

I. SPIS TREŚCI

I.	SPIS TREŚCI	1
II.	OPIS TECHNICZNY	2
1.	PODSTAWA OPRACOWANIA	2
2.	PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.	2
3.	ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI.	2
3.1.	SCHEMAT KONSTRUKCYJNY	2
3.2.	PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA	3
4.	WARUNKI GRUNTOWO-WODNE.	3
5.	WNIOSKI Z BADAŃ GEOTECHNICZNYCH	3
6.	WYNIKI OBLICZEŃ.	4
7.	ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE	4
8.	IZOLACJA FUNDAMENTÓW	5
9.	GRUNT ZASYPOWY FUNDAMENTÓW	5
10.	UWAGI KOŃCOWE:	5
11.	ROZWIĄZANIA TECHNICZNE SIMENS 2,3 - 93	6-12
III.	OBLICZENIA STATYCZNE	13-40
IV.	RYSUNKI	

- Rys 1. Rysunek zestawieniowy.
- Rys 2. Orientacja usytuowania wieży.
- Rys 3. Geometria fundamentu.
- Rys 4. Zbrojenie fundamentu.
- Rys 5. Posadowienie trafostacji.

V.	ZAŁĄCZNIKI	
----	------------------	--

- Kopia uprawnień projektanta i sprawdzającego
- Kopia przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa projektanta i sprawdzającego

II. OPIS TECHNICZNY

PODSTAWA OPRACOWANIA.

- Zlecenie Inwestora, którym jest firma EL-PRO sp. z o.o. z siedzibą przy ul. Chrobrego 6, 83-000 Pruszcz Gdański.
- Dokumentacja badań technicznych podłoża gruntowego wykonana w kwietniu 2008r. przez Zakład Geologicznej Obsługi Budownictwa „GEO-TEST” z Augustowa.
- Aktualna mapa sytuacyjno-wysokościowa z naniesionym zagospodarowaniem terenu - podkłady architektoniczne.
- Wyciąg z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.
- Założenia projektowe dostawcy turbin – firmy Simens - dokumenty nr: PG-R3-40-E7423-0984-01/SCC z dn. 02.04.2008r., PG-RG3-AF-080417, PG-R2-40-0000-0094-00/BSN z dn. 25.06.2007r. – przekazane przez Zleceniodawcę.
- Obowiązujące przepisy budowlane i Polskie Normy, główna norma zastosowana w projekcie to PN-EN 1997-1 oparta na EC7 (ENV1997-1:1994) „Eurokod7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne”.

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.

Zgodnie ze zleceniem oraz wytycznymi opracowań wymienionych w pkt. 1.1.2 wykonano projekt budowlany posadowienia siłowni wiatrowej na działkach nr 52 i 57 w miejscowości Okragłe, w gminie Jeleniewo, powiat Suwałki, województwo podlaskie.

Projekt wykonano dla elektrowni wiatrowej firmy Simens o symbolu SWT-2.3-93 o mocy znamionowej 2,3MW. Projekt opracowano w zakresie stanowiącym podstawę do uzyskania pozwolenia na budowę. Na etapie realizacji niezbędny będzie szczegółowy projekt wykonawczy.

Zakres projektu obejmuje posadowienie konstrukcji stalowej urządzenia na fundamencie oraz oddzielne posadowienie stacji transformatorowej stanowiącej integralną część zespołu siłowni wiatrowej.

2. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI.

2.1. Schemat konstrukcyjny.

Schematem statycznym wieży elektrowni jest wspornik w formie grubościennej rury stalowej, zakotwiony w fundamencie i przekazujący obciążenia na monolityczną stopę płytową, która z kolei rozkłada obciążenie na podłoże gruntowe, a swoją masą zapewnia stateczność całego

układu. Oddziaływanie dynamiczne siłowni wiatrowej zostało sprawdzone poprzez porównanie sztywności podłoża gruntowego ze sztywnością kątową podłoża wymaganą przez producenta.

2.2. Przyjęte obciążenia i kryteria obliczeń.

Do obliczeń przyjęto obciążenia działające na fundament podane przez firmę Siemens dla elektrowni wiatrowych SWT-2.3-93 o wysokości wieży 101,0 m i średnicy wirnika 93,0m.

Obciążenia działające w poziomie wierzchu fundamentu podano w obliczeniach statycznych. Obciążenia te uwzględniają obciążenie wiatrem, oblodzeniem oraz oddziaływanie statyczne i dynamiczne siłowni wiatrowej.

Zgodnie z EC7 (PN-EN 1997) założono, że od maksymalnych obciążeń obliczeniowych może wystąpić szczelina pomiędzy podłożem a podstawą fundamentu, a maksymalny mimośród nie może przekroczyć 0,6 promienia zastępczej podstawy fundamentu. Obliczenie osiadań przeprowadzono do rzędnej, na której naprężenia dodatkowe od fundamentu są równe 0,2 naprężeń pierwotnych w gruncie.

3. WARUNKI GRUNTOWO-WODNE.

Warunki gruntowe określono na podstawie dokumentacji wymienionej w pkt. 2

Pod elektrownię wiatrową wykonano dwa odwierty o głębokości 10m każdy i wykonano sondowania sondą udarowo-obrotową.

W miejscu posadowienia, pod warstwą gleby, występują utwory czwartorzędowe wieku plejstocénskiego wykształcone jako średniozagęszczone żwiry o $I_D=0,6$ przedzielone warstwą piasków gliniastych w stanie twardoplastycznym o $I_L=0,20$. Warstwa piasków gliniastych sięga około 3,5m ppt. Spągu znajdujących się poniżej żwirów nie przewiercono.

Występowania wody gruntowej nie stwierdzono.

4. WNIOSKI Z BADAŃ GEOTECHNICZNYCH.

Zgodnie z dokumentacją wymienioną w pkt. 1.1.3, stwierdza się, że na rozpatrywanym terenie panują warunki pozwalające na bezpośrednie posadowienie siłowni wiatrowych pod warunkiem usunięcia z podłoża utworów glebowych. Jednak warunki techniczne wymagane przy posadowieniu siłowni wiatrowych, określone przez ich producenta, oraz normowe granice niesymetrycznych osiadań eliminują z podłoża wszystkie grunty dynamicznej sztywności obrotowej $k_x < 1500 \text{ MNm/}^\circ$ i sztywności poziomej $k_h < 500 \text{ MN/m}$. Ze względu na brak w badaniach geotechnicznych dynamicznego modułu ściśliwości lub ścinania gruntu, do obliczeń przyjęto minimalne wartości tych modułów na podstawie literatury technicznej lub

moduły statyczne, których wartości są mniejsze od modułów dynamicznych. Jest to rozwiązanie bardziej bezpieczne, jednak może okazać się nieuzasadnione ekonomicznie.

Z uwagi na zbyt płytkie badania geotechniczne (10m ppt) założono w obliczeniach, że ostatnia warstwa gruntu dochodzi do miejsca, gdzie naprężenia dodatkowe od fundamentu osiągają wartość równą 20% naprężeń pierwotnych w gruncie, co dla warunków niniejszego projektu zachodzi na głębokości 14,0m ppt. Założenie powyższe należy potwierdzić dodatkowymi badaniami na etapie projektu wykonawczego lub w czasie realizacji.

Grunty spoiste, które występować mogą w dnie wykopu łatwo zmieniają swoje właściwości pod wpływem warunków atmosferycznych dlatego należy je chronić przed rozmoczeniem, wysuszeniem lub przemarzeniem w czasie wykonywania robót budowlanych. Wykopy fundamentowe należy więc chronić przed zalaniem przez wody powierzchniowe lub opadowe. W projekcie założono całkowite usunięcie warstwy piasków gliniastych i posadowienie siłowni na stropie warstwy żwirowej, istnieje jednak możliwość wystąpienia gruntów spoistych w lokalnych zagłębieniach żwiru. W takim przypadku należy grunty te usunąć i zastąpić je pospółką zagęszczoną do $I_s > 0,98$. Po wykonaniu robót ziemnych należy niezwłocznie wykonać podbudowę z betonu C20/25 o grubości 20cm.

5. WYNIKI OBLICZEŃ.

W wyniku obliczeń, przy przyjętych założeniach, zaprojektowano fundament o podstawie w formie ośmiokąta foremego o boku 7,87m, co odpowiada szerokości 19,00m. Wysokość fundamentu ustalono na 3,30m, przy czym wysokość dolnej płyty wynosi 1,50 m. Cokół fundamentu jest również ośmiokątem foremnym o boku 2,44m i szerokości 5,90m. Fundament posadowiono 3,10m poniżej projektowanego poziomu terenu.

Pod fundamentem zaprojektowano podbudowę z betonu C20/25 o grubości 20cm, szerszą od fundamentu na całym obwodzie o 20cm.

6. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIALOWE.

Fundament zaprojektowano z betonu C35/45 zbrojonego stalą RB 500W z atestem spawalności. Zbrojenie dolne zaprojektowano z prętów $d=32\text{mm}$, a górne z $d=25\text{mm}$. Dodatkowo w części górnej umieszczono zbrojenie radialne z prętów $d=32\text{mm}$ i $d=25\text{mm}$ powiązane z koszem kotew fundamentowych, dostarczany przez producenta. Bezpośrednio pod kołnierzem stalowym siłowni zaprojektowano zbrojenie strefy docisku z prętów $d=32\text{mm}$. Z uwagi na znaczne zagęszczenie zbrojenia w części środkowej fundamentu pręty można pogrupować parami. Pomiędzy fundamentem a kołnierzem stalowym siłowni zaprojektowano polewkę 50mm z modyfikowanej zaprawy cementowej Masterflow 885 produkowanej przez BASF.

Fundament stacji transformatorowej zaprojektowano w postaci płyty o grubości 15cm z betonu C20/25 zbrojonej górą i dołem siatkami 15x15cm z prętów $d=8\text{mm}$ RB 500W.

7. IZOLACJA FUNDAMENTÓW.

Izolacja powłokowa z 2 warstw Abizolu KL DM Tytan Professional nakładanych na podłoże zagruntowane Abizolem R. Grubość powłoki kontrolować poprzez zużycie materiału, które nie może być mniejsze niż $1,50\text{kg/m}^2$. Wymagana otulina zbrojenia 45mm. Izolację należy wykonać na górnych i bocznych płaszczyznach fundamentu zgodnie z instrukcją producenta.

8. GRUNT ZASYPOWY FUNDAMENTÓW.

Przyjęto zasypanie fundamentu pospółką, którą należy zagęszczać do stopnia $I_D^{(n)} > 0,7$. Grunt zasypowy powinien być o ciężarze objętościowym normowym nie mniejszym niż $18,0\text{kN/m}^3$. Zasypywać i zagęszczać należy warstwami o grubości nie przekraczającej 30cm. Z uwagi na to, że zasypka bierze czynny udział w przenoszeniu momentu skręcającego, konieczna jest protokolarna kontrola stopnia zagęszczenia przez uprawnionego geologa.

Zasyp wykopu wokół stacji transformatorowej wykonać gliną wałowaną warstwami, a na górnej powierzchni ułożyć ok. 20cm humusu.

9. UWAGI KOŃCOWE:

Z uwagi na to, że siłownia i jej posadowienie zostały zaprojektowane wg norm europejskich (EN), roboty należy wykonać również zgodnie ze standardami zawartymi w EN, pod kontrolą osób uprawnionych i zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP.

W przypadku wystąpienia w poziome posadowienia gruntów słabonośnych (piasków próchniczych, nasypów, gleby), lub uplastycznienia gruntów w podłożu (np. od opadów atmosferycznych) należy je z wykopu usunąć i zastąpić podsypką piaskowo-żwirową zagęszczoną do stopnia $I_D^{(n)} > 0,70$.

Ponieważ badania geotechniczne są płytsze niż zakres obliczeń osiadania fundamentów oraz ze względu na szczególnie charakter budowli, należy wykonać geotechniczny odbiór dna wykopów dokonany przez osoby uprawnione oraz wykonać dodatkowe badania geotechniczne zgodnie z p.4 i potwierdzić te fakty wpisem do dziennika budowy.

Ze względu na usytuowanie elektrowni wiatrowych na zboczu należy wykonać projekty ukształtowania terenu wokół fundamentów uwzględniające odprowadzenie wód opadowych.

Zakupione materiały i elementy konstrukcyjne powinny posiadać klasę wytrzymałości nie mniejszą od przyjętej w projekcie oraz atest o dopuszczeniu do stosowania w budownictwie.

Projektowana elektrownia wiatrowa stanowi całość konstrukcyjną wraz z wieżą, na której zamontowane są wirnik i generator. Nie ma możliwości technicznej rozdzielnego traktowania

wieży i pozostałych elementów konstrukcji, gdyż są one ze sobą ściśle powiązane przez fakt, że kształt wieży jest uwzględniany przy obliczaniu napływu strumienia wiatru na wirnik oraz przez to, że wieża stanowi jednocześnie sprężysty tłumik drgań konstrukcji. Projektowanie innej wieży lub jakakolwiek ingerencja w jej budowę może grozić wywołaniem rezonansu wiatrowego, co w efekcie może grozić katastrofą budowlaną. Wieża była projektowana wg norm europejskich (głównie EN 1991 i EN 1993), które na mocy odpowiednich decyzji PKN są dopuszczone do stosowania na terytorium RP pod numerami PN-EN-1991 i PN-EN 1993. Ponadto urządzenie (wraz z wieżą) posiada Certyfikat Europejski (CE) i jako takie może być stosowane bez ograniczeń na terenie całej Unii Europejskiej. Decyzje administracyjne lub zlecenia Inwestorów zmuszające polskich projektantów do „dokładania” do urządzenia swoich rozwiązań są niebezpieczne zarówno technicznie jak i formalnie, gdyż grożą awarią budowlaną oraz utratą znaku CE i gwarancji producenta, na co szczególnie trzeba zwrócić uwagę na etapie projektu wykonawczego oraz w czasie robót montażowych.

III. OBLICZENIA STATYCZNE