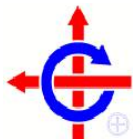




SPIS ZAWARTOŚCI

A. OPIS TECHNICZNY.....	3
1. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE.....	3
2. ZAŁOŻENIA ODNOŚNIE OBCIĄŻEŃ.....	3
2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE.....	3
2.2. OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM.....	4
2.3. OBCIĄŻENIE WIATREM.....	4
3. PRZYJĘTE PROFILE ELEMENTÓW.....	5
4. POŁĄCZENIA W WĘZŁACH.....	5
5. SIŁY PIONOWE W SŁUPKACH DO OBLICZENIA FUNDAMENTU.....	6
6. POSADOWIENIE.....	6
B. ZAŚWIADCZENIE O PRZYNALEŻNOŚCI DO IZBY, UPRAWNIENIA.....	7
LESZEK GODLEWSKI.....	7
C. RYSUNKI.....	9
D. ZESTAWIENIA MATERIAŁOWE.....	14
E. OBLICZENIA STATYCZNE.....	15



A. OPIS TECHNICZNY.

1. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE.

Rozpatrywany jest stół do zamocowania paneli fotowoltaicznych bifacialnych, stały, o nachyleniu powierzchni paneli 25° w stosunku do gruntu płaskiego.

Konstrukcja stołu w formie ram płaskich z kształtowników stalowych zimno giętych o profilach nośnych w kształcie rur prostokątnych spawanych indywidualnie o oznaczeniu RPG, ze stali S350GD z powłoką Magnelis 430 mikrometrów. Krokwie do których mocowane będą panel z profili kapeluszków giętych indywidualnie o oznaczeniu Om, ze stali S350GD z powłoką Magnelis 430 mikrometrów.

Przyjęto, że słupki będą wbijane w grunt lub montowane do fundamentów.

Na konstrukcji stalowej ramy zamocowane będzie 1x5 paneli fotowoltaicznych o wymiarach $2,30 \times 1,15$ o masie 35 kg każdy z paneli.

Do obliczeń przyjęto parametry nośności paneli jak dla szkła wzmocnionego – materiał sprężysty.

Przeprowadzono analizę nieliniową drugiego rzędu z uwzględnieniem imperfekcji geometrycznych konstrukcji wg PN-EN-1993-1-1.

Przyjęta klasa konsekwencji zniszczenia CC1 wg PN-EN 1990.

Uwaga !

Za każdym razem należy dostosować głębokość posadowienia słupków do rodzaju gruntów miejscowych oraz normowej głębokości przemarzania na danym terenie.

W niektórych przypadkach może być konieczne wybranie innego rodzaju posadowienia np. na stopach betonowych, palach stalowych wierconych itp.

Przyjęto ramę opartą na dwóch słupkach z rygłem poziomym, do którego mocowane będą krokwie na których będą spoczywały panele.

Przyjęto połączenia elementów nośnych w postaci połączeń śrubowych zwykłych.

2. ZAŁOŻENIA ODNOŚNIE OBCIĄŻEŃ.

Przyjęto, w obliczeniach zastosowanie strefy śniegowej 4 i strefy wiatrowej 1 (odpowiednik warunków klimatycznych dla Suwałk), dzięki czemu konstrukcję będzie można stosować jako powtarzalną na obszarze ok. 90% terytorium Polski.

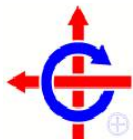
Uwaga !

Obliczenia statyczne konstrukcji stołu obowiązują do poziomu posadowienia stołu nie wyżej niż 300 m n.p.m. Powyżej tego poziomu lokalizacji konstrukcję należy projektować indywidualnie.

2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE.

Obciążenia przyjęto w oparciu o normę PN-EN-1991-1-1 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

Przyjęto wartość charakterystyczną ciężarem paneli $0,12 \text{ kN/m}^2$ (12 kG/m^2). Obciążenia ciężarem elementów konstrukcyjnych w wielkościach określonych indywidualnie dla przyjętych profili (automatycznie wyliczonych przez program do obliczeń wytrzymałościowych).



2.2. OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM.

Obciążenia przyjęto w oparciu o normę PN-EN-1991-1-3 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem.

Dach jednospadowy

Położenie obiektu: strefa 4, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$$\Rightarrow s_k = 1,4 \text{ kN/m}^2$$

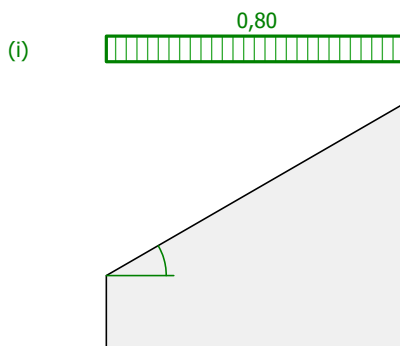
Ekspozycja obiektu: teren normalny $\Rightarrow C_e = 1,00$

Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 0^\circ \text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$ $\Rightarrow C_t = 1,00$

Rodzaj dachu: dach jednospadowy

Kąt połaci dachu $\alpha = 25^\circ$

$$\Rightarrow \mu_1 = 0,80$$



Obciążenie charakterystyczne $s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k = 0,80 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,40 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{1,12 \text{ kN/m}^2}$

2.3. OBCIĄŻENIE WIATREM.

Obciążenia przyjęto w oparciu o normę PN-EN-1991-1-4 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Obciążenie wiatrem.

