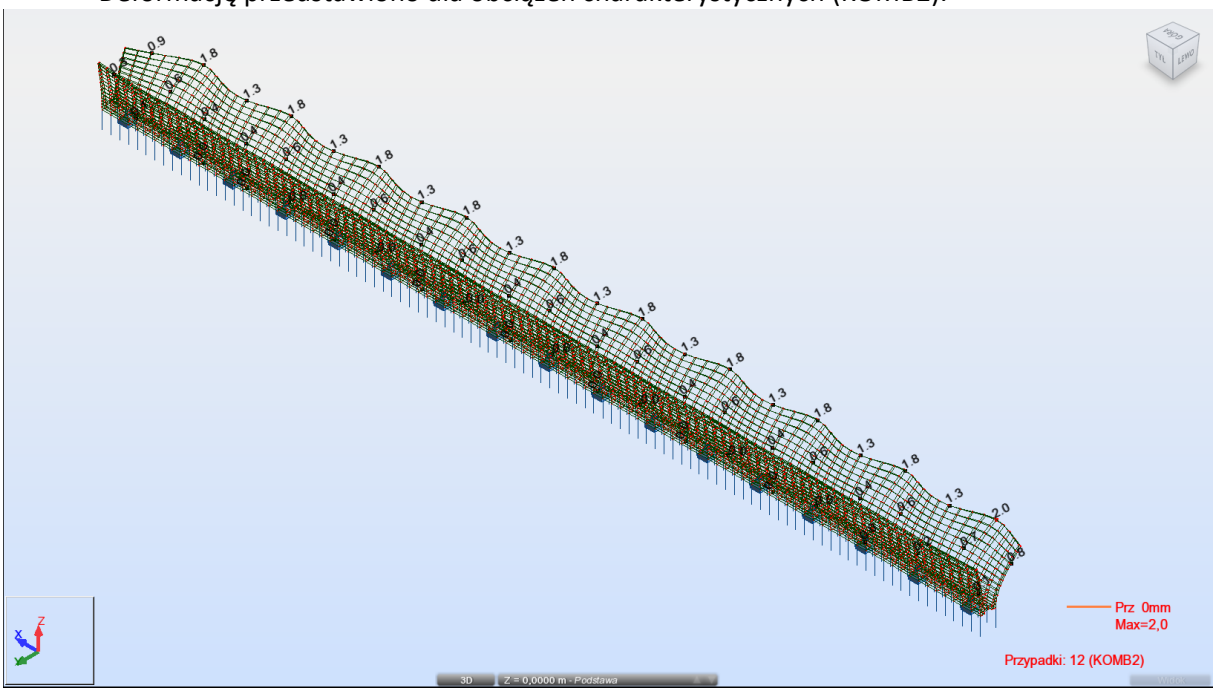
$f_o / (\sqrt{3}\ \gamma_{M1})$ = 160MPa / (1,73 x 1,10) = **84,0MPa**

