



SELECT LANGUAGE



ENGLISH

2



SLOVENSKY

20



ČESKY



DEUTSCH



POLSKI

38



MAGYAR



ITALIAN



FRANÇAIS

**PROJECT
OFFICE**



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

NAME OF PROJECT	STATIC COUNTINGS OF AN ALUMINUM PROFILE FOR BALUSTRADES/HAND-RAILS FOR HORIZONTAL LOAD: 1 kN/m (1,5 kN/m) ANCHOR IN THE PROFILE SIDE (SIDE ANCHORING)
INVESTOR	UMAKOW Sp. zo.o. 41-800 Zabrze ul. Alojzego Pawliczka 27A
LEVEL	STATIC CALCULATIONS

Major, function	Name and surname No. of qualifications	Signature
CONSTRUCTION GROUP Architect	Mgr. Ing. Marek Sikora SLK/5654/PWOK/14	Mgr. Ing. Marek Sikora Qualifications for planning as well as managing constructions works without restrictions in expertise: construct.-build. nr SLK/5654/PWOK/14 bridge/SLK/2775/PWOM/09

PLACE AND DATE OF ISSUE	Chorzów, December 2015
------------------------------------	------------------------

Content

1.	Basic documents	3
2.	Assumptions admitted into the calculations.....	3
3.	Specification of powers loading the profile walls.....	3
4.	Static – capacity calculations	5
4.1.	Calculation model	5
4.2.	Loads.....	6
4.3.	Stress in the profile.....	8
4.3.1.	Normal stresses	8
4.3.2.	Junction/tangent stresses	11
4.3.3.	Alternative stresses	12
4.4.	Deformation under load	15
4.5.	Reactions and selection of anchor	16
5.	Norms for profile usage.....	17
5.1.	Profile drawing	17
5.2.	Initial data for placement of anchors or inserts (white and green), through which the load transfers to the profile walls.....	17

1. Basic documents

Command/Order

- Orders by the company UMAKOW s.r.o. with the domicile in Zabrze prze, Alojzego Pawliczka 27A str.

Norms

- [1] PN-EN 1991-1-1 Actions on structures. General actions.
- [2] PN-EN 1999-1-1 Design of aluminium constructions. General conditions.

Other

- Systems for attaching glass hand-rail into an aluminium profile together with inserts and seals submitted by the company UMAKOW s.r.o.

2. Assumptions admitted into the calculations

Profile material data:

EN-AW alloy:	6063
Product type:	Embossed profile EP;
Version:	T6;
Minimal required characteristic stress:	$f_0 = 160 \text{ MPa (6063)}$;
Partial coefficient of material safety:	$\gamma_M = 1,10$
Elasticity model:	$E = 70 \text{ GPa}$

Assumptions of the calculation model:

- Height of the hand-rail/balustrade equal to the height of glass table exiting the profile amounts to 1.10 m;
- Load from the glass balustrade is transferred to the profile walls through plastic inserts placed in accordance with the norms of the producer – draft of the norms for insert placement is stated in the point 5.2;
- Anchor placement in the base at 20 cm;
- Static calculations have been made on a model body by the method of finished elements in the elastic area;
- Density of the profile is checked by comparing the maximal stress with the allowed one – general case.

These static calculations do not check the attachment of the glass table in the profile nor the effectiveness of the table itself. The only thing checked is the carrying capacity of the aluminium profile, which is affected by the load caused by pressure on the handle.

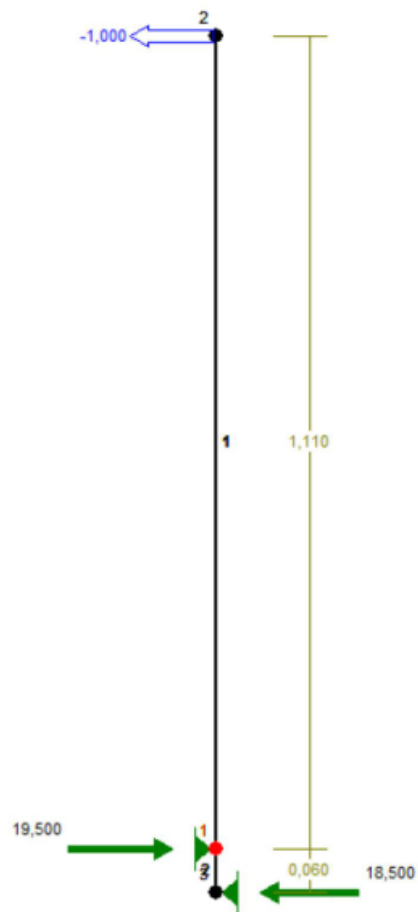
The wind pressure has not been considered into the calculations – balustrades will be situated inside the building.

3. Specification of powers loading the profile walls

Load compilation

	Load description	Load charact. kN/m	γ_f
1.	Glass table pressure $[25,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02 \text{ m} \cdot 1,20 \text{ m}]$	0,60	1,35
	Load on insert $[0,60 \text{ kN/m} \cdot 1,0 \text{ m} / 4 / 0,1 \text{ m}]$	1,50	1,35
	Load on 1 edge of insert $1,50 \text{ kN/m} / 2$	0,75	1,35
2.	Horizontal load (Usage category C3) $[1,000 \text{ kN/m}]$	1,00	1,50

SCHEME



Specification of powers acting on the inserts transferring the load on the profile walls (characteristic loads):

- white insert (width 100 mm):

$P_2 = H_2 \times 2,5 / (0,1 \times n) = 19,5 \times 2,5 / (0,1 \times 10) = 48,75 \text{ kN/m}$ – load by a pressure on balustrade, where:

n – number of inserts at length 2,5 m – 10pcs accepted

- green insert (width 65 mm):

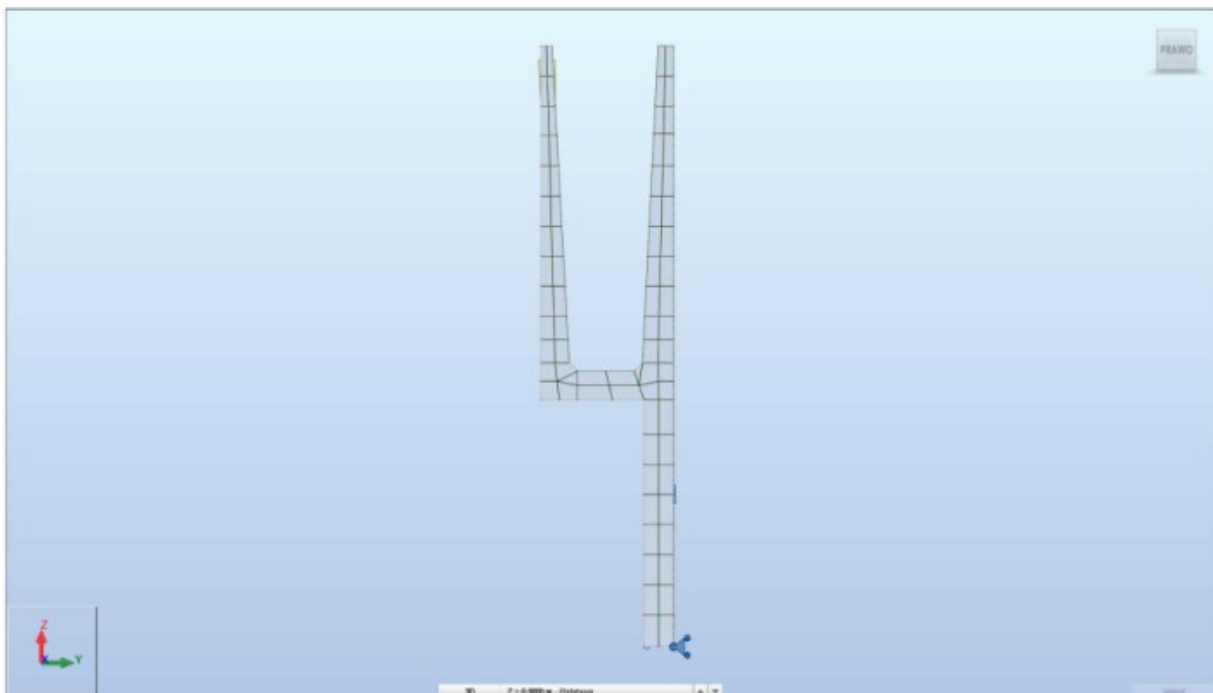
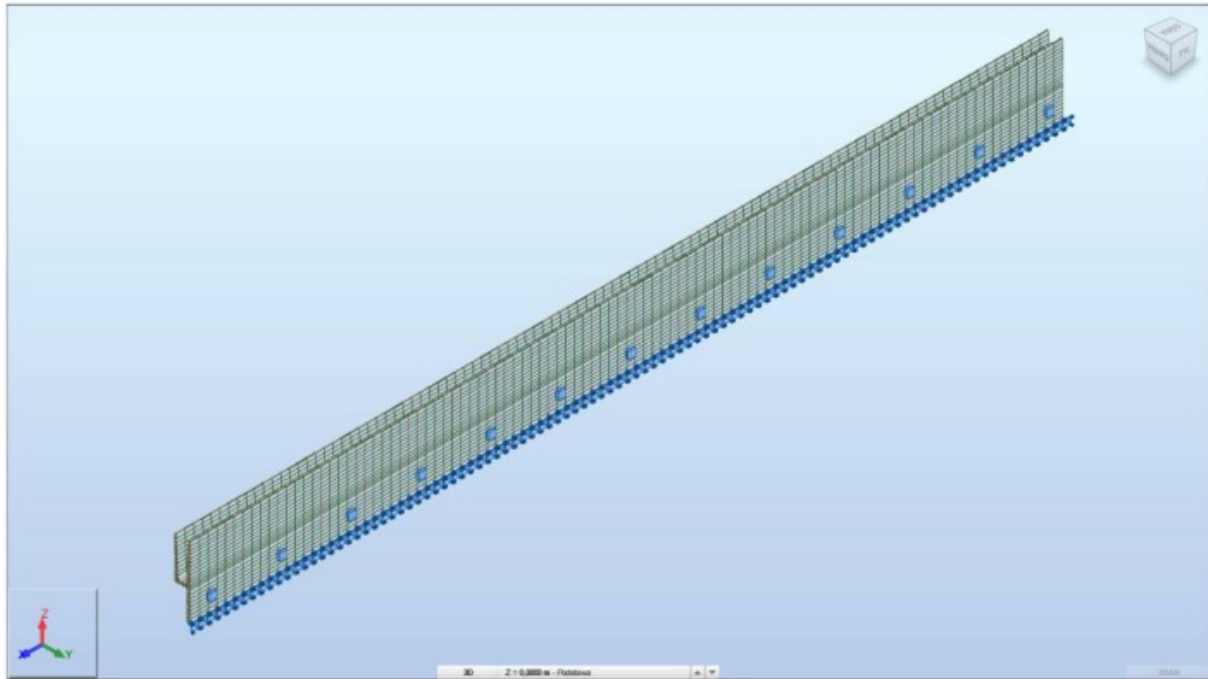
$P_1 = H_1 \times 2,5 / (0,1 \times n) = 18,5 \times 2,5 / (0,065 \times 10) = 71,15 \text{ kN/m}$ – load by pressure on balustrade, where:

n – number of inserts at 2,5 mb – 10pcs accepted

4. Static – capacity calculations

4.1. Calculation model

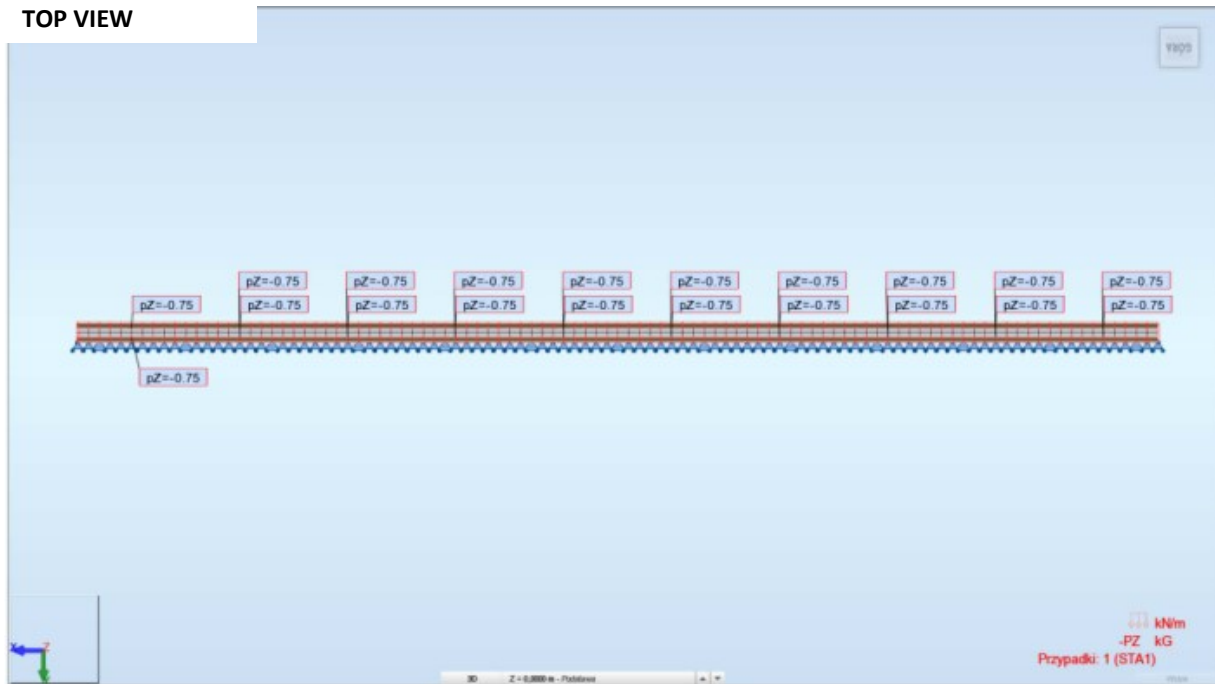
Profile has been designed in a calculation program as a volume construction comprised of finished unit elements. The construction is anchored into the ceiling with the help of anchor bolts situated in the side of the profile.



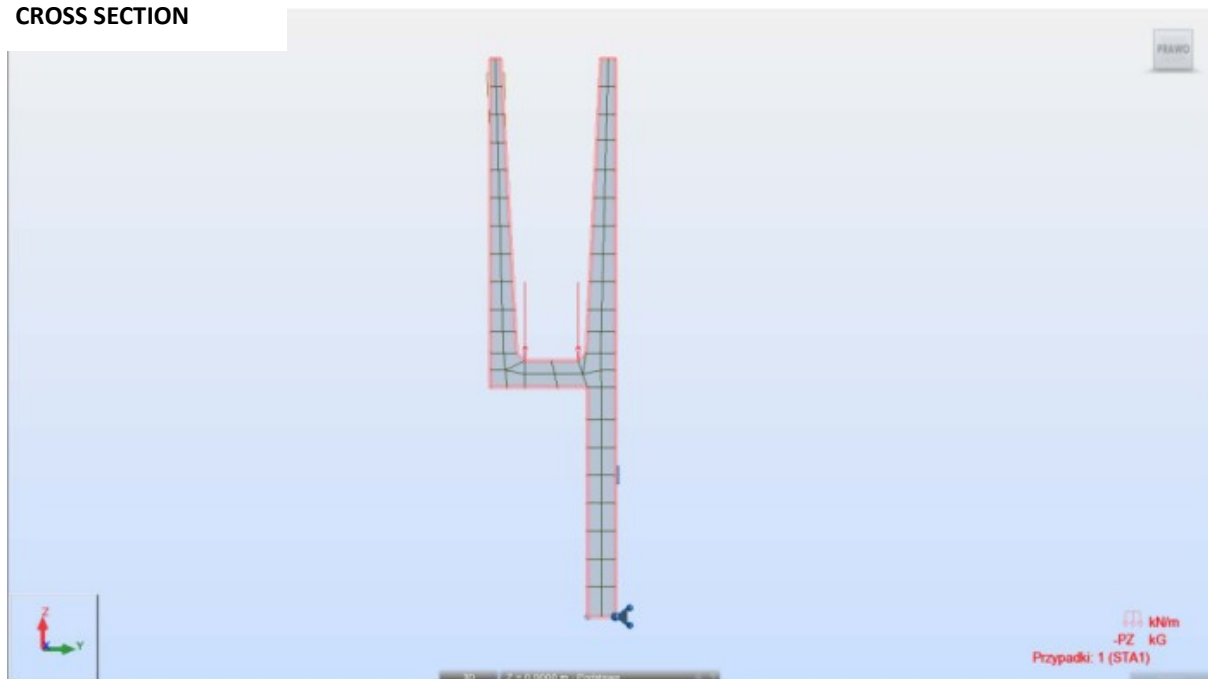
4.2. Loads

- Permanent loads (inherent profile load + glass balustrade/hand-rail load)

TOP VIEW

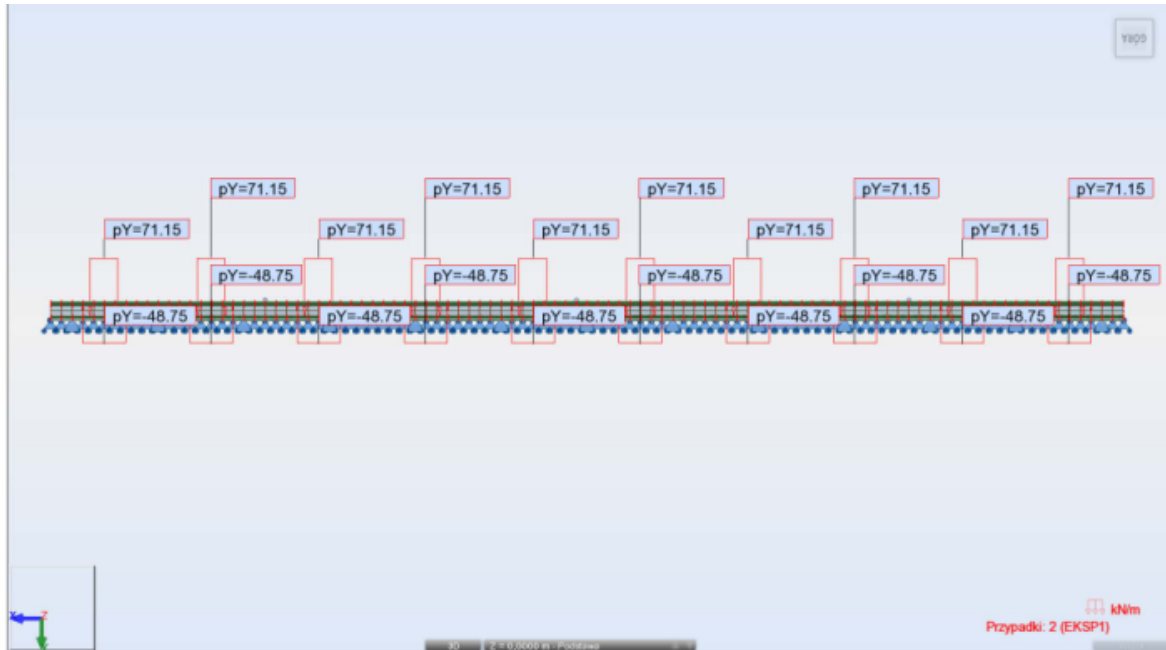


CROSS SECTION

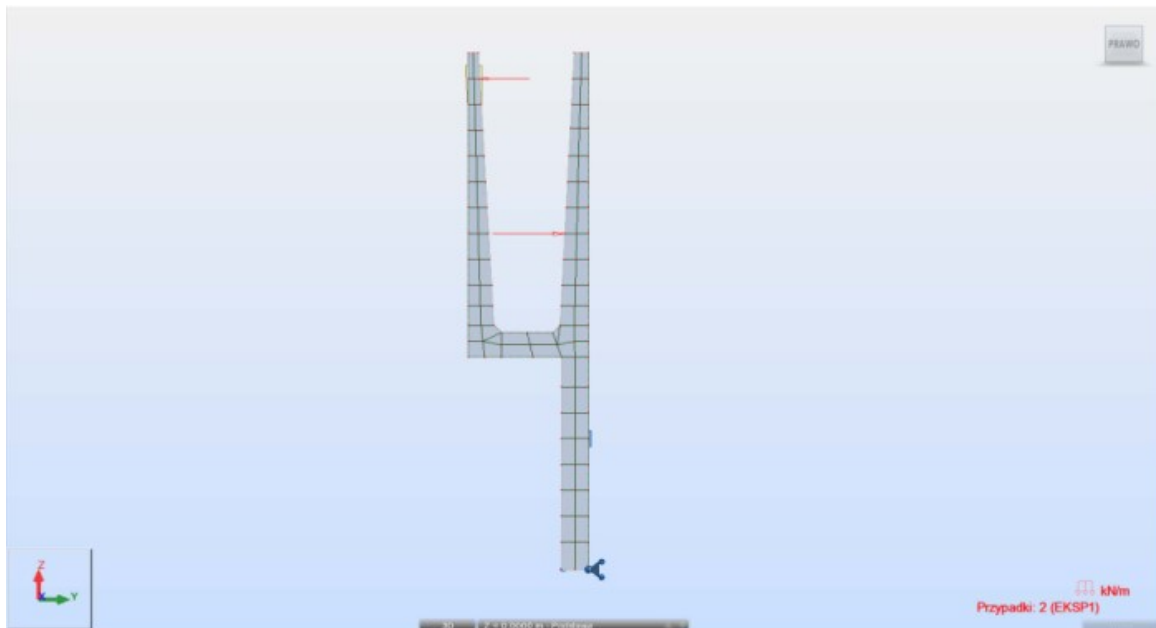


- Useful pressure load on the balustrade (transferred through white and green inserts)

TOP VIEW



CROSS SECTION



Combination of loads:

Calculation combination:

KOMB1: $1,35 \times STA1 + 1,50 \times EKSP1$

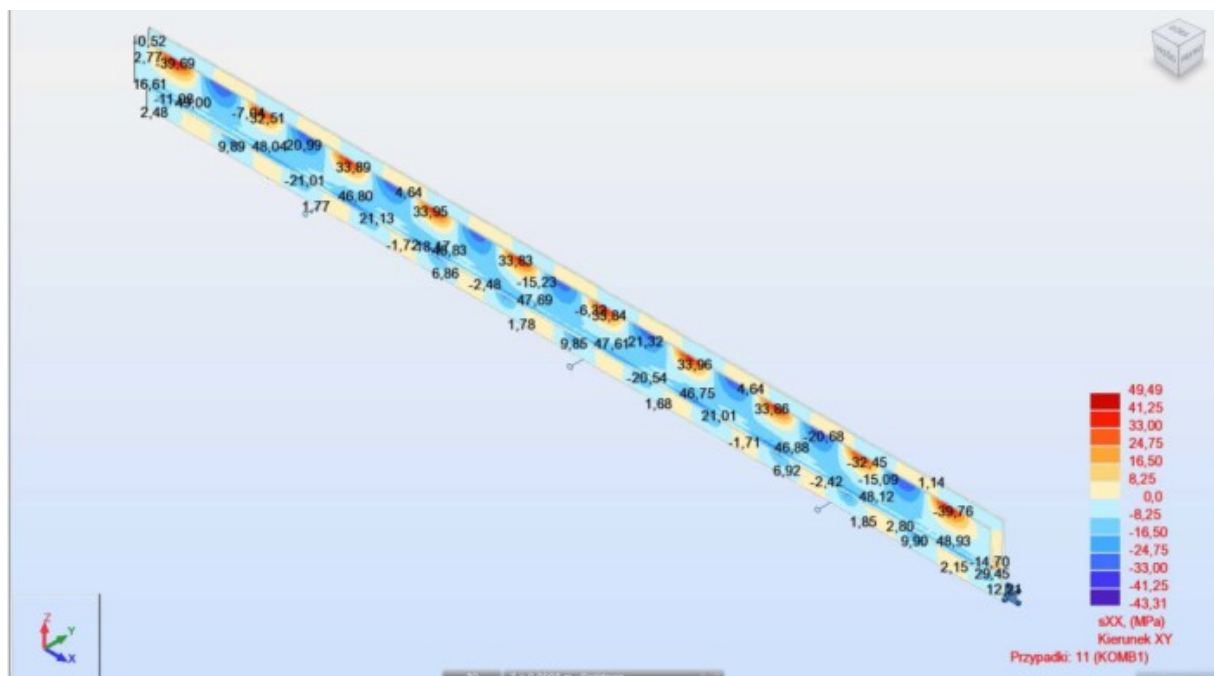
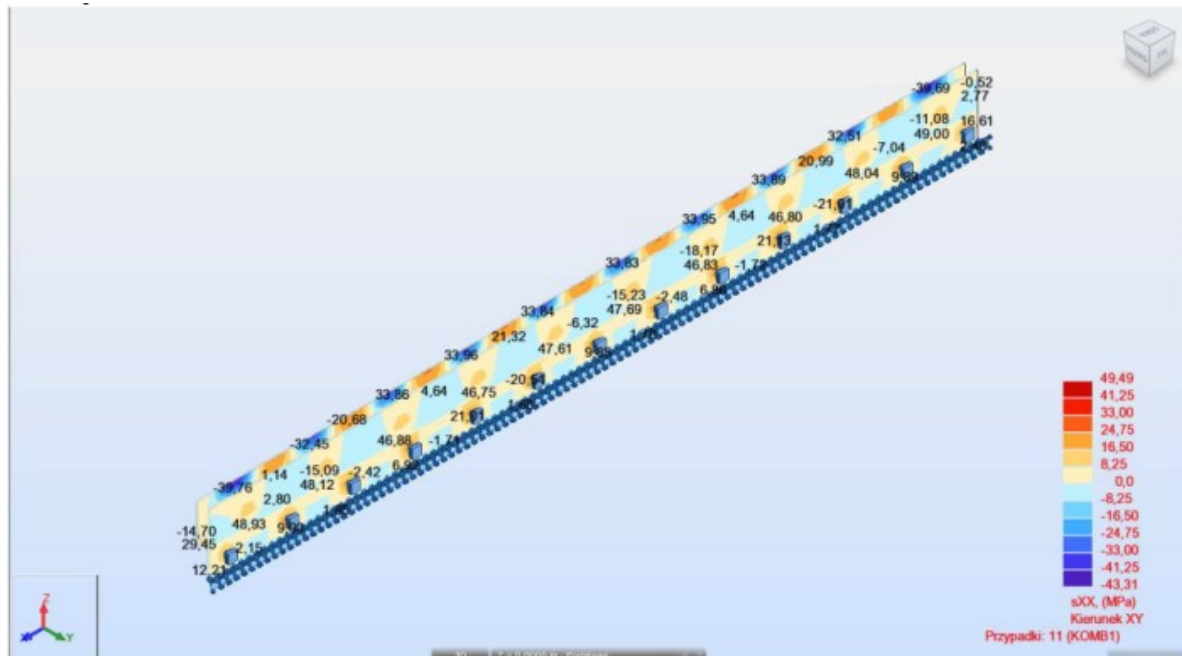
Characteristic combination:

KOMB2: $1,00 \times STA1 + 1,00 \times EKSP1$

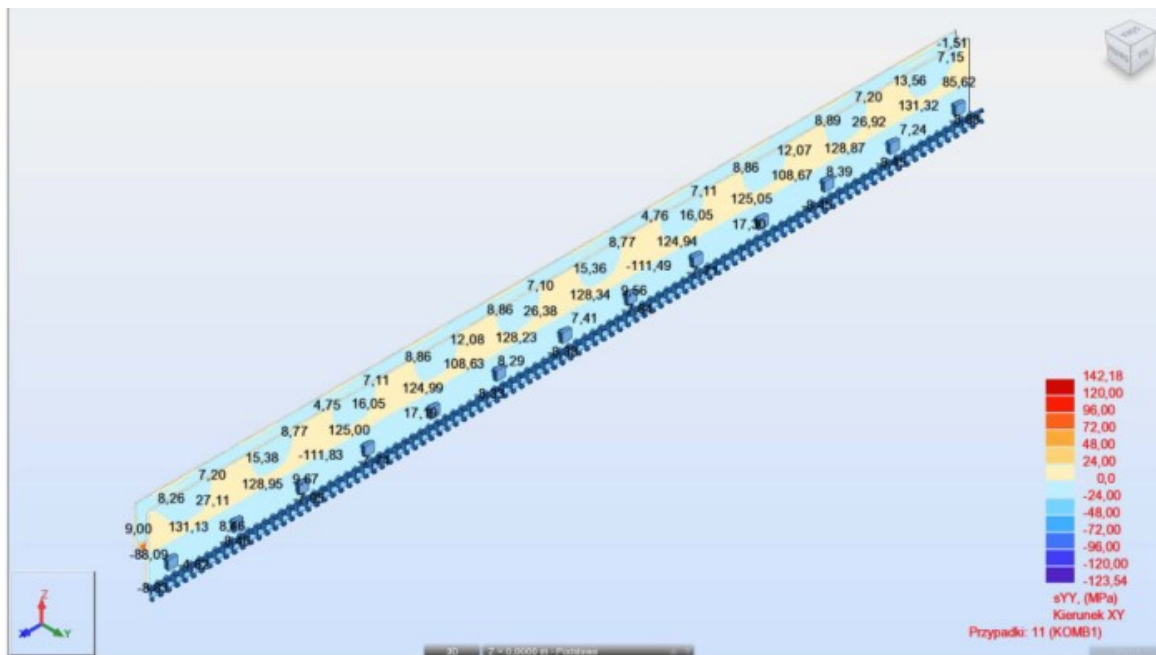
4.3. Stress in the profile

4.3.1. Normal stress

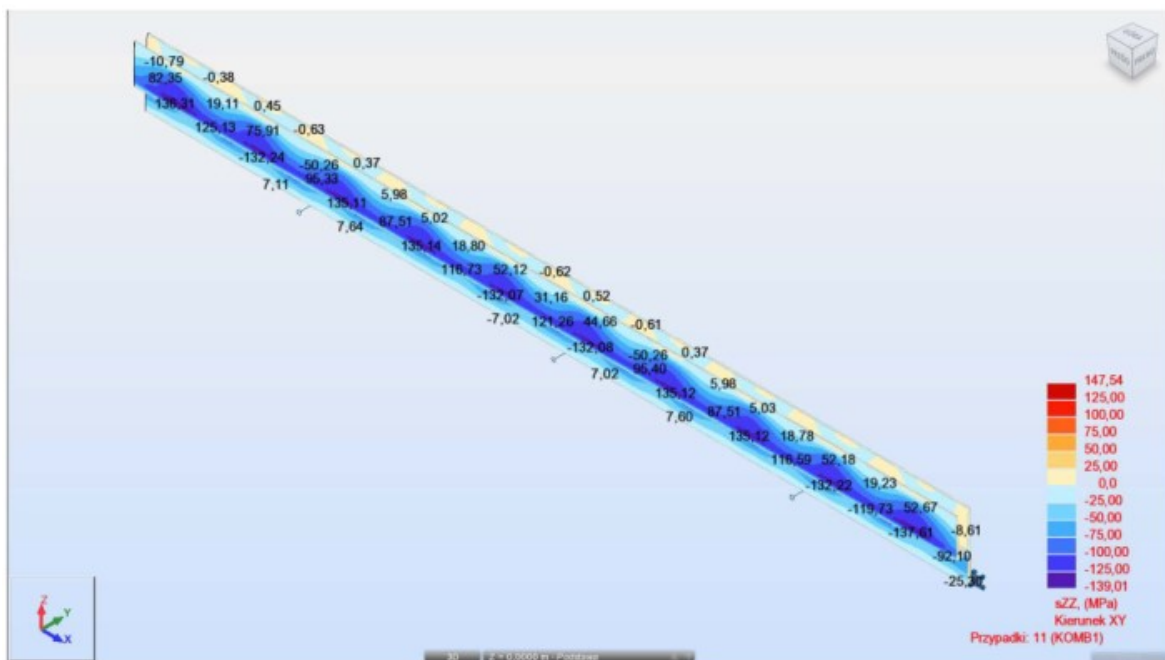
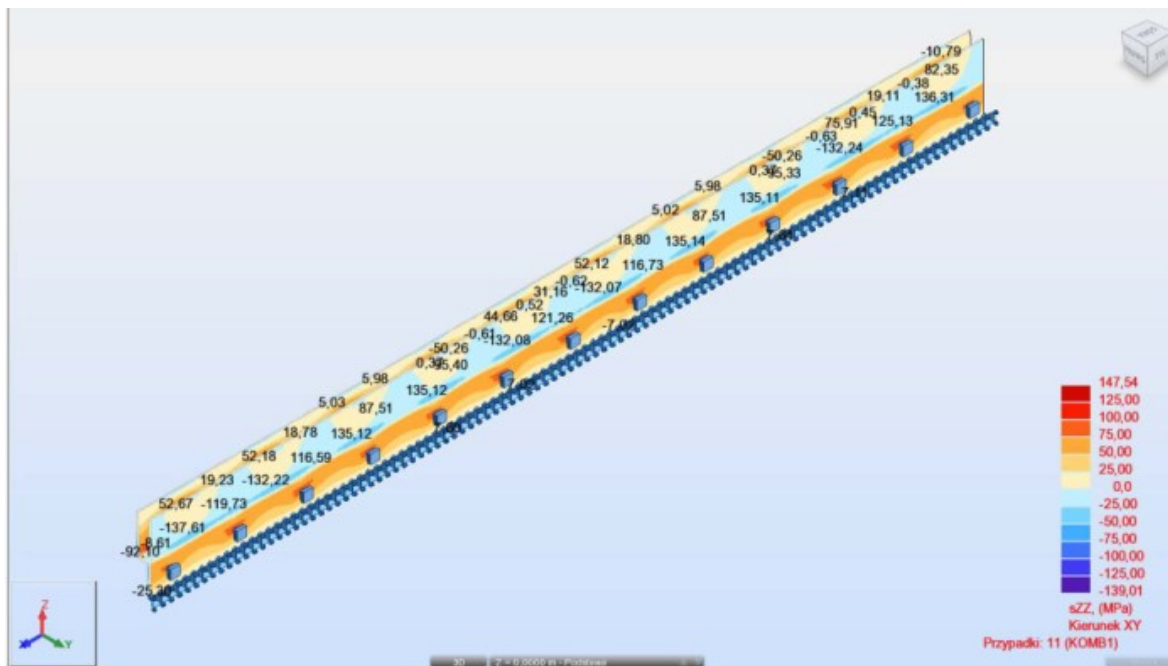
STRESSES σ_{xx}



STRESSES σ_{yy}

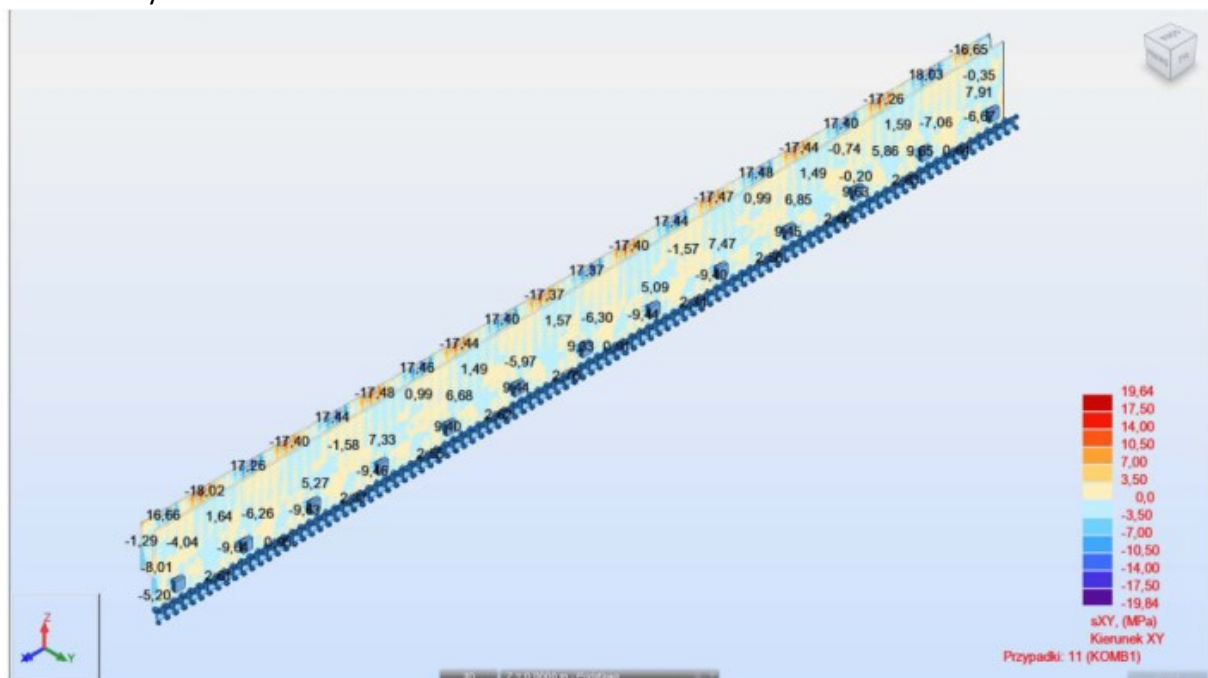


STRESSES σ_{zz}

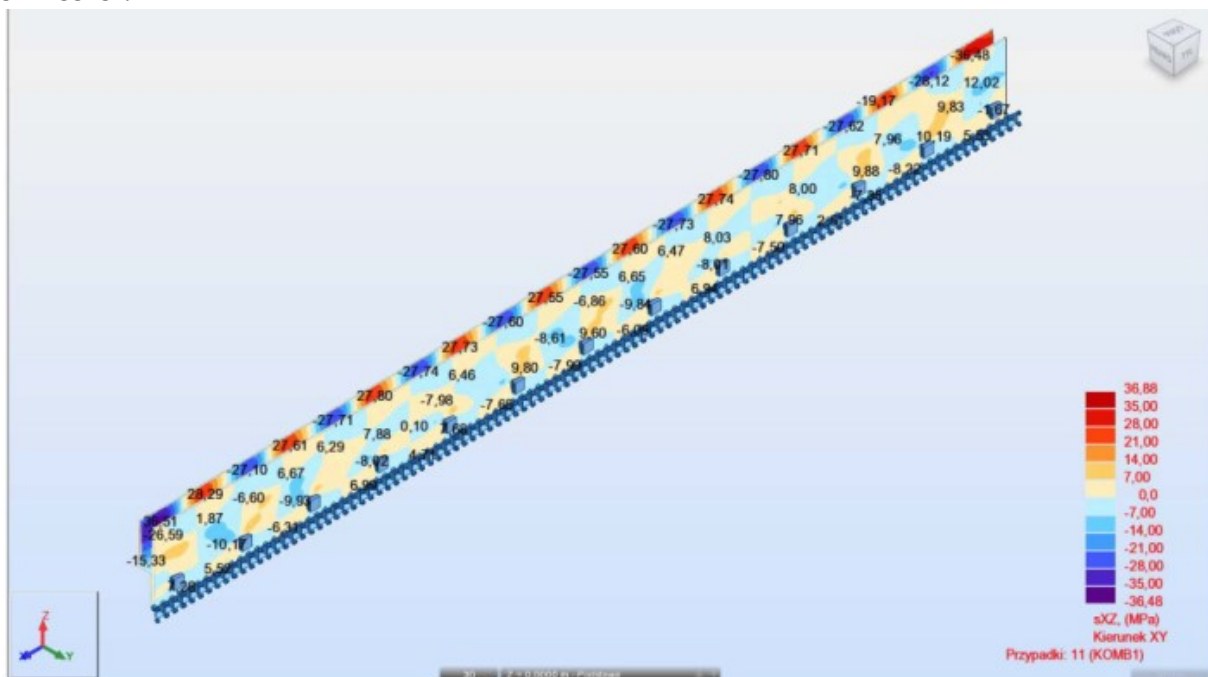


4.3.2. Junction/tangent stresses

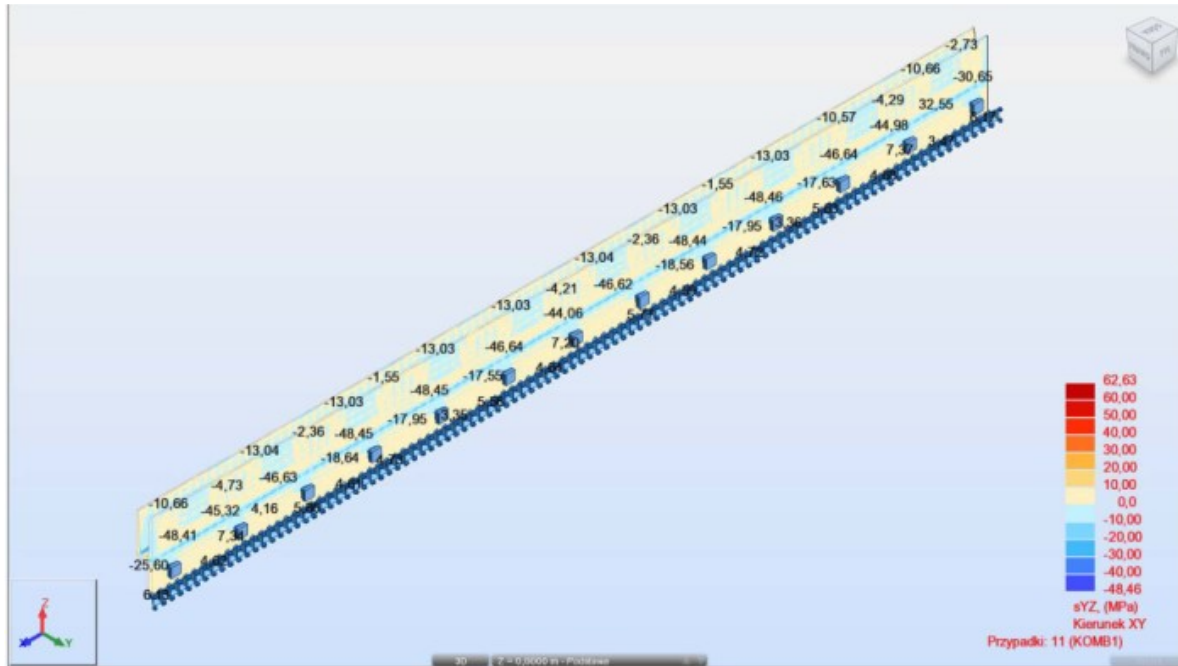
STRESSES τ_{xy}



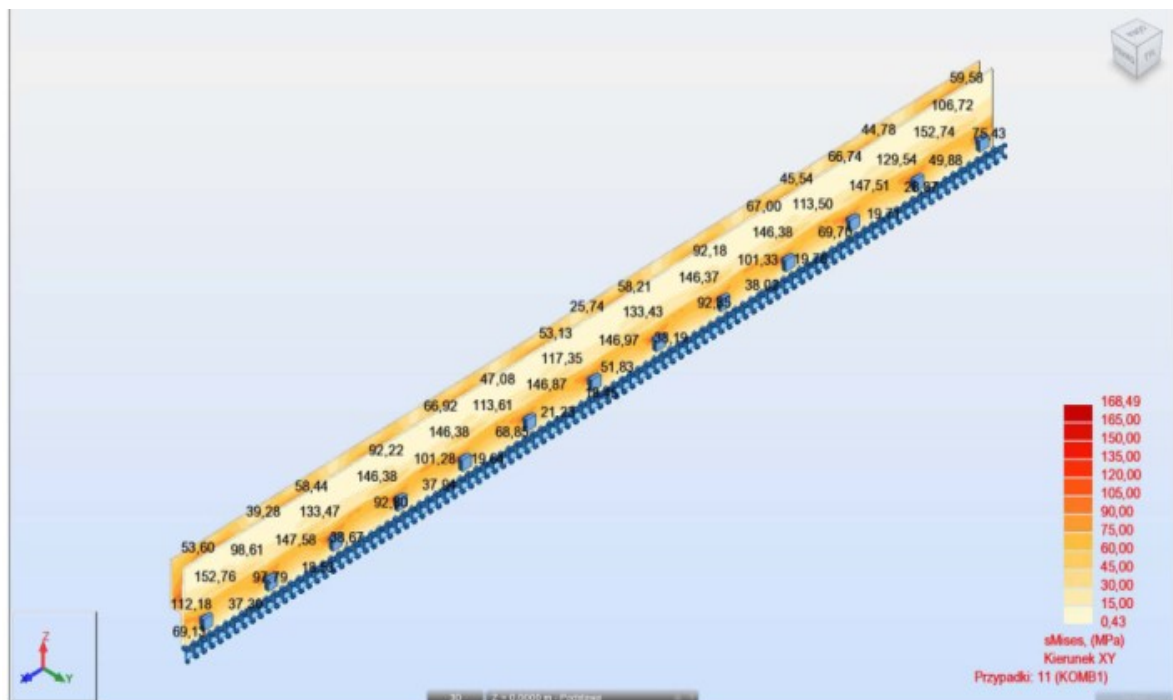
STRESSES τ_{xz}



STRESSES τ_{yz}



4.3.3. Additional stresses





- maximal stress values in the profile

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
10931	KOMB1	-43,31	10,19	-8,18	2,48	-0,93	2,35	47,49

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
687	KOMB1	23,91	140,77	-28,39	-2,93	-0,12	14,02	152,05

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
10875	KOMB1	14,80	-8,84	146,08	0,86	-3,54	-47,92	166,81

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
10701	KOMB1	6,92	-2,18	-5,13	19,64	-24,53	3,32	55,79

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
424	KOMB1	-4,10	-2,34	19,05	5,47	36,16	2,10	67,26

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
688	KOMB1	19,92	116,86	17,31	-1,86	-0,34	62,63	146,41

Knot	Case	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{addit.}$ (MPa)
705	KOMB1	14,73	-8,84	146,07	-0,84	3,47	-47,92	166,82

- cross-section carrying capacity check

Normal stresses: $\sigma_{xx} \leq f_0 / \gamma_{M1}$ $\sigma_{yy} \leq f_0 / \gamma_{M1}$ $\sigma_{zz} \leq f_0 / \gamma_{M1}$

