

**STANDARDOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE**

**Numer kodowy**

**PSE-SF.Linia 400kV.1 PL/2022v1 -  
SŁUPY**

**TYTUŁ :**

**LINIA NAPOWIETRZNA 400 kV  
ZAŁĄCZNIK 1  
SŁUPY**

**OPRACOWANO:  
DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH**

**ZATWIERDZONO  
DO STOSOWANIA**

**Data .....**

**Konstancin-Jeziorna, grudzień 2022 r.**

# Spis treści

<b>1</b>	<b>PRZEDMIOT SPECYFIKACJI</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMY, PRZEPISY I DOKUMENTY POWOŁANE</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAŁY I WYROBY</b>	<b>7</b>
3.1	Kształtowniki i blachy stalowe .....	7
3.2	Śruby, nakrętki, podkładki i materiały spawalnicze .....	8
<b>4</b>	<b>PROJEKTOWANIE</b>	<b>9</b>
4.1	Wymagania ogólne .....	9
4.2	Materiały .....	9
4.3	Dokumentacja projektowa.....	9
4.4	Dodatkowy współczynnik częściowy.....	9
4.5	Obciążenie temperaturą.....	10
4.6	Nośność śrub w połączeniu wielorzędowym.....	10
4.7	Stężenia poprzeczne (przepony kratowe).....	10
4.8	Słupy kablowe.....	10
4.9	Dodatkowe obciążenia przewodów.....	10
<b>5</b>	<b>WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE ZWIĄZANE Z UTRZYMANIEM I EKSPLOATACJĄ LINII</b>	<b>11</b>
5.1	Wymagania ogólne .....	11
5.2	Komunikacja .....	11
5.2.1	Wymagania ogólne	11
5.2.2	Wymagania szczegółowe dla słupów kratowych	12
5.2.3	Wymagania szczegółowe dla słupów pełnościennych	12
5.3	Zabezpieczenia przed kradzieżą.....	13
5.4	Wymagania dodatkowe dla słupów pełnościennych .....	13
<b>6</b>	<b>WYKONANIE</b>	<b>14</b>
6.1	Wymagania ogólne .....	14
6.2	Kontrola jakości wyrobów w czasie produkcji .....	14
6.3	Wymagania dodatkowe dotyczące wytwarzania .....	15
6.3.1	Znakowanie elementów konstrukcji	15
6.3.2	Wykonanie otworów na śruby	15
6.3.3	Połączenia spawane	15
6.3.4	Zabezpieczenia antykorozyjne	16
6.4	Montaż kontrolny i tolerancje montażu na budowie .....	16
<b>7</b>	<b>BADANIA OBCIĄŻENIOWE KONSTRUKCJI</b>	<b>17</b>
7.1	Wymagania ogólne .....	17
7.2	Specyfikacja badań.....	17
7.3	Wybór konstrukcji do badań.....	17
7.3.1	Badania do celów projektowania konstrukcji (badania typu)	17
7.3.2	Badania kontrolno – odbiorcze	18
7.4	Wymagania dotyczące stacji badawczej.....	18
7.5	Wybór przypadków układów obciążeń .....	18

---

7.6	Przygotowanie konstrukcji do badań.....	19
7.7	Symulacja przypadków układów obciążeń.....	19
7.8	Przebieg badań.....	19
7.9	Próbki do badań stali .....	20
7.10	Kryteria przyjęcia (kryteria oceny wyników) .....	21
7.11	Sprawozdanie z badań .....	21
7.12	Raport z badań .....	21
<b>8</b>	<b>KARTA INFORMACYJNA SŁUPA</b>	<b>22</b>

## **1 Przedmiot specyfikacji**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania w zakresie materiałów, projektowania, wykonania oraz badań obciążeniowych stalowych słupów linii elektroenergetycznych 400 kV. Specyfikację można stosować także dla słupów linii 220 kV.