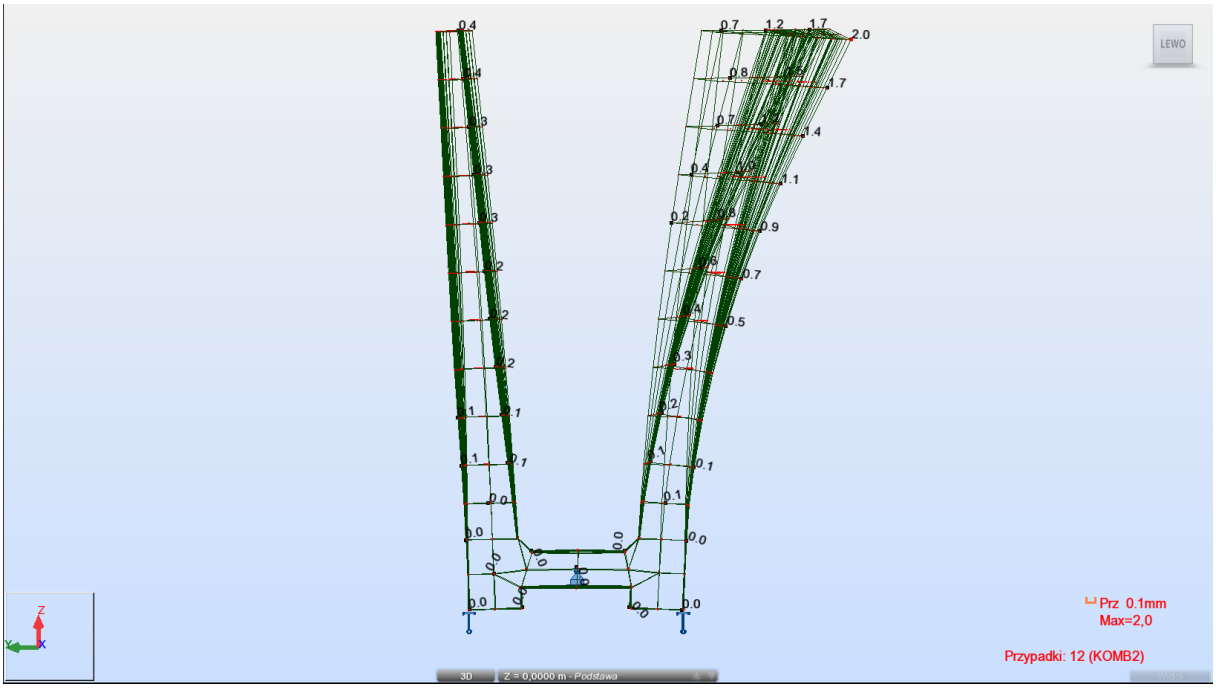
1,2 x f_o / γ_{M1} = **174,5MPa**

Dopuszczono lokalne (w jednym węźle) przekroczenie naprężeń z uwagi na przeprowadzenie obliczeń w zakresie sprężystym. Profil spełnia warunki nośności.

Deformacja pod wpływem obciążeń

Deformację przedstawiono dla obciążeń charakterystycznych (KOMB2).

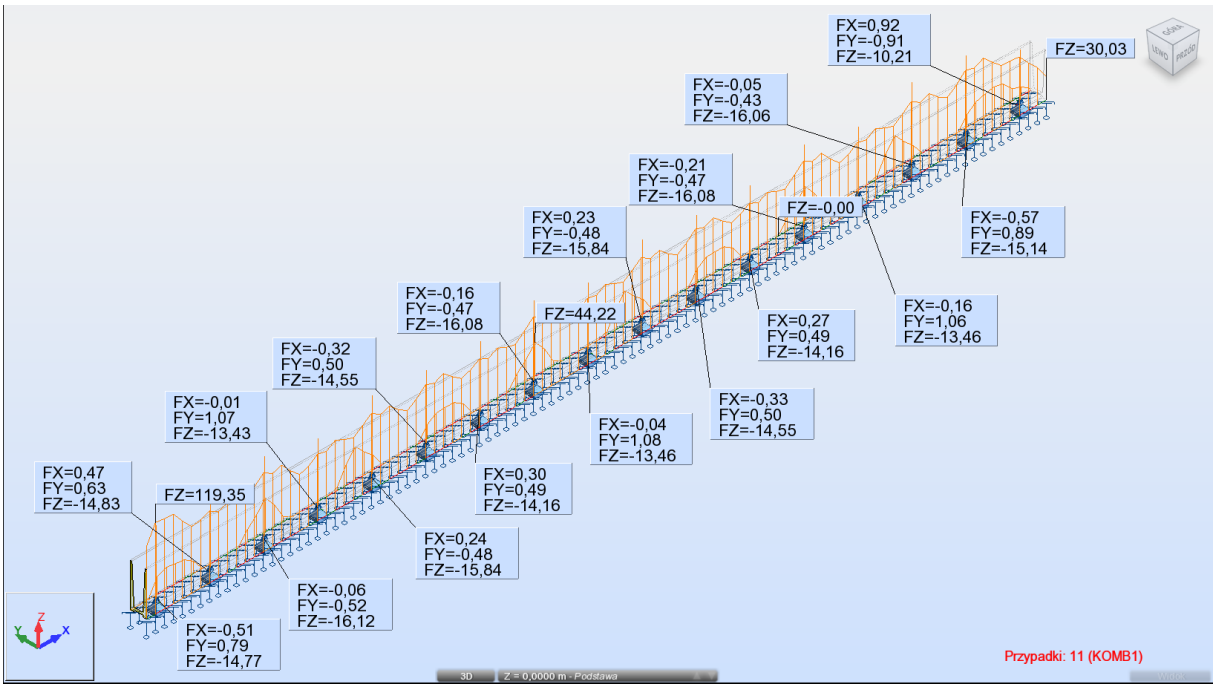




Maksymalne wychylenie ściany pionowej profilu wynosi **2,0mm**.

4.4. Reakcje i dobór kotwy

Poniżej przedstawiono reakcje w kotwach oraz wykresy sił docisku do stropu.