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$$

Kategoria terenu - I

Wysokości: minimalna $z_{\min} = 1 \text{ m}$, maksymalna $z_{\max} = 200 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,01 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 2,70 \text{ m} = 2,70 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 2,70 \text{ m} = 2,70 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 0,70 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 15,4 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,20 \times (z_e / 10)^{0,13} = 1,20 \times (2,70 / 10)^{0,13} = 1,01$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,80 \times (z_e / 10)^{0,19} = 2,80 \times (2,70 / 10)^{0,19} = 2,18$

Średnia prędkość wiatru:

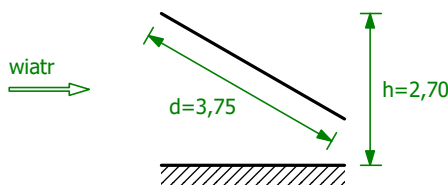
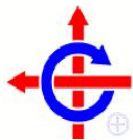
$$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 1,01 \times 1,00 \times 15,4 \text{ m/s} = 15,6 \text{ m/s}$$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (15,4 \text{ m/s})^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 2,18 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$



Eurokod 1-4 nie podaje dokładnych procedur dla obliczenia obciążenia dla takich rodzajów konstrukcji jak przedmiotowe stoły do mocowania paneli fotowoltaicznych, a jednocześnie w punkcie 1.5 (1) „do wyznaczania i odpowiedzi konstrukcji, jako uzupełnienie obliczeń, można użyć badań w tunelu aerodynamicznym oraz sprawdzonych i odpowiednio uzasadnionych naukowo metod numerycznych z zastosowaniem właściwych modeli konstrukcji i wiatru”.

W związku z powyższym zezwoleniem, do obliczenia obciążenia wiatrem i odpowiedzi konstrukcji wykorzystano oprogramowanie typu „wirtualny tunel aerodynamiczny” oparty na mechanice płynów RWIND 2 firmy DLUBAL, który wykorzystuje do obliczeń modele wirtualne konstrukcji stworzone dla potrzeb obliczeń statycznych i wytrzymałościowych w programie RFEM 6 tej samej firmy opartym na metodzie elementów skończonych w 3D. Obliczenia przeprowadzono dla dwóch kątów kierunku wiatru względem konstrukcji 0° (od przodu równoległe do krótszej osi konstrukcji) i 180° (od tyłu równoległe do krótszej osi konstrukcji).

Uzyskane w wirtualnym tunelu aerodynamicznym wartości obciążenia wiatrem przekazywane są do modelu obliczeniowy w programie RFEM.

3. PRZYJĘTE PROFILE ELEMENTÓW.

Wymiarowanie elementów konstrukcyjnych stołu nośnego pod panele wykonano zgodnie z normą PN-EN 1993-1-3 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-3: Reguły ogólne. Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno.

W wyniku obliczeń uzyskano następujące przekroje elementów nośnych indywidualnie giętych, ze szwem spawanym (w przypadku rur):

Słupki	RPG80x60x3.0 mm ze stali S350GD
Rygle	RPG80x60x3.0 mm ze stali S350GD
Krowie	Om40*32**3.0 mm ze stali S350GD

4. POŁĄCZENIA W WĘZŁACH.

Wymiarowanie połączeń elementów konstrukcyjnych stołu nośnego pod panele wykonano zgodnie z normą PN-EN 1993-1-8 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów.

Do mocowania paneli:

Śruby M8 klasy 8.8 wg PN-EN ISO 4017, DIN 933, PN-M 82105 z gwintem na całej długości.

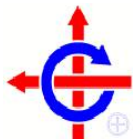
Nakrętki klasy 8 wg PN-M 82144, PN - EN 24032 ocynk ogniowy [HDG].

Podkładki zwykłe klasy 200 wg PN-M 82006, ISO 7089, DIN 125 od strony łba oraz od strony nakrętki.

Podkładki sprężyste klasy 200 wg PN-M 82006, DIN 127 od strony nakrętki.

Do połączeń krokwi z rygłem

Śruby ze łbem grzybkowym z podsadzeniem kwadratowym (śruby zamkowe) M10 klas 8.8 wg DIN 603 / ISO 8677 / PN 82406.



Podkładki zwykłe klasy 200 wg PN-M 82006, ISO 7089, DIN 125 od strony łba oraz od strony nakrętki.

Nakrętki klasy 8 wg PN-M 82144, PN - EN 24032 ocynk ogniowy [HDG].

