

PDC-PROJEKT

Mateusz Glica
Ul. Łyskowskiego 40G/98
87-100 Toruń

NIP 8431561635
REGON 220442294
e-mail: biuro@pdc-projekt.pl
tel. 785-108-135

PROJEKT TECHNICZNY

Obiekt: Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 40kW wraz z wewnętrznymi liniami kablowymi w celu zasilania budynku biurowego na dz. 124/18 w miejscowości Turawa ul. Opolska gmina Turawa

Inwestor: Skarb Państwa - Państwowe Gospodarstwo Leśne
Lasy Państwowe,
Nadleśnictwo Turawa,
ul. Opolska 35,
46-045 Turawa



Stadium: Projekt techniczny

Nr umowy: SA.271.20.2024

Nazwa obrębu: [0138], Turawa

Jednostka ewid.: 160913_2, Turawa

Branża: Konstrukcyjna

Zakres opracowania	Pełniona funkcja projektowa	Imię i nazwisko, specjalność i numer uprawnień budowlanych	Data opracowania	Podpis
Konstrukcyjno-budowlana	Projektant	inż. Krzysztof Tuszyński konstrukcyjno-budowlane GP-KZ-7342/86/92	04.12.2024	

Spis treści

1	Wstęp.....	3
1.1	Podstawa opracowania	3
1.2	Uprawnienia.....	4
1.3	Oświadczenie projektanta	6
2	Budowa nawierzchni.....	7
2.1	Stan istniejący.....	7
2.2	Stan projektowany	7
2.3	Konstrukcja nawierzchni.....	7
2.4	Roboty ziemne.....	7
3	Ogrodzenie	7
4	Konstrukcja pod moduły fotowoltaiczne	8
5	Malowanie i uzupełnianie przestrzeni płyt ażurowych kamieniem ozdobnym	8
6	Zestawienie rysunków	9

1 Wstęp

1.1 Podstawa opracowania

- Cyfrowa mapa sytuacyjno – wysokościowa w skali 1:500
- Projekt robót geologicznych na w celu wykorzystania ciepła ziemi w Turawie ul. Opolska 35 dz. 124/16, czerwiec 2014 r. zakład Usług Geologicznych Grunt, ul. Grunwaldzka 3a, Opole
- Dokumentacja badań podłoża gruntowego dla budowy budynku administracyjnego nadleśnictwa Turawa działka nr 124/16, Geostandard, Wilczyce ul. Wrocławska 1F, 51-311 Wrocław, maj 2014
- Uzgodnienia branżowe,
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. (wraz ze zmianami) Prawo budowlane,
- Ustawa z dnia 21.03.1985r. (wraz ze zmianami) o drogach publicznych,
- Ustawa „Prawo o ruchu drogowym”,
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach,
- Ustawy z dnia 21.03.1985r. (wraz z późn. zmianami) o drogach publicznych,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach oraz wykonywania nadzoru nad tym zarządzaniem. (Dz. U. nr 177, poz. 1729),
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. (Dz. U.99. Nr 43. Poz. 430),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. (Dz. U. nr 200, poz. 2181 z 2003r. – załącznik nr 4),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego

1.2 Uprawnienia

WOJEWODA BYDGOSKI

Bydgoszcz, 1992-03-30

GP-KZ-7342/ 55 /92

D E C Y Z J A

O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 5 ust. 1, § 6 ust. 1 i 2, § 7 i § 13 ust. 1 pkt 2, lit. rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U. Nr 8, poz. 46 z późn. zm./ stwierdza się, że:
Pan/Pani/ Krzysztof TUSZYŃSKI
..... inżynier budownictwa
urodzony/a/ dnia 17 kwietnia 1953 r. w Gniewkowie
posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji kierownika budowy i robót
.....
w specjalności: konstrukcyjno-budowlanej
w zakresie ogólnobudowlanych
Pan /Pani/ Krzysztof TUSZYŃSKI jest upoważniony/a/ do:

- 1/ kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i sta kolejowych, dróg oraz nawierzchni lotniskowych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnoinżynierskich,
- 2/ sporządzania w budownictwie jednorodziennym, zagrodowym oraz innych budynków o kubaturze do 1000 m³ projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych wszelkich budynków i budowli,
- 3/ sporządzania w budownictwie jednorodziennym, zagrodowym oraz innych budynków o kubaturze do 1000 m³ projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych bud.



Z UP. WOJEWODY
[Signature]



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-816-TYW-77Z *

Pan KRZYSZTOF TUSZYŃSKI o numerze ewidencyjnym KUP/BO/2632/01

adres zamieszkania ul. ŚWIERKOWA 9, 88-110 JACEWO

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-12-14 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78³ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



1.3 Oświadczenie projektanta

OŚWIADCZENIE O SPORZĄDZENIU PROJEKTU BUDOWLANEGO, ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI ORAZ ZASADAMI WIEDZY TECHNICZNEJ.

Ja niżej podpisany, oświadczam, że sporządziłem projekt techniczny branży konstrukcyjnej

INWESTYCJA:

Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 40kW wraz z wewnętrznymi liniami kablowymi w celu zasilania budynku biurowego na dz. 124/18 w miejscowości Turawa ul. Opolska gmina Turawa

Jednostka ewid. 160913_2, Turawa

Obręb 0138, Turawa

nr ewidencyjny działki 124/18

ADRES OBIEKTU:

**dz. nr 124/18, 0138 Turawa
46-045 Turawa**

INWESTOR:

**Skarb Państwa - Państwowe Gospodarstwo Leśne
Lasy Państwowe,
Nadleśnictwo Turawa,
ul. Opolska 35,
46-045 Turawa**

zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Konstrukcyjno- budowlana	Projektant	Inż. Krzysztof Tuszyński	04.12.2024	
	Specjalność upr.	Konstrukcyjno-budowlana		
	Numer upr.	GP-KZ-7342/86/92		

2 Budowa nawierzchni

2.1 Stan istniejący

Przedmiotowy teren znajduje się w Turawie przy ul. Opolskiej. Parcele objęte opracowaniem są własnością Inwestora. Teren wokół istniejącego budynku posiada nawierzchnię utwardzoną, kostką betonową, oraz płyty ażurowe. Wody deszczowe odprowadzane są poprzez studzienki kanalizacyjne do kanalizacji deszczowej. Na terenie objętym opracowaniem występuje teren zielony.

2.2 Stan projektowany

Konstrukcję projektowanej nawierzchni zostanie zaprojektowana w oparciu o rozwiązania z Dziennika Ustaw– „Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie”. Na podstawie badań geotechnicznych przyjęto grupę nośności podłoża G2.

