

## OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

### 1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest zaprojektowanie, wykonanie, dostawa i montaż stanowiska wsporcze do badań łopatek turbin wiatrowych z wykonaniem wymaganych badań posadzki oraz instalacją łopaty do stanowiska.

Zamówienie obejmuje:

1. Opracowanie projektu, przeprowadzenie próbnego obciążenia i wykonanie badań podczas próbnego obciążenia posadzki w miejscu instalacji konstrukcji wsporczej.
2. Wykonanie projektu konstrukcji wsporczej wraz z projektem warsztatowym i wymaganymi projektami technologicznymi.
3. Wykonanie konstrukcji wsporczej.
4. Dostawa i montaż konstrukcji wsporczej we wskazanym miejscu w laboratorium WIMiO PG.
5. Instalacja testowej łopaty turbiny wiatrowej do konstrukcji wsporczej.

Widok ogólny stanowiska wraz z zainstalowaną łopatką turbiny wiatrowej przedstawiono na Rys. 1.1.



Rys. 1.1 Widok ogólny konstrukcji wsporczej i fragmentu podłoża, do którego konstrukcja będzie zamocowana.

Wymiary zewnętrzne konstrukcji wsporczej zgodnie z projektem wstępnym wynoszą 2140x1140x2270 mm (długość x szerokość x wysokość). Do wykonania konstrukcji wsporczej i płyt pośrednich wykorzystano blachy o grubościach 30, 40, 50, 70 i 150 mm.

Podstawa konstrukcji wsporczej o wymiarach 2140x1140 mm została zaprojektowana z blachy o grubości 70 mm. Pionowa płyta czołowa, do której będzie zamocowana łopata turbin wiatrowych, przy wykorzystaniu dodatkowych płyt pośrednich, została zaprojektowana z blachy o grubości 150mm, przy czym przy podstawie została pocieniona do 70 mm. W płycie czołowej zaprojektowano otwór umożliwiający dostęp do wnętrza łopaty turbiny wiatrowej w czasie badań. Pionowa płyta tylna została zaprojektowana z blachy o grubości 70 mm, w której przewidziano otwór umożliwiający dostęp do wnętrza konstrukcji wsporczej, a tym samym, przez otwór w płycie czołowej, dostęp do wnętrza łopaty turbiny wiatrowej. Wewnątrz konstrukcji wsporczej zaprojektowano rurę stalową okrągłą o średnicy zewnętrznej 1050 mm z blachy o grubości 50 mm, która została wycięta od strony wejścia do konstrukcji wsporczej w celu dojścia i inspekcji wnętrza łopaty w trakcie badania. Dla konstrukcji wsporczej oraz płyty pośredniej wewnętrznej przyjęto zastosowanie stali konstrukcyjnej S355J2+N, natomiast dla płyty pośredniej zewnętrznej przyjęto zastosowanie stali S690QL.

Montaż łopaty do konstrukcji wsporczej odbywa się przy wykorzystaniu dwóch kołowych płyt pośrednich o średnicy 1050 mm każda. Płyta pośrednia wewnętrzna została zaprojektowana z blachy o grubości 40 mm, która pełni rolę dystansu, w którym możliwe jest schowanie nakrętek śrub M24, które są wykorzystane do mocowania łopaty do płyty pośredniej zewnętrznej. Płyta pośrednia zewnętrzna, którą projektuje się z blachy o grubości 30 mm, służy do mocowania łopaty do konstrukcji wsporczej i przeniesienia obciążeń z kołnierza łopaty na konstrukcję wsporczą. Łopata łączy się z zewnętrzną płytą pośrednią za pomocą 28 śrub M24 klasy 8.8, które rozmieszczone są na okręgu o średnicy 600 mm. Projektowane napięcie tych śrub wynosi 125 kN. Montaż płyt pośrednich do pionowej płyty czołowej konstrukcji wsporczej odbywa się za pomocą 28 śrub M30, które rozmieszczone są na okręgu o średnicy 800 mm i napięte siłą wstępną 200 kN.

Przymocowanie konstrukcji wsporczej do podłoża w formie szyn o przekroju „T” przewidziano w formie połączeń śrubowych kotwami młotowymi M30. Napięcie wstępne tych śrub projektuje się jako 10 kN. Szyny są zabetonowane w płycie fundamentowej.

Łopata turbiny wiatrowej jest przedmiotem odrębnego Zamówienia.

## 2. Opis przedsięwzięcia

Zamawiający realizuje projekt badawczy, którego celem jest przeprowadzenia badań łopaty turbiny wiatrowej w laboratorium na terenie Politechniki Gdańskiej. Jednym z elementów realizacji badań, co jest przedmiotem niniejszego zamówienia, wymagane jest zaprojektowanie i wykonanie stanowiska badawczego, dostarczenie go, montaż na istniejącym fundamencie i ostatecznie przymocowanie łopaty.

Założenia dotyczące badań:

1. konstrukcja wsporcza powinna umożliwić przeprowadzania badań łopat turbin wiatrowych o długości maksymalnej 13 m i masie 700 kg;
2. stanowisko powinno umożliwić przeprowadzanie badań statycznych, dynamicznych oraz zmęczeniowych łopaty turbin wiatrowych;
3. oś kołnierza montażowego oraz oś podłużna łopaty znajduje się 1.5 m nad powierzchnią podłogi;

4. przewidywany zakres częstotliwości obciążeń dynamicznych wynosi 0.5 – 4.0 Hz, obliczenia dynamiczne przeprowadzono dla częstotliwości wymuszenia odpowiadającej pierwszej częstotliwości drgań własnych łopaty turbiny wiatrowej;
5. liczba cykli obciążeń zmęczeniowych dla konstrukcji wsporczej: nieznana, minimum 10 milionów.

Zamawiający na podstawie posiadanego doświadczenia w ramach prac własnych podjął działania związane z przygotowaniem projektu wstępnego konstrukcji wsporczej (Załącznik 1), a następnie przez niezależny zespół poddał go weryfikacji i ocenie (Załącznik 2).

### 3. Opis zamówienia

#### 3.1 Opracowanie projektu, przeprowadzenie próbnego obciążenia i wykonanie badań w miejscu instalacji konstrukcji wsporczej.

Z uwagi na brak kompleksowych danych dotyczących posadowienia posadzki wewnątrz hali Laboratorium Wytrzymałości Konstrukcji na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa (WIMiO) Politechniki Gdańskiej, gdzie ma zostać umieszczone stanowisko badawcze wymagane jest opracowanie projektu próbnego obciążenia posadzki, przeprowadzenie próbnego obciążenia i przeprowadzenie badań statycznych w trakcie realizacji testów. Podczas opracowywania projektu próbnego obciążenia należy uwzględnić rozkład i wartość obciążenia posadzki rzeczywistym stanowiskiem badawczym przedstawionym w Załączniku 1 i 2.

Zakres opracowania projektu próbnego obciążenia powinien obejmować minimum dobór środków obciążających i ich ustawień, określenie zasad, metod i harmonogramu pomiarów pod obciążeniem statycznym oraz zestawienie wymaganych prac przygotowawczych.

W ramach zadania należy zinwentaryzować/założyć punkty stałej osnowy geodezyjnej i znaków geodezyjnych, które zostaną wykorzystane do monitorowania przemieszczeń posadzki podczas realizacji testów łopaty na docelowym stanowisku badawczym.

W przypadku zarejestrowania przemieszczeń posadzki podczas wykonania próbnego obciążenia Zamawiający rozważy celowość realizacji kolejnych punktów OPZ.

#### 3.2 Wykonanie projektu konstrukcji wsporczej wraz z projektem warsztatowym i wymaganymi projektami technologicznymi

Na podstawie materiałów dostarczonych przez Zamawiającego (Załącznik 1 i 2) należy wykonać projekt wykonawczy i warsztatowy konstrukcji wsporczej oraz wymagane projekty technologiczne dot. montażu, instalacji łopaty itp. Zaprojektowana konstrukcja wsporcza powinna mieć gabaryty zbliżone do tych podanych przez Zamawiającego i umożliwić przeprowadzanie badań łopatek turbin wiatrowych o długości maksymalnej 13 m i masie 700 kg.

Konstrukcję wsporczą zaprojektowano wstępnie (Załącznik 1) jako konstrukcję stalową spawaną. Szczegóły projektu przedstawiono w Załączniku 1.

Celem opracowanego koreferatu (Załącznik 2) była weryfikacja projektu wstępnego w zakresie statycznym, dynamicznym oraz zmęczeniowym. W wyniku analiz wykazano zbyt małą nośność zmęczeniową jednego z elementów konstrukcji wsporczej.

Z uwagi na wnioski z Załącznika 2 Zamawiający podjął decyzję o zleceniu opracowania ostatecznego projektu konstrukcji wsporczej niezależnemu Wykonawcy posiadającemu wymaganą wiedzę i doświadczenie do zaprojektowania obiektu poddanemu ciągłym testom dynamicznym.

Projekt konstrukcji wsporczej należy opracować w taki sposób, aby wyężenie materiału nie było większe od wartości symulacji numerycznych podanych w Załączniku 2, a minimalna nośność zmęczeniowa każdego z elementów konstrukcyjnych konstrukcji wsporczej stanowiska badawczego wynosiła 10 mln cykli, przy czym minimalna liczba cykli obciążeń zmęczeniowych dla pojedynczej łopaty (bez ingerencji w konstrukcję stanowiska) wynosi minimum 2 miliony. Na potrzeby opracowania projektu należy wykonać symulacje MES na szczegółowym modelu obliczeniowym w zakresie analogicznym jak te w załączniku 2.

### 3.3 Wykonanie konstrukcji wsporczej.

Konstrukcja wsporcza winna być wykonana przez Wykonawcę posiadającego wiedzę i doświadczenie w produkcji konstrukcji obciążonych dynamicznie. Z uwagi na przeznaczenie konstrukcji spełnione powinny zostać co najmniej poniższe wymagania jakościowe:

a) Materiał.

- Materiał dla konstrukcji i płyty pośredniej wewnętrznej  $t=40\text{mm}$ : Stal S355J2+N z atestem 3.1 zgodnie z PN-EN 10025-2:2019-11 lub równoważne.
- Materiał dla płyty pośredniej zewnętrznej  $t=30\text{mm}$ : Stal S690QL z atestem 3.1 zgodnie z PN-EN 10025-2:2019-11 lub równoważne.

b) Spawanie.

- Wszystkie spoiny na pełen przetop.
- Wykonanie wg EN 1090-2, klasa EXC4 lub równoważne.
- Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych wg EN ISO 3834-2 lub równoważne.
- Klasa jakości B wg PN-EN ISO 5817 lub równoważne.
- Badania nieniszczące NDT dla spoin: 100% VT (badania wizualne), 100% MT (badania magnetyczno-proszkowe), 100% UT (Badania ultradźwiękowe).

c) Tolerancje wykonania, inne wymagania:

- Otwory w płycie czołowej  $t = 150\text{ mm}$ : tolerancja liniowa położenia  $0,25\text{ mm}$ ; Klasa tolerancji H13.
- Otwory w płycie pośredniej  $t = 40\text{ mm}$  i  $t = 30\text{ mm}$  o średnicy  $D = 1050\text{ mm}$ : tolerancja liniowa położenia  $0,25\text{ mm}$ ; Klasa tolerancji H13.
- Współosiowość otworów w płycie czołowej  $t = 150\text{ mm}$ , płycie pośredniej  $t = 40\text{ mm}$  o średnicy  $D = 1050\text{ mm}$  płycie pośredniej  $t = 30\text{ mm}$  o średnicy  $D = 1050\text{ mm}$  wynosi  $0,5\text{ mm}$ ;
- Otwory w płycie podstawy  $t = 70\text{ mm}$ : tolerancja liniowa położenia  $1\text{ mm}$ .
- Powierzchnia płyty czołowej  $t = 150\text{ mm}$  w rejonie połączenia z płytą pośrednią  $D=1050\text{ mm}$ : tolerancja płaskości powierzchni  $0,2\text{ mm}$  i tolerancja równoległości powierzchni  $0,2\text{ mm}$ .

- Powierzchnie styku dla płyty pośredniej  $t = 40$  mm i płyty pośredniej  $t = 30$  mm: tolerancja płaskości powierzchni  $0,2$  mm i tolerancja równoległości powierzchni  $0,2$  mm.
- Powierzchnia dolna blachy podstawy  $t = 70$  mm: tolerancja płaskości  $2$  mm.
- Chropowatość powierzchni blachy pośredniej zewnętrznej  $t=30$ mm:  $R_a = 3,2\mu\text{m}$  lub mniejsza zgodnie z EN ISO 4287 i EN ISO 4288 lub równoważne. Dotyczy również powierzchni wewnętrznej otworów. Wszystkie krawędzie zaokrąglić na  $R_{\text{min}}=2$  mm.

d) Redukcja naprężeń wewnętrznych w konstrukcji.

Z uwagi na przeznaczenie konstrukcji do pracy pod obciążeniami zmęczeniowymi wysokocyklowymi wymagane jest zredukowanie naprężeń wewnętrznych w materiale i w szczególności w spoinach. Konstrukcja po zakończonych pracach prefabrykacyjnych, w szczególności wszystkich pracach spawalniczych, powinna zostać poddana wyżarzaniu odprężającym wg PN-93/H-01200 lub równoważne. Parametry techniczne procesu wyżarzania powinny zostać określone przez wykonawcę zgodnie z obecnym stanem wiedzy i dobrą praktyką dla uzyskania możliwie niskich naprężeń wewnętrznych w konstrukcji.

e) Ochrona antykorozyjna.

Pracę i przechowywanie konstrukcji zakłada się wewnątrz zadanego i ogrzewanego pomieszczenia w hali laboratoryjnej. Proponuje się dobranie systemu malarskiego dla kategorii korozyjności C2 i okresu trwałości 15 lat zgodnie z PN-EN ISO 12944 lub równoważne. Zaleca się wykonanie powłok malarskich metodą natryskową lub proszkową zgodnie ze specyfikacją techniczną producenta systemu malarskiego. Zabezpieczenie powinno składać się z dwóch warstw:

1. warstwa podkładowa - farba wysokocynkowa, grubość warstwy min. 50 mikrometrów
2. warstwa kryjąca i doszczelniająca grubości min. 110 mikrometrów, kolor granatowy zbliżony do barw loga tła Politechnik Gdańskiej (CMYK: 100/M:55/Y:0/K:55, RGB R:0/G:56/B:101).

Łączna grubość powłoki malarskiej nie może być mniejsza niż 160 mikrometrów. Wszystkie swobodne krawędzie blach zaokrąglić na  $r = 2$  mm. Greting wewnątrz konstrukcji powinien być zabezpieczony antykorozyjnie poprzez cynkowanie ogniowe zgodnie z normą EN ISO 1461 lub równoważną.

Spełnienie wymagań jakościowych powinno zostać udokumentowane zgodnie z obowiązującymi normami przedmiotowymi. Dokumentacja ta powinna zostać przekazana inwestorowi. W uzasadnionych przypadkach, które mogą się pojawić podczas realizacji projektu, Wykonawca może wnioskować u Zamawiającego o zmiany w ww. charakterystykach:

Ponadto, z uwagi na prototypowy charakter konstrukcji wsporczej i chęć wykorzystania jej również jako obiektu badawczego istnieje potrzeba dostępu do wszelkich danych dotyczących konstrukcji, tj. m.in:

- projekt wykonawczy: rysunki warsztatowe, opis technologii produkcji;
- szczegółowe informacje o technologii spawania: certyfikaty materiałowe stali, WPS, kolejność spawania;

- informacje o zastosowanym procesie wyżarzania odprężającego: raport od wykonawcy;
- pełna dokumentacja z badań NDT;
- raport dla weryfikacji powykonawczej dotyczącej wymiarów konstrukcji;
- raport dla weryfikacji spełnienia tolerancji wykonania;
- raport pomiaru chropowatości powierzchni dla blachy pośredniej zewnętrznej;
- inne, które mogą się ujawnić podczas produkcji.

Konstrukcja stalowa musi być wykonana zgodnie z PN-EN 1090-2:2018-09 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych -- Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych oraz PN-EN ISO 3834-2:2021-09 - Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych -- Część 2: Pełne wymagania jakości lub równoważne.

Klasa wykonania konstrukcji EXC4 z uwagi na występowanie obciążeń dynamicznych. Stal użyta do wykonania konstrukcji zgodna z projektem, który ma zostać opracowany w ramach p. 3.2.

### 3.4 Dostawa i montaż konstrukcji wsporczej we wskazanym miejscu w laboratorium WIMiO PG.

Po wykonaniu i zabezpieczeniu antykorozyjnym konstrukcji wsporczej Wykonawca winien dostarczyć ją na Politechnikę Gdańską i zainstalować we wskazanej lokalizacji.

Miejsce instalacji konstrukcji wsporczej stanowiska do badań łopat turbin wiatrowych przewidziano w hali Laboratorium Wytrzymałości Konstrukcji na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa (WIMiO) Politechniki Gdańskiej (budynek nr 30 na mapie kampusu Politechniki Gdańskiej). Lokalizację budynku WIMiO na mapie kampusu Politechniki Gdańskiej pokazano na Rys. 3.1.



Rys. 3.1 Lokalizacja budynku WIMiO na mapie kampusu Politechniki Gdańskiej  
(źródło: [www.campus.pg.edu.pl](http://www.campus.pg.edu.pl), dostęp 07.04.2023r.)

Podczas instalacji będzie możliwość wykorzystania suwnicy zlokalizowanej w hali o nośności 12 t. Jednakże Wykonawca powinien przewidzieć jej samodzielną obsługę przez uprawnionego pracownika. Zaleca się przed złożeniem oferty wizję lokalną w miejscu instalacji stanowiska.

Montaż konstrukcji z płytą fundamentową hali laboratoryjnej odbywa się poprzez śruby młotowe M30 zgodnie z DIN 261, PN-82424 lub równoważne o długości  $l = 130$  mm. Długość całkowita śrub ( $l+k$ ) wynosi 150 mm. Liczba śrub: 39 szt. Stosować podkładki M30 o właściwościach klinujących zapobiegające luzowaniu się śrub. Napięcie wstępne śrub młotowych: 10 kN.

Montaż konstrukcji wsporczej do szyn należy przeprowadzić w sposób gwarantujący jej prawidłowe zlokalizowanie i przywieranie do posadzki. Zaleca się postępować zgodnie z procedurą.

- 1) Przygotować podłogę hali w miejscu montażu konstrukcji wsporczej zapewniając równomierne podparcie na całej powierzchni blachy podstawy. Możliwe jest wykonanie montażu na specjalnie dobranej wylewce w technologii „na mokro”. Pomierzona niwelatorem odchyłka płaskości szyn wbetonowanych w podłogę wynosi  $\pm 2$  mm na odległości 2 m. Posadzka betonowa pomiędzy szynami w miejscach, gdzie wystaje ponad powierzchnię szyn może wymagać usunięcia mechanicznego. Szyny w miejscach nierównej powierzchni wymagają szlifowania. Rowki w szynach wymagają oczyszczenia z zabrudzeń.
- 2) Powierzchnię śrub i szyn, oraz powierzchni stykowych oczyścić z widocznych zabrudzeń i odtłuścić np. rozpuszczalnikiem uniwersalnym.
- 3) Wytrasować położenie konstrukcji wsporczej na podłodze z dokładnością  $\pm 1$  mm.
- 4) Konstrukcję postawić na 4 podporach tymczasowych o wysokości min. 400 mm i nośności min. 2.5 t każda.
- 5) Oznaczyć górne powierzchnie śrub młotowych aby rozpoznawać położenie młota bez dostępu wizualnego.
- 6) Umieścić śruby młotowe w otworach płyty dolnej konstrukcji wkładając je od dołu ku górze i zamocować lekkim dokręceniem w pozycji młota obróconej o 90 stopni w stosunku do przewidzianej pracy kotwy. Skontrolować położenie śrub przy pomocy oznaczeń na ich górnych powierzchniach w stosunku do krawędzi najbliższych blach. W razie potrzeby użyć standardowych urządzeń pomiarowych.
- 7) Opuścić konstrukcję w miejsce montażu i ustawić względem wytrasowanych wcześniej linii. Zwrócić uwagę na konieczność umieszczenia młotów w szczelinie pomiędzy szynami.
- 8) Poluzować nakrętki śrub młotowych, opuścić śruby i obrócić o 90 stopni do pozycji pracy kotwy. Skontrolować położenie młotów względem szyn przy pomocy oznaczeń na górnej powierzchni śrub.
- 9) Dokręcić śruby młotowe do uzyskania napięcia wstępnego 10 kN. Ponownie skontrolować położenia młotów kotw względem szyn w oparciu o oznaczenia na górnej powierzchni śrub i najbliższych krawędzi blach. W razie potrzeby użyć przyrządów mierniczych. Dłuższy bok młota śruby po zakończonym montażu powinien być pod kątem 90 stopni do osi szyn z maksymalną dopuszczalną

odchyłką  $\pm 2$  stopnie. Do kontroli położenia śrub można posłużyć się również specjalnie przygotowanym szablonem.

### 3.5 Instalacja testowej łopaty turbiny wiatrowej do konstrukcji wsporczej.

Po zainstalowaniu konstrukcji wsporczej we wskazanej lokalizacji Wykonawca winien przymocować do niej łopatę turbiny wiatrowej będącą przedmiotem odrębnego zamówienia.

Montaż łopaty z płytą pośrednią odbywa się poprzez połączenie kołnierzowe 28 śrub dwustronnych M24 (8.8) zgodnie z DIN2510 L, rozmieszczonych na okręgu o średnicy 600 mm. Napięcie wstępne śrub M24: 0.6Re, co odpowiada napięciu wstępnemu śrub  $F=125kN$ . Długość śrub wynosi  $l=190$  mm (zgodnie z oznaczeniem wymiarów w normie DIN2510 L).

Śruby należy dokręcać kluczem dynamometrycznym zgodnie z instrukcją podaną przez producenta śrub. Kolejność dokręcania pierwszych 4 śrub odbywa się na przemian po przeciwnej stronie kołnierza w sekwencji „na krzyż”. Następnie przesunięcie o jedną śrubę zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara i ponownie dokręcenie 4 śrub w sekwencji „na krzyż” i tak dalej.

Należy stosować podkładki i nakrętki zapobiegające odkręceniu się śrub podczas obciążeń dynamicznych. Proponuje się zastosowanie nakrętek dostarczonych wraz z śrubami dwustronnymi M24 i wraz z podkładkami o powiększonej powierzchni przylegania o właściwościach klinujących zgodnych z normą DIN EN 14399-4 i DIN EN 14399-8 lub równoważne.

Montaż powinien zostać wykonany zgodnie ze sztuką. W szczególności należy zwrócić uwagę na współosiowość otworów połączeń kołnierzowych.

## 4. Procedura

Zamawiający informuje, że posiada prawa autorskie do dokumentacji stanowiącej Załączniki 1 i 2. Zamawiający posiada także prawo do wykonywania utworów zależnych.

Projekt wykonawczy i warsztatowy konstrukcji wsporczej przed skierowaniem do realizacji wymagają akceptacji Zamawiającego.

Projekt próbnego obciążenia posadzki należy uzgodnić z Zamawiającym przed przystąpieniem do realizacji testów.

Odbiór konstrukcji wsporczej przez Zamawiającego odbędzie się w miejscu jej wykonania wskazanym przez Wykonawcę. W przypadku powstania jakichkolwiek uszkodzeń podczas transportu na Politechnikę Gdańską Wykonawca na własny koszt będzie zobowiązany do ich naprawy.

Przed złożeniem oferty na realizację zadania zaleca się Wykonawcy wizję lokalną w miejscu gdzie ma zostać wykonane stanowisko badawcze na terenie Politechniki Gdańskiej.



We wszystkich miejscach SWZ lub załączników do SWZ, w których użyto przykładowego znaku towarowego, patentu, pochodzenia, źródła lub szczególnego procesu lub jeżeli zamawiający opisał przedmiot zamówienia przez odniesienie do norm, o których mowa w art. 101 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 ustawy Pzp, jest to uzasadnione specyfiką przedmiotu zamówienia i zamawiający nie może opisać przedmiotu zamówienia za pomocą dostatecznie dokładnych określeń. W każdym przypadku, działając zgodnie z art. 99 ust. 5 i art. 101 ust. 4 ustawy Pzp, zamawiający dopuszcza rozwiązania równoważne opisywanym, oznaczając niniejszym takie wskazania lub odniesienia odpowiednio wyrazami „lub równoważny” lub „lub równoważne” (m.in. zastosowanie innych materiałów i urządzeń), pod warunkiem zapewnienia parametrów nie gorszych niż określone w opisie przedmiotu zamówienia.

W nawiązaniu do pkt 3.3 b) Zamawiający wymaga złożenia wraz z ofertą Certyfikatu Zgodności Zakładowej Kontroli Produkcji dla wykonania konstrukcji stalowej do klasy EXC4 wg normy PN-EN 1090-1 lub równoważnej, potwierdzający możliwość wykonania konstrukcji stalowej klasy EXC4 lub certyfikatu równoważnego.

## 5. Harmonogram

Zamówienia składa się z 5 części. Poniżej przedstawia się minimalny czas realizacji każdej z nich:

1. Wykonanie badań podczas próbnego obciążenia posadzki w miejscu instalacji konstrukcji wsporczej:
  - a) projekt – 1 tydzień;
  - b) wykonanie badań – 2 tygodnie;
2. Wykonanie projektu konstrukcji wsporczej wraz z projektem warsztatowym i wymaganymi projektami technologicznymi – 4 tygodnie;
3. Wykonanie konstrukcji wsporczej – 8 tygodni;
4. Dostawa i montaż konstrukcji wsporczej we wskazanym miejscu w laboratorium WIMiO PG – 1 tydzień;
5. Instalacja testowej łopaty turbiny wiatrowej do konstrukcji wsporczej – 1 tydzień.

## Harmonogram realizacji prac przedstawiono na Rys. 5.1.

Zadanie / Tygodnie realizacji	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1a. Opracowanie projektu próbnego obciążenia posadzki w miejscu instalacji konstrukcji wsporczej.																
1b. Przeprowadzenie próbnego obciążenia i wykonanie badań w miejscu instalacji konstrukcji wsporczej.																
2. Wykonanie projektu konstrukcji wsporczej wraz z projektem warsztatowym i wymaganymi projektami technologicznymi.																
3. Wykonanie konstrukcji wsporczej.																
4. Dostawa i montaż konstrukcji wsporczej we wskazanym miejscu w laboratorium WIMiO PG.																
5. Instalacja testowej łopaty turbiny wiatrowej do konstrukcji wsporczej.																

Rys. 5.1 Harmonogram realizacji zadania w tygodniach od terminu podpisania umowy