Do połączeń rygla ze słupkami

Śruby zwykłe M10 klas 8.8 wg PN-EN ISO 4014, DIN 933, PN-M 82101.

Podkładki zwykłe klasy 200 wg PN-M 82006, ISO 7089, DIN 125 od strony łba oraz od strony nakrętki.

Nakrętki klasy 8 wg PN-M 82144, PN - EN 24032, ISO 4032 ocynk ogniowy [HDG].

5. SIŁY PIONOWE W SŁUPKACH DO OBLICZENIA FUNDAMENTU.

	Wciskanie char. [kN]	Zginanie char. [kNm]	Wyciąga- nie char. [kN]	Zginanie char. [kNm]
Słupek	11,18	1,39	2,19	-4,12

6. POSADOWIENIE.

Przyjmuje się różne możliwości posadowienia:

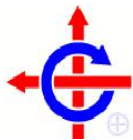
- Na stopach fundamentowych,
- Na palach fundamentowych (stalowe wkręcane, betonowe),
- Wbijanie słupków w grunt.

Należy uwzględnić lokalne minimalne głębokości posadowienia wynikające ze stref przemarzania przy projektowaniu posadowień w gruntach wysadzinowych.

W każdym indywidualnym przypadku posadowienia projektant adaptujący projekt do warunków lokalnych wybiera metodę fundamentowania konstrukcji nośnej paneli fotowoltaicznych oraz w przypadku przyjęcia metody polegającej na wbijaniu słupków w grunt dobiera długość zakotwienia słupków konstrukcji w gruncie.

Wybór innej niż fundamentowanie bezpośrednie metody fundamentowania konstrukcji wymaga sporządzenia projektu geotechnicznego zgodnie z § 7 ust. 2 ROZPORZĄDZENIA MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, gdyż zgodnie z § 2 tego rozporządzenia fundamentowanie przy pomocy mikropali lub wbijania słupków zaliczono do specjalistycznych robót geotechnicznych.

Zgodnie z § 4 ust. 4 w/w rozporządzenia „Kategorię geotechniczną całego obiektu budowlanego lub jego poszczególnych części określa projektant obiektu budowlanego na podstawie badań geotechnicznych gruntu, których zakres uzgadnia z wykonawcą specjalistycznych robót geotechnicznych.



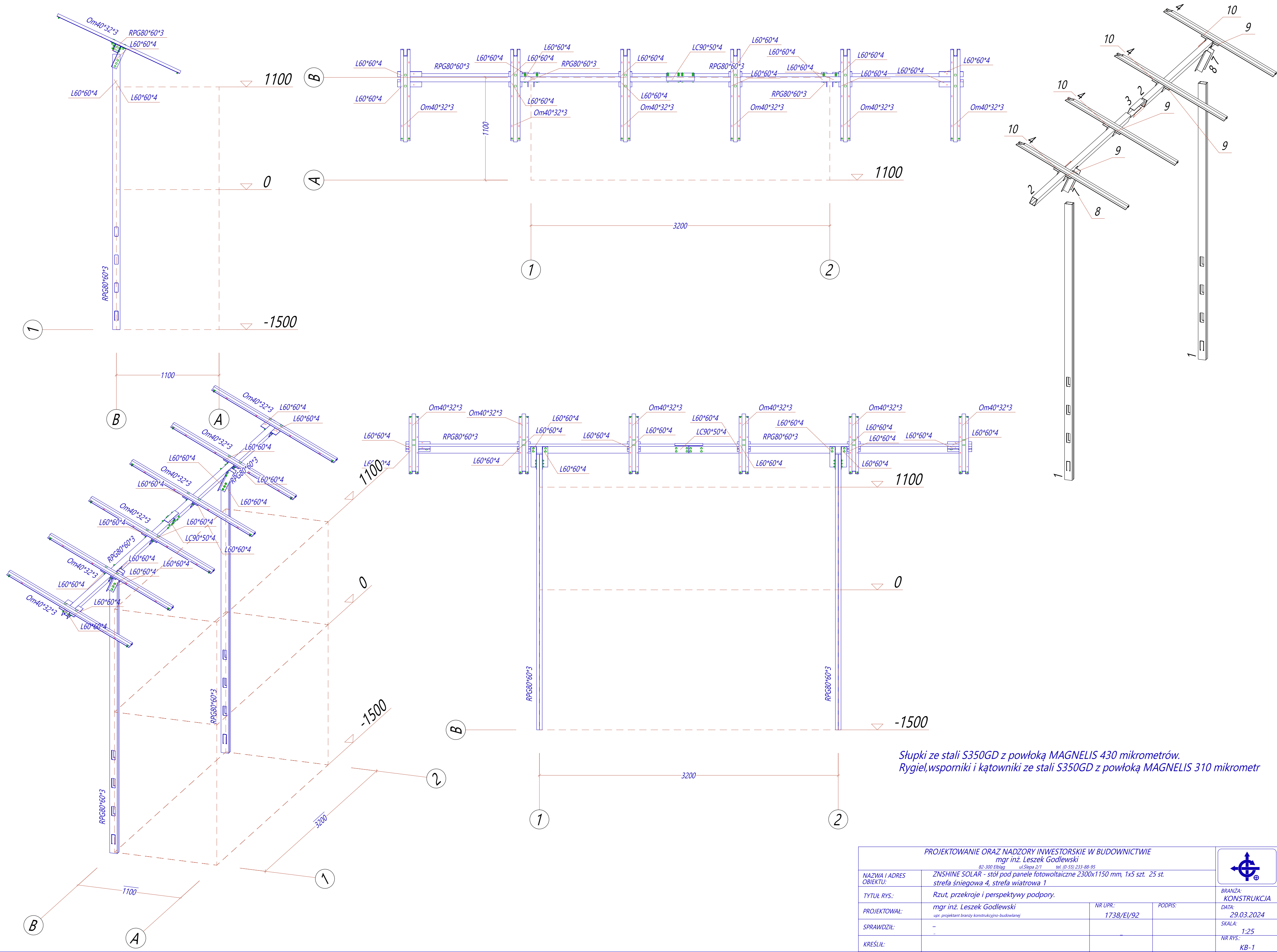
C. RYSUNKI.