## 2 Normy, przepisy i dokumenty powołane

PN-EN 1090-1+A1:2012	Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych.
PN-EN 1090-2:2018-09	Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych
PN-EN 1992-1-1:2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-EN 1993-1-1:2006	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-EN 1993-1-6:2006	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych.
PN-EN 1993-1-8:2006	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-8: Projektowanie węzłów
PN-EN 1993-1-12:2008	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-12: Reguły dodatkowe rozszerzające zakres stosowania EN 1993 o gatunki stali wysokiej wytrzymałości do S700 włącznie
PN-EN 10021:2009	Ogólne warunki techniczne dostawy wyrobów stalowych
PN-EN 10204:2006	Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli
PN-EN 10025-1:2007	Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy
PN-EN 10025-2:2019-11	Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych
PN-EN 12843:2008	Prefabrykaty z betonu – Maszty i słupy
PN-EN 20273:1998	Części złączne. Otwory przejściowe dla śrub i wkrętów
PN-EN 50341-1:2013-03	Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV - Część 1: Wymagania ogólne - Specyfikacje wspólne
PN-EN 50341-2- 22:2022-06	Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV - Część 2-22: Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski (oparte na EN 50341-1:2012)
PN-EN IEC 60652:2022-04	Konstrukcje linii napowietrznych. Badania obciążeniowe
PN-EN 10056-2:1998	Kątowniki równoramienne i nierównoramienne ze stali konstrukcyjnej - Tolerancje kształtu i wymiarów
PN-EN ISO 377:2017-09	Stal i wyroby stalowe - Położenie i przygotowanie odcinków próbnych oraz próbek do badań własności mechanicznych
PN-EN ISO 1461:2011	Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową - Wymagania i metody badań.
PN-EN ISO 10684:2006	Części złączne - Powłoki cynkowe nanoszone metodą zanurzeniową
PN-EN ISO 898-1:2013-06	Własności mechaniczne części złącznych wykonanych ze stali węglowej oraz stopowej - Część 1: Śruby i śruby dwustronne o określonych klasach własności - Gwint zwykły i drobnozwojny
PN-EN ISO 898-2:2012	Własności mechaniczne części złącznych ze stali węglowej oraz stopowej - Część 2: Nakrętki z określoną wartością obciążenia próbnego - Gwint zwykły i drobnozwojny

PN-EN ISO 3834-2:2021-09	Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych - Część 2: Pełne wymagania jakości
PN-EN ISO 4016:2011	Śruby z łbem sześciokątnym - Klasa dokładności C
PN-EN ISO 4017:2014-09	Części złączne. Śruby z gwintem na całej długości z łbem sześciokątnym. Klasy dokładności A i B
PN-EN ISO 4032:2013-06	Nakrętki sześciokątne (odmiana 1) – Klasy dokładności A i B
PN-EN ISO 4034:2013-06	Nakrętki sześciokątne (odmiana 1) - Klasa dokładności C
PN-EN ISO 4035:2013-06	Nakrętki sześciokątne niskie ze ścięciem (odmiana 0) - Klasy dokładności A i B
PN-EN ISO 6892- 1:2020-05	Metale - Próba rozciągania - Część 1: Metoda badania w temperaturze pokojowej
PN-EN ISO 7091:2003	Podkładki okrągłe - Szereg normalny - Klasa dokładności C
PN-EN ISO/IEC 17050-1:2010	Ocena zgodności - Deklaracja zgodności składana przez dostawcę - Część 1: Wymagania ogólne
PN- EN ISO 5817:2014- 05	Spawanie - Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) - Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych
Din 7968:2017-08	Sechskant-Passschrauben mit Sechskantmütter für Stahlkonstruktionen
DIN 7990:2017-08	Sechskantschrauben mit Sechskantmütter für Stahlkonstruktionen
DIN 7989-1:2001-04	Scheiben für Stahlkonstruktionen. -Teil 1: Produktklasse C
PN-EN 15048-1:2016-09	Zestawy śrubowe do połączeń niesprężanych. Część 1: Wymagania ogólne
PN-EN 15048-2:2016-09	Zestawy śrubowe do połączeń niesprężanych. Część 2: Badanie przydatności
PN-EN 14399:2015-04	Zestawy śrubowe wysokiej wytrzymałości do połączeń sprężanych. Część 1: Wymagania ogólne
PN-EN 353-1+A1:2018-03	Środki ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości. Urządzenia samozaciskowe z prowadnicą. Część 1: Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą
PN-EN 795:2012	Ochrona przed upadkiem z wysokości. Urządzenia kotwiczące.
Dz.U. 2021 poz. 1210	Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych.
Standardowe Specyfikacje Techniczne PSE	Wymagania techniczne PSE S.A. dotyczące zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji stalowych i stalowych ocynkowanych

W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych należy stosować aktualne normy i specyfikację techniczną.

### 3 Materiały i wyroby

#### 3.1 Kształtowniki i blachy stalowe

Warunki techniczne dostawy wyrobów stalowych powinny być zgodne z normą PN-EN 10021 i normą PN-EN 10025-1.

Kształtowniki i blachy stalowe, przeznaczone do wykonania konstrukcji, powinny spełniać wymagania jakościowe określone w dokumentacji projektowej oraz wymagania norm PN- EN 1993-1-1, PN-EN 1090-2. Wymagana jest właściwa przydatność do cynkowania ogniowego według PN-EN 10025-2.

Dowodem na zgodność materiału tych wyrobów z wymaganiami powinien być dokument kontroli wystawiany przez odpowiednią komórkę kontrolną Wytwórcy materiału zgodny z normą PN-EN 10204. Wyroby powinny być dostarczane z Deklaracją Właściwości Użytkowych (DWU) wraz ze Świadectwem Odbioru „rodzaj 3.1”.