Tangent stresses: $\tau_{xy} \leq \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$ $\tau_{xz} \leq \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$ $\tau_{yz} \leq \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$

Additional stresses:

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

Accepted stress values:

$$f_0 / \gamma_{M1} = 160 \text{ MPa} / 1,1 = \mathbf{145,5 \text{ MPa}}$$

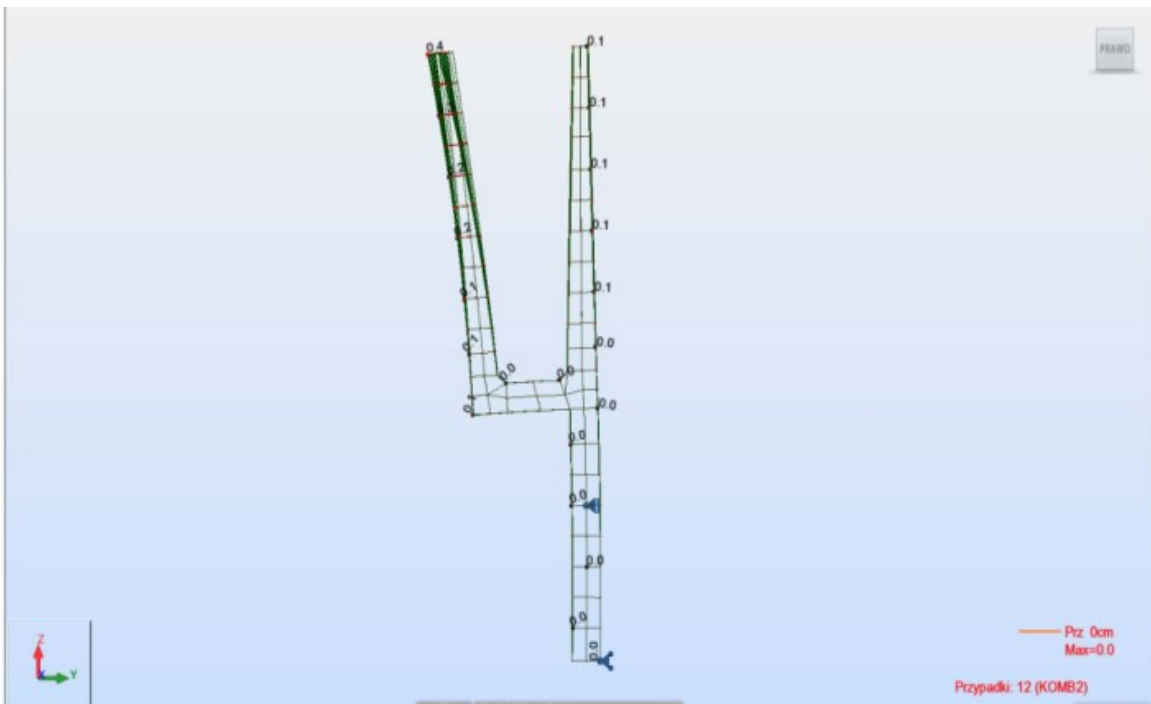
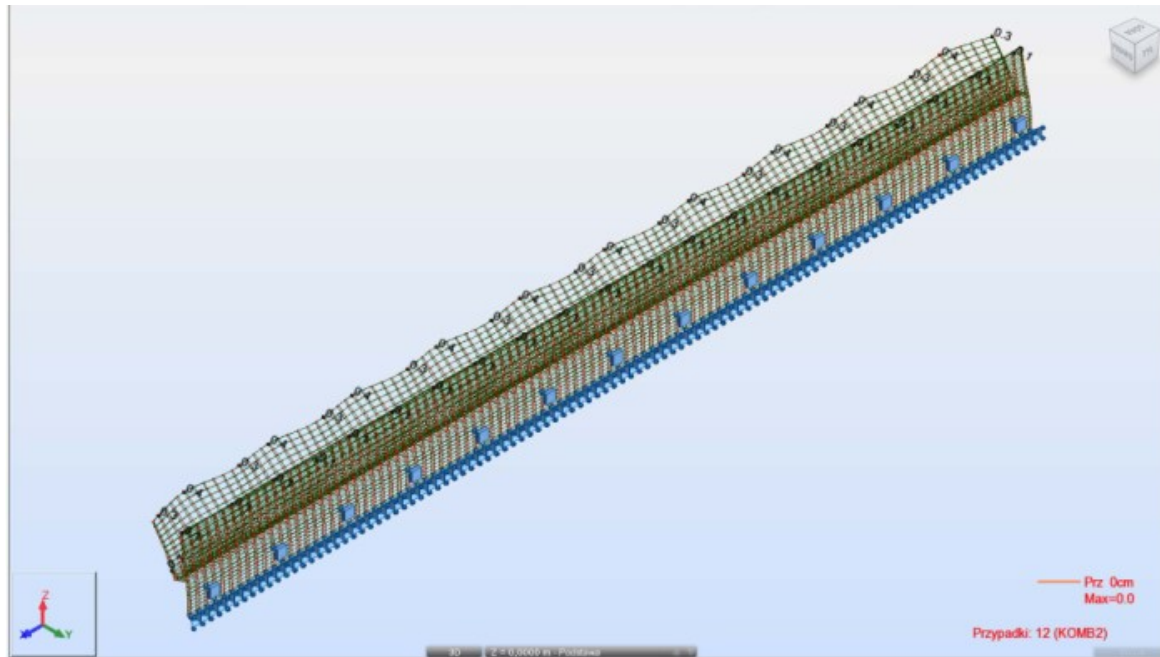
$$f_0 / (\sqrt{3} \gamma_{M1}) = 160 \text{ MPa} / (1,73 \times 1,10) = \mathbf{84,0 \text{ MPa}}$$

$$1,2 \times f_0 / \gamma_{M1} = \mathbf{174,5 \text{ MPa}}$$

Profile fulfills carrying capacity conditions.

4.4. Deformations under load

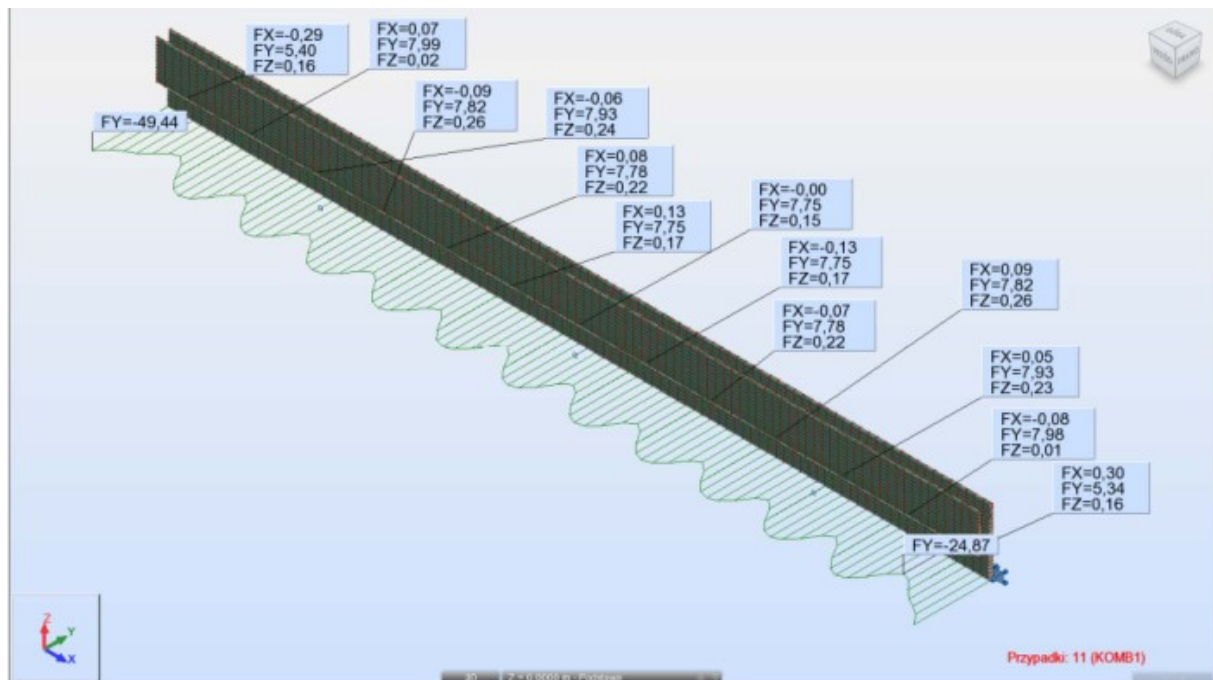
Deformations introduced according to characteristic loads (KOMB2).



Maximal deflection of the vertical profile wall equals **4mm**.

4.5. Reactions and selection of anchor

Reactions in anchors as well as diagrams of pressure powers in the ceiling are represented below.



Anchor selection:

Anchors must be chosen according to the calculated power:

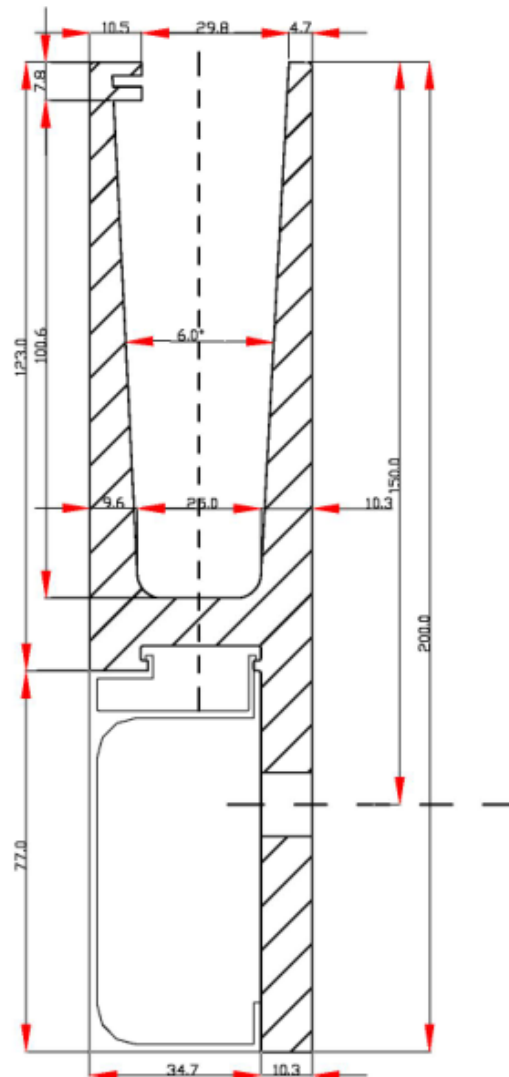
$$F_x = 0,07 \text{ kN}; \quad F_y = 7,99 \text{ kN}; \quad F_z = 0,02 \text{ kN}$$

Warning:

Usage of an anchor must be approved by the producer of the anchor and detailed conditions must be considered for attaching the profile into concrete – anchor situated in detail from the edge of concrete.

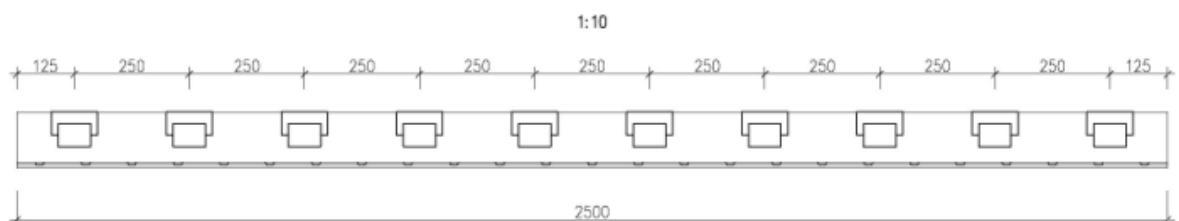
5. Norms for profile usage

5.1. Profile drawing

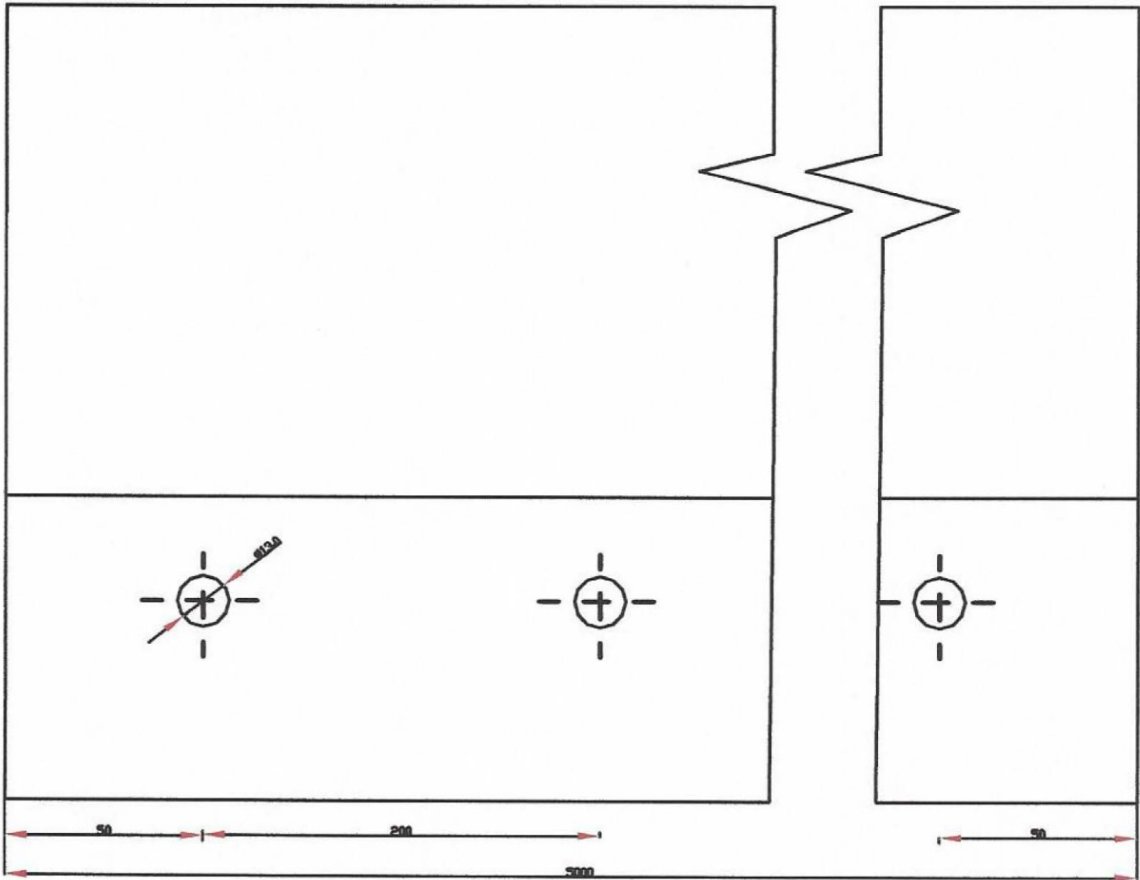


5.2. Initial data for placement of anchors or inserts (white and green), through which the load transfers to the profile walls

PLACEMENT OF INSERTS IN THE PROFILE



Anchor placement:



Drafted by:


mgr inż. Marek Sikora

**PROJEKTOVÁ
KANCELÁRIA**



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

NÁZOV PROJEKTU	STATICKÉ VÝPOČTY HLINÍKOVÉHO PROFILU PRE SKLENENÉ BALUSTRÁDY/ZÁBRADLIA NA VODOROVNÉ ZAŤAŽENIE: 1 kN/m (1,5 kN/m) – KOTVA V BOKU PROFILU (BOČNÉ KOTVENIE)
INVESTOR	UMAKOW Sp. zo.o. 41-800 Zabrze ul. Alojzego Pawliczka 27A
ŠTÁDIUM	STATICKÉ VÝPOČTY

Odbor, funkcia	Krstné meno a priezvisko Č. oprávnění	Podpis
KONŠTRUKČNÁ SKUPINA Projektant	Mgr. Ing. Marek Sikora SLK/5654/PWOK/14	Mgr. Ing. Marek Sikora Qualifications for planning as well as managing constructions works without restrictions in expertise: construct.-build. nr SLK/5654/PWOK/14 bridge/SLK/2775/PWOM/09

MIESTO A DÁTUM VYPRACOVANIA	Chorzów, december 2015
--	------------------------

Súpis obsahu

1.	Podklady spracovania	3
2.	Predpoklady prijaté do výpočtov.....	3
3.	Určenie síl zaťažujúcich steny profilu.....	3
4.	Staticko-pevnostné výpočty	5
4.1.	Výpočtový model	5
4.2.	Zaťaženia.....	6
4.3.	Napätia v profile	8
4.3.1.	Normálové napätia	8
4.3.2.	Styčné/tangenciálne napätia.....	11
4.3.3.	Náhradné napätia.....	12
4.4.	Deformácia vplyvom zaťaženií	15
4.5.	Reakcie a výber kotvy	16
5.	Smernice na použitie profilu.....	17
5.1.	Výkres profilu.....	17
5.2.	Východiskové údaje na rozmiestnenie kotiev alebo vložiek (bielych a zelených), cez ktoré sa prenáša zaťaženie na steny profilu.....	17

1. Podklady spracovania.

Príkaz/objednávka

- Objednávka firmy UMAKOW s.r.o. so sídlom v Zabrze ul. Alojzego Pawliczka 27A

Normy

- [1] PN-EN 1991-1-1 Pôsobenie na konštrukcie. Celkové účinky.
- [2] PN-EN 1999-1-1 Projektovanie hliníkových konštrukcií. Všeobecné pravidlá.

Rôzne

- Systémy pripevnenia skleného zábradlia do hliníkového profilu ako aj s vložkami a utesneniami odovzdaný firmou UMAKOW s.r.o.

2. Predpoklady prijaté do výpočtov.

Materiálové údaje profilu:

Zliatina EN-AW:	6063
Druh výrobku:	Vytlačaný profil EP;
Verzia:	T6;
Požadovaná minimálna medza klzu:	$f_0 = 160 \text{ MPa (6063)}$;
Čiastkový súčiniteľ bezpečnosti materiálu:	$\gamma_M = 1,10$
Modul pružnosti:	$E = 70 \text{ GPa}$

Predpoklady výpočtového modelu:

- výška zábradlia/balustrády rovná výške sklenenej tabule vychádzajúcej z profilu činí 1,10 m;
- zaťaženie zo sklenej balustrády je odovzdávané na steny profilu cez vložky z umelej hmoty rozmiestnené v súlade so smernicami výrobcu – náčrt smerníc na rozmiestnenie vložiek je uvedený v b. 5.2;
- rozmiestnenia kotiev v základni po 20 cm;
- statické výpočty sa vykonali na modelovom telese metódou hotových prvkov v pružnej oblasti;
- pevnosť profilu je skontrolovaná porovnávajúc maximálne napätie s dovolenými – všeobecný prípad.

Tieto statické výpočty neoverujú pripevnenia sklenenej tabule v profile ako i úspornosť samotnej tabule. Overená je len únosnosť hliníkového profilu, na ktorý pôsobí zaťaženie vyvolané tlakom na hmatadlo zábradlia.

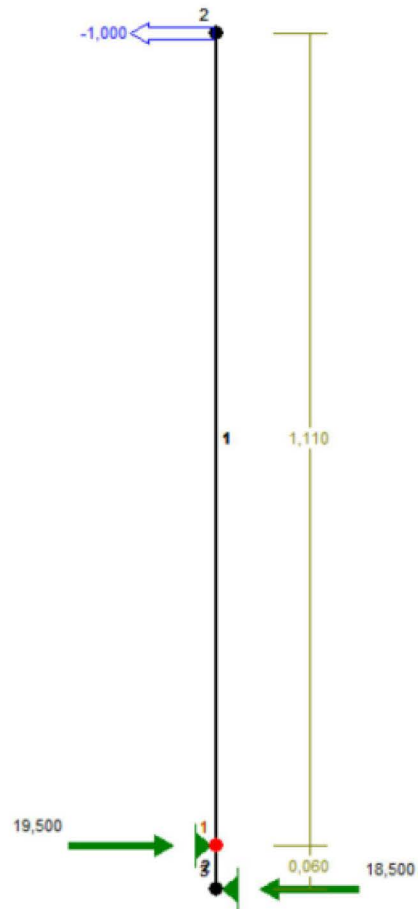
Vo výpočtoch sa nezohľadňuje tlak vetra – balustrády budú situované vnútri budovy.

3. Určenie síl zaťažujúcich steny profilu.

Zostavenie zaťažení

Popis zaťaženia		Záťaž. char. kN/m	γ_f
1.	Tiaž sklenenej dosky $[25,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02 \text{ m} \cdot 1,20 \text{ m}]$	0,60	1,35
	Zaťaženie na vložke $[0,60 \text{ kN/m} \cdot 1,0 \text{ m} / 4 / 0,1 \text{ m}]$	1,50	1,35
	Zaťaženie na 1 okraj vložky $1,50 \text{ kN/m} / 2$	0,75	1,35
2.	Vodorovné zaťaženie (Kategória používania C3) $[1,000 \text{ kN/m}]$	1,00	1,50

SCHÉMA



Určenie síl pôsobiacich na vložky prenášajúce zaťaženie na steny profilu (charakteristické zaťaženia):

- biela vložka (šírka 100 mm):

$P_2 = H_2 \times 2,5 / (0,1 \times n) = 19,5 \times 2,5 / (0,1 \times 10) = 48,75 \text{ kN/m}$ – zaťaženie tlakom na balustráde, kde:
n – počet vložiek na dĺžke 2,5 m – prijalo sa 10 ks

- zelená vložka (šírka 65 mm):

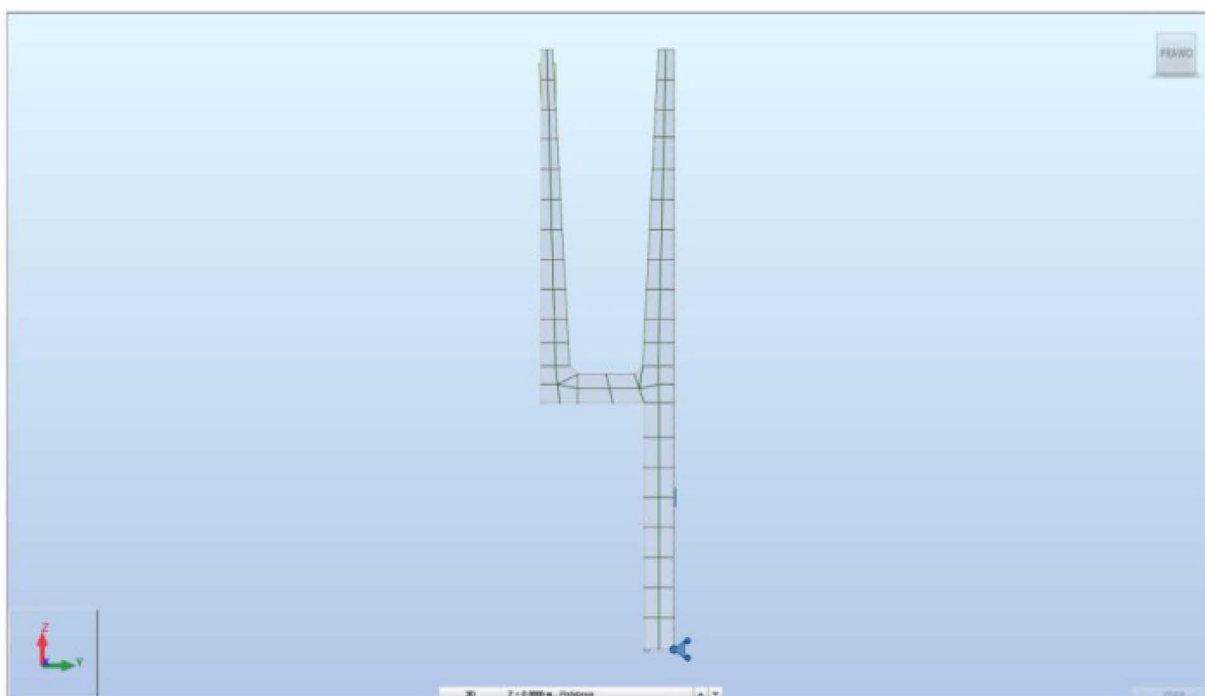
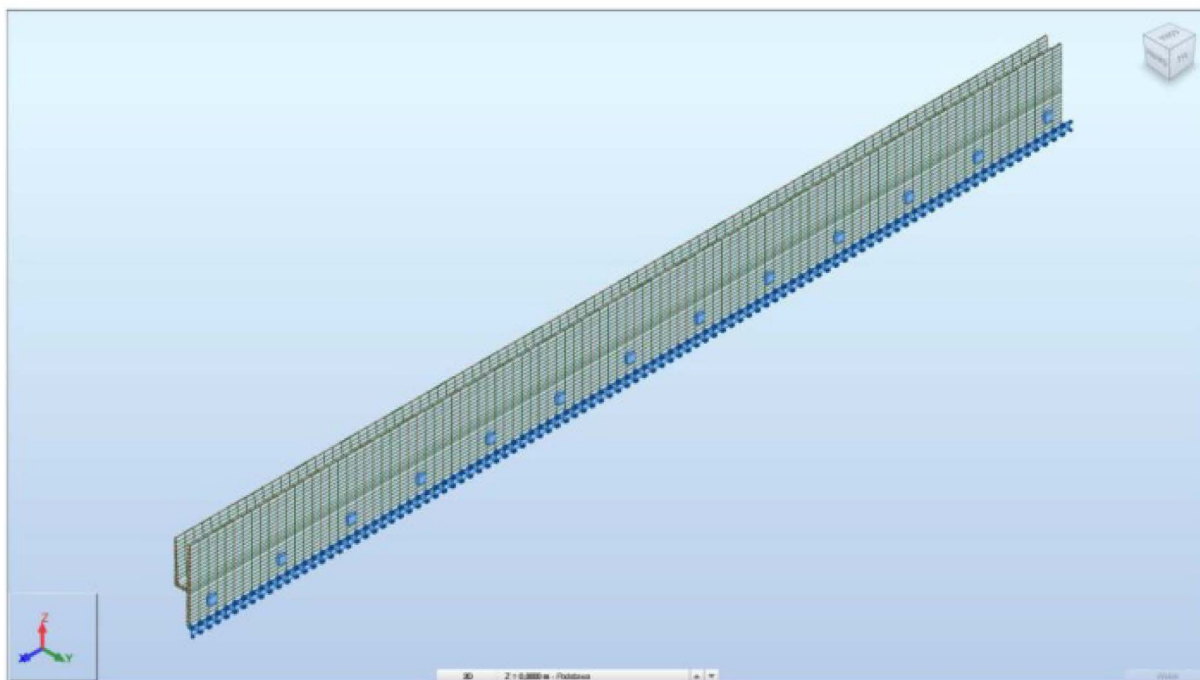
$P_1 = H_1 \times 2,5 / (0,1 \times n) = 18,5 \times 2,5 / (0,065 \times 10) = 71,15 \text{ kN/m}$ – zaťaženie tlakom na balustráde, kde:

n – počet vložiek na 2,5 mb – prijalo sa 10 ks

4. Staticko-pevnostné výpočty

4.1. Výpočtový model

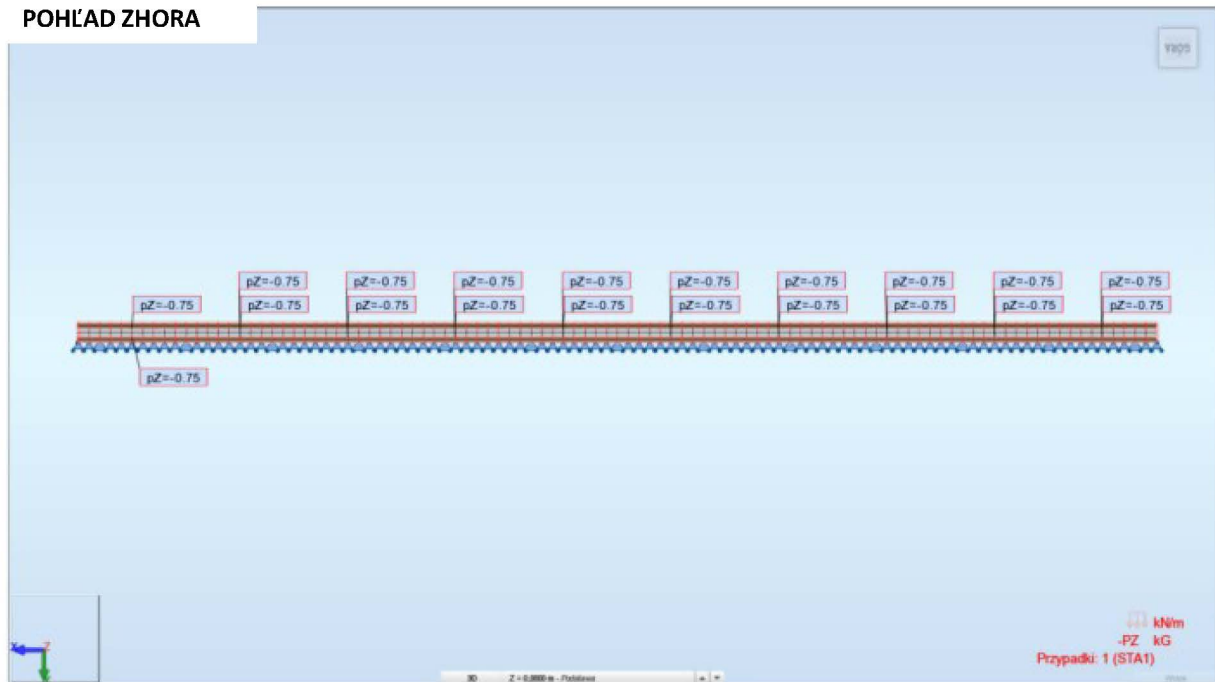
Profil bol namodelovaný vo výpočtovom programe ako objemová konštrukcia zložená z kusových hotových prvkov. Konštrukcia je kotvená do stropu pomocou skrutiek/kotiev situovaných v boku profilu.



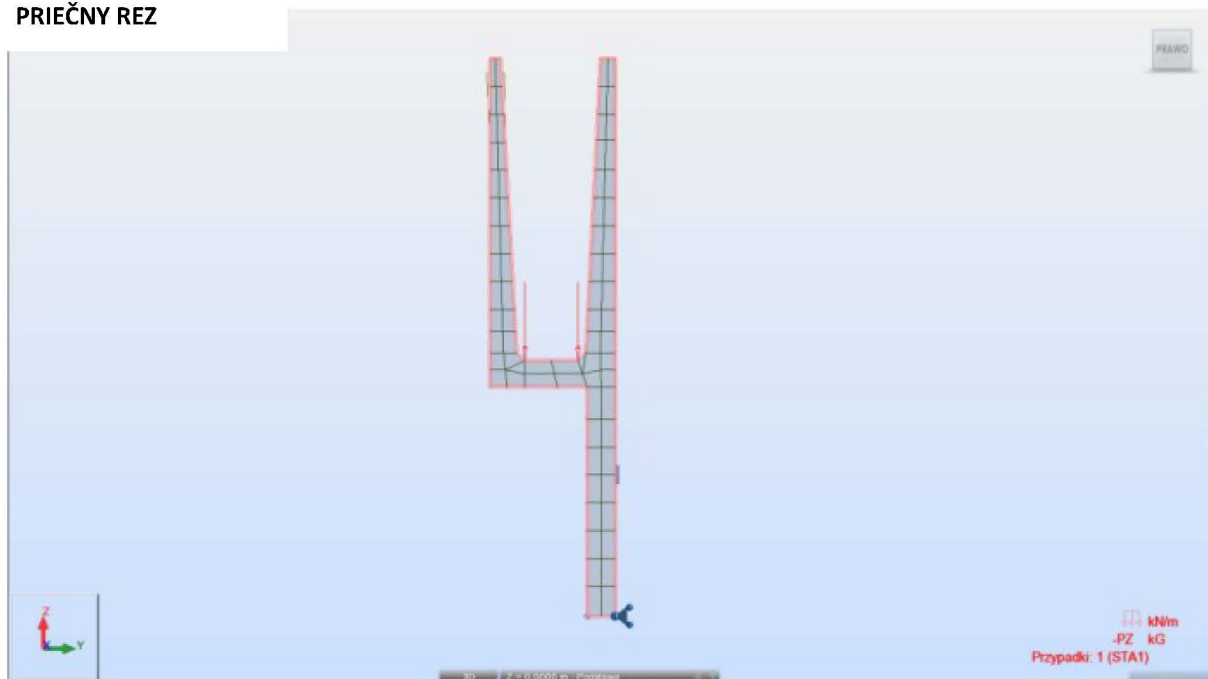
4.2. Zatażenia

- stále zatażenie (vlastná tiaž profilu + tiaž sklenenej balustrády/zábradlia)

POHLAD ZHORA

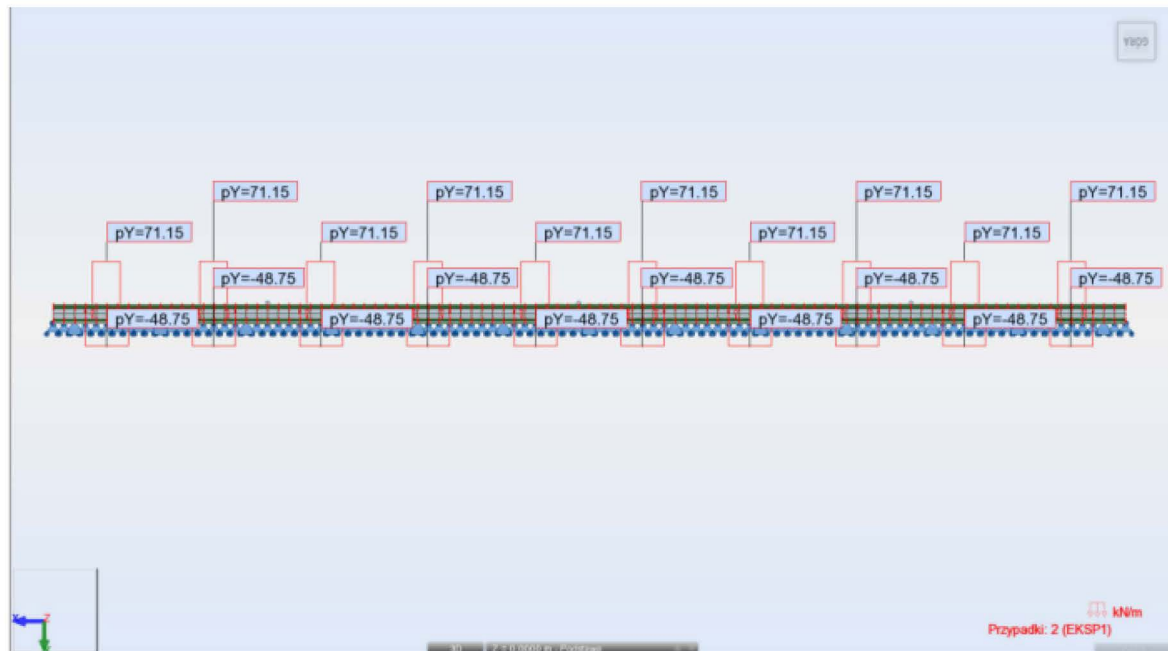


PRIEČNY REZ

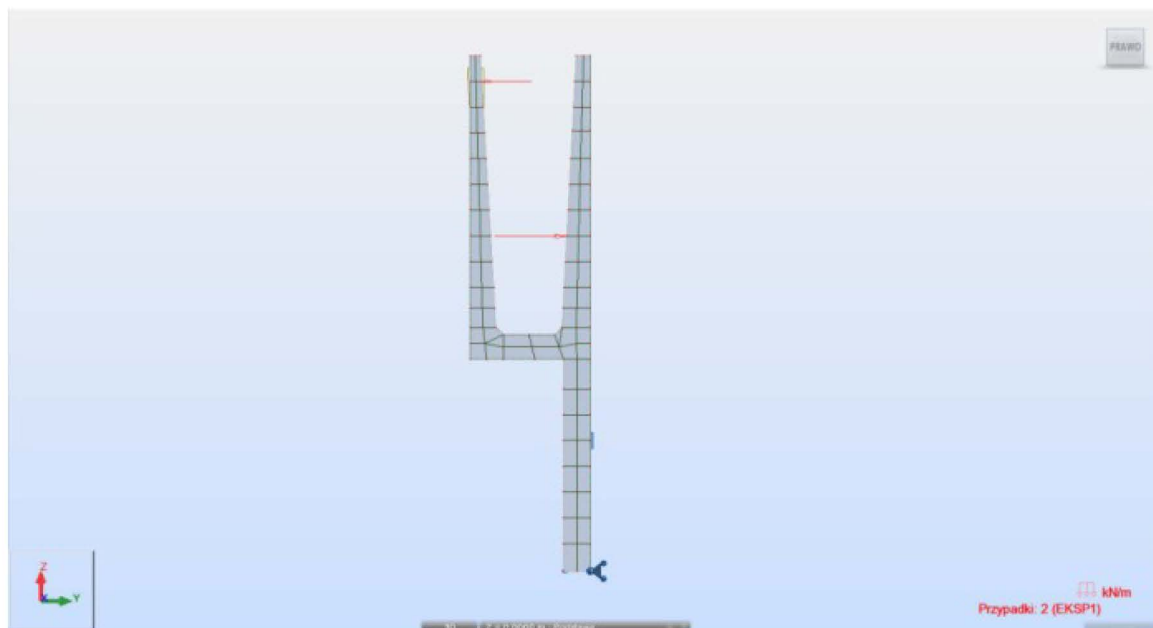


- užitočné zaťaženie tlakom na balustrádu (prenášané cez biele a zelené vložky)

POHĽAD ZHORA



PRIEČNY REZ



Kombinácia zaťažení:

Výpočtová kombinácia:

KOMB1: 1,35xSTA1 + 1,50xEKSP1

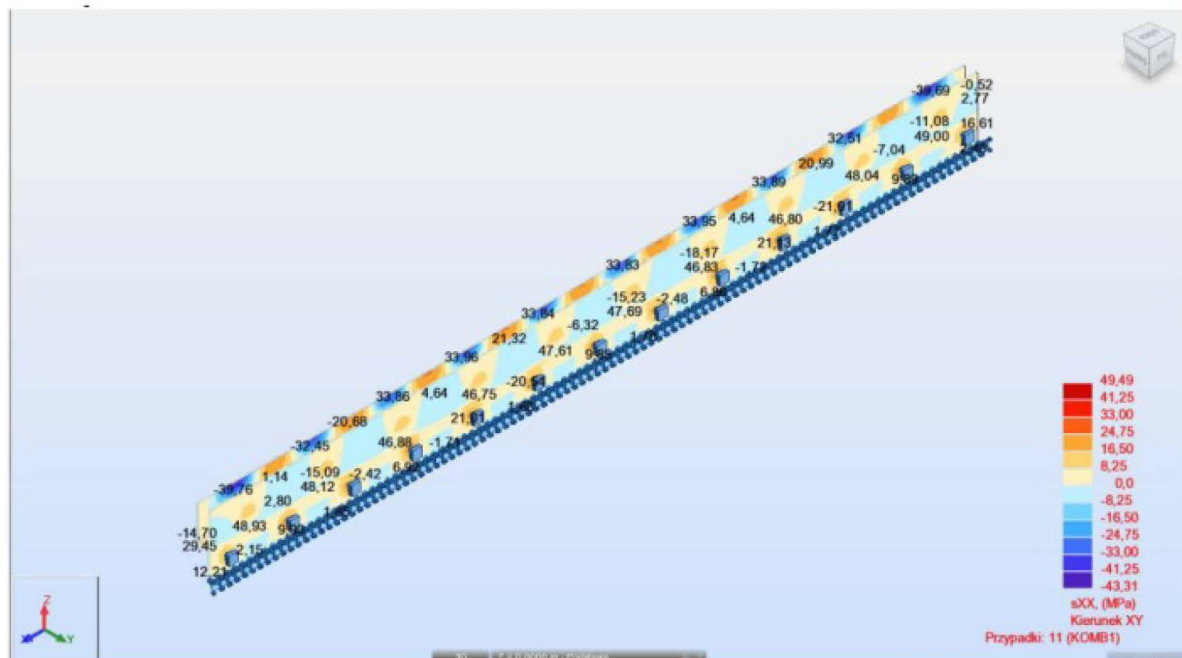
Charakteristická kombinácia:

KOMB2: 1,00xSTA1 + 1,00xEKSP1

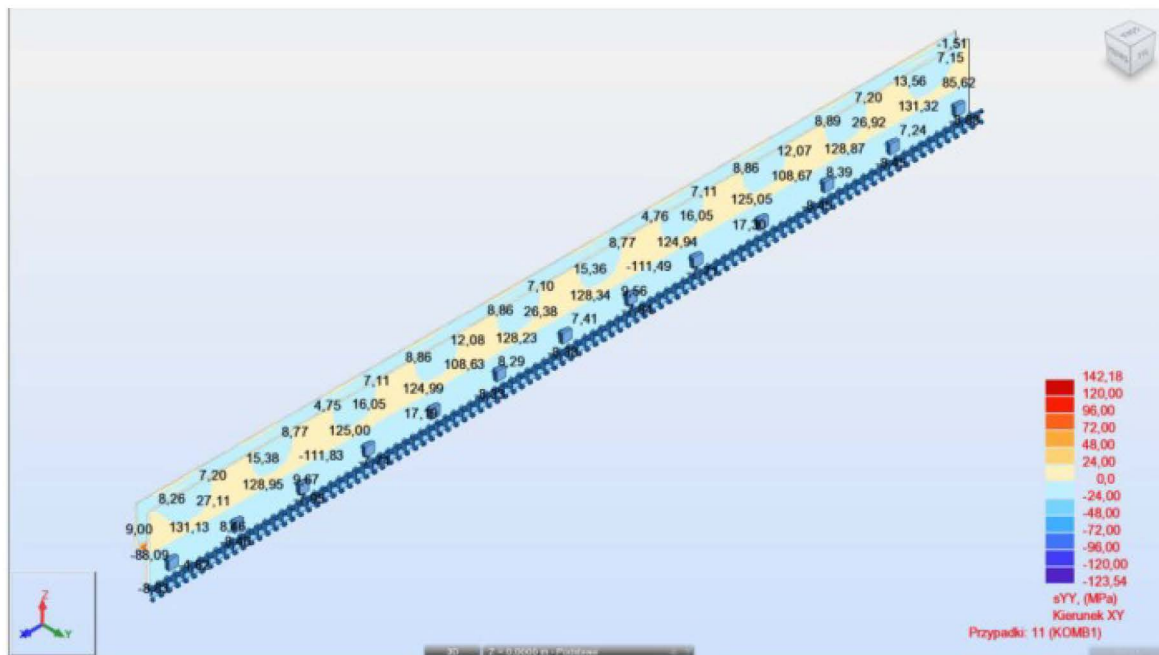
4.3. Napätia v profile

4.3.1. Normálové napätia

NAPÄTIA σ_{xx}



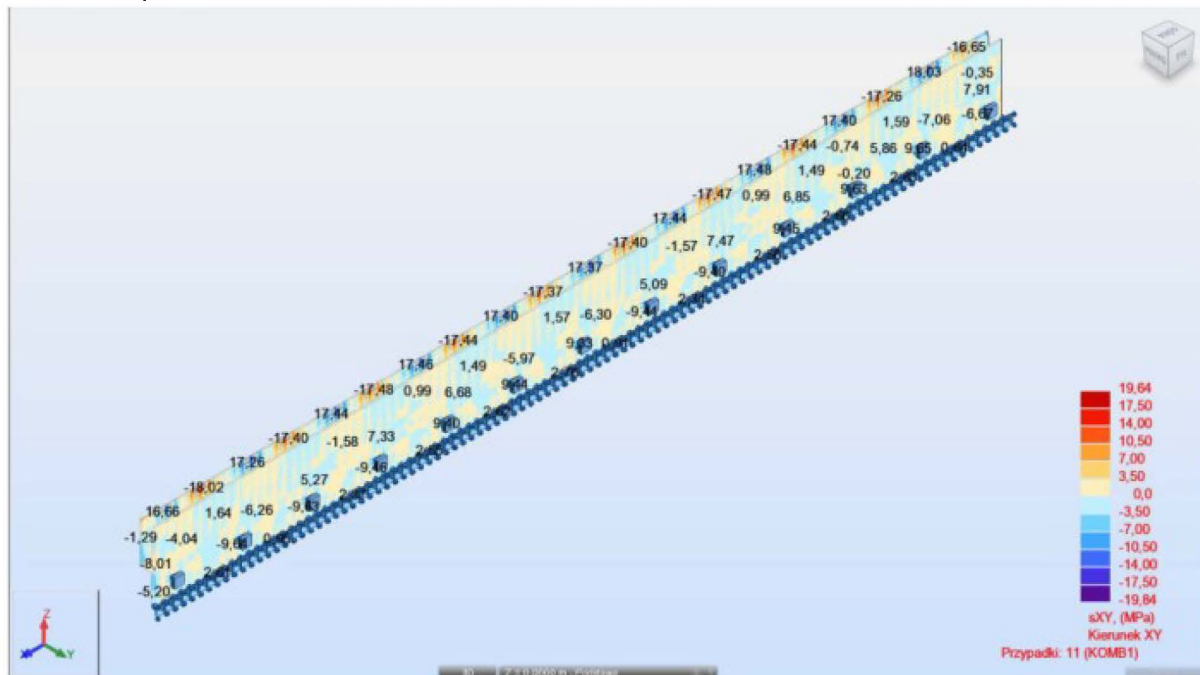
ΝΑΡΔΙΑ σγγ



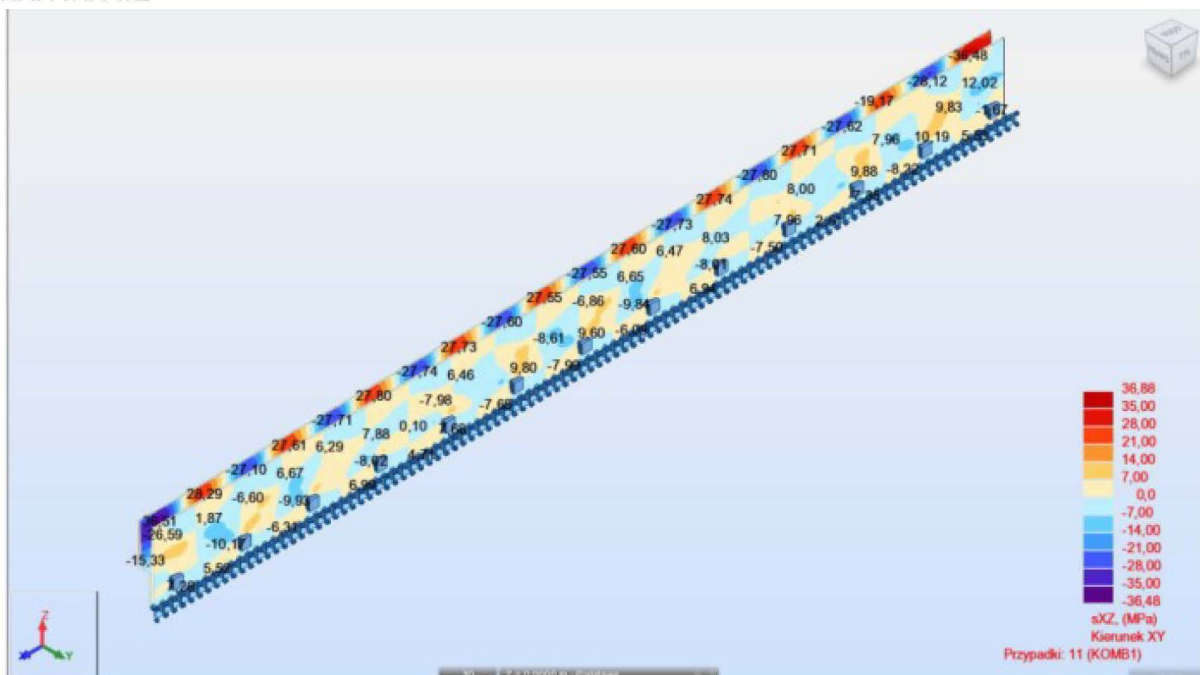


4.3.2. Styčné/tangenciálne napätia

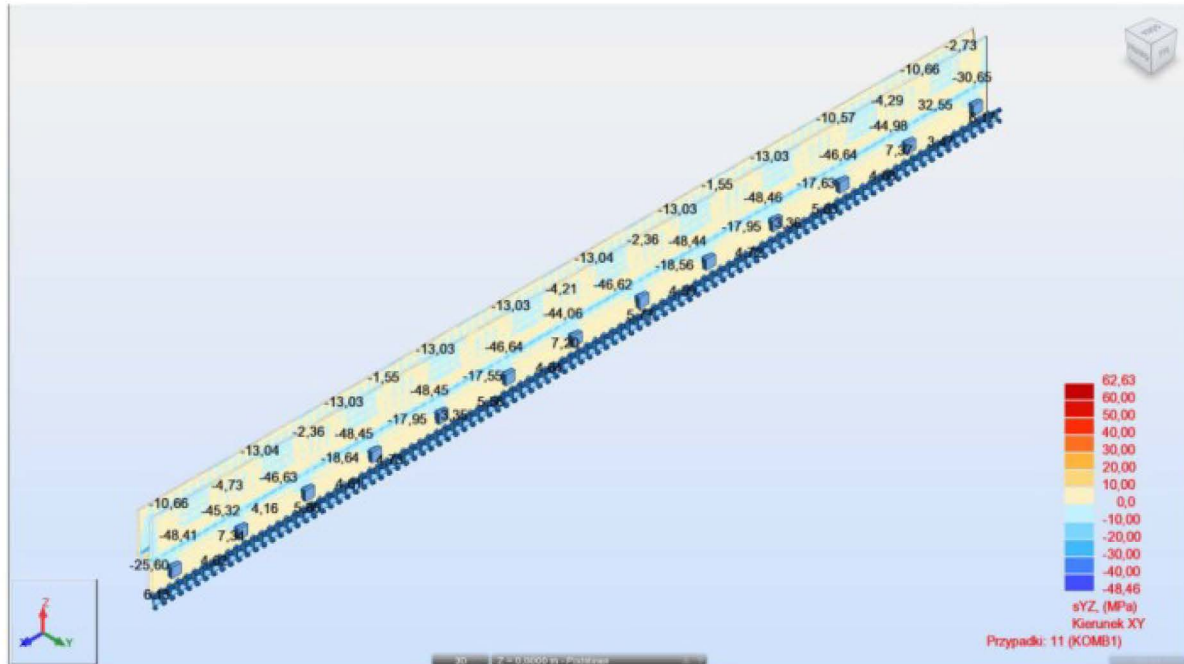
NAPÄTIA τ_{xy}



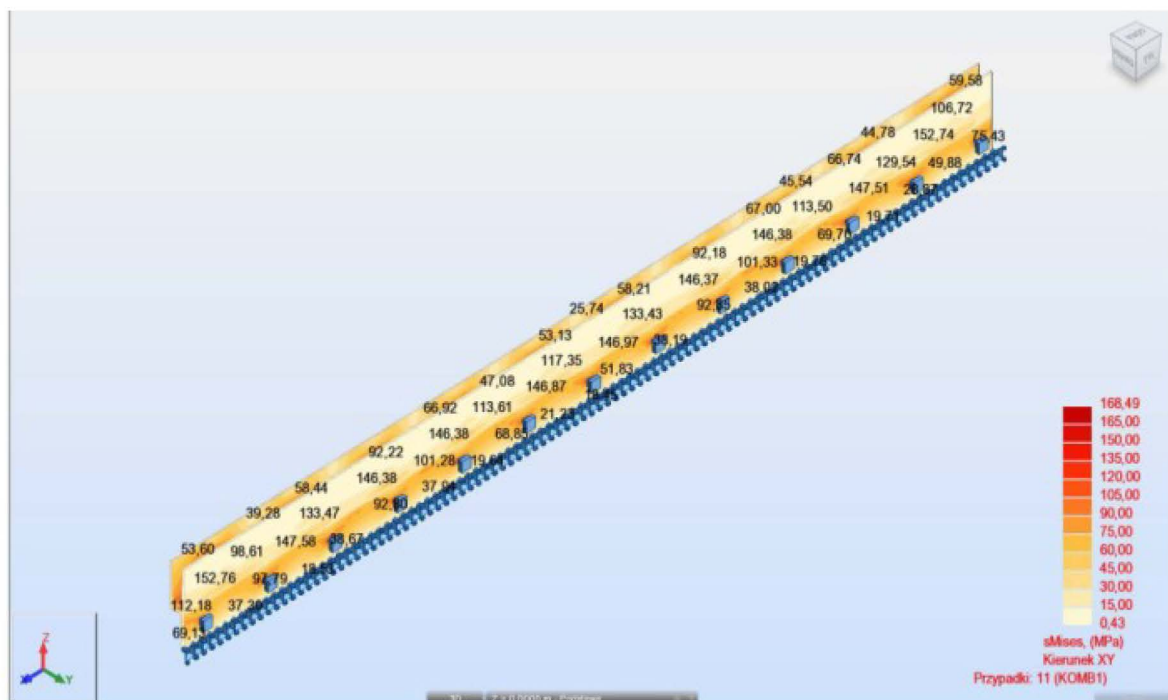
NAPÄTIA τ_{xz}



NAPÄTIA τ_{yz}



4.3.3. Náhradné napätia





- maximálne hodnoty napätí v profile

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
10931	KOMB1	-43,31	10,19	-8,18	2,48	-0,93	2,35	47,49

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
687	KOMB1	23,91	140,77	-28,39	-2,93	-0,12	14,02	152,05

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
10875	KOMB1	14,80	-8,84	146,08	0,86	-3,54	-47,92	166,81

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
10701	KOMB1	6,92	-2,18	-5,13	19,64	-24,53	3,32	55,79

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
424	KOMB1	-4,10	-2,34	19,05	5,47	36,16	2,10	67,26

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
688	KOMB1	19,92	116,86	17,31	-1,86	-0,34	62,63	146,41

Uzol	Prípad	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	$\sigma_{náhr.}$ (MPa)
705	KOMB1	14,73	-8,84	146,07	-0,84	3,47	-47,92	166,82

- kontrola únosnosti prierezov

Normálové napätia: $\sigma_{xx} \leq f_0 / \gamma_{M1}$ $\sigma_{yy} \leq f_0 / \gamma_{M1}$ $\sigma_{zz} \leq f_0 / \gamma_{M1}$

Tangenciálne napätia: $\tau_{xy} \leq \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$ $\tau_{xz} \leq \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$ $\tau_{yz} \leq \frac{f_0}{\sqrt{3} \times \gamma_{M1}}$

Náhradné napätia:

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

Prípustné hodnoty napätí:

$$f_0 / \gamma_{M1} = 160 \text{ MPa} / 1,1 = \mathbf{145,5 \text{ MPa}}$$

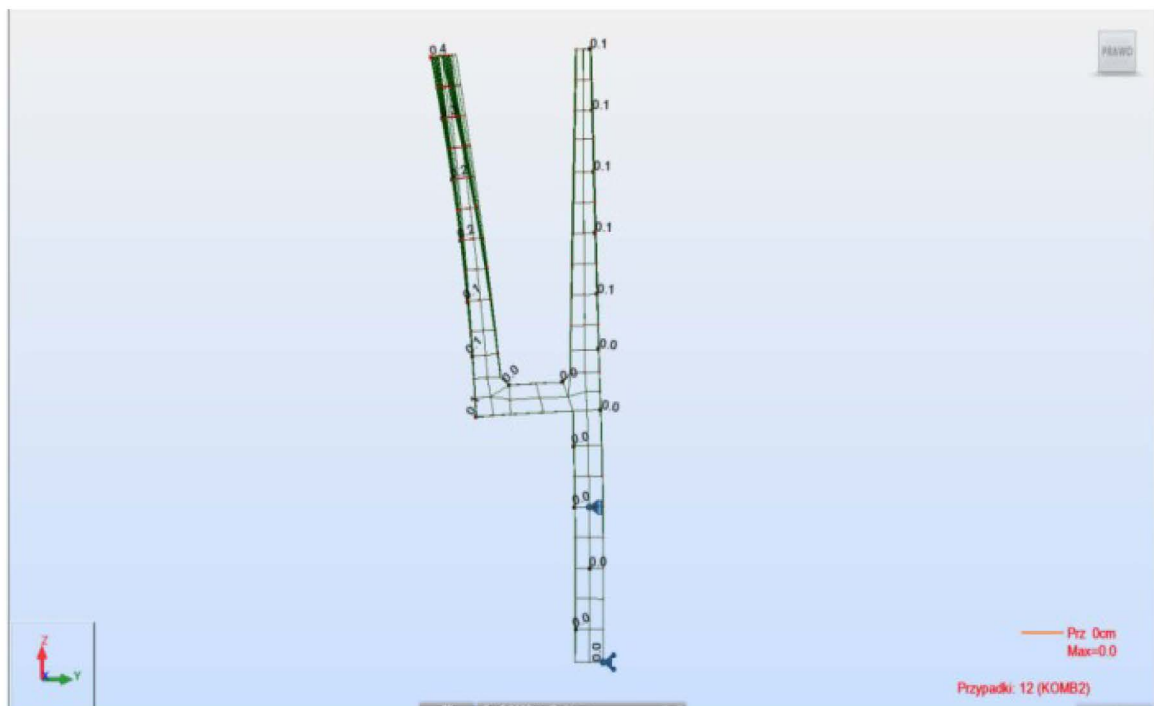
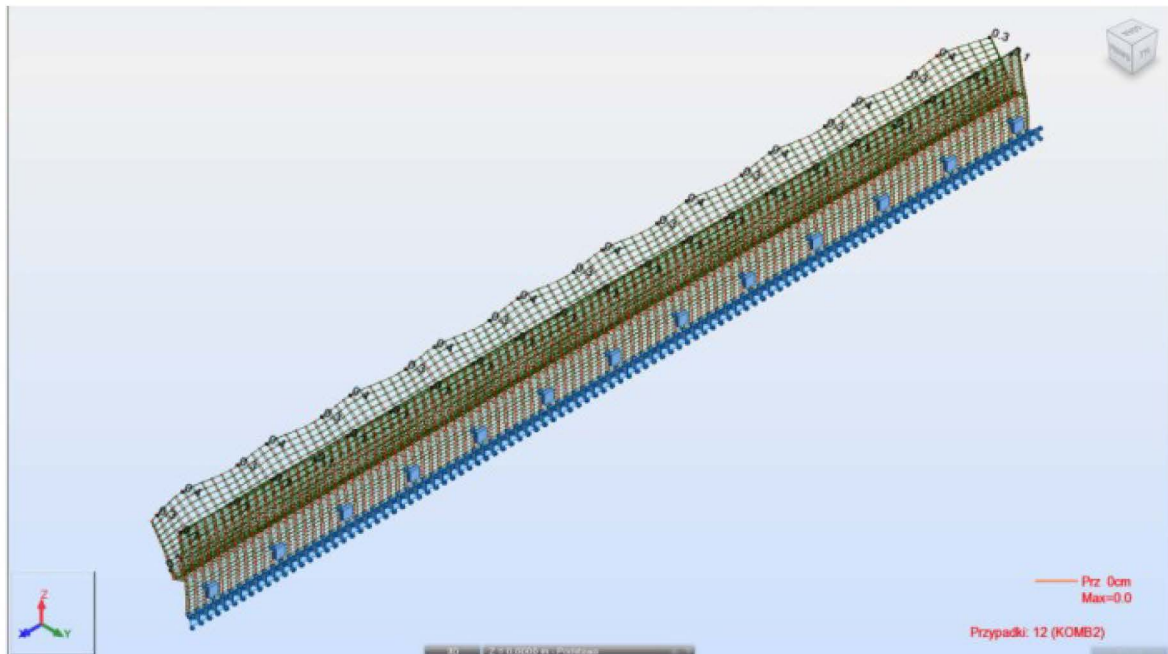
$$f_0 / (\sqrt{3} \gamma_{M1}) = 160 \text{ MPa} / (1,73 \times 1,10) = \mathbf{84,0 \text{ MPa}}$$

$$1,2 \times f_0 / \gamma_{M1} = \mathbf{174,5 \text{ MPa}}$$

Profil spĺňa podmienky únosnosti.

4.4. Deformácia vplyvom zaťaženia

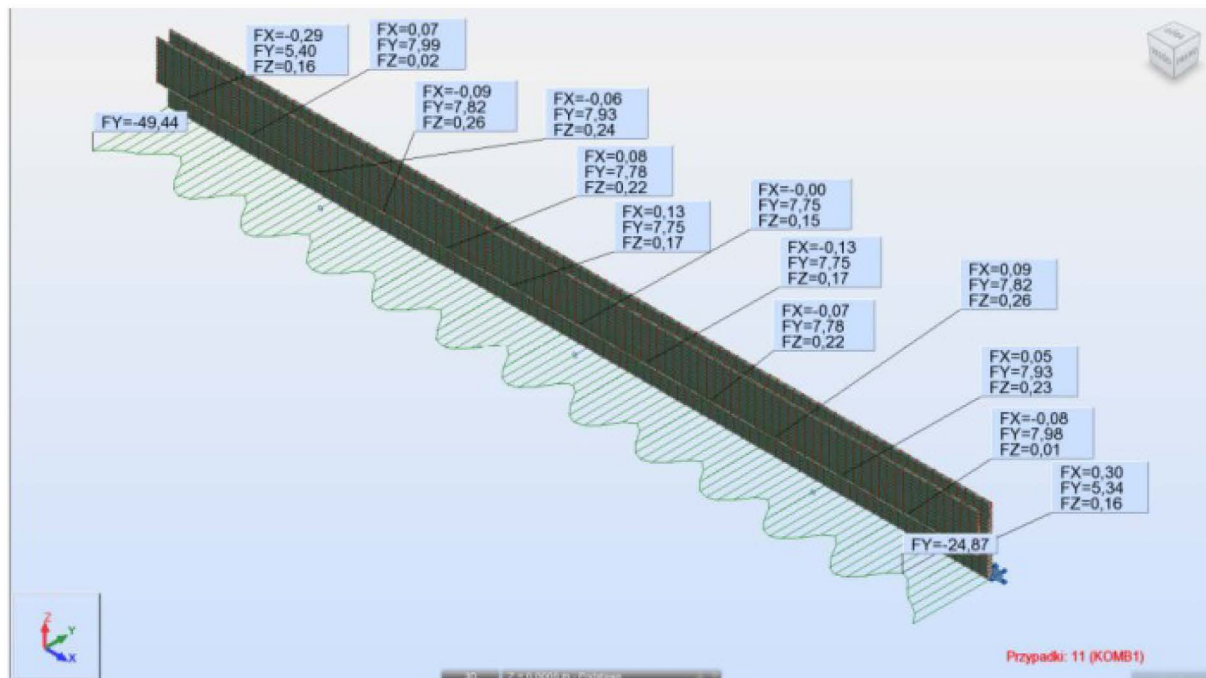
Deformácie predstavené podľa charakteristických zaťažení (KOMB2).



Maximálne vychýlenie zvislej steny profilu činí **4mm**.

4.5. Reakcie a výber kotvy

Nižšie sú predstavené reakcie v kotvách ako aj diagramy dotlakových síl do stropu.



Výber kotvy:

Kotvy je treba vybrať na výpočtové sily:

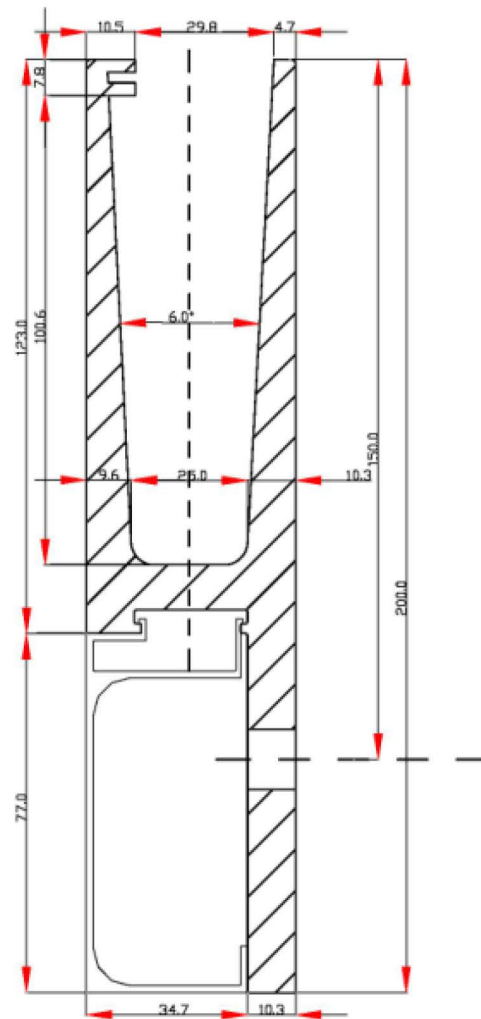
$$F_x = 0,07 \text{ kN}; \quad F_y = 7,99 \text{ kN}; \quad F_z = 0,02 \text{ kN}$$

Pozor:

Použitie kotvy je treba každopádne odsúhlasiť s výrobcom kotvy a zohľadniť podrobné podmienky pripevnenia profilu do betónu – v detaile situovania kotvy od okraja betónu.

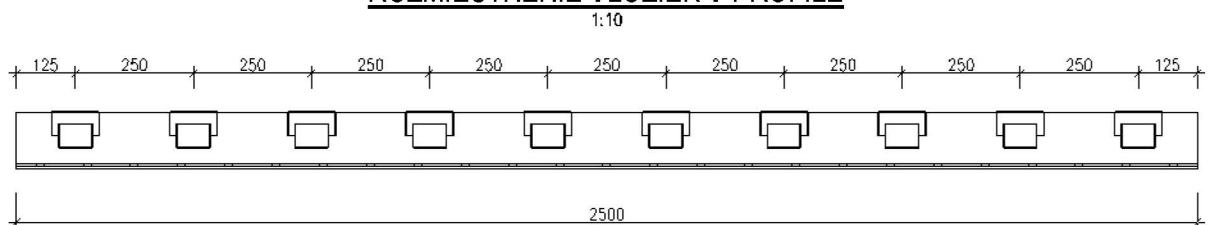
5. Východiskové údaje na použitie profilu

5.1. Výkres profilu

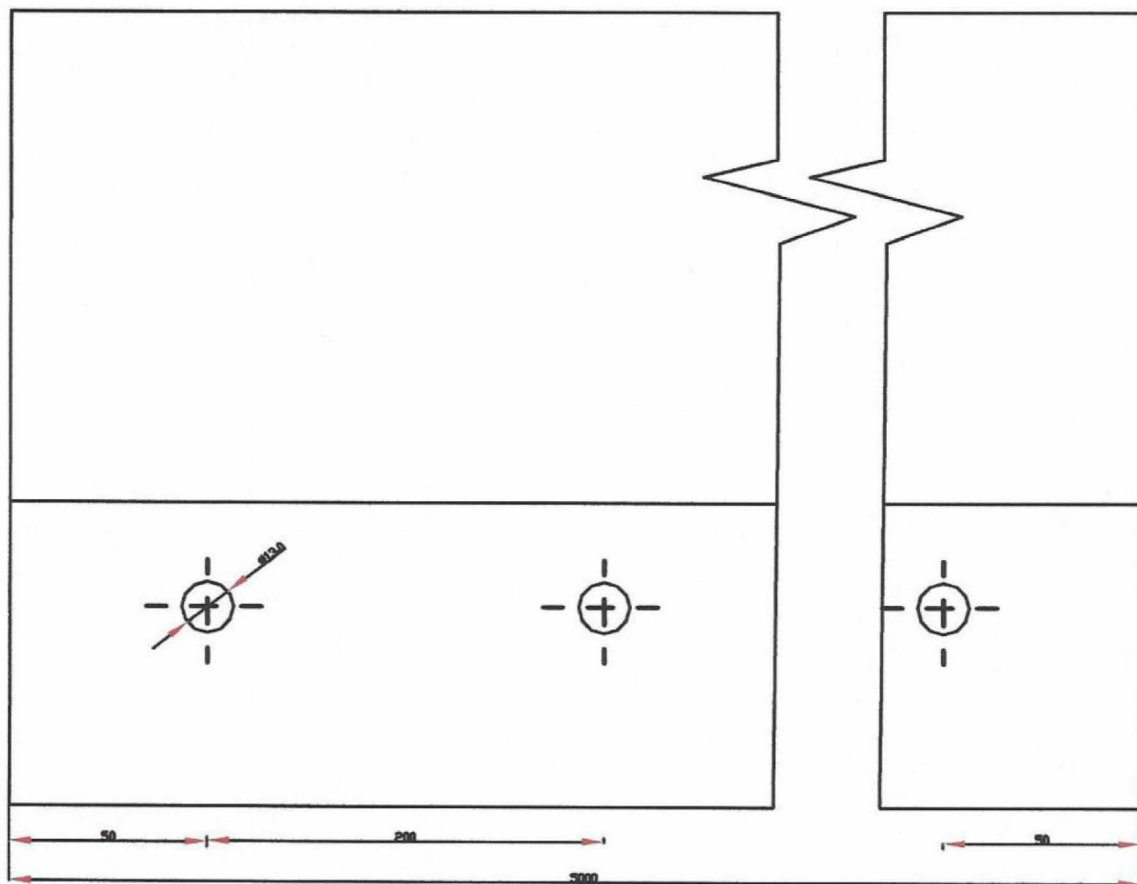


5.2. Východiskové údaje na rozmiestnenie kotiev ako aj vložiek (bielych a zelených), cez ktoré sa prenáša zaťaženie na steny profilu

ROZMIESTNENIE VLOŽIEK V PROFILE



Rozmiestnenie kotiev:



Vypracoval:


mgr inž. Marek Sikora

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) KOTWA W ŚCIANCIE BOCZNEJ PROFILU (KOTWIENIE BOCZNE)
INWESTOR	UMAKOW Sp. z o.o. 41-800 Zabrze ul. Alojzego Pawliczka 27A
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, mosty i in. SLK/2743/PWOM/09

MIEJSCE I DATA OPRACOWANIA	Chorzów, Grudzień 2015r.
---------------------------------------	--------------------------

Spis treści

1.	Podstawy opracowania	3
2.	Założenie przyjęte do obliczeń	3
3.	Wyznaczenie sił obciążających ścianki profilu.	3
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.	Deformacja pod wpływem obciążeń.....	15
4.5.	Reakcje i dobór kotwy	16
5.	Wytyczne stosowania profilu	17
5.1.	Rysunek profilu	17
5.2.	Wytyczne rozmieszczenia kotew i wkładek (białych i zielonych) przez które przekazywane jest obciążenie na ściany profilu	17

1. Podstawy opracowania

Zlecenie

- Zlecenie firmy UMAKOW Sp. z o.o. z siedzibą w Zabrze przy ul. Alojzego Pawliczka 27A

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 firmę UMAKOW Sp. z o.o.

2. Założenie przyjęte do obliczeń

Dane materiałowe profilu:

Stop EN-AW:	6063
Rodzaj wyrobu:	Kształtownik wyciskany EP;
Odmiana:	T6;
Wymagana minimalna umowna granica plastyczności:	$f_0 = 160 \text{ MPa}$ (6063);
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa materiału:	$\gamma_M = 1,10$
Moduł sprężystości:	$E = 70 \text{ GPa}$

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 dolnej blasze co 20cm;
- 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.

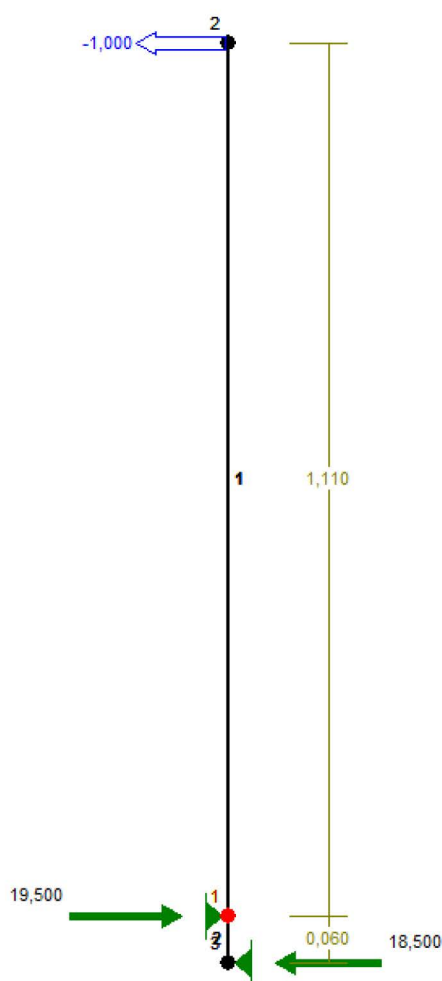
W obliczeniach nie uwzględniono parcia wiatru – balustrady usytuowane będą wewnątrz budynku.

3. Wyznaczenie sił obciążających ścianki profilu.

Zestawienie obciążeń

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f
1.	Ciężar płyt szklanej [25,0kN/m ³ ·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):

$P_2 = H_2 \times 2,5 / (0,1 \times n) = 19,5 \times 2,5 / (0,1 \times 10) = 48,75 \text{ kN/m}$ – obciążenie naporem na balustradę
gdzie:

n – liczba wkładek na długości 2,5m – przyjęto 10 szt.

- wkładka zielona (szerokość 65mm):

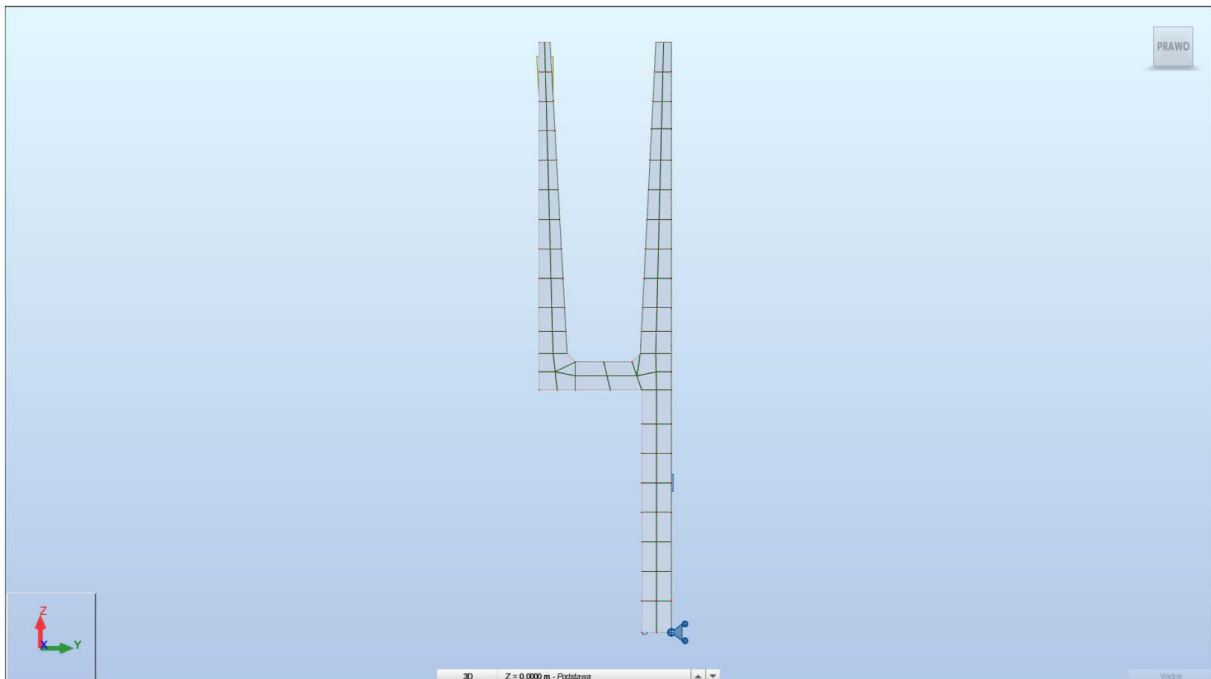
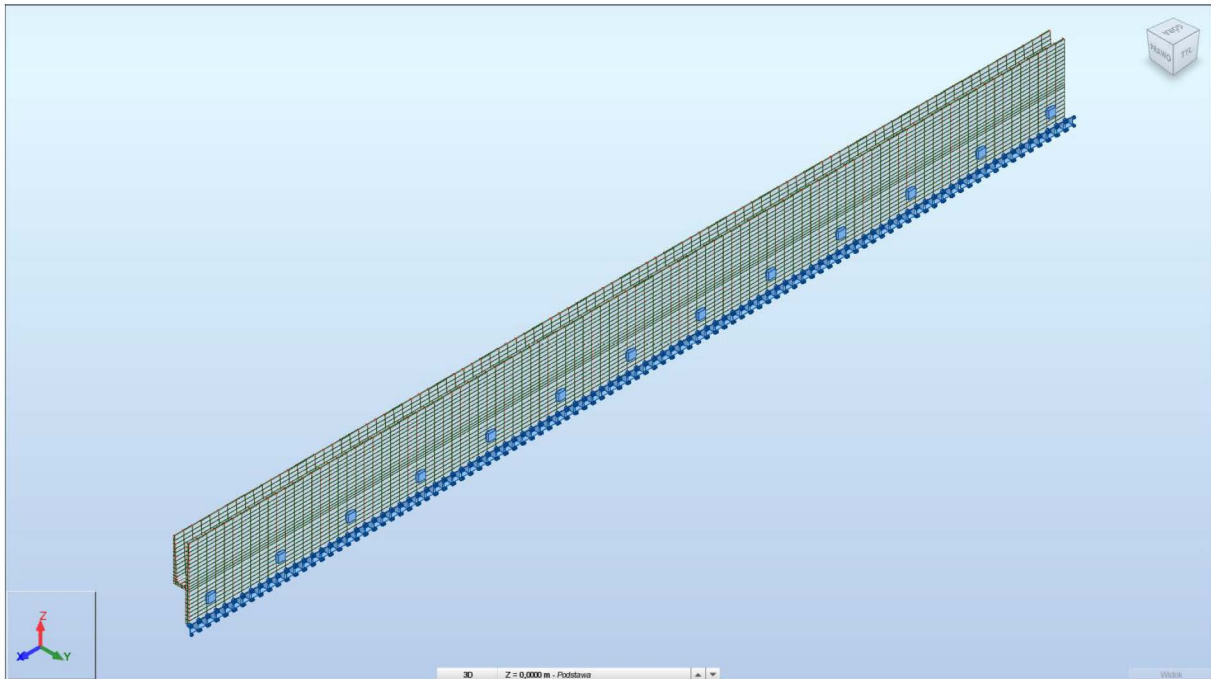
$P_1 = H_1 \times 2,5 / (0,1 \times n) = 18,5 \times 2,5 / (0,065 \times 10) = 71,15 \text{ kN/m}$ – obciążenie naporem na balustradę
gdzie:

n – liczba wkładek na 2,5 mb – przyjęto 10 szt.

4. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

4.1. Model obliczeniowy

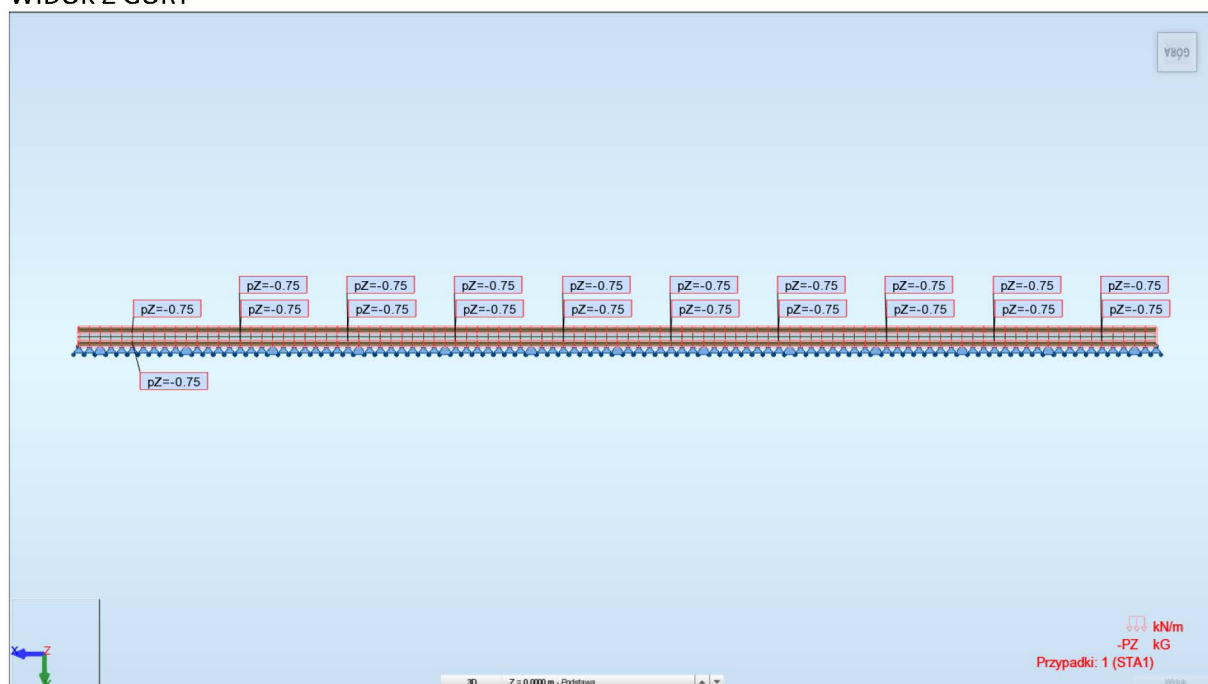
Profil został zamodelowany w programie obliczeniowym jako konstrukcja objętościowa złożona z bryłowych elementów skończonych. Konstrukcja kotwiona jest do stropu za pomocą kotew usytuowanych w ścianie bocznej.



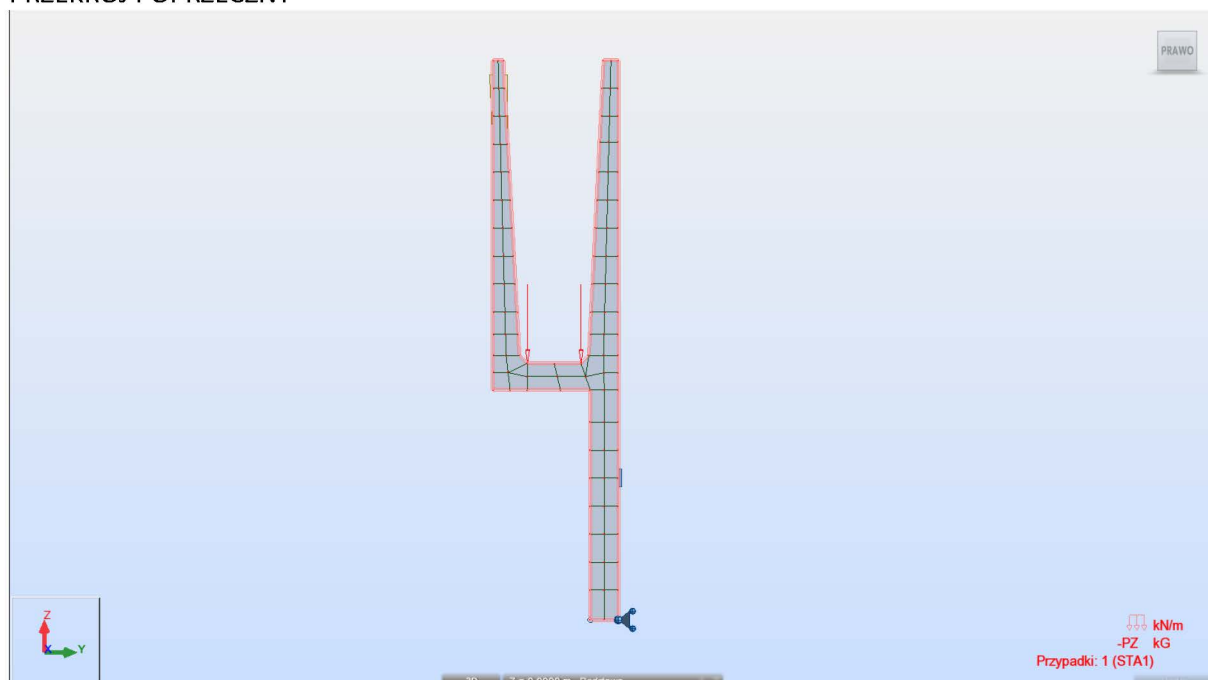
4.2. Obciążenia

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

WIDOK Z GÓRY

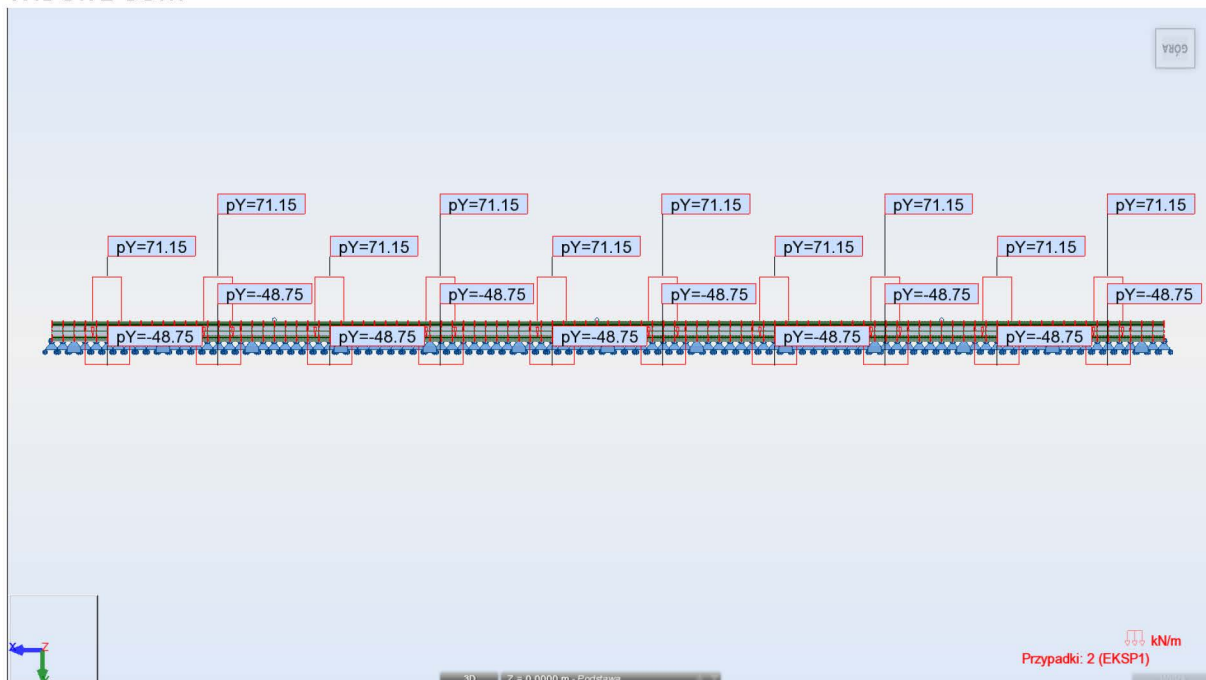


PRZEKRÓJ POPRZECZNY

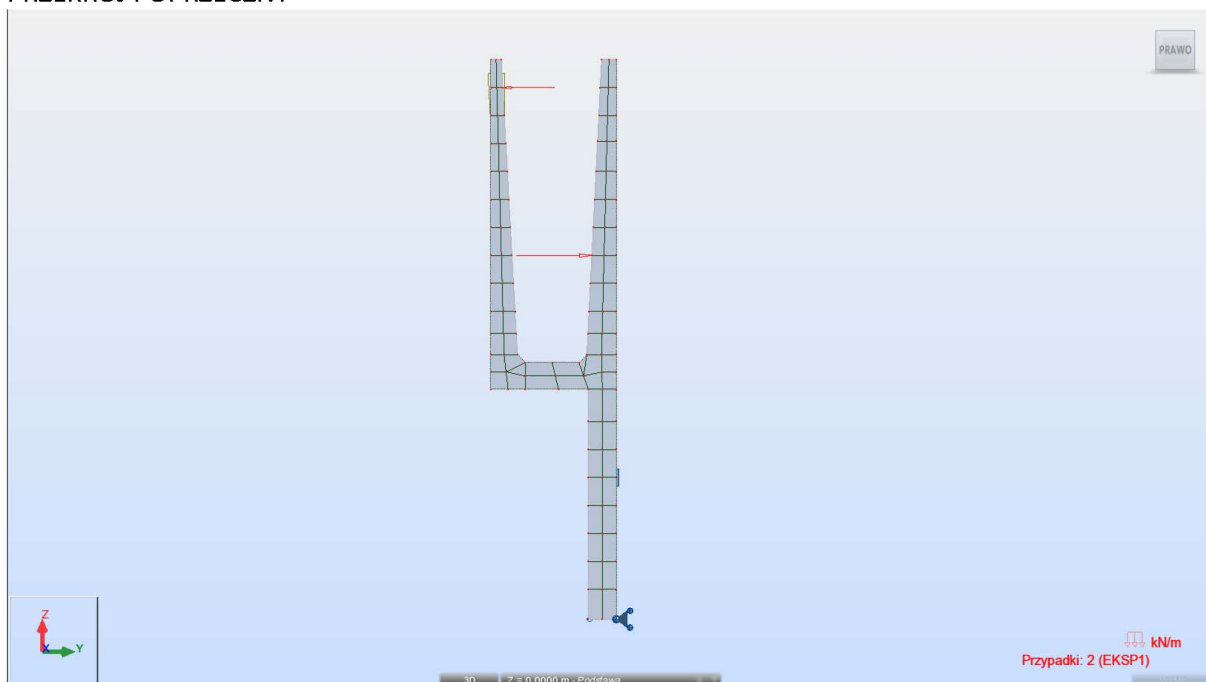


- obciążenie użytkowe naporem na balustradę (przenoszone przez wkładkę białą i zieloną)

WIDOK Z GÓRY



PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Kombinacja obciążeń:

Kombinacja obliczeniowa:

KOMB1: $1,35 \times STA1 + 1,50 \times EKSP1$

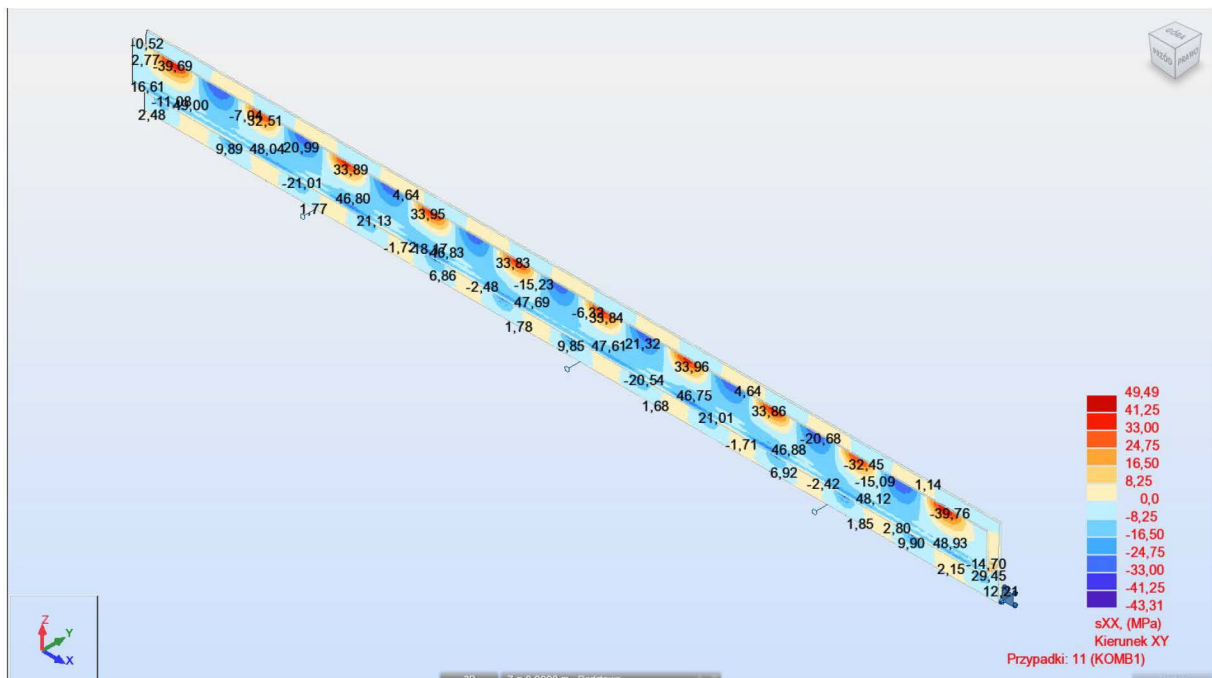
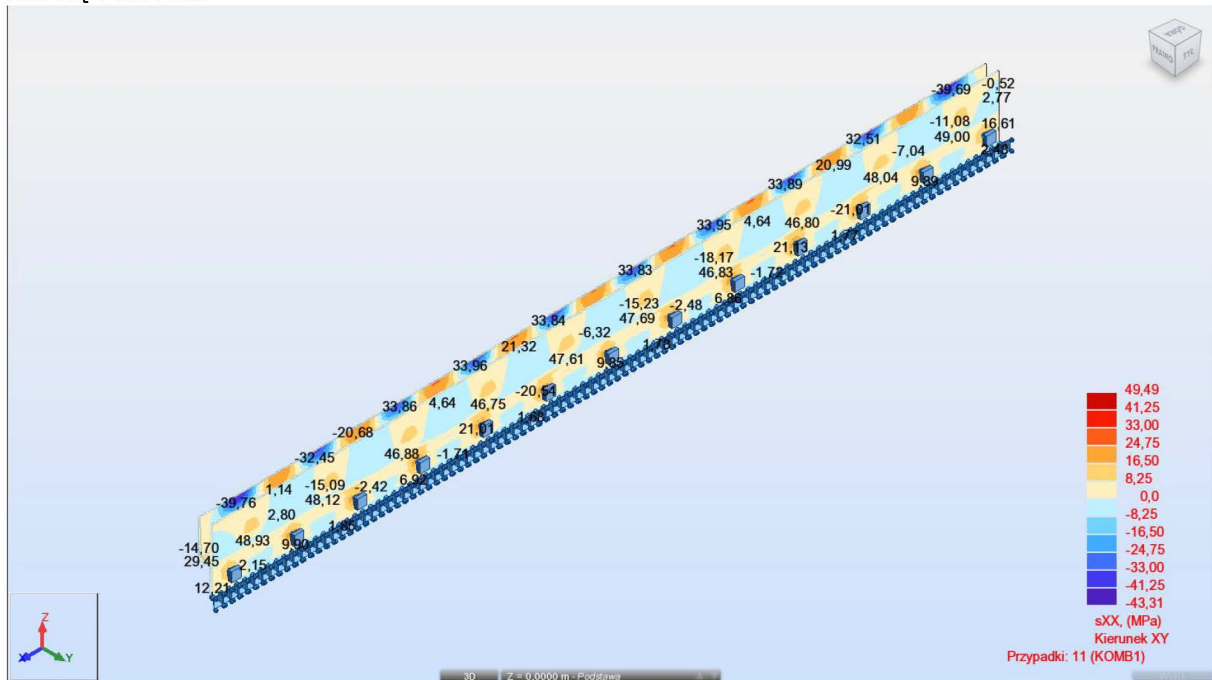
Kombinacja charakterystyczna:

KOMB2: $1,00 \times STA1 + 1,00 \times EKSP1$

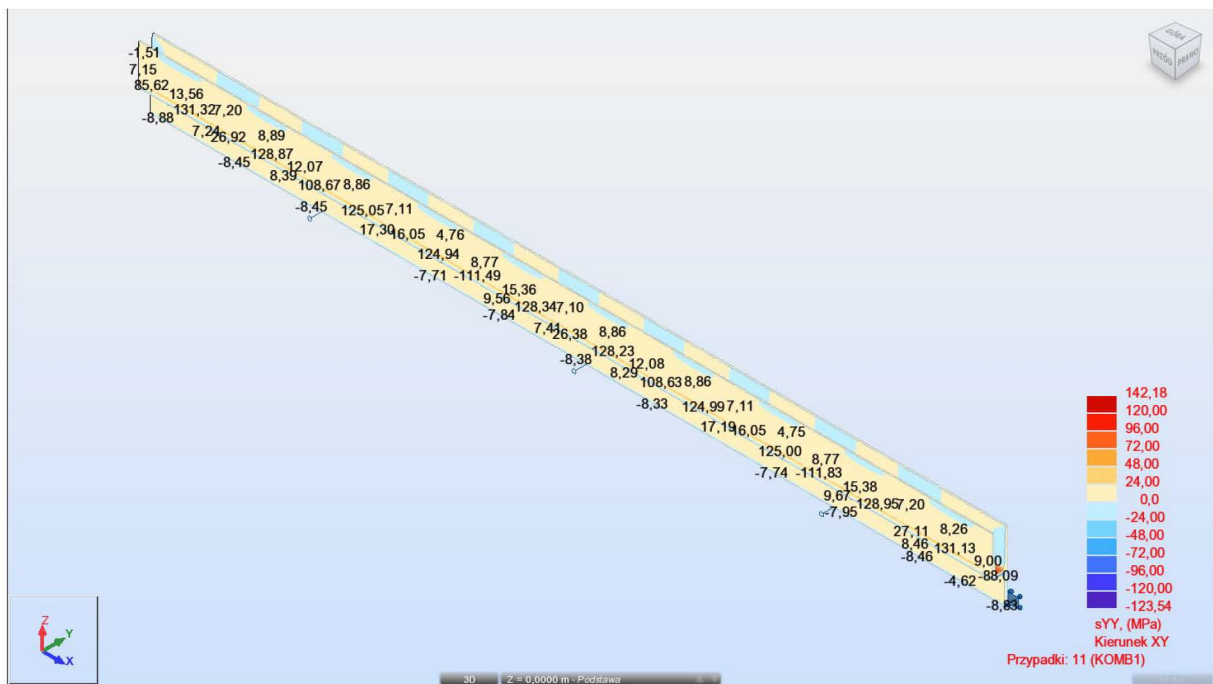
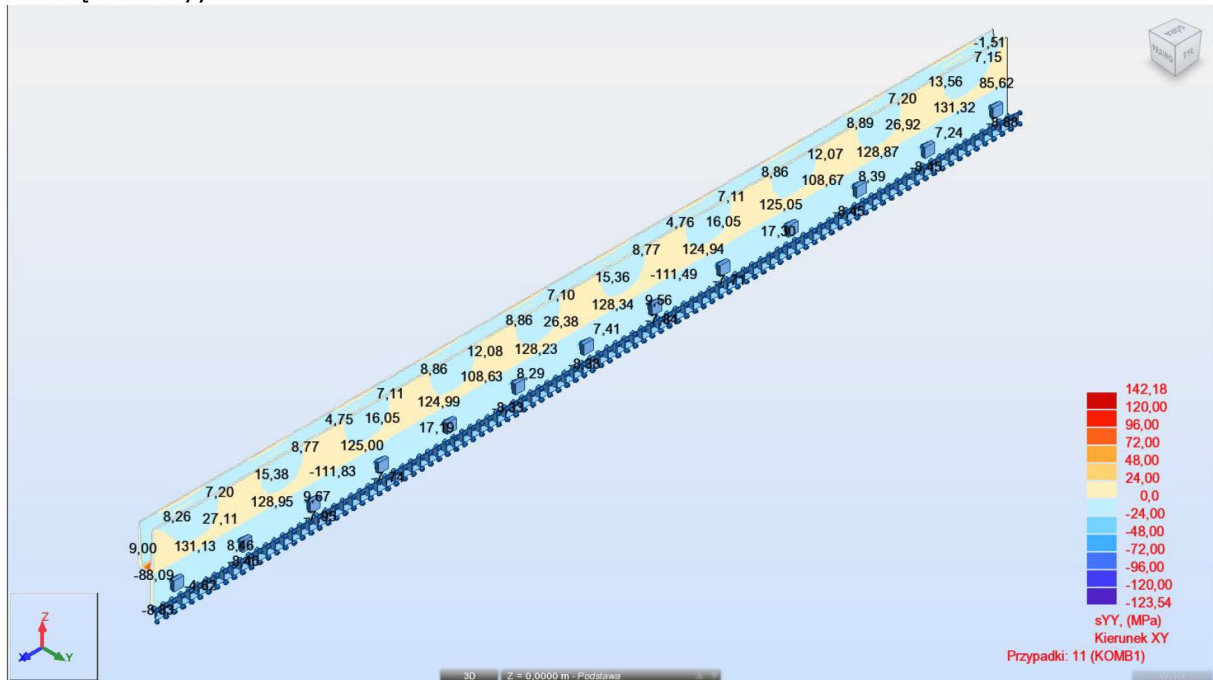
4.3. Naprężenia w profilu

4.3.1. Naprężenia normalne

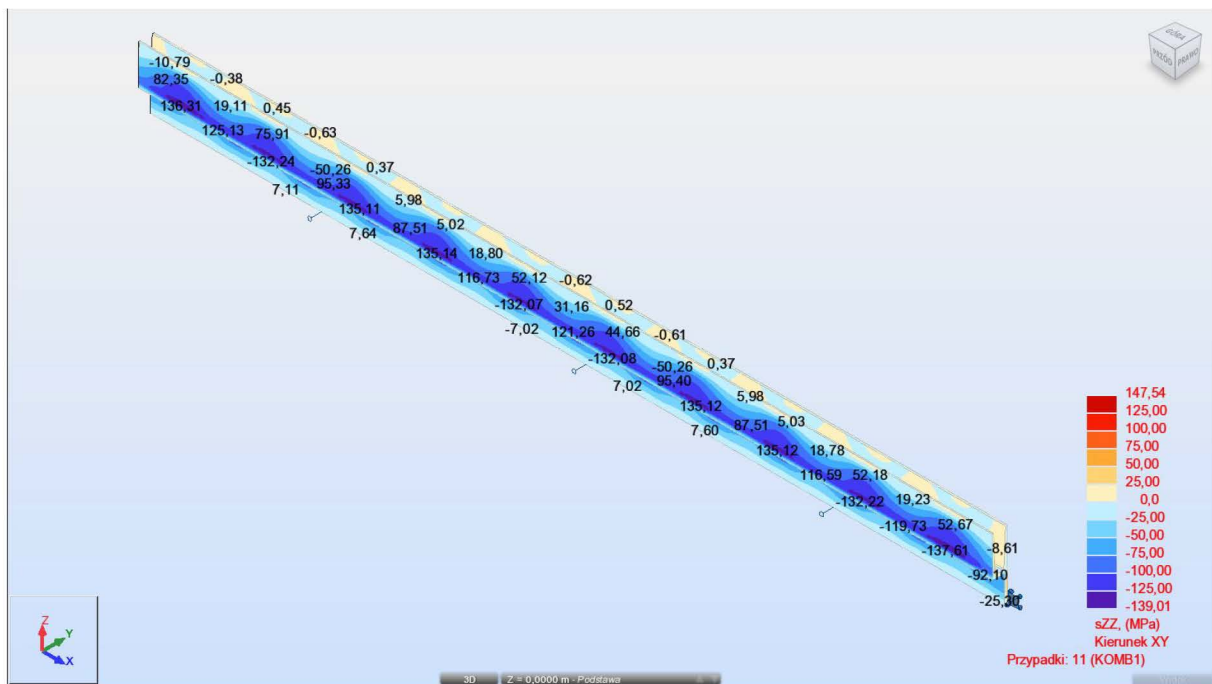
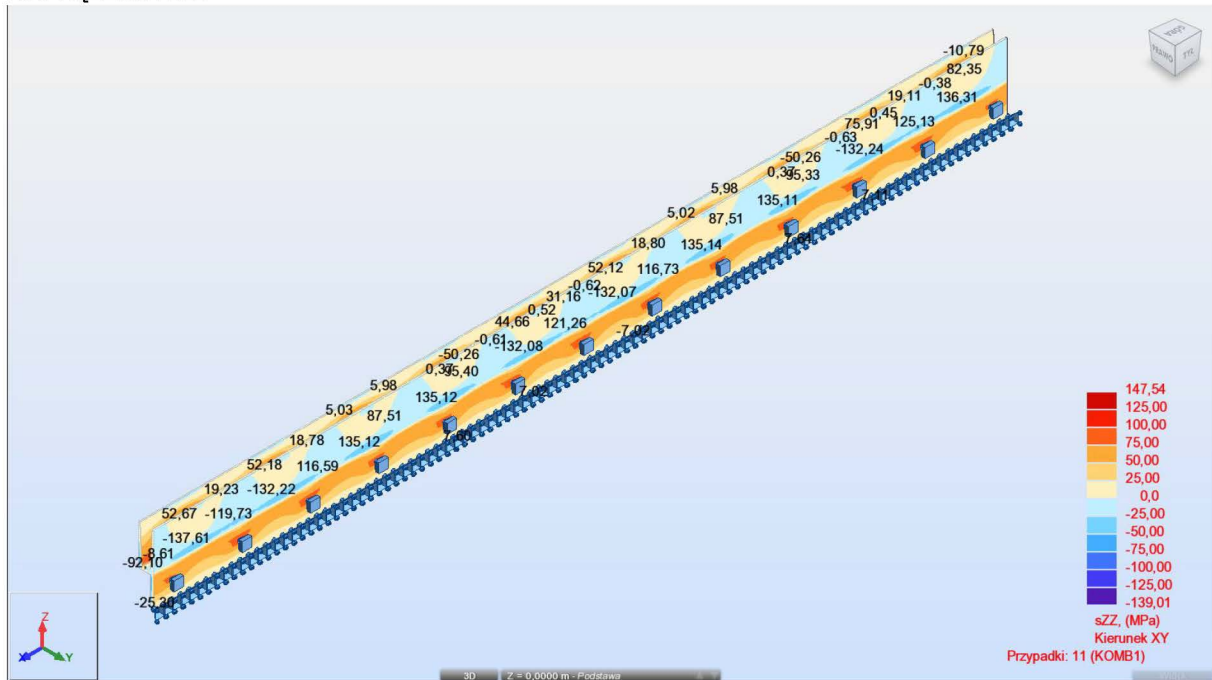
NAPRĘŻENIA σ_{xx}



NAPRĘŻENIA σ_{yy}

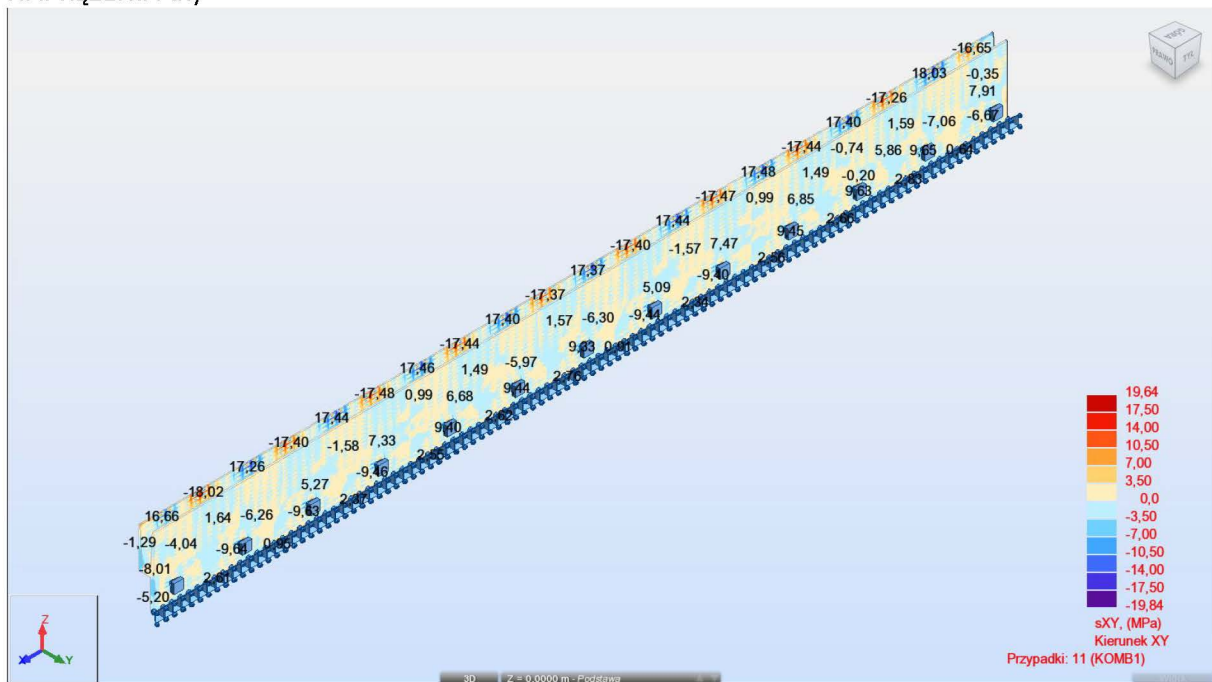


NAPRĘŻENIA σ_{zz}

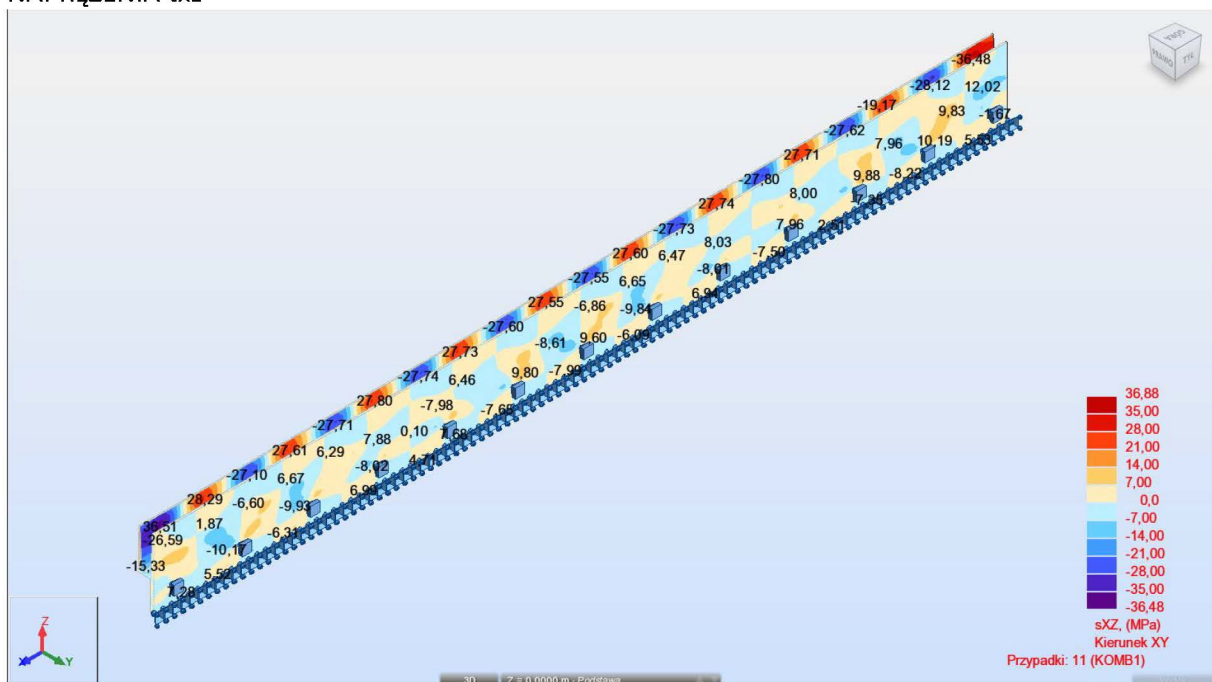


4.3.2. Naprężenia styczne

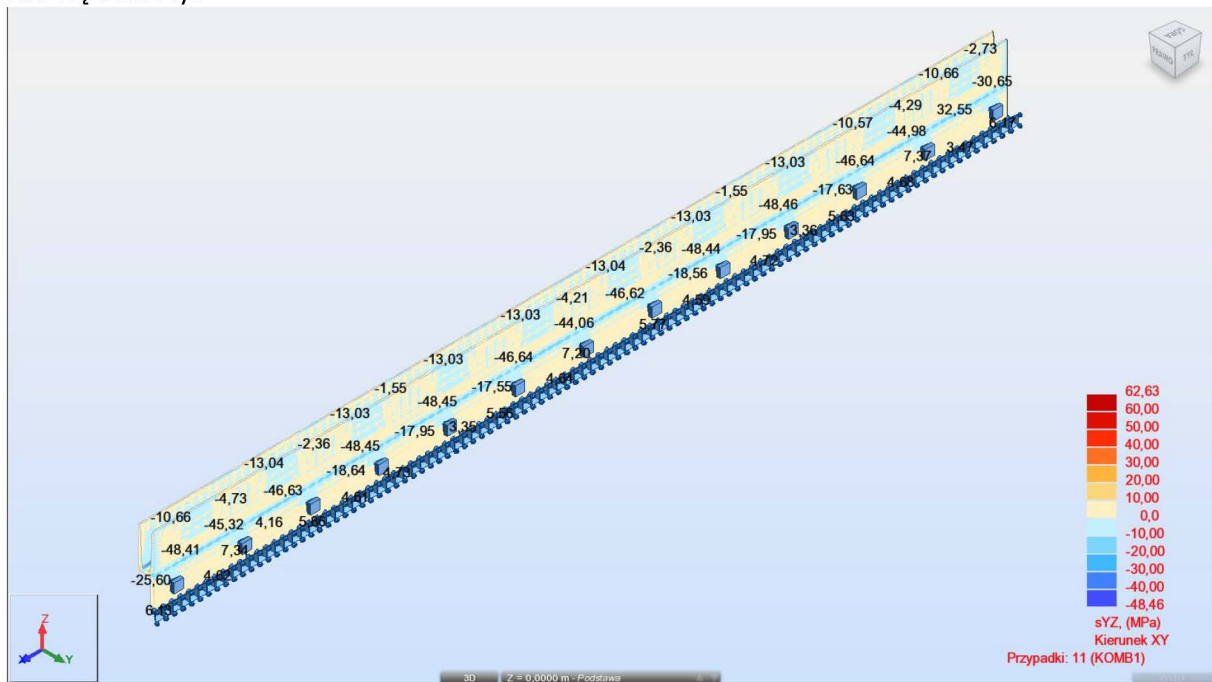
NAPRĘŻENIA τ_{xy}



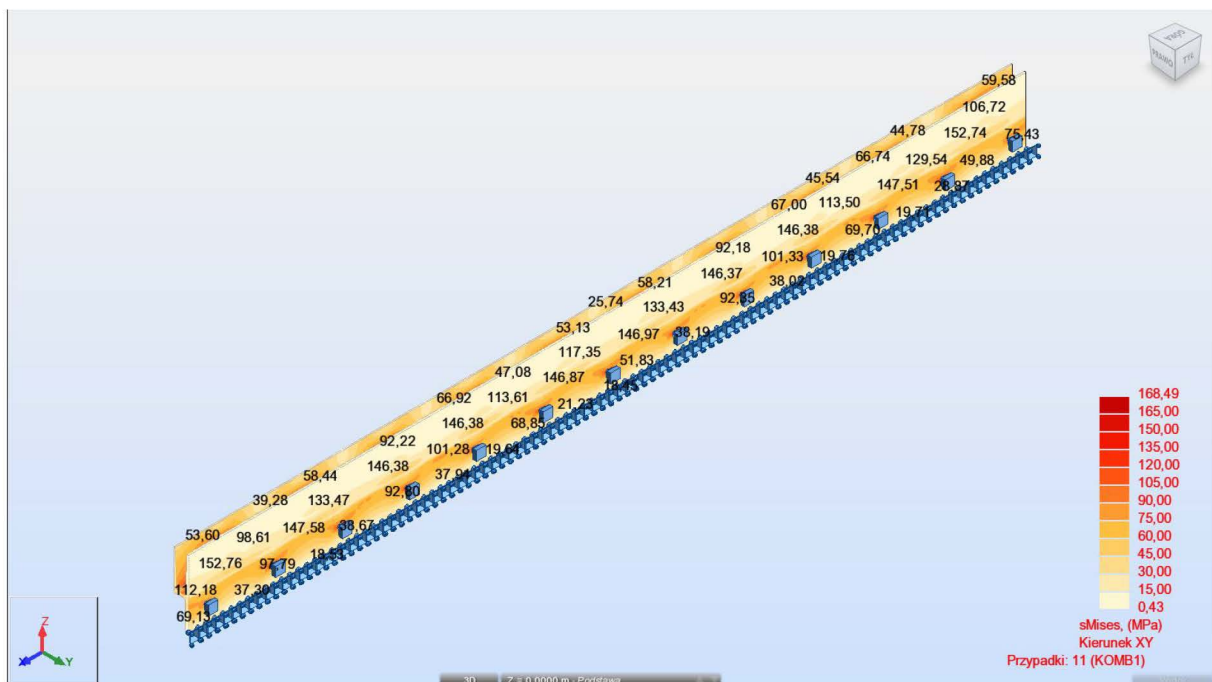
NAPRĘŻENIA τ_{xz}

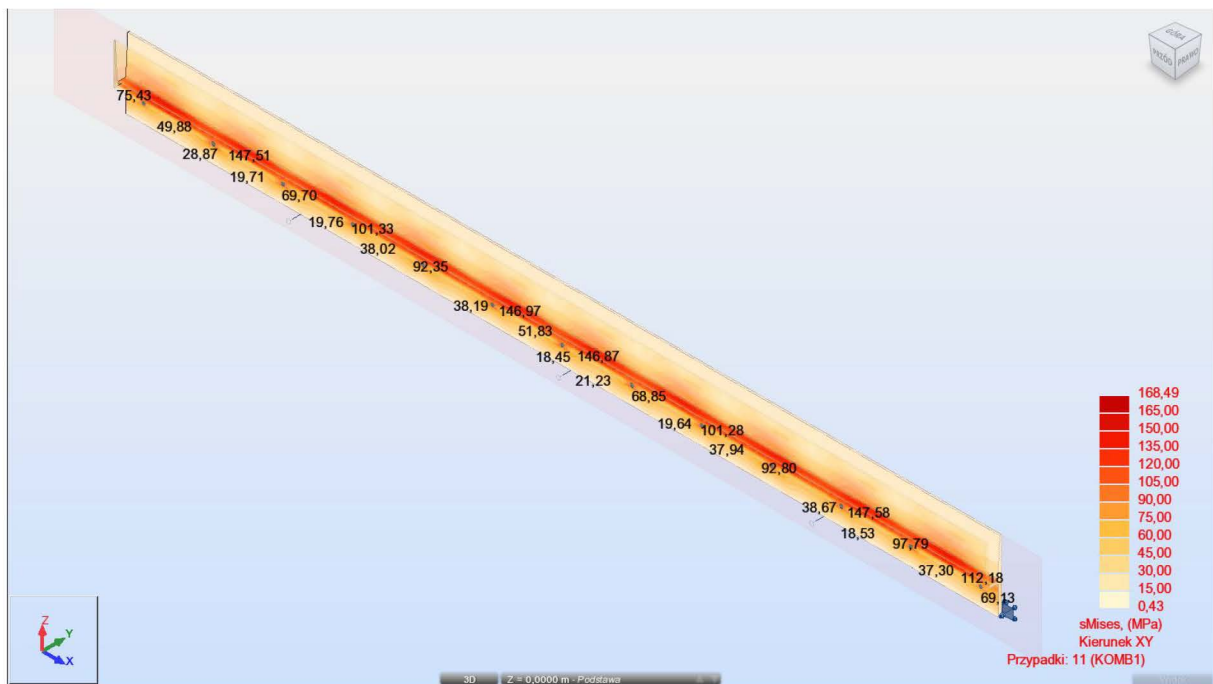
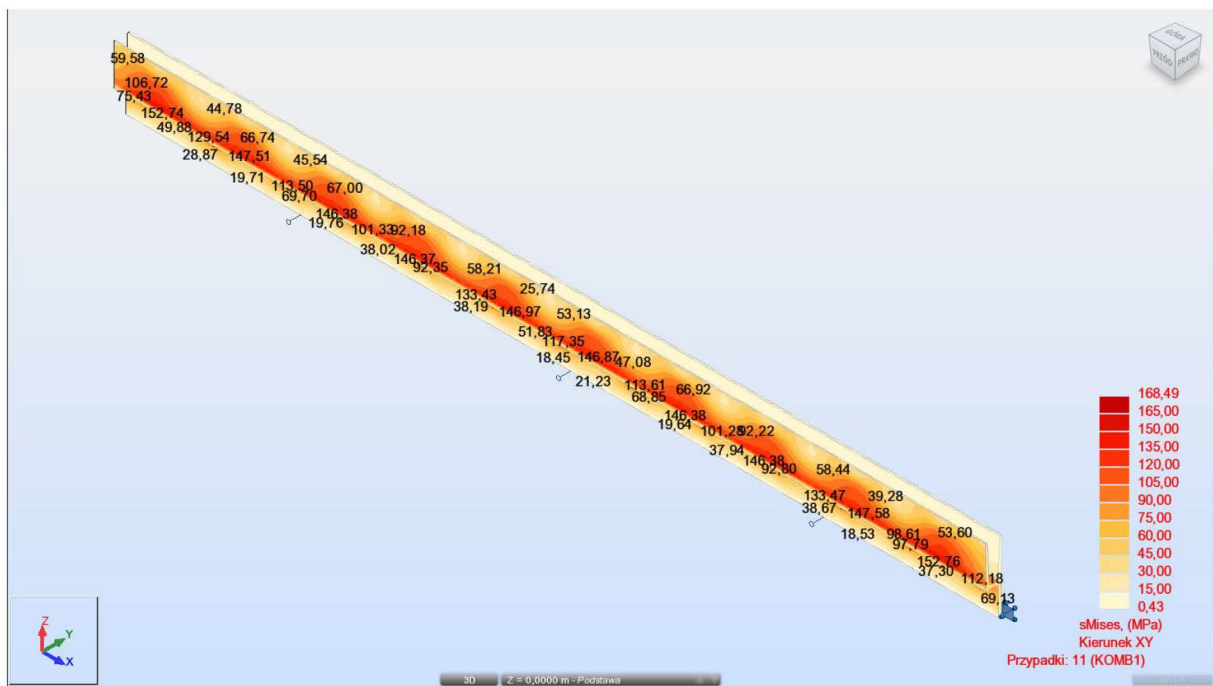


NAPRĘŻENIA τ_{yz}



4.3.3. Naprężenia zastępcze





- maksymalne wartości naprężeń w profilu

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
10931	KOMB1	-43,31	10,19	-8,18	2,48	-0,93	2,35	47,49

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
687	KOMB1	23,91	140,77	-28,39	-2,93	-0,12	14,02	152,05

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
10875	KOMB1	14,80	-8,84	146,08	0,86	-3,54	-47,92	166,81

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
10701	KOMB1	6,92	-2,18	-5,13	19,64	-24,53	3,32	55,79

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
424	KOMB1	-4,10	-2,34	19,05	5,47	36,16	2,10	67,26

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
688	KOMB1	19,92	116,86	17,31	-1,86	-0,34	62,63	146,41

Węzeł	Przypadek	σ_{xx} (MPa)	σ_{yy} (MPa)	σ_{zz} (MPa)	τ_{xy} (MPa)	τ_{xz} (MPa)	τ_{yz} (MPa)	σ_{zast} (MPa)
705	KOMB1	14,73	-8,84	146,07	-0,84	3,47	-47,92	166,82

- sprawdzenie nośności przekrojów

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

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

Naprężenia zastępcze:

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

Dopuszczalne wartości naprężeń:

$$f_0 / \gamma_{M1} = 160 \text{ MPa} / 1,1 = \mathbf{145,5 \text{ MPa}}$$

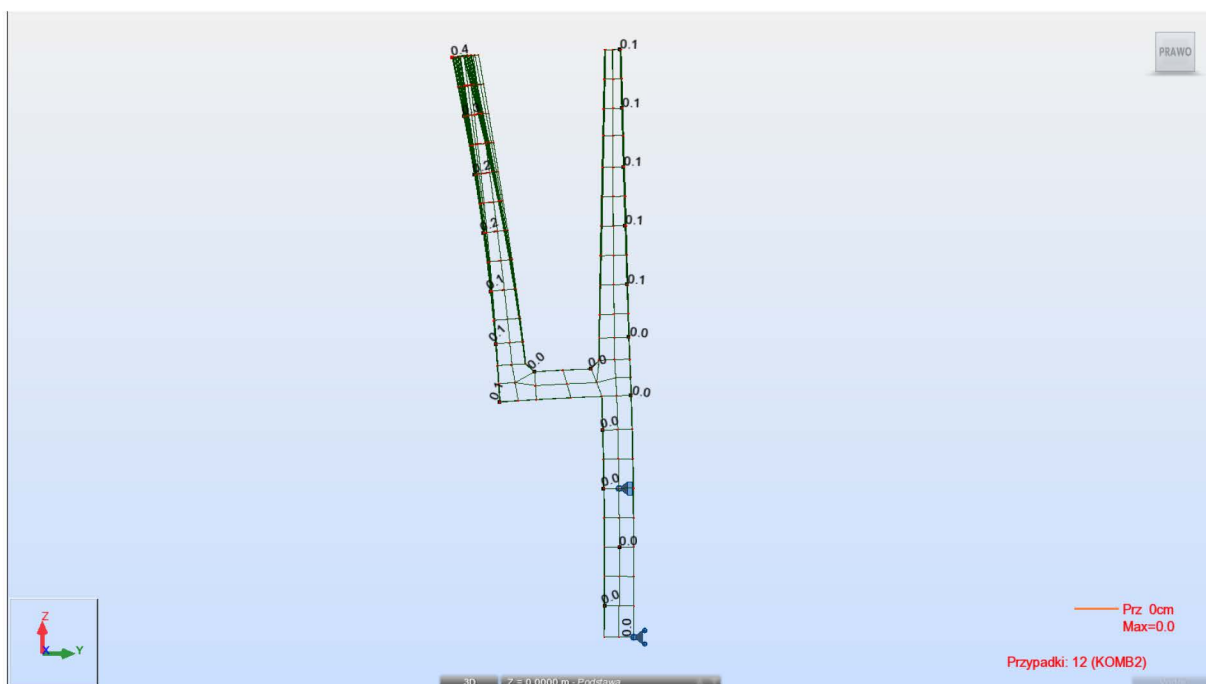
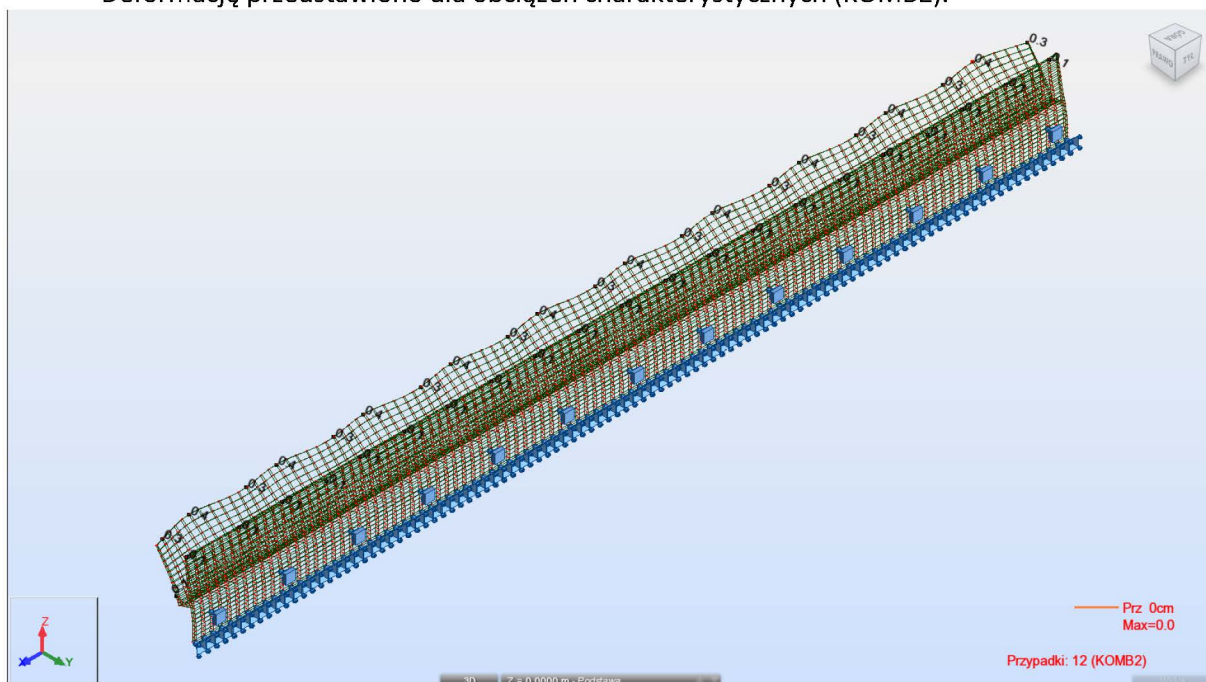
$$f_0 / (\sqrt{3} \gamma_{M1}) = 160 \text{ MPa} / (1,73 \times 1,1) = \mathbf{84,0 \text{ MPa}}$$

$$1,2 \times f_0 / \gamma_{M1} = \mathbf{174,5 \text{ MPa}}$$

Profil spełnia warunki nośności.

4.4. Deformacja pod wpływem obciążeń

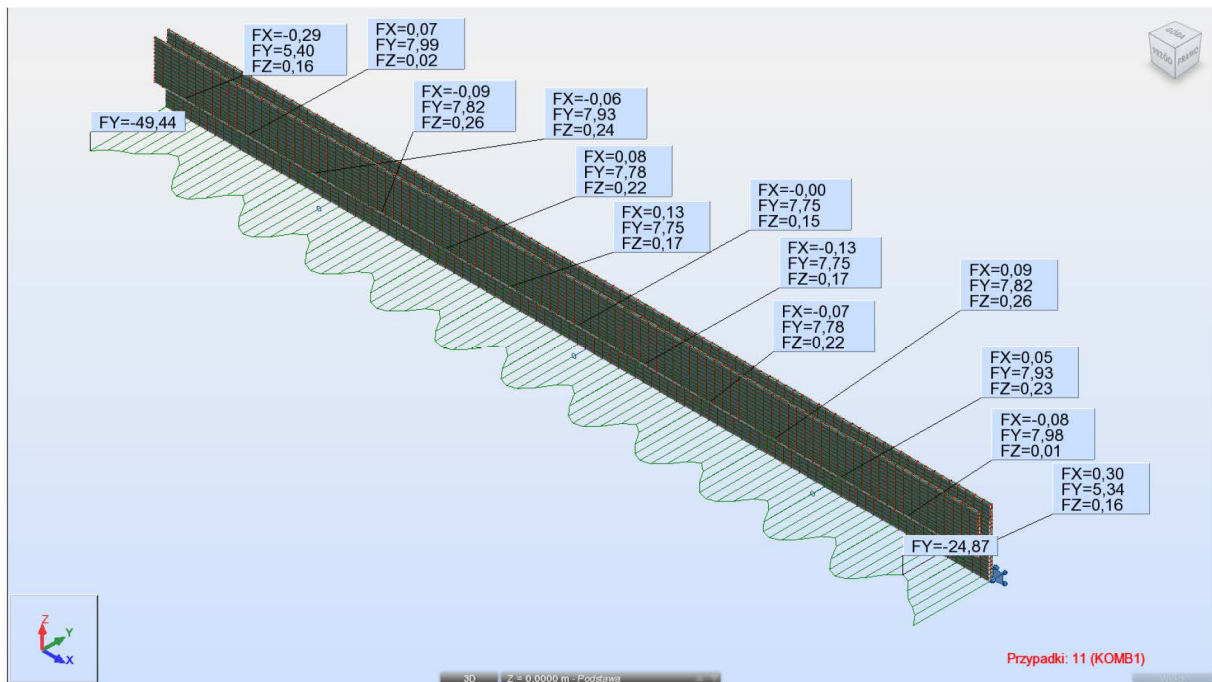
Deformację przedstawiono dla obciążeń charakterystycznych (KOMB2).



Maksymalne wychylenie ściany pionowej profilu wynosi **4mm**.

4.5. Reakcje i dobór kotwy

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



Dobór kotwy:

Kotwę należy dobrać na siły obliczeniowe:

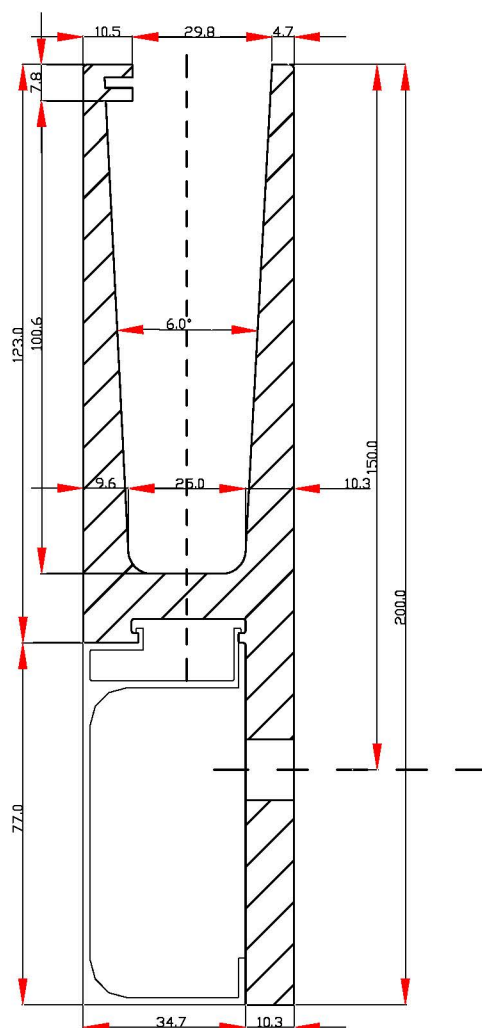
$$F_x = 0,07\text{kN}; \quad F_y = 7,99\text{kN}; \quad F_z = 0,02\text{kN}$$

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

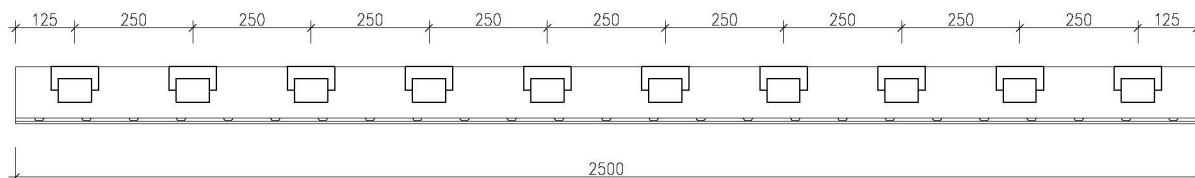
5.1. Rysunek profilu



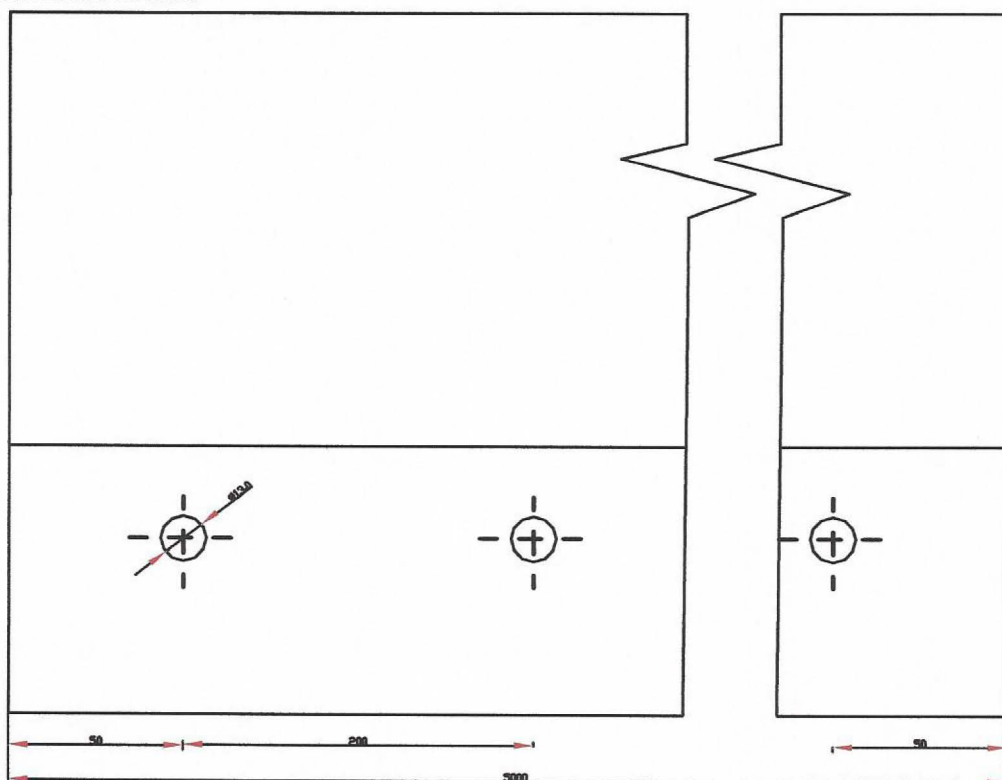
5.2. Wytyczne rozmieszczenia kotew i wkładek (białych i zielonych) przez które przekazywane jest obciążenie na ściany profilu

ROZMIESZCZENIE WKŁADEK W PROFILU

1:10



Rozmieszczenie kotew:



Opracował:


mgr inż. Marek Sikora