KB-1 Rzut, przekroje i perspektywy podpory.

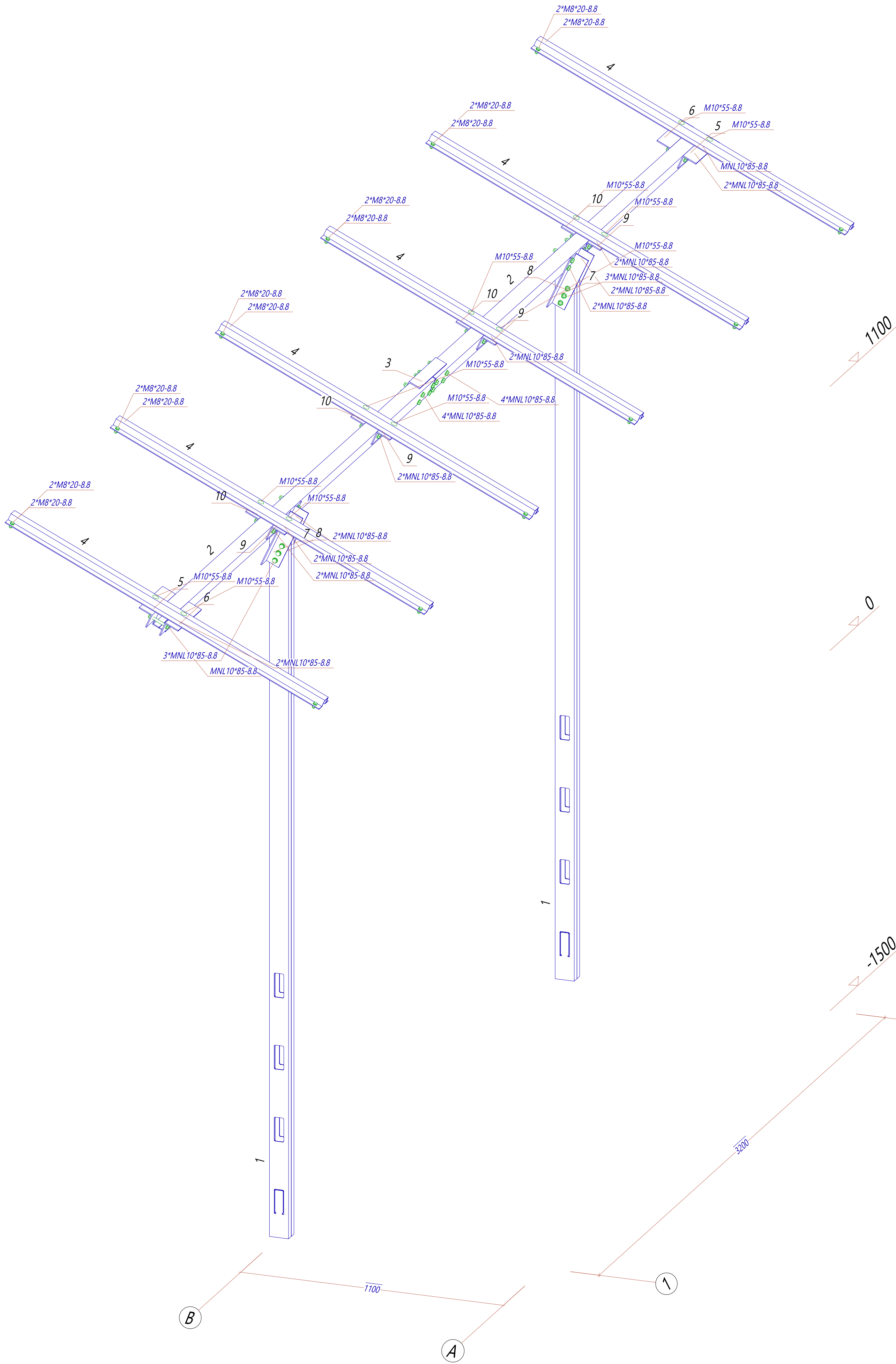
KM-1 Perspektywa montażowa.