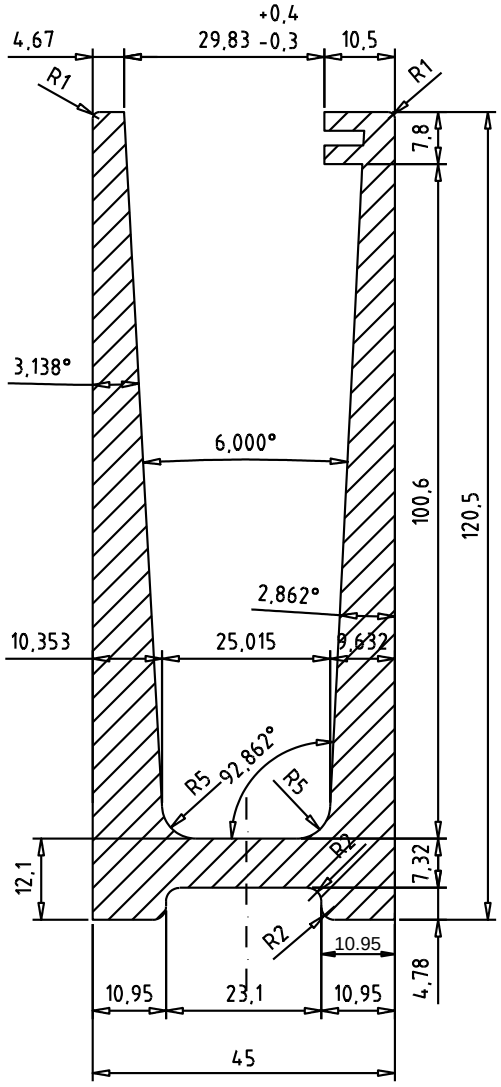


Dobór kotwy:
Kotwę należy dobrać na siły obliczeniowe:
F_x = 0,57kN; F_y = 1,07kN; F_z = 16,12kN

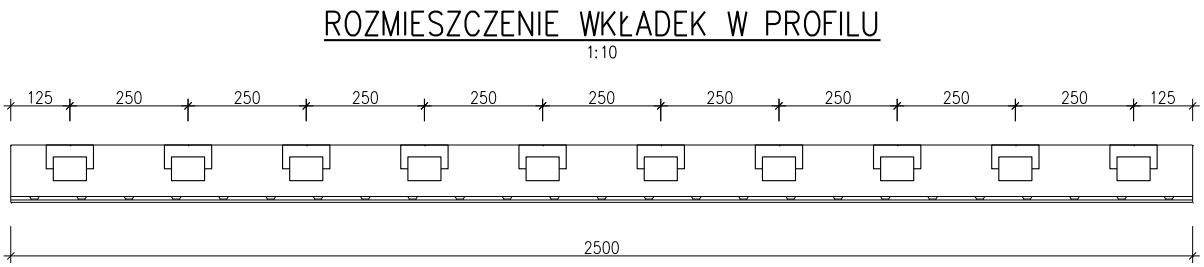
Uwaga:
Stosowanie kotwy należy każdorazowo uzgodnić z producentem kotwy uwzględniając szczegółowe warunki mocowania profilu do betonu – w szczególności usytuowanie kotwy od krawędzi betonu.

5. Wytyczne stosowania profilu

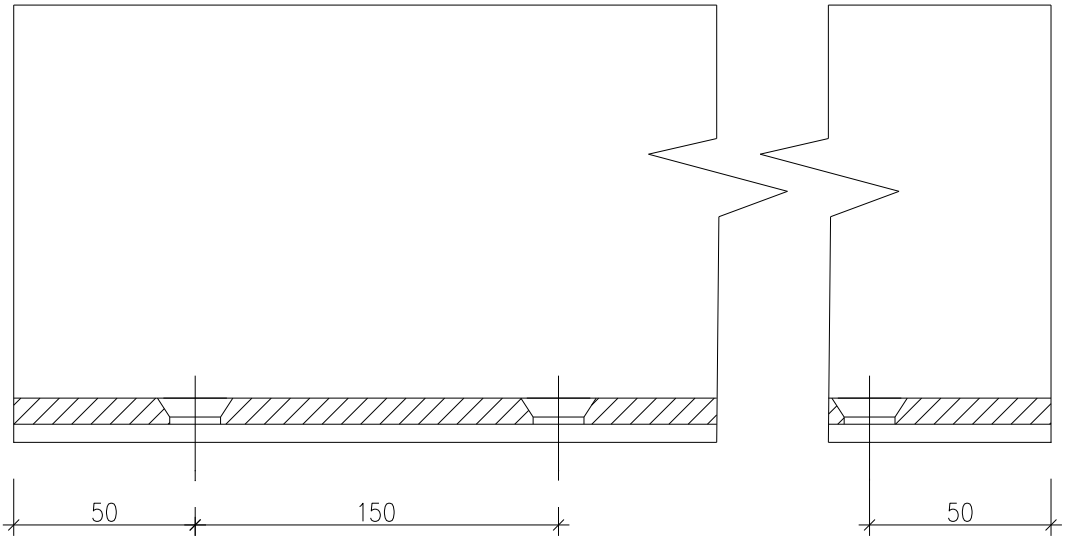
5.1. Rysunek profilu



5.2. Wytyczne rozmieszczenia kotew oraz wkładek (białych i zielonych) przez które przekazywane jest obciążenie na ściany profilu



Rozmieszczenie kotew:



Opracował:

mgr inż. Marek Sikora
Uprawnienia budowlane do projektowania
oraz kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specjalnościach:
konstr.-bud. nr SLK/5664/PWOK/14
mgr nr SLK/2775/PWOM/09