Nawierzchnie:

- płyty betonowe ażurowe (w wyznaczonych miejscach), 8x40x60cm

2.3 Konstrukcja nawierzchni

Konstrukcja nawierzchni parkingu i dróg wewnętrznych w rejonie parkingu:

- 8cm – płyty betonowe ażurowe
- 3cm – podsypka cementowo – piaskowa 1:4
- 15cm (min.) – podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 0/31,5mm
- 15cm (min.) – podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie 31,5/63mm
- 15cm – warstwa ulepszanego podłoża – pospółka grunt stabilizowany spoiwem (cementem, wapnem lub aktywnym popiołem lotnym) o $R_m = 2,5$ MP

Inne uwagi konstrukcyjne:

- przed wykonaniem wzmocnienia gruntu na całej powierzchni należy wykonać poletko sprawdzając skuteczność zaproponowanego rozwiązania wzmocnienia gruntu, (zalecenie to wynika z braku możliwości określenia parametrów geotechnicznych gruntu nasypowego), moduł sprężystości (wtórny) powinien wynosić co najmniej 120 MPa dla miejsc parkingowych i dróg wewnętrznych
- krawędź parkingu obudować należy krawężnikiem betonowym typu ciężkiego wibroprasowanym 20x30x100cm z pełnym wyniesieniem krawężnika ponad powierzchnię istniejącej jezdni na 12cm
- krawężnik należy posadzić na świeży, wilgotny i niestężony beton, ławę betonową z oporem wykonać należy z betonu C12/15 zgodnie z załączonym detalem przedstawionym na przekrojach konstrukcyjnych

2.4 Roboty ziemne

Roboty ziemne na obszarze objętym opracowaniem należy wykonywać zgodnie z PN-S-02205:1998. Grunt rodzimy w korycie (wykopie) oraz nasypie należy zagęścić do odpowiedniego wskaźnika. Nasyp należy wykonać z gruntów niespoistych, niewysadzinowych. (np. pospółki, piaski), warstwami gr. ok. 30cm zagęszczając je do odpowiedniego wskaźnika I_s i wtórnego modułu odkształcenia E_2 . Ewentualny grunt nasypowy nienośny (nasypy nie budowlane) zalegający w poziomie dna projektowanego koryta należy wymienić na grunt nośny niewysadzinowy (np. pospółki, piaski). Gruntów nasypowych niekontrolowanych pozyskanych z wykopów (wymiany) nie należy wykorzystywać do budowy nasypu. Podczas wykonywania prac należy zachować szczególną ostrożność w związku z obecnością w gruncie otworów geologicznych pompy ciepła.

3 Ogrodzenie

Projektuje się ogrodzenie ażurowe z paneli ogrodzeniowych ocynkowanych w kolorze RAL6005 (zielony). Ogrodzenie zamykające w całej długości dostęp do projektowanych paneli fotowoltaicznych. Ogrodzenie z paneli o wysokości nie wyższej niż 1360 mm na słupkach stalowych ocynkowanych ogniowo montowanych w betonowym prefabrykowanym fundamencie w systemie do mocowania betonowych desek cokołowych. Betonowe deski cokołowe o wys. 20 cm. Standardowy rozstaw słupków dostosowany do systemu deski cokołowej, lecz nie większy niż 2500mm. Każdy słupek zwieńczony jest

kapturkiem z mrozoodpornego tworzywa sztucznego. Wypełnienie stanowi panel ogrodzeniowy z drutu stalowego zgrzewanego, ocynkowanego ogniowo montowanych o średnicach \varnothing 4 mm i wymiarach boku 50 x 200 mm, szerokość paneli 2500 mm. Panele zakończone u góry drutami pionowymi. Na panelu 3 lub 4 przetłoczenia. Słupki 60x40mm, 60x60mm ocynkowane ogniowo, długości na 2150mm, z zaślepką, z otworami montażowymi. Łącznik paneli ogrodzeniowych zaciskany tzw. klips zaciskowy do paneli ogrodzeniowych wykonany ze stali nierdzewnej. Łącznik pozwala połączyć ze sobą dwa panele ogrodzeniowe. Łącznik zaciska się na końcach dwóch paneli, co umożliwia łączenie paneli niezależnie od tego czy są łączone w osi słupka czy z dala od niej. Połączone w ten sposób panele utrzymują swoją sztywność i tworzą praktycznie jedną strukturę panelu. Łącznik można nakładać na panele o grubości do 5mm. Łącznik wykonany jest z blachy nierdzewnej o grubości 5,5mm. Panele można łączyć na obejmę przelotową do paneli. Uchwyty to śruba hakowa i nakrętka zrywalna M8 nierdzewna. Nakrętka zrywalna na śrubę hakową do montażu paneli ogrodzeniowych. Po jej dokręceniu następuje zniszczenie sześciokątnych boków nakrętki dzięki czemu staje się niemożliwa od odkręcenia bez użycia specjalistycznych narzędzi. W miejscach gdzie ogrodzenie projektowane dochodzić będzie do ogrodzenia istniejącego, ogrodzenia należy połączyć w sposób estetyczny. W miejscu wskazanym na planie projektuje się furtkę w celu zapewnienia możliwości wejścia na wydzielony teren.

Podczas wykonywania prac należy zachować szczególną ostrożność w związku z obecnością w gruncie otworów geologicznych pompy ciepła.

4 Konstrukcja pod moduły fotowoltaiczne

Projektuje się konstrukcję stalowe pod panele fotowoltaiczne mocowane do płyt betonowych. Układ składa się z stołów w dwóch rzędach podpór dla 3 rzędów paneli ustawionych poziomo o nachyleniu 25°C.

Konstrukcję osadzić na istniejących i projektowanych płytach ażurowych w miejscach wskazanych na planie zagospodarowania terenu z uwzględnieniem zaprojektowanych odległości od poszczególnych działek.

Montaż konstrukcji przeprowadzić zgodnie z projektem „*Podkonstrukcje wolnostojące montażowe dla paneli fotowoltaicznych Turawa układ płatwiowy – nachylenie 25° w ramach inwestycji Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 40kW wraz z wewnętrznymi liniami kablowymi w celu zasilania budynku biurowego na dz. 124/18 w miejscowości Turawa ul. Opolska gmina Turawa*” wykonany przez mgr. Inż. Wojciech Kapela w dniu 25 października 2024 r.

5 Malowanie i uzupełnianie przestrzeni płyt ażurowych kamieniem ozdobnym

W celu zapewnienia wyższych uzysków energetycznych projektowanych dwustronnych paneli fotowoltaicznych. Należy fundamenty w postaci płyt betonowych MON pomalować na biały kolor farbą do betonu.

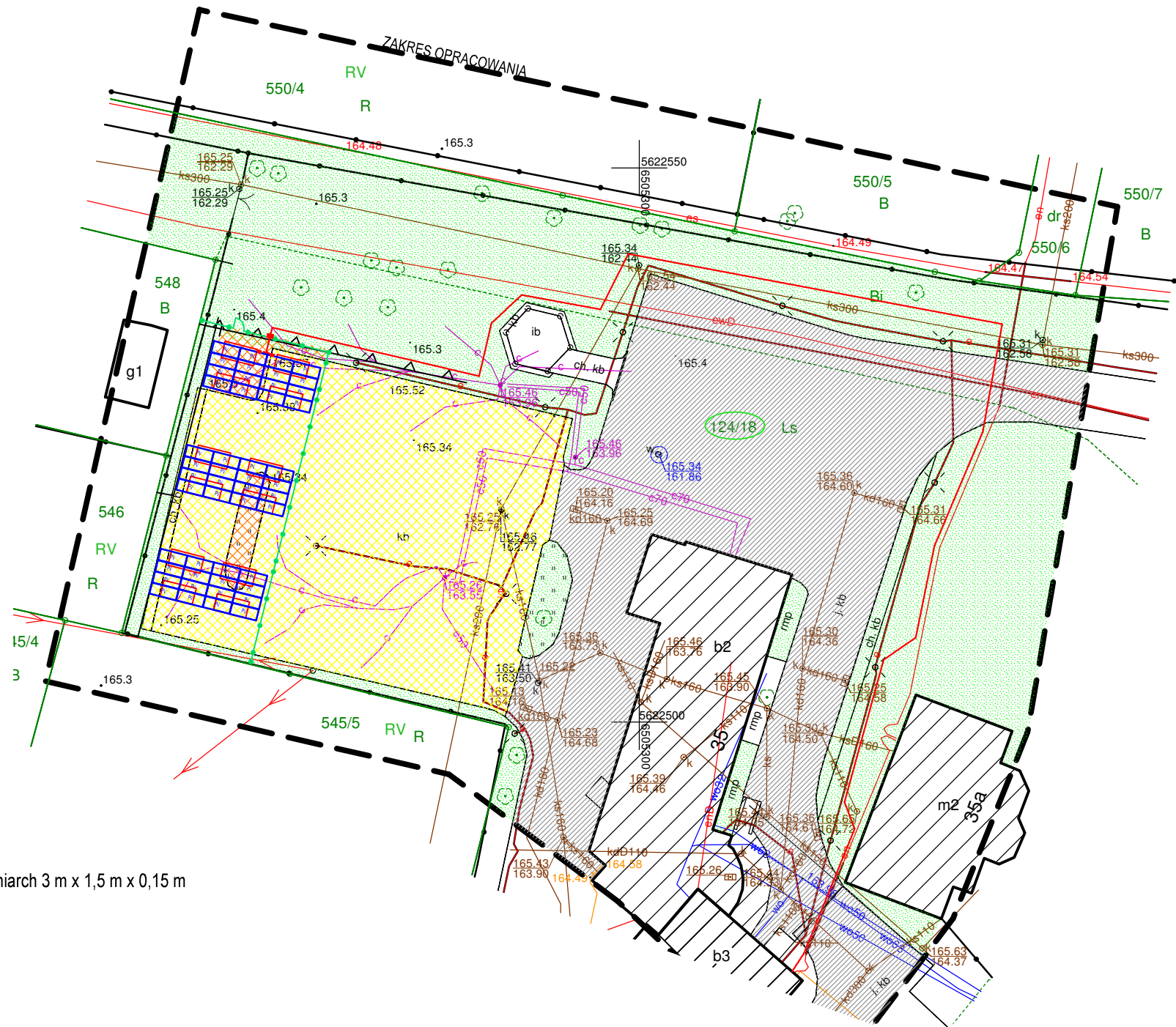
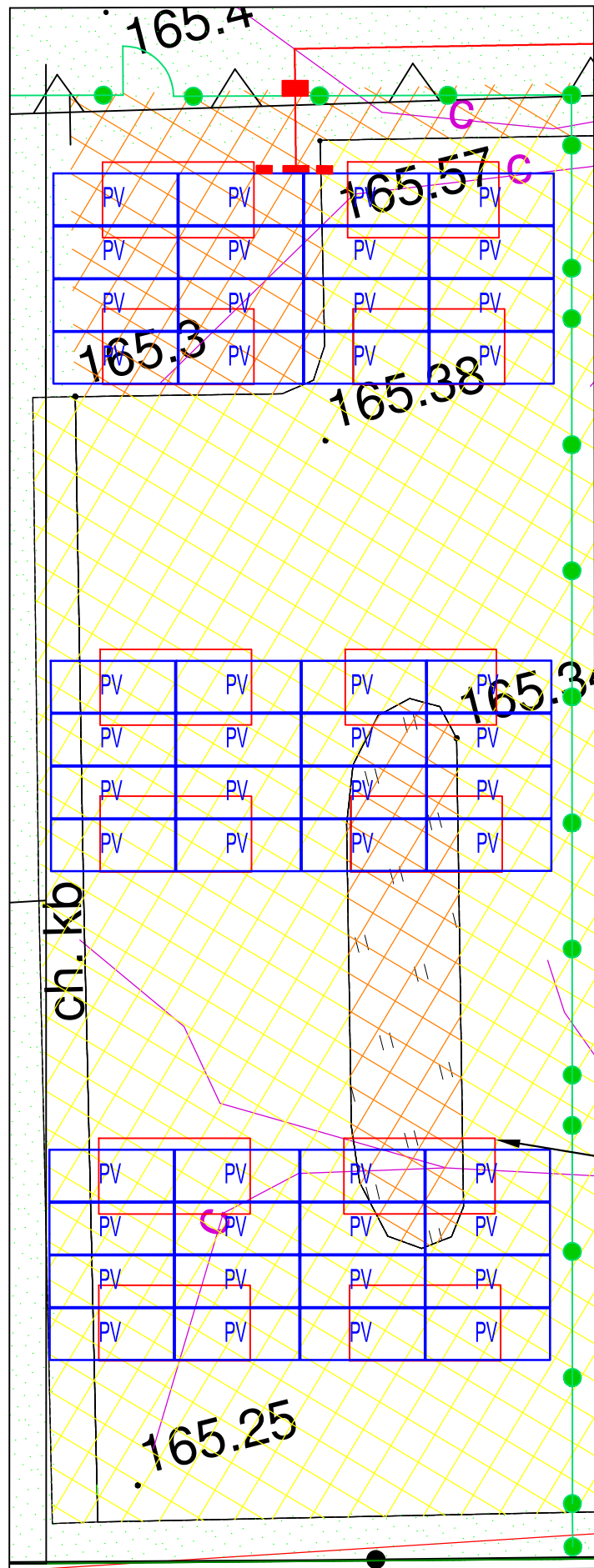
Przestrzenie istniejących i projektowych płyt ażurowych w ramach ogrodzonego terenu dla instalacji fotowoltaicznej należy wypełnić drobnym kamieniem ozdobnym typu grys koloru białego o frakcji umożliwiającej swobodne wypełnienie. Poniżej przedstawiono przykładowe sposoby wypełnienia przestrzeni płyt ażurowych.



Rysunek 1 Przykładowe zdjęcia wypełnienia białym kamieniem ozdobnym płyt ażurowych

6 Zestawienie rysunków

K0.1	PLAN ZAGOSPODAROWANIA TERENU
------	------------------------------



Współrzędne geograficzne

Kraj

Polska

Miasto

Turawa

Szerokość [m]

50,738

Długość [m]

18,075

Wysokość n.p.m [m]

165

1

Konstrukcja nośna

Bez skali

Orientacja Południe

Ustawienie

Azymut

Kąt nachylenia α [°]

Dolna kraweźdź stołu modułowego c [m]

Górna kraweźdź stołu modułowego h [m]

Długość p [m]

Długości modułów w [m]

Ilość modułów

Ilość stołów

Poludnie

14°

25°

0,85

2,83

4,41

4,6

48

3

LEGENDA:

PV

Panel fotowoltaiczny

Istn. utwardzenie terenu

Istn. nawierzchnia azurowa

Nieprzekraczalna linia zabudowy

Istn. zabudowa

Proj. ogrodzenie panelowe
wysokość h=1,5m

Proj. powierzchnia azurowa

Teren zielony

PDC-PROJEKT		"PDC-PROJEKT" Mateusz Glica		Nr rysunku
NIP 843-15-61-635 REGON 220442294		ul. Łyskowskiego 40G/98, 87-100 Toruń		K.01
e-mail:biuro@pdc-projekt.pl		kom. 785-108-135		
Objekt: Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 40kW wraz z wewnętrznymi liniami kablowymi w celu zasilania budynku biurowego na dz.124/18 w miejscowości Turawa ul.Opolska gmina Turawa				Stadium
				PT
Adres inwestycji: m. Turawa ul. Opolska 35 dz. nr 124/18 gm. Turawa				Skala
				1:500
Inwestor: Nadleśnictwo Turawa		ul. Opolska 35, 46-045 Turawa		
Treść: PLAN ZAGOSPODAROWANIA TERENU				
Funkcja:	Imię i Nazwisko / Nr uprawnień		Data	Podpis
Projektant	mgr inż. Krzysztof Tuszyński upr. bud. nr GP-KZ-7342/86/92		04.12.2024	

**Podkonstrukcje wolnostojące
montażowe dla paneli fotowoltaicznych
Turawa
układ płatwiowy – nachylenie 25°
w ramach inwestycji
*Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy do 40kW
wraz z wewnętrznymi liniami kablowymi w celu
zasilania budynku biurowego na dz. 124/18 w
miejscowości Turawa ul. Opolska gmina Turawa***

ZLECAJĄCY: Energy5 Sp. z o.o.
ul. Ziejkowa 5, 09-500 Gostynin

OBIEKT: wieś Turawa ,
gm. Turawa,
powiat opolski ,
województwo opolskie

ZESPÓŁ PROJEKTOWY: mgr inż. Wojciech Kapela

upr. nr: MAZ/0382/PBKb/17

w.kapela@kip.waw.p

mgr inż. Paweł Piraszewski

mgr inż. Wojciech Kapela
uprawnienia budowlane do projektowania bez
ograniczeń w spec. konstrukcyjno-budowlanej
nr MAZ/0382/PBKb/17

Numer projektu: 2410-059A

Kobyłka, 25 października 2024 r.

Opis techniczny

Przedmiot opracowania

Projekt wolnostojących konstrukcji stalowych pod panele fotowoltaiczne.
Podkonstrukcja mocowana do płyt betonowych. Stoły o dwóch rzędach podpór dla 4 rzędów paneli w ustawieniu poziomym, połąć o nachyleniu 25 stopni.

Podstawy techniczne i opracowania związane

Wytyczne i uzgodnienia projektowe z Energy5 Sp. z o.o.

Sprawozdanie nr RC 3003/1022-e – Ruscheweyh Consult GmbH Aachen, Niemcy
Normy polskie i literatura techniczna.

- PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje – ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-EN 1991-1-3 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem
- PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływanie wiatru
- PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków

Obciążenia występujące w obiekcie

Obciążenie od wiatru – I strefa, teren kat. II --- wg. PN-EN 1991-1-4

Obciążenie od śniegu – II strefa, okres powrotu 25 lat --- wg. PN-EN 1991-1-3

Panele PV o gabarytach 2465x1134x30 mm i wadze jednostkowej do 32,0kg.

Podstawowe materiały

Profile stalowe gięte z blach:

- gr. 1.5 mm klasy S390GD z powłoką Magnelis ZM310,
- gr. 2.5 mm klasy S390GD z powłoką Magnelis ZM430.

Parametry wytrzymałościowe stali wg badań laboratorium zakładowego dostawcy. Śruby metryczne klasy A2-70 (nierdzewne).

Klasa niezawodności

Założono klasę niezawodności konstrukcji RC1 oraz klasę konsekwencji zniszczenia CC1. Na tej podstawie dla przewidywanego 15-30 letniego okresu eksploatacji zredukowano współczynniki obliczeniowe o 10%:

$$\gamma_G = 1.35 \cdot 0.9 = 1.2$$

$$\gamma_Q = 1.5 \cdot 0.9 = 1.35$$

Zaprojektowana konstrukcja spełnia warunki zapewniające nieprzekroczenie stanów granicznych nośności i przydatności do użytkowania dla określonych, minimalnych parametrów.

Tolerancja montażu

- pochylenie połączeń: $\pm 1,5^\circ$,
- głębokość osadzenia słupów: ± 100 mm,
- pionowość osadzenia słupa w kierunku północ-południe: $\pm 3^\circ$,
- pionowość osadzenia słupa w kierunku wschód-zachód: $\pm 1,5^\circ$,
- odsunięcie od osi osadzenia słupów: ± 50 mm,
z zastrzeżeniem odchyłki rozpiętości i rozstawu płatwi: ± 30 mm
- obrót słupa: $\pm 10^\circ$ (± 20 mm),
- rozstaw szprosów: ± 5 mm,
- wysięg szprosów: ± 30 mm,
- pochylenie płatwi w kierunku wschód-zachód: $\pm 3,0^\circ$.

Zachowanie powyższych wartości zapewni poprawną statykę układu.

Tolerancję pionowości słupa w kierunku wschód-zachód można rozpatrywać jako średnią wartość na długości pojedynczego stołu. Nie stanowi problemu sytuacja, gdy trzy współpracujące słupy są odchylone powyżej podanej tolerancji (do $\pm 3^\circ$) lecz w przeciwną stronę, tak, że średnia mieści się w wskazanej wartości: $\pm 1,5^\circ$

Obliczenia statyczne

Zestawienie obciążeń

Podkonstrukcja z panelami PV

				OBC. OBLICZENIOWE	
Panele PV i osprzęt	=0,33/2,38/1,15+0,029	=	0,150 kN/m ²	1,2	= 0,179 kN/m ²
Ciężar własny uwzględniono w modelu obliczeniowym.					
Obciążenia stałe:			0,150 kN/m ²		0,179 kN/m ²
Obc. Śniegiem (2 strefa, 25 lat)	=0,9*0,8*0,864	=	0,622 kN/m ²	1,35	= 0,840 kN/m ²
Obc. Wiatrem (obszar zewnętrzny, yellow, blue)					
-- parcie górne 0,5L (c _r =0,85)	=0,219*1,69*0,85	=	0,315 kN/m ²	1,35	= 0,425 kN/m ²
-- parcie dolne 0,5L (c _r =1,40)	=0,219*1,69*1,4	=	0,518 kN/m ²	1,35	= 0,700 kN/m ²
-- podrywanie 0,4L (c _r =-1,8)	=0,273*1,69*(-1,8)	=	-0,830 kN/m ²	1,35	= -1,121 kN/m ²
-- podryw. dolne 0,6L (c _r =-1,0)	=0,273*1,69*(-1)	=	-0,461 kN/m ²	1,35	= -0,623 kN/m ²
-- podrywanie lokalne (c _r =-2,1)	=0,273*1,69*(-2,1)	=	-0,969 kN/m ²	1,35	= -1,308 kN/m ²
-- parcie lokalne (c _r =2,0)	=0,219*1,69*(2)	=	0,740 kN/m ²	1,35	= 0,999 kN/m ²
-- tarcie	=0,3*1,69*0,04	=	0,020 kN/m ²	1,35	= 0,027 kN/m ²

Z uwagi na południową wystawę modułów uwzględniono współczynniki kierunkowe o wartościach:

- $c_{dir}=0,95$ – podrywanie wiatru, z sektorów: 0°, 30°, 330°, bazowa prędkość wiatru $0,9 * 22 \text{ m/s} = 20,9 \text{ m/s}$, ciśnienie prędkości: 273 Pa
- $c_{dir}=0,85$ – parcie wiatru, z sektorów: 150°, 180°, 210°, bazowa prędkość wiatru $0,8 * 22 \text{ m/s} = 18,7 \text{ m/s}$, ciśnienie prędkości: 219 Pa

4

PN-EN 1991-1-4:2008

Tablica NA.2 – Wartości współczynnika kierunkowego

Strefa	Kierunek wiatru (sektor)											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,8				0,7			0,8	0,9		1,0	0,9
2	1,0	0,9	0,8		0,7			0,8	0,9		1,0	
3	0,8			0,7		0,9			1,0			

UWAGA: Sektor 1 oznacza kierunek północny 0° (360°)

Opór aerodynamiczny

Współczynniki oporu aerodynamicznego przyjęto na podstawie badania w tunelu aerodynamicznym dla obciążeń wiatrem na modułach fotowoltaicznych nachylonych pod kątem 25° projektów wolnostojących firmy Energy5. Gdzie obciążenia wiatrem podano oddzielnie dla narożnika, krawędzi i środka pola. Nie różnicowano profili konstrukcji w obszarze farmy. W obliczeniach zweryfikowano jak zmienia się wytyężenie przyjętych profili stalowych w poszczególnych obszarach ekspozycji.

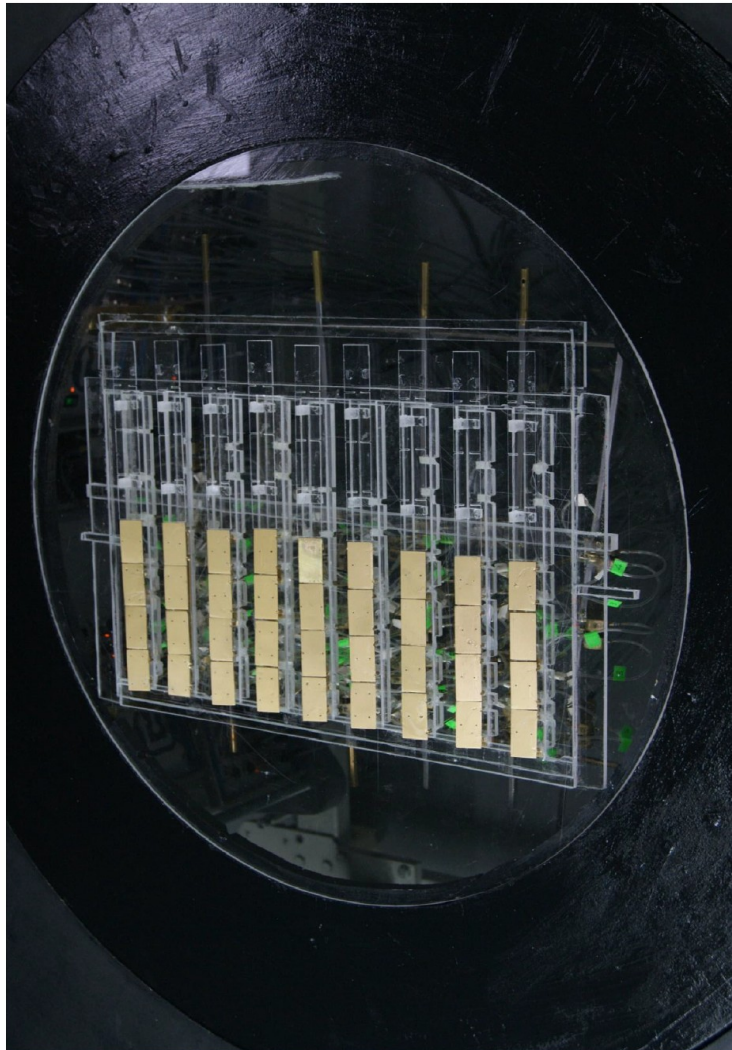
Podsumowanie sprawozdania Ruscheweyh Consult GmbH

„W badaniach w tunelu aerodynamicznym zmierzono obciążenie wiatrem elementów fotowoltaicznych (PV) projektów wolnostojących firmy Energy5, Polska. Kąt nachylenia modułów PV wynosi 25°. Moduły PV są ustawione w kierunku południowym. Maksymalne obciążenie wiatrem występuje na rogach i na krawędzi pola PV. Obciążenie wiatrem tylnych bocznych modułów wynikające z efektu stożka kryjącego jest niższe. Obciążenia wiatrem przedstawiono w postaci stref oraz schematów obciążenia wiatrem.

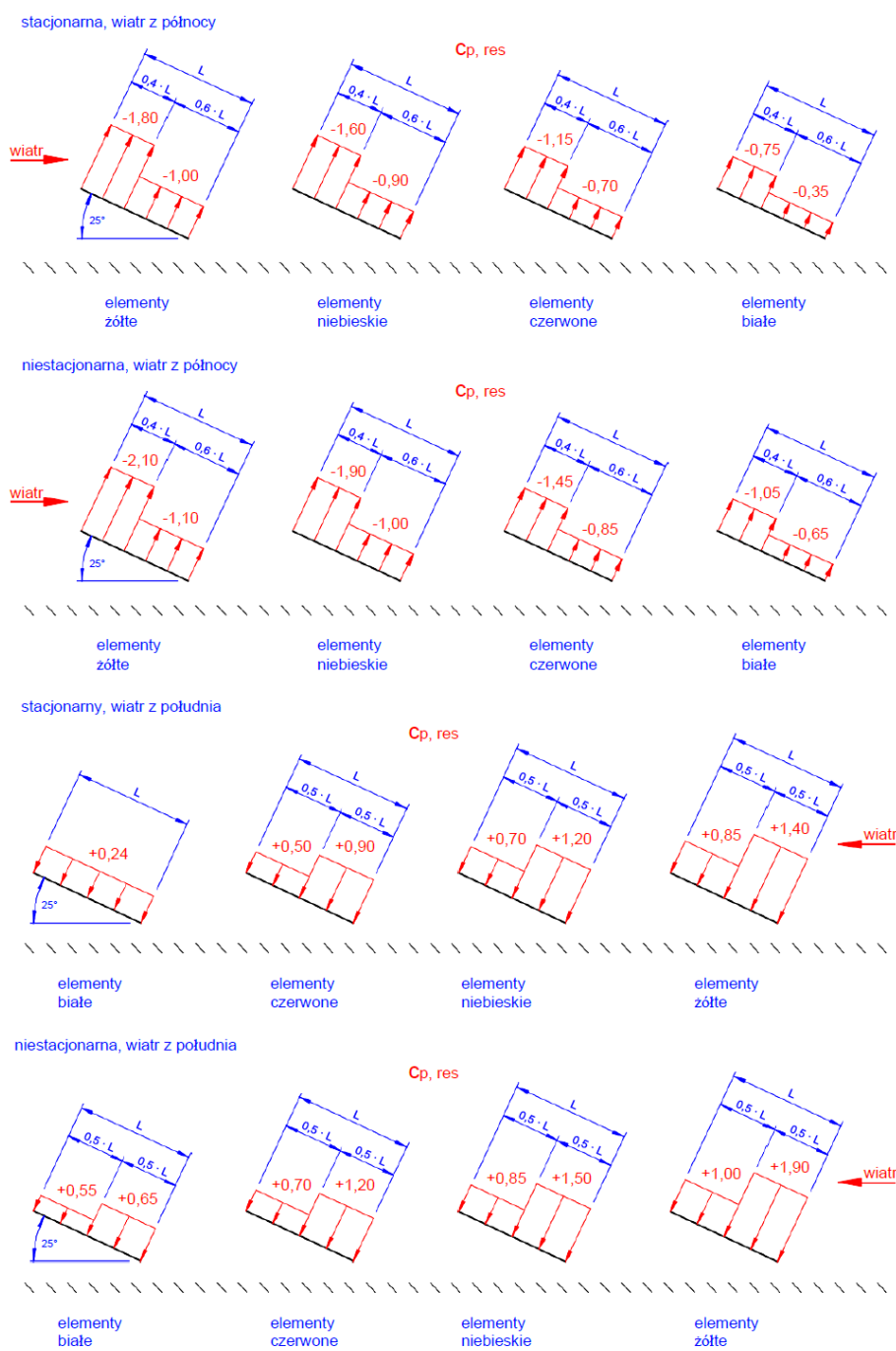
Przez zwiększenie stosunku odległości między rzędami s/L wzrasta siła zasysająca w rzędach modułów od drugiego do czwartego (i kolejnych). Wzrost ten jest odzwierciedlony przez współczynnik wpływu.

Dla zamocowania modułów na ramach i fundamentach istotne jest niestacjonarne obciążenie wiatrem. Obciążenie to jest ograniczone do powierzchni 3 m x 3 m.

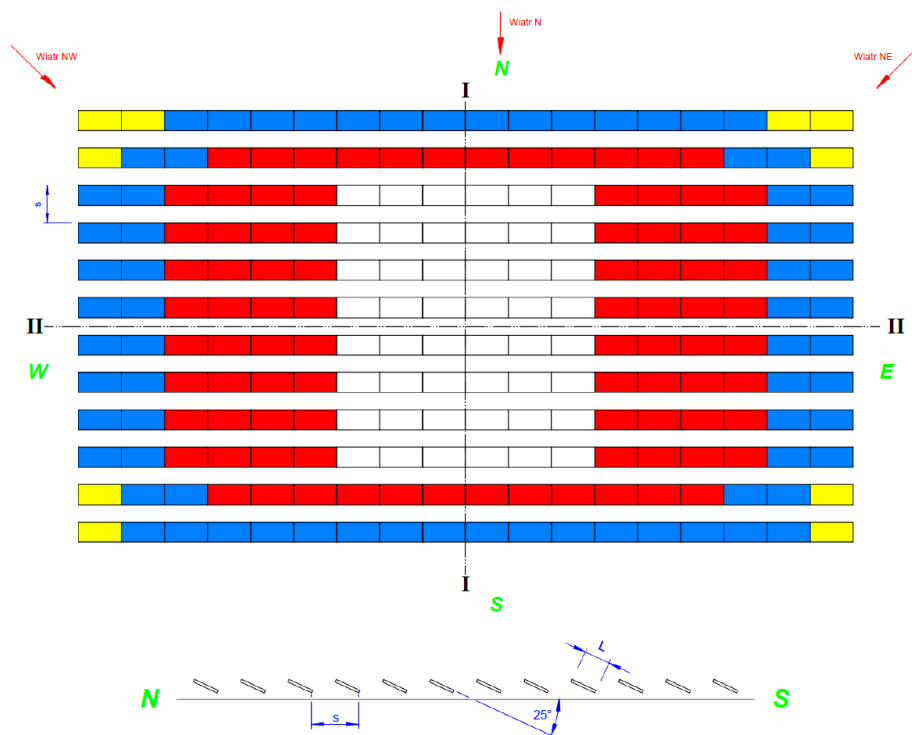
Należy zastosować współczynniki bezpieczeństwa. Wszystkie podane wartości c_p są związane z q_p (sekcja 4).”



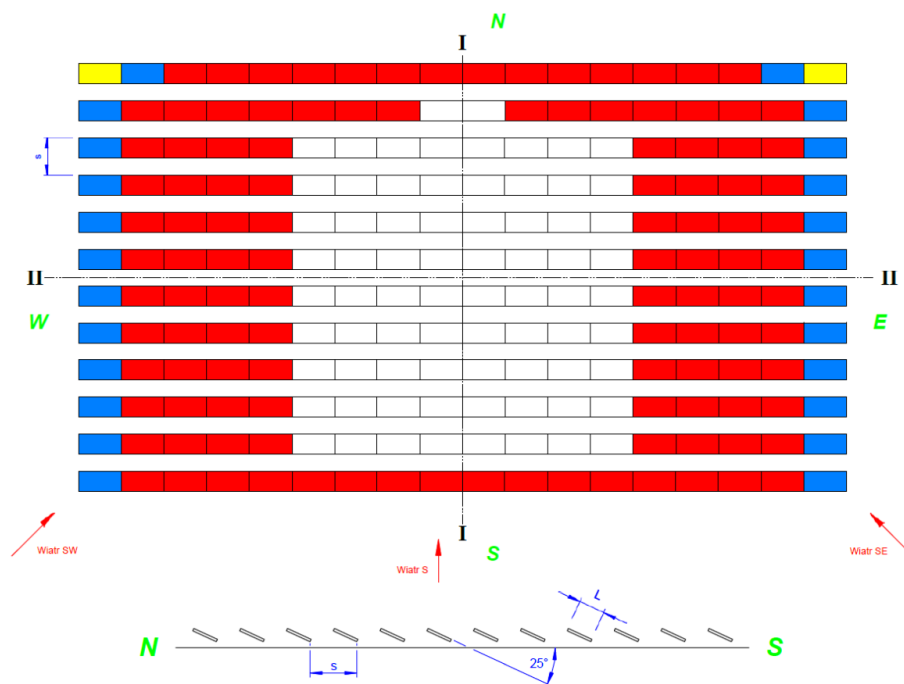
Rys. 4.1: Model na stole obrotowym w tunelu aerodynamicznym, s/L



Rys. 6: Schematy obciążeń, kąt nachylenia $\alpha = 25^\circ$, $s/L = 1,3$



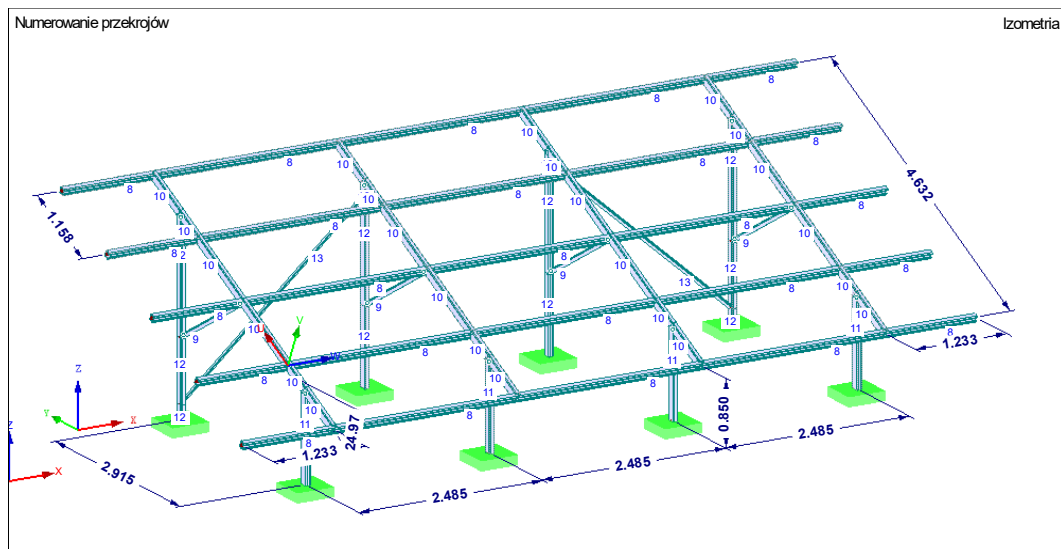
Rys. 7.1: Strefy obciążenia dla przypadku 1 (siła nośna przy kierunku wiatru z północy), $\alpha = 25^\circ$



Rys. 7.2: Strefy obciążenia dla przypadku 2 (siła dociskająca, wiatr z południa), $\alpha = 25^\circ$

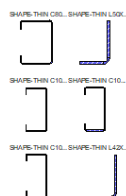
Schemat podkonstrukcji

Zaprojektowano rozwiązanie w postaci stołów o 5 płytach rozstawionych co 1,158m opartych na krokwiach i parach słupów mocowanych do płyt betonowych, rozmieszczonych maksymalnie co 2,485m.



Obliczenia statyki ramy

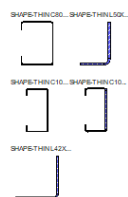
Wykonano obliczenia statyczne z wykorzystaniem programu metody elementów skończonych Dlubal RFEM. Dołączono wyciąg z obliczeń. Poniżej wytyczenie elementów konstrukcji w poszczególnych strefach ekspozycji obciążenia wiatrem:



1.13 PRZEKROJE

Przekrój nr	Mate nr	I_y [cm ⁴] Od [cm ²]	$I_{y/lu}$ [cm ⁴] $A_{y/lu}$ [cm ²]	$I_{z/v}$ [cm ⁴] $A_{z/v}$ [cm ²]	Osie główne α [°]	Obrót α' [°]	Wymiar całkowity [mm] Szerokość b Wysokość h	
8	SHAPE-THIN C80X60X15GR1.5MM - SHAPE-THIN C80X60X15GR1.5MM Interpolowany 50%	0.02 3.28	36.06 1.43	16.63 0.79	0.00	0.00	60.0	80.0
9	SHAPE-THIN L50X35G2.5MM	0.04 2.00	6.32 0.69	1.09 0.99	27.24	0.00	35.0	50.0
10	SHAPE-THIN C100X50X15GR1.5MM	0.02 3.26	52.31 1.05	11.42 1.13	0.01	0.00	50.0	100.0
11	SHAPE-THIN C100X50X15GR2.5MM	0.10 5.39	84.46 1.72	18.45 1.86	0.00	0.00	50.0	100.0
12	SHAPE-THIN C100X50X15GR2.5MM	0.10 5.39	84.46 1.72	18.45 1.86	0.00	0.00	50.0	100.0
13	SHAPE-THIN L42X42GR1.5MM	0.01 1.20	3.37 0.49	0.78 0.53	45.00	0.00	41.4	41.5

Wymiarowanie przekrojów



1.3 PRZEKROJE

Przekr. nr	Mate nr	Opis przekroju	Typ przekroju	Max wykorzystanie	Komentarz
8	2	SHAPE-THIN C80X60X15GR1.5MM - SHAPE-THIN C80X60X15GR1.5MM Interpolowany 50%	Ogólne	0.59	
9	1	Typ Ogólny - możliwa tylko klasa 3 i klasa 4 SHAPE-THIN L50X35G2.5MM	Ogólne	0.20	
10	2	Typ Ogólny - możliwa tylko klasa 3 i klasa 4 SHAPE-THIN C100X50X15GR1.5MM	Ogólne	0.50	
11	2	Typ Ogólny - możliwa tylko klasa 3 i klasa 4 SHAPE-THIN C100X50X15GR2.5MM	Ogólne	0.45	
12	2	Typ Ogólny - możliwa tylko klasa 3 i klasa 4 SHAPE-THIN C100X50X15GR2.5MM	Ogólne	0.43	
13	1	Typ Ogólny - możliwa tylko klasa 3 i klasa 4 SHAPE-THIN L42X42GR1.5MM	Ogólne	0.13	
		Typ Ogólny - możliwa tylko klasa 3 i klasa 4			

Wymiarowanie ze względu na stateczność przekroju

2.3 WYMIAROWANIE WG ZBIORU PRĘTÓW

Zbiór nr	Pręt nr	Położenie x [mm]	PO/KO/K KW	Równanie		Równanie nr	Sytuacja obliczeniowa
1	Płatow (pręt nr 61,38,70,25,53)						
	61	1233	KO14	0.64	≤ 1	CS351)	Sprawdzenie przekroju - Obliczenia w stanie sprężystym wg EN 1993-1-3, 6.1.6
3	Płatow Skrajna (pręt nr 31,27,68,18,36)						
	31	1233	KO14	0.33	≤ 1	CS351)	Sprawdzenie przekroju - Obliczenia w stanie sprężystym wg EN 1993-1-3, 6.1.6
6	Słup niski wewnętrzny (pręt nr 78)						
	78	0	KO16	0.46	≤ 1	CS351)	Sprawdzenie przekroju - Obliczenia w stanie sprężystym wg EN 1993-1-3, 6.1.6
7	Włup wysoki wewnętrzny (pręt nr 71,45,12)						
	45	1346	KO21	0.62	≤ 1	CS351)	Sprawdzenie przekroju - Obliczenia w stanie sprężystym wg EN 1993-1-3, 6.1.6
8	krokiew wewnętrzna (pręt nr 77,16,76-74,10)						
	16	0	KO14	0.61	≤ 1	CS351)	Sprawdzenie przekroju - Obliczenia w stanie sprężystym wg EN 1993-1-3, 6.1.6

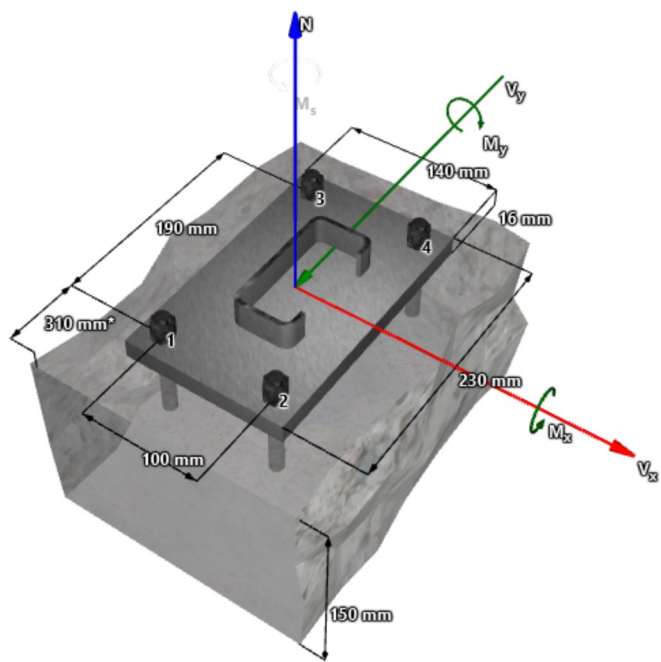
Posadowienie

Przyjęto posadowienie mocowanie do płyt betonowych MON.

Płyty o wymiarach 3,0 x 1,5m gr. 15cm.

Stopy przednie mocowane na 4 kotwy R-HPTII-ZF-12120/25:

Dane wejściowe	
Typ i rozmiar kotwy	R-HPTII-ZP-12100/25 Mechaniczna kotwa opaskowa wykonana ze stali węglowej, w ocynku płatkowym
Nominalna gł. kotwienia (h_{nom})	60 mm ($h_{ef} = 50$ mm)
Materiał podłoża	Beton niezarysowany (C20/25) Zakres temp. pracy Brak
Zbrojenie	Odstępy ≥ 150 mm lub odstępy ≥ 100 mm $z \leq \varnothing 10$
Zbrojenie podłużne krawędzi	Bez zbrojenia krawędzi i strzemion
Montaż	Wiercenie udarowe, Warunki montażu: Beton suchy
Mocowanie dystansowe	Brak
Podstawa	Płyta czołowa ($x=140$ mm, $y=230$ mm) Grubość zadeklarowana: $t_{fix} = 16$ mm Grubość zalecana: 14 mm (Obliczona) Materiał: S355 (wg. S355) $f_{yk}=355$ MPa, $\gamma=1,1$
Kształtownik	($h=113$ mm, $b=53$ mm)
Założenia do projektu	REDM + FIB 06/2011 ETA-21/1082 of 26.04.2024 50-letni okres użytkowania



Obciążenia obliczeniowe

N	5,56 kN
N _{sus}	0 kN
M _x	1,63 kNm
M _{x,sus}	0 kNm
M _y	1,01 kNm
M _{y,sus}	0 kNm
V _x	4,54 kN
V _y	-2,07 kN
M _s	0 kNm

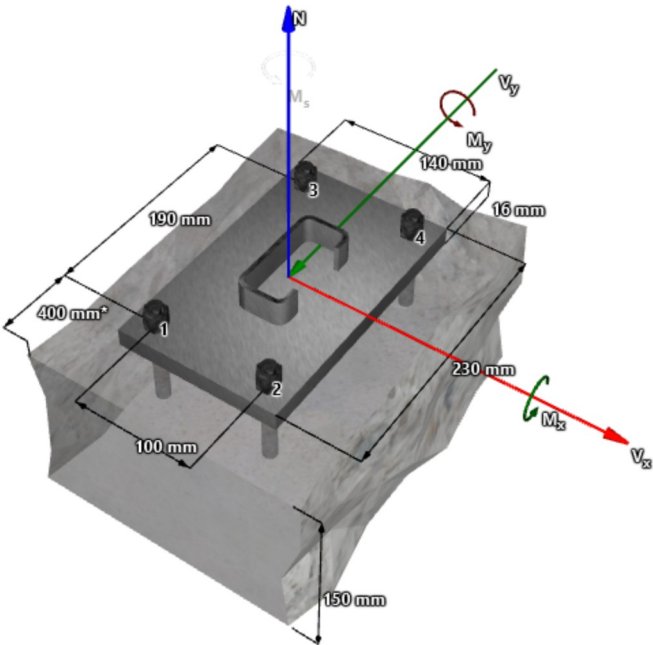
sus - Obciążenia długotrwałe

*Skala nie jest zachowana

Stopy tylne mocowane na 4 kotwy R-HPTII-ZF-12120/25:

Dane wejściowe

Typ i rozmiar kotwy	R-HPTIII-ZP-12100/25 Mechaniczna kotwa opaskowa wykonana ze stali węglowej, w ocynku płatkowym
Nominalna gł. kotwienia (h_{nom})	60 mm ($h_{ef} = 50$ mm)
Materiał podłoża	Beton niezarysowany (C20/25) Zakres temp. pracy Brak
Zbrojenie	Odstępy ≥ 150 mm lub odstępy ≥ 100 mm z $\leq \varnothing 10$
Zbrojenie podłużne krawędzi	Bez zbrojenia krawędzi i strzemion
Montaż	Wiercenie udarowe, Warunki montażu: Beton suchy
Mocowanie dystansowe	Brak
Podstawa	Płyta czołowa ($x=140$ mm, $y=230$ mm) Grubość zadeklarowana: $t_{fix} = 16$ mm Grubość zalecana: 16 mm Materiał: S355 (wg. S355) $f_{yk}=355$ MPa, $\gamma=1,1$
Kształtownik	($h=93$ mm, $b=43$ mm)
Założenia do projektu	REDM + FIB 06/2011 ETA-21/1082 of 26.04.2024 50-letni okres użytkowania



Obciążenia obliczeniowe

N	860 N
N _{sus}	0 kN
M _x	3,01 kNm
M _{x,sus}	0 kNm
M _v	-440 Nm
M _{v,sus}	0 kNm
V _x	450 N
V _y	-2,61 kN
M _s	0 kNm

sus - Obciążenia długotrwałe

*Skala nie jest zachowana