KM-2 Sposób łączenia stołów -opcja.

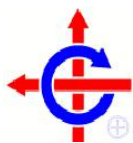
KM-3 Perspektywa montażowa eksplodowana.



PROJEKTOWANIE ORAZ NADZORY INWESTORSKIE W BUDOWNICTWIE				
mgr inż. Leszek Godlewski 82-300 Elbląg, ul.Ślepa 2/1, tel. (0-55) 233-88-95				
NAZWA I ADRES OBIEKTU:	ZNSHINE SOLAR - stół pod panele fotowoltaiczne 2300x1150 mm, 1x5 szt. 25 st. strefa śniegowa 4, strefa wiatrowa 1			BRANŻA: KONSTRUKCJA
TYTUŁ RYS.:	Rzut, przekroje i perspektywy podpory.			DATA: 29.03.2024
PROJEKTOWAŁ:	mgr inż. Leszek Godlewski upr. projektant branży konstrukcyjno-budowlanej	NR UPR.:	1738/EI/92	PODPIS:
SPRAWDZIŁ:	—			SKALA: 1:25
KREŚLIŁ:				NR RYS.: KB-1



PROJEKTOWANIE ORAZ NADZORY INWESTORSKIE W BUDOWNICTWIE mgr inż. Leszek Godlewski 82-300 Elbląg ul.Ślepa 2/1 tel. (0-55) 233-88-95				
NAZWA I ADRES OBIEKTU:	ZNSHINE SOLAR - stół pod panele fotowoltaiczne 2300x1150 mm, 1x5 szt. 25 st. strefa śniegowa 4, strefa wiatrowa 1			
TYTUŁ RYS.:	Perspektywa montażowa.			BRANŻA: KONSTRUKCJA
PROJEKTOWAŁ:	mgr inż. Leszek Godlewski upr. projektant branży konstrukcyjno-budowlanej	NR UPR.:	1738/EI/92	DATA: 29.03.2024
SPRAWDZIŁ:	—			SKALA: 1:10
KREŚLIŁ:				NR RYS.: KM-1

**D. ZESTAWIENIA MATERIAŁOWE.**

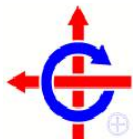
PONIWB Leszek Godlewski			
82-300 Elbląg, ul.Ślepa 2/1			
Lista ilościowa		data:29.03.2024	Lista materiałowa
Projekt	S23_p02_24_Doryn_1x5_25st.	Etap budowy	1
Inwestor	-	Ciężar etapu	119.9
Objekt	Podpora fotowoltaiki 1x5_25 st.	Zmiana	
Adres	str. śnieg. 4 str. wiatr. 1	Termin dostawy	-
Opis	Konstrukcja stalowa	Czyszczenie	
Grupa	mgr inż. Leszek Godlewski	Cynkowanie	
Dział		Farba podkład.	-
Opracował	-	Farba nawierzch.	-

Poz.	Sztuk	Profil	Gatunek	Dług. mm	Ciężar kg	Waga cał. kg	P. mal. m2	Uwagi - opis
2	2	RPG80*60*3	S350GD	2937	18,5	36,9	3,2	RYGIEL
1	2	RPG80*60*3	S350GD	2951	18,6	37,1	3,2	SŁUPEK
Suma		RPG80*60*3	S350GD	11776		74	6,4	
4	6	Om40*32*3	S350GD	1450	5,5	32,8	2,8	WSPORNIK
Suma		Om40*32*3	S350GD	8700		32,8	2,8	
3	1	LC90*50*4	S350GD	300	1,7	1,7	0,1	ŁĄCZNIK
Suma		LC90*50*4	S350GD	300		1,7	0,1	
9	4	L60*60*4	S350GD	140	0,5	2	0,1	KĄTOWNIK
10	4	L60*60*4	S350GD	140	0,5	2	0,1	KĄTOWNIK
8	2	L60*60*4	S350GD	239	0,9	1,7	0,1	KĄTOWNIK
7	2	L60*60*4	S350GD	239	0,9	1,7	0,1	KĄTOWNIK
5	2	L60*60*4	S350GD	260	0,9	1,9	0,1	KĄTOWNIK
6	2	L60*60*4	S350GD	260	0,9	1,9	0,1	KĄTOWNIK
Suma		L60*60*4	S350GD	3116		11,4	0,7	

Suma całkowita						119.9	10.1	
----------------	--	--	--	--	--	-------	------	--

OZNACZENIA PROFILI:

RPG	RURA PROSTOKĄTNA GIĘTA ZE SZWEM
Om	PROFIL OMEGA
LC	PROFIL CĘOWY GIĘTY
L	KĄTOWNIK GIĘTY

**PONIWB Leszek Godlewski**

82-300 Elbląg, ul.Ślepa 2/1

Lista strukturalna		data: 29.03.2024	Śruby montażowe
Projekt	S23_p02_24_Doryn_1x5_25st.	Etap budowy	1
Inwestor	-	Ciężar etapu	119.9
Objekt	Podpora fotowoltaiki 1x5 25 st.	Zmiana	
Adres	str. śnieg. 4 str. wiatr. 1	Termin dostawy	-
Opis	Konstrukcja stalowa	Czyszczenie	
Grupa	mgr inż. Leszek Godlewski	Cynkowanie	
Dział		Farba podkład.	-
Opracował	-	Farba nawierzch.	-

L.P.	Szt.	Oznaczenie	Norma	Klasa śruby	Miejsce dostawy	Cięż.poj. kg	Cięż.cał. kg	Uwagi - opis
1	12	M10*55	DIN 603	8.8		0,07	0,8	
1	1	M10*55	DIN 603	8.8		0,04	0,04	
2	1	MU10	DIN 125	8		0,01	0,01	
3	1	SCHEIBE10	DIN9021	200		0,01	0,01	
2	36	MNL10*85	ISO4014	8.8		0,09	3,1	
1	1	MNL10*85	ISO4014	8.8		0,07	0,07	
2	1	MU10	ISO4032	8		0,01	0,01	
3	2	NL SP10	ISO7089	200		0,01	0,01	
3	24	M8*20	ISO4017	8.8		0,02	0,5	
1	1	M8*20	ISO4017	8.8		0,01	0,01	
2	1	MU8	ISO4032	8		0,01	0,01	
3	2	SCHEIBE8	ISO7089	200		0	0	
Suma całkowita							4,4	

E. OBLICZENIA STATYCZNE.



Płyty

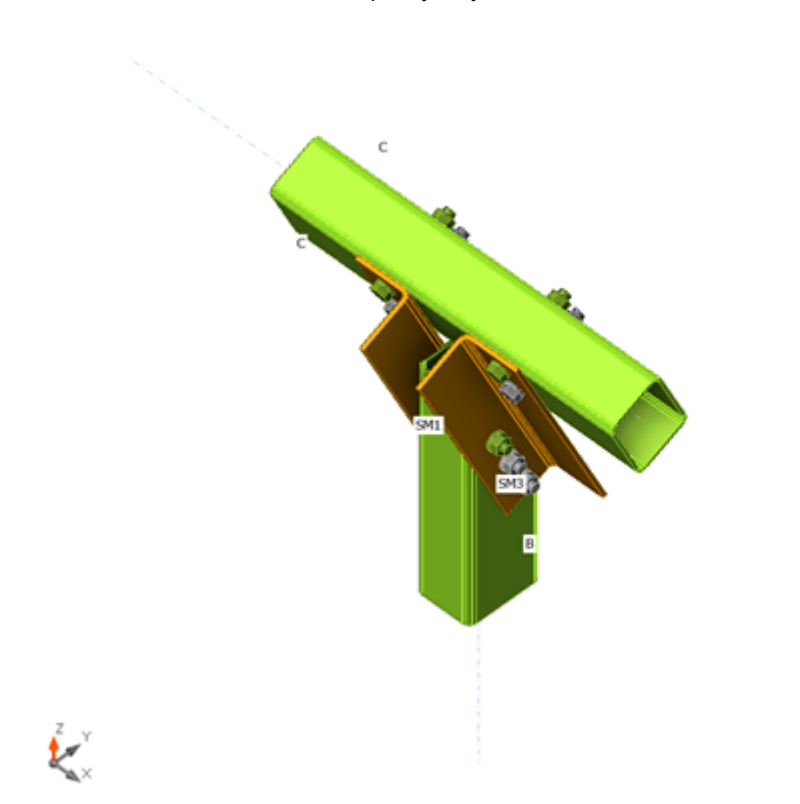
Nazwa	t_p [mm]	Obciążenia	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C	3,00	KO18	353,3	1,5	0,0	OK
B	3,00	KO18	351,1	0,5	0,0	OK
SM1	4,00	KO18	356,4	3,1	107,0	OK
SM3	4,00	KO18	357,7	3,7	115,6	OK

Dane projektowe

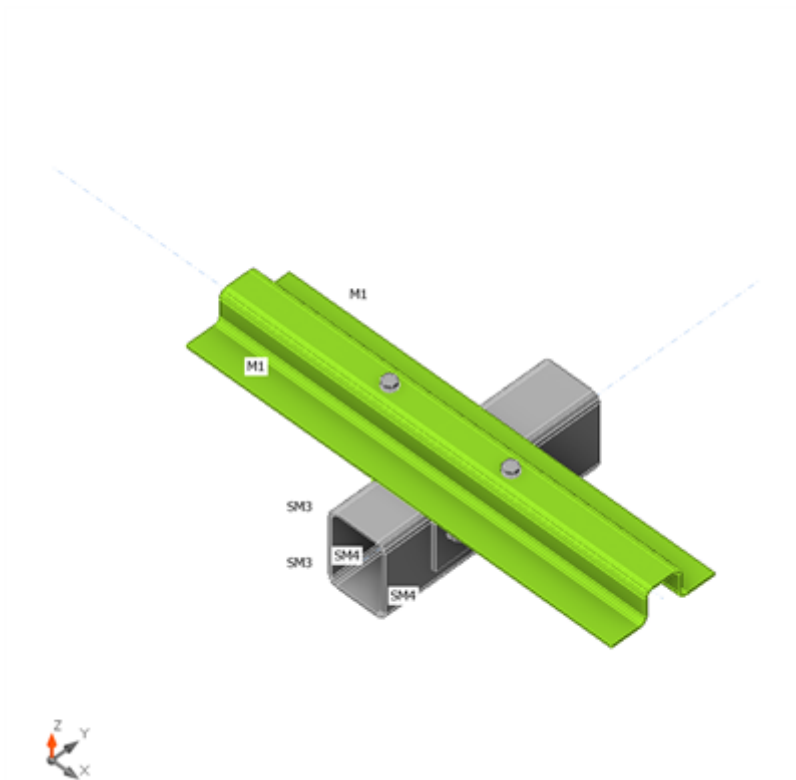
Materiał	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S350GD	350,0	5,0

Objaśnienie symbolu

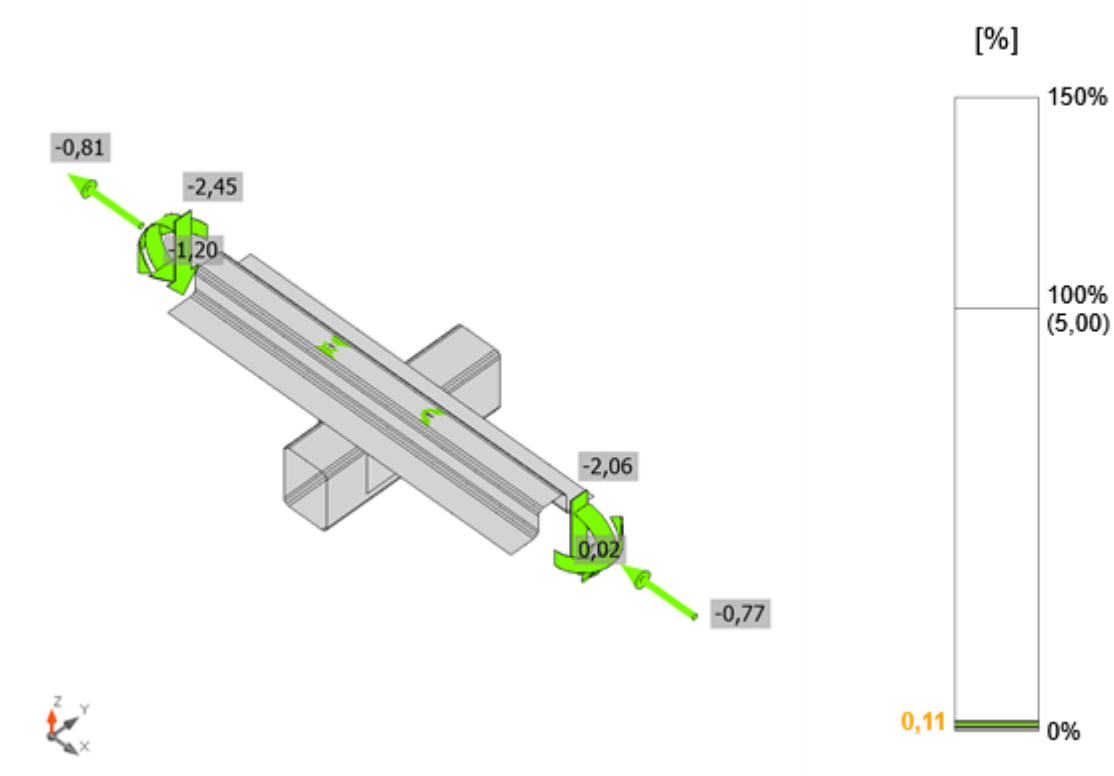
t_p	Grubość płyty
σ_{Ed}	Równoważne naprężenie
ϵ_{pl}	Odkształcenie plastyczne
$\sigma_{c,Ed}$	Naprężenie dociskowe
f_y	Wytrzymałość na rozciąganie
ϵ_{lim}	Limit odkształceń plastycznych



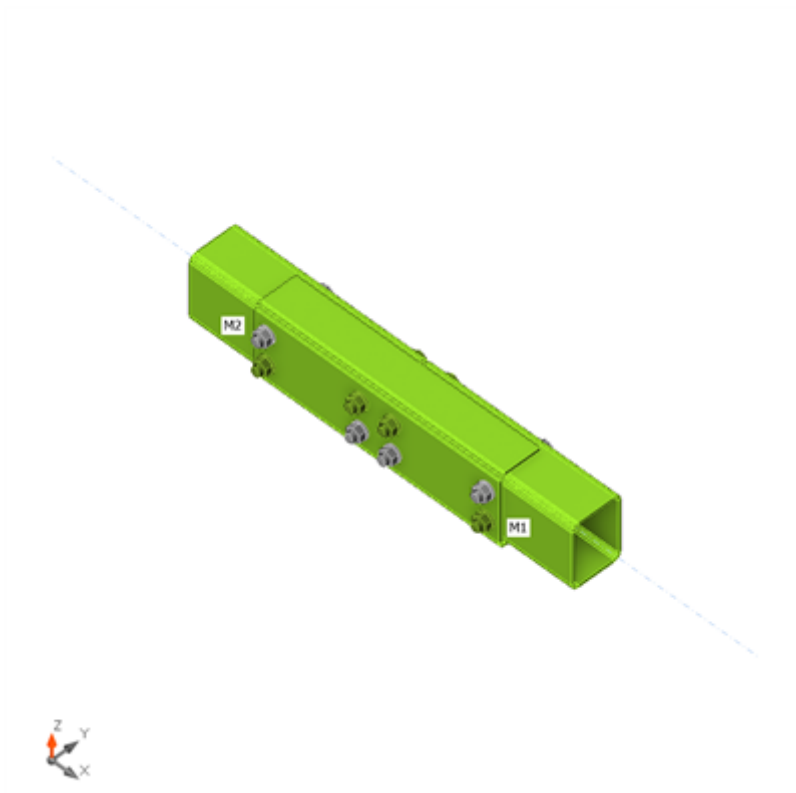
Sprawdzenie ogólne, KO18



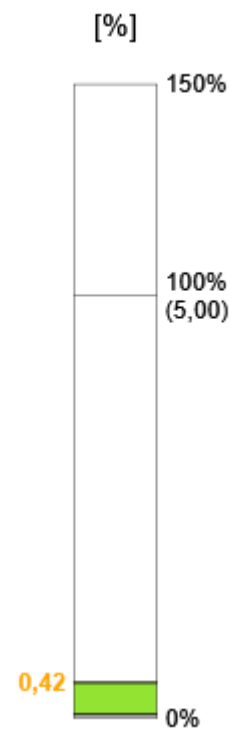
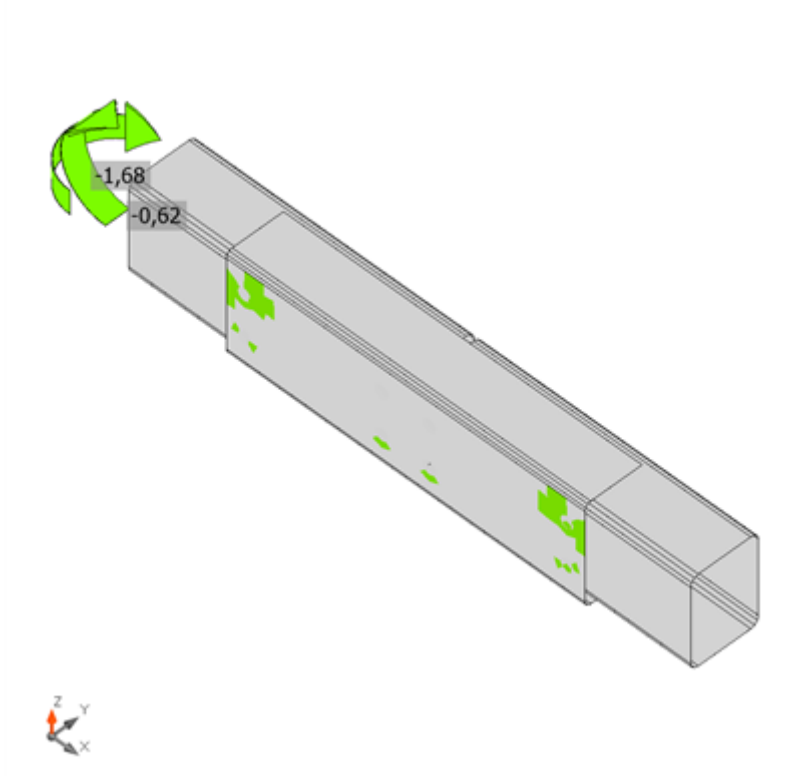
Sprawdzenie ogólne, KO14



Sprawdzenie odkształcenia, KO14



Sprawdzenie ogólne, KO14_2



Sprawdzenie odkształcenia, KO14_2