Świadectwo Odbioru powinno zawierać wyniki badań w co najmniej następującym zakresie:

- skład chemiczny,
- właściwości mechaniczne określane w statycznej próbie rozciągania w temperaturze pokojowej,
- praca łamania w odpowiedniej temperaturze,
- rozwarstwienie (w przypadku stosowania blach o grubościach powyżej 40 mm, rozciąganych poprzecznie do kierunku walcowania, np. kołnierzy trzonów lub poprzeczników słupów pełnościennych),
- odporność blach przy gięciu (w przypadku blach kształtowanych na zimno np. wyrobów przeznaczonych do wykonywania trzonów słupów pełnościennych lub blach węzłowych słupów kratowych o kącie gięcia większym od 30°).

Wytwórca materiału powinien zapewnić identyfikację dostawy przez cechowanie wyrobu lub poszczególnych partii wysyłkowych zgodnie z normą PN-EN 10025-1.

Minimalna stosowana grubość elementów nośnych wynosi 4 mm. Dopuszcza się stosowanie asortymentu kształtowników rozszerzonego zgodnie z programami produkcji walcowni i ich dostępnością handlową, jeżeli spełniają wymagania normy PN-EN 10056-2.

Producent konstrukcji słupa powinien dostarczyć DWU oraz umieścić oznakowanie CE zgodnie z PN-EN 1090-1 zawierające między innymi oznaczenie (numer) dokumentacji, według której konstrukcja słupa została wykonana.

### **3.2 Śruby, nakrętki, podkładki i materiały spawalnicze**

Śruby, nakrętki, podkładki i materiały spawalnicze powinny spełniać wymagania norm PN-EN 1993-1-8 oraz PN-EN 1090-2.

Należy stosować śruby z łbem sześciokątnym klasy minimum 5.6 według normy PN-EN ISO 898-1. Nie dopuszcza się stosowania w jednej konstrukcji słupa śrub o tej samej średnicy i różnych klasach własności mechanicznych. W przypadku zastosowania w jednej konstrukcji śrub o różnych klasach, poszczególne węzły połączeniowe należy pod tym względem opisać w dokumentacji słupa w sposób jednoznaczny. W zakresie długości należy stosować śruby wykonane według normy PN-EN 15048-1, PN-EN 14399-1, PN-EN ISO 4016 lub DIN 7990. Długość skleszczenia decydująca o doborze długości śrub powinna uwzględniać grubości warstw antykorozyjnych. Swobodna, wystająca ponad nakrętkę długość śruby, nie może być mniejsza niż wysokość jednego skoku gwintu (jednej podziałki gwintu).

Należy stosować nakrętki według normy PN-EN ISO 4032 lub PN-EN ISO 4034, stosując klasę własności mechanicznych według normy PN-EN ISO 898-2 odpowiednią do klasy śrub. W przypadku stopni włączonych dopuszcza się stosowanie nakrętek według normy PN-EN ISO 4035.

Pod nakrętki należy stosować podkładki okrągłe zwykle według normy odpowiednio PN-EN ISO 7091 lub DIN 7989-1, a w razie potrzeby podkładki sprężyste lub podkładki klinowe stosując klasę własności mechanicznych odpowiednią do klasy śrub.

Minimalna stosowana średnica śruby w połączeniach elementów konstrukcyjnych wynosi M12.

Śruby, nakrętki i podkładki powinny być dostarczane z DWU i oznakowaniem CE zgodnie z PN-EN 15048-1 oraz ze Świadectwem Odbioru „rodzaj 3.1” według PN-EN 10204.

Świadectwo Odbioru powinno zawierać wyniki badań w co najmniej następującym zakresie:

- skład chemiczny,
- właściwości mechaniczne określane w statycznej próbie rozciągania lub próbach twardości w temperaturze pokojowej,
- pracę łamania w odpowiedniej temperaturze.



## **4 Projektowanie**

### **4.1 Wymagania ogólne**

Słupy należy projektować zgodnie z normą PN-EN 50341-1:2013-03 wraz z załącznikiem krajowym PN-EN 50341-2-22:2022-06 z uwzględnieniem zapisów niniejszego rozdziału, a przy projektowaniu słupów pełnościennych (powłokowych) należy dodatkowo uwzględnić wymagania normy PN-EN 1993-1-6:2009.

### **4.2 Materiały**

Słupy należy projektować ze stali wyspecyfikowanej w normie PN-EN 1993-1-1:2006. Dopuszcza się wykonanie konstrukcji słupów ze stali w klasach od S235 do S460, przy czym poza podstawowymi własnościami określonymi w PN-EN 1993-1-1:2006/3.2.1 niezbędne jest użycie stali o odpowiedniej ciągliwości wg PN-EN 1993-1-1:2006/3.2.2 oraz udarność wg PN-EN 1993-1-1:2006/3.2.3. Na elementy złączne np. sworznie stóp zawiasowych, dopuszcza się wyższe gatunki stali w zakresie ujętym normą PN-EN 1993-1-12:2008.

### **4.3 Dokumentacja projektowa**

Słupy należy dostarczać wraz z kompletną dokumentacją warsztatową, pozwalającą na ewentualne kompletne odtworzenie jego konstrukcji.

Dokumentacja powinna zawierać między innymi:

- rysunki zestawieniowe całej konstrukcji słupa,
- komplet warsztatowych rysunków wszystkich sekcji słupa wraz z detalami,
- wykazy materiałów oraz łączników,
- momenty dokręcania łączników śrubowych,
- program napinania w przypadku zastosowania połączeń sprężanych,
- siły zacisku dla zaciskowych połączeń trzonów słupów pełnościennych,
- długości zaciskowe dla zaciskowych połączeń trzonów słupów pełnościennych,
- sposób posadowienia kołnierzowego słupów pełnościennych tj. z podlewką czy bez.

### **4.4 Dodatkowy współczynnik częściowy**

Wartość współczynnika należy przyjmować:

- 1.1 - dla słupów linii wielotorowych (tj. mających więcej niż 2 tory), słupów kablowych, słupów w odcinkach nadleśnych i słupów innych linii, dla których wymagana jest podwyższona wytrzymałość mechaniczna,
- 1.0 - dla słupów pozostałych.

Uwaga:

Dodatkowy współczynnik częściowy, zwany też współczynnikiem konsekwencji zniszczenia, należy stosować do wartości efektów oddziaływań dla wszystkich przypadków układu obciążeń słupów.

#### 4.5 Obciążenie temperaturą

Wpływ oddziaływania temperatury na konstrukcję typowych słupów wspornikowych i portalowych można pominąć. Oddziaływania te należy uwzględnić tylko w przypadku rozwiązań specjalnych, w których specyficzna budowa słupa może powodować powstanie istotnych lokalnych naprężeń termicznych w konstrukcji.

#### 4.6 Nośność śrub w połączeniu wielorzędowym

Wyznaczając wartość współczynnika  $k_1$  dla śrub pośrednich według tablicy 3.4 normy PN- EN 1993-1-8 parametr  $p_2$  należy zastąpić parametrem L (PN-EN 1993-1-8/rys.3.1b).

#### 4.7 Stężenia poprzeczne (przepony kratowe)

Stężenia poprzeczne kratownic przestrzennych o przekroju czworokątnym (lub pięciokątnym itd.) należy przewidzieć we wszystkich przekrojach poprzecznych, w których przewiduje się przyłożenie obciążeń skupionych oraz we wszystkich przekrojach, w których następuje zmiana kąta nachylenia krawężnika. Przewidując umiejscowienie stężeń należy wziąć pod uwagę względy montażowe, w tym montaż poszczególnych członów.

Wymagane jest projektowanie przepon poprzecznych co najmniej po jednej na każde dwa człony montażowe lecz nie rzadziej niż co 12m.

#### 4.8 Słupy kablowe

Rozwiązania konstrukcyjne słupów kablowych powinny uwzględniać rozwiązania funkcjonalne dostosowane do wykonywania prac montażowych i eksploatacyjnych oraz elementy zabezpieczeń przed dostępem osób trzecich. W przypadku posadowienia słupa kablowego poza ogrodzonym terenem stacji elektroenergetycznych powinien on być wyposażony w ostrokoły oraz pomost roboczy z zamykanym włazem w podłodze.

Dopuszcza się pominięcie w obliczeniach dla obciążeń słupów kablowych współczynnika konsekwencji zniszczenia wg 4.4 w przypadku gdy obliczenia tych słupów będą prowadzone z uwzględnieniem konfiguracji odkształconej tj. według teorii 2 rzędu oraz będą uwzględniały deformacje fundamentów, w tym efekty konsolidacji podłoża.

#### 4.9 Dodatkowe obciążenia przewodów

W obliczeniach należy uwzględniać obciążenia pochodzące od oznakowania przeszkodowego zainstalowanego na przewodach.

## **5 Wymagania konstrukcyjne związane z utrzymaniem i eksploatacją linii**

### **5.1 Wymagania ogólne**

Wieżyczki i poprzeczniki odgromowe oraz dolne człony słupów powinny być wyposażone w otwory umożliwiające zamocowanie przewodów uziemiających dwiema śrubami.

Słupy powinny być wyposażone w otwory i elementy umożliwiające bezpieczne mocowanie oprzyrządowania technologicznego wymaganego na czas montażu (np. rolek montażowych, odciągów).

Nie należy malować miejsc przewidzianych do montażu linek uziemiających i przewodów uziemiających.

### **5.2 Komunikacja**

#### **5.2.1 Wymagania ogólne**

Konstrukcje słupów powinny być zaprojektowane w sposób umożliwiający bezpieczną komunikację po trzonie słupa bez konieczności wkraczania montera w strefę prac pod napięciem.

W przypadku słupów kratowych warunek ten uważa się za spełniony, jeżeli odległość granicy strefy prac pod napięciem od krawężnika trzonu słupa wynosi co najmniej 0,8 m. Jeżeli nie jest to możliwe na całej jego wysokości, słup należy wyposażyć w dodatkowe drabiny umieszczone poza ww. strefą (np. w środku zakratowania ścian lub we wnętrzu konstrukcji).

W przypadku słupów pełnościennych należy zapewnić odległość co najmniej 0,8 m pomiędzy granicą strefy prac pod napięciem, a elementami służącymi do przemieszczania się montera po trzonie słupa.

Dodatkowo odległość pomiędzy jakąkolwiek częścią poprzecznika/ramienia, a granicą strefy prac pod napięciem określoną wokół części pod napięciem znajdujących się powyżej poprzecznika/ramienia, powinna wynosić co najmniej 0,6 m.

W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować odstępstwa od powyższych zasad.

Pojęcia „strefa prac w pobliżu napięcia” oraz „strefa prac pod napięciem” należy rozumieć zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 28.08.2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U.2021 poz.1210). Przy określaniu granic stref prac pod napięciem według ww. rozporządzenia należy przyjąć odległość wokół części znajdujących się pod napięciem równą 2,5 m dla linii 400 kV oraz 1,6 m dla linii 220 kV.

## 5.2.2 Wymagania szczegółowe dla słupów kratowych

### a) Komunikacja pionowa

Konstrukcje słupów kratowych powinny być wyposażone w ciągi komunikacyjne w postaci stopni włączonych lub drabin umożliwiających bezpieczne przemieszczanie się monterów na całej wysokości słupa. Po zakończeniu prac montażowych ciągi komunikacyjne należy zdemontować do wysokości 5 m nad poziomem terenu.

Jeżeli wysokość do poprzeczника słupa przekracza 30 m, ciąg należy wyposażyć w co najmniej jeden pomost spoczynkowy umożliwiający postawienie obu nóg zlokalizowany mniej więcej w połowie odległości między terenem, a poprzecznikiem. Pomosty powinny być umieszczone maksymalnie co 30 m.

W przypadku drogi komunikacyjnej w postaci drabiny ze zintegrowaną szyną bezpieczeństwa powinny być spełnione aktualne wymagania normy PN-EN 353-1.

W przypadku kratowych słupów jednotorowych trzon słupa powinien być wyposażony w co najmniej jeden ciąg stopni włączonych lub drabin komunikacyjnych.

W przypadku kratowych słupów dwu lub wielotorowych, w których tory rozmieszczone są na poprzecznicach po obu stronach trzonu, wymagane są dwa ciągi stopni włączonych lub drabin komunikacyjnych umożliwiających niezależne dojścia do każdego z torów. Stopnie włączowe należy umieszczać po przekątnej na dwóch przeciwległych krawężnikach słupa.

Dopuszcza się stosowanie śrub w charakterze stopni włączonych, przy czym ich długość użytkowa powinna wynosić minimum 150 mm. Śruby zastosowane na stopnie włączowe należy wykonać zgodnie z normą PN-EN ISO 4016.

Odległość między stopniami włączowymi powinna wynosić  $350 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ .

### b) Komunikacja pozioma

Poprzeczniki i wieżyczki słupów, po których przemieszczają się monterzy, powinny być wyposażone w pręty bezpieczeństwa służące do zapięcia linek bezpieczeństwa lub odpowiednie drabinki. Dopuszcza się przemieszczanie się monterów po dolnej krawędzi poprzecznika.

## 5.2.3 Wymagania szczegółowe dla słupów pełnościennych

### a) Komunikacja pionowa

System komunikacji pionowej powinien być zapewniony przez specjalne drabinki z dodatkowym systemem asekuracji montera (np. w postaci zamontowanych na stałe systemów szynowych, lin lub pionowych prętów bezpieczeństwa), umożliwiającym zastosowanie asekuracji indywidualnej zapobiegającej odpadnięciu od konstrukcji.

Jeżeli wysokość słupa przekracza 30 m, ciąg komunikacyjny należy wyposażyć w co najmniej jeden pomost spoczynkowy umożliwiający postawienie obu nóg, zlokalizowany mniej więcej w połowie odległości między terenem, a poprzecznikiem. Pomosty powinny być umieszczone maksymalnie co 30 m.

W przypadku drogi komunikacyjnej w postaci drabiny ze zintegrowaną szyną bezpieczeństwa powinny być spełnione aktualne wymagania normy PN-EN 353-1.

## b) Komunikacja pozioma

Komunikacja pozioma powinna być zapewniona przez stałe pomosty montażowe umożliwiające dotarcie montera do końca poprzecznika.

Asekurację podczas poruszania się wzdłuż poprzecznika powinna zapewniać szyna spełniająca wymagania normy PN-EN 795. Poruszanie się po szynie poziomej powinien zapewniać ten sam mechanizm samozaciskowy (wózek) co poruszanie się po drabinie ze zintegrowaną szyną. Zaproponowane rozwiązania powinny umożliwiać zastosowanie dodatkowych systemów asekuracji montera zapobiegających odpadnięciu od konstrukcji. Alternatywnie wzdłuż poprzeczników powinny być zamontowane na stałe pręty bezpieczeństwa służące do zapięcia linek bezpieczeństwa.

### 5.3 Zabezpieczenia przed kradzieżą

W przypadku konstrukcji kratowych, połączenia krawężników, mocowania prętów skratowania i stężeń wewnętrznych, a także sworznie stóp zawiasowych należy zabezpieczyć przed kradzieżą. Do wysokości minimum 5 m nad terenem należy stosować specjalne nierozbieralne złącza śrubowe lub inne zaakceptowane przez Zamawiającego rozwiązania.

Powyższe zabezpieczenie przed kradzieżą należy stosować dla wszystkich wymienionych elementów oprócz śrub do mocowania ramek pod tablice ostrzegawcze i numeracyjno-kodowe.

Należy stosować śruby nierozkręcalne o właściwościach mechanicznych o tej samej klasie jak przewidziane w projekcie śruby standardowe.

Stosowane śruby, podkładki i nakrętki powinny być dostarczane z DWU i oznakowaniem CE oraz Świadectwem Odbioru „rodzaj 3.1” według PN-EN 10204.

### 5.4 Wymagania dodatkowe dla słupów pełnościennych

Rozwiązanie konstrukcyjne posadowienia słupa musi uwzględniać możliwość odprowadzenia kondensatu wodnego z wnętrza słupa. Wymagany jest system drenujący w przypadku posadowienia stopy kołnierzowej na podlewce oraz otwory pozwalające na odpływ wody z kołnierza w przypadku posadowienia bez podlewki na tzw. szpilkach.

W głowicy słupa muszą znajdować się otwory lub szczeliny umożliwiające grawitacyjną wentylację wnętrza trzonu, zabezpieczone przed penetracją deszczu lub śniegu.

W głowicy słupa należy również przewidzieć zamykany otwór umożliwiający wprowadzenie kamery wizyjnej do weryfikacji stanu trzonu słupa wzdłuż całej jego długości, aż do podstawy.

Na etapie projektu wykonawczego Zamawiający może zaakceptować inne rozwiązanie umożliwiające kontrolę stanu wnętrza trzonu.

## **6 Wykonanie**

### **6.1 Wymagania ogólne**

Konstrukcja słupa powinna być wykonana zgodnie z dokumentacją projektową. Przy wytwarzaniu słupów należy spełnić wymagania norm PN-EN 50341-1, PN-EN 1090-1 oraz PN-EN 1090-2 z uwzględnieniem zapisów niniejszej Specyfikacji.

Należy przyjąć:

- klasę wykonania konstrukcji EXC2,
- klasę 2 tolerancji geometrycznych funkcjonalnych zgodnie z PN-EN 1090-2.

### **6.2 Kontrola jakości wyrobów w czasie produkcji**

Wymaga się, aby producent słupów posiadał certyfikowany system zarządzania jakością produkcji oraz zakładową kontrolę produkcji zgodnie z normą PN-EN 1090-1.

Zamawiający wymaga przedstawienia przed rozpoczęciem produkcji słupów procedury nadzoru nad jakością, opartą na wymaganiach normy PN-EN 10021. Procedura ta powinna zawierać m.in. metodę sprawdzania prawidłowości treści atestów na wyroby. Ponadto powinna być prowadzona weryfikacja wyników badań ujętych w świadectwach odbioru - tzw. kontrola wstępna wyrobu - poprzez powtórne przeprowadzenie badań na losowo wybranych wyrobach stalowych. Postępowanie przy powtórnych badaniach powinno bazować na wymaganiach p. 8.3.4 „Procedury badań” normy PN-EN 10021.

Producent słupów powinien stosować system zapewnienia jakości połączeń spawanych zgodnie z normą PN-EN ISO 3834-2.

Badania powłok cynkowych nanoszonych na wyroby stalowe metodą zanurzeniową należy przeprowadzać zgodnie z PN-EN ISO 1461 (odnośnie profili walcowanych) oraz PN-EN ISO 10684 (odnośnie śrub).

Zamawiający zastrzega sobie prawo do sprawdzania procesu produkcji na każdym jego etapie. Rozpoczęcie produkcji należy zgłosić Zamawiającemu z co najmniej 30-dniowym wyprzedzeniem.

Na żądanie Zamawiającego należy przedłożyć:

- specyfikację materiałów do produkcji,
- kwalifikacje personelu uczestniczącego w procesie produkcji,
- instrukcje technologii spawania.

Zamawiający zastrzega sobie również prawo do niezależnej wrywkowej kontroli jakości wyrobów stalowych poprzez pobranie 3 próbek z partii wyrobów. Próbki te zostaną poddane badaniom zgodnie z normą PN-EN ISO 6892-1.

## **6.3 Wymagania dodatkowe dotyczące wytwarzania**

### **6.3.1 Znakowanie elementów konstrukcji**

Wszystkie elementy konstrukcji powinny być czytelnie i jednoznacznie oznakowane w widocznym miejscu. Oznakowanie elementów wykonanych ze stali S355 powinno zawierać dodatkową literę „H” na końcu oznaczenia. Oznakowanie elementów wykonanych z innych stali o wytrzymałości wyższej od S235 należy uzgodnić z Zamawiającym. Elementy, dla których zgodnie z normą PN-EN 1090-2 jest to dopuszczalne, należy oznakować poprzez wytłoczenie znaków przed wykonaniem powłok antykorozyjnych. Wysokość znaków powinna wynosić co najmniej 15 mm, a głębokość tłoczenia co najwyżej 0,5 mm. Oznakowanie powinno być możliwe do odczytania po ocynkowaniu i pomalowaniu konstrukcji i nie powinno powodować deformacji przekroju elementów.

Elementy złączne powinny być oznakowane zgodnie z wymogami PN-EN ISO 898-1.

### **6.3.2 Wykonanie otworów na śruby**

Prześwity nominalne w otworach na śruby niepasowane należy przyjmować według normy PN-EN 1090-2 tablica 11, z pominięciem odnośnika „c” dla średnic nominalnych do 24 mm. W przypadku śrub o średnicach od 48 mm nominalne wielkości otworów należy przyjmować zgodnie z normą PN-EN 20273:1998 dla szeregów śrub średnio dokładnych.

Wykrawanie (przebijanie) otworów na śruby lub sworznie, przy zachowaniu wymagań normy PN-EN 1090-2, dopuszcza się dla nominalnej grubości materiału co najwyżej 12 mm. W materiałach o grubości powyżej 12 mm do 20 mm dopuszcza się wykrawanie otworów o średnicy zmniejszonej, co najmniej o 2 mm od średnicy nominalnej i ich rozwieranie do średnicy nominalnej.

### **6.3.3 Połączenia spawane**

Rozmieszczenie złączy spawanych powinno umożliwiać prawidłowe wykonanie złącza oraz wykonanie obróbki, jeśli jest przewidziana, jak również przeprowadzenie badań złączy spawanych.

Przygotowanie brzegów do spawania, ich kształt i wymiary należy wykonać zgodnie z normą PN-EN ISO 9692-1 oraz instrukcją technologiczną spawania, w tym zgodnie z WPS.

Spoiny pachwinowe powinny mieć grubość i/lub wymiar boku nie mniejsze niż określone w dokumentacji. Spoiny czołowe o tzw. pełnym przetopie powinny być zakończane w sposób zapewniający im dobrą jakość i pełny przekrój spoiny. Należy w takim przypadku stosować płytki dobiegowe i wybiegowe.

W przypadku spoin czołowych, w miejscach gdzie będą dolegały inne elementy (np. połączenie krzyżulca z krawężnikiem), wymagane jest dodatkowe ograniczenie (szlifowanie) wielkości nadlewu spoiny do wartości według PN-EN ISO 5817, tablica 1, nr 1.9, poziom jakości B.

Dodatkowo należy badać ultradźwiękowo lub radiograficznie 100% poprzecznych spoin czołowych stosowanych w stopach zawiasowych lub płytowych. Projektant słupa może wskazać inne newralgiczne połączenia spawane z zaleceniem szczególnej kontroli (ultradźwiękowo lub radiograficznie).

Należy wykonać badanie typu spoin czołowych blach węzłowych z krawężnikami tzw. lotek. Badania obejmują statyczną próbę rozciągania i zginania złącza, wykonane co najmniej w minimalnej próbie statystycznej 3 próbek.

#### **6.3.4 Zabezpieczenia antykorozyjne**

Podczas cynkowania należy spełnić wymagania norm PN-EN ISO 1461 (odnośnie profili walcowanych) oraz PN-EN ISO 10684 (odnośnie śrub).

Zabezpieczenie antykorozyjne powinno być wykonane zgodnie ze Standardową Specyfikacją Techniczną „Wymagania techniczne PSE S.A. dotyczące zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji stalowych i stalowych ocynkowanych”. Zestawy malarskie powinny mieć rekomendację PSE S.A.

#### **6.4 Montaż kontrolny i tolerancje montażu na budowie**

Wymagany jest montaż kontrolny konstrukcji słupów kratowych, gdy dany typ słupa ma być po raz pierwszy produkowany przez danego wytwórcę. Dopuszcza się montaż w pozycji poziomej. Dopuszcza się także montaż kontrolny słupa w częściach, pod warunkiem sprawdzenia połączeń pomiędzy tymi częściami. Po montażu kontrolnym należy dokonać odbioru konstrukcji, w którym powinien uczestniczyć Projektant konstrukcji. Wnioski zebrane podczas montażu kontrolnego i podczas odbioru należy zawrzeć w protokole z odbioru prototypu konstrukcji.

W przypadku słupów pełnościennych montaż kontrolny dotyczy wyłącznie słupów z połączeniami kołnierzowymi na śruby. W przypadku rozwiązań z połączeniami zaciskowymi trzonów, dokumentacja projektowa lub montażowa powinna zawierać dokładną informację na temat wymaganych sił zaciskowych, nominalnych, maksymalnych oraz minimalnych długości zaciskowych.

Wymagania techniczne dotyczące wykonania konstrukcji określone są w normach PN-EN 1090-1 i PN-EN 1090-2.

Tabele B.24 i B.25 określające tolerancje montażowe konstrukcji wieżowych, które zawiera norma PN-EN 1090-2 należy zastąpić Tablicą 7.12/PL.1 wg EN 50341-2-22:2022-06.

W połączeniach słupów kratowych zaleca się stosować połączenia zakładkowe kategorii A wg PN-EN 1993-1-8:2006 tj. połączenia typu dociskowego z wykorzystaniem śrub od klasy 5.6 do 10.9, nie wymagające sprężenia i przygotowania powierzchni styków. Zalecane momenty dokręcenia śrub w zakładkowych połączeniach niesprężanych muszą być określone w dokumentacji projektowej.

W połączeniach słupów pełnościennych można stosować w zależności od potrzeb połączenia zakładkowe kategorii A do C oraz doczołowe kategorii D lub E według normy PN-EN 1993-1-8:2006 z wykorzystaniem śrub od klasy 5.6 do 10.9.

W połączeniach doczołowych sprężanych należy wykorzystywać momenty dokręcenia śrub określone w normie PN-EN 1090-2.



## **7 Badania obciążeniowe konstrukcji**

### **7.1 Wymagania ogólne**

Badania obciążeniowe konstrukcji należy przeprowadzać zgodnie z normą PN-EN IEC 60652:2022:04 z uwzględnieniem zapisów niniejszego rozdziału.

Badania wykonuje się w oparciu o:

- specyfikację badań przygotowaną przez Projektanta słupów zgodnie PN-EN IEC 60652:2022:04/p.7,
- program badań przygotowany przez stację badawczą zgodnie z PN-EN IEC 60652:2022:04/p.8.

Zamawiający może rozszerzyć zakres badań, jak również zrezygnować z badań lub ograniczyć ich zakres.

Nie dopuszcza się zastosowania w linii konstrukcji słupa poddanej uprzednio badaniom.

### **7.2 Specyfikacja badań**

W specyfikacji badań, oprócz spełnienia wymagań normy PN-EN IEC 60652:2022:04, należy wskazać:

- stację badawczą, na której planuje się wykonanie prób obciążeniowych,
- potwierdzenie, że nośność stacji umożliwi przeprowadzenie badań, w tym badania do zniszczenia lub do określonego poziomu obciążeń obliczeniowych,
- wybrane do badań przypadki układów obciążeń wraz z uzasadnieniem,
- elementy konstrukcji o najwyższym prawdopodobieństwie zniszczenia dla poszczególnych wybranych do badań przypadków układów obciążeń,
- elementy konstrukcji z których powinny być pobrane próbki do badań właściwości stali zgodnie z p. 7.9.

Specyfikacja badań i program badań podlegają opiniowaniu przez Zamawiającego. Zamawiający zastrzega sobie prawo do koreferowania tych dokumentów.

### **7.3 Wybór konstrukcji do badań**

#### **7.3.1 Badania do celów projektowania konstrukcji (badania typu)**

Badania obciążeniowe do celów projektowania konstrukcji (zgodnie z p. 4.1 normy PN-EN IEC 60652:2022:04) należy wykonywać w przypadku nowoprojektowanych serii słupów. Zamawiający zastrzega sobie prawo określenia wymogu przeprowadzenia badań obciążeniowych w przypadku weryfikacji dostosowania konstrukcji słupów do nowych norm, metodologii projektowania lub nowych technologii wytwarzania.

Należy wykonać badania obciążeniowe jednego słupa przelotowego oraz jednego słupa mocnego z serii projektowanej według tych samych zasad oraz przy użyciu tych samych narzędzi. Do badań należy wybrać ten typ słupa mocnego, który przeznaczony jest dla kąta odchylenia trasy 30°. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować badanie słupa mocnego przeznaczonego dla mniejszego kąta odchylenia trasy.

Należy wykonać badania najwyższej wersji wysokościowej słupów. W uzasadnionych przypadkach podyktowanych np. ograniczeniami dostępnymi stacji badawczych, Zamawiający może zaakceptować wykonanie badania wersji niższej. W przypadku badania niższej wersji wysokościowej, należy jednak zastosować obciążenia o wartościach jak dla wersji najwyższej, o ile nie wywołuje to przeciążenia fragmentów konstrukcji przeznaczonych wyłącznie do zastosowania w niższej wersji wysokościowej. W takim przypadku należy zastosować obciążenia jak dla wersji badanej, co powinno być opisane szczegółowo w specyfikacji badań.

Badania należy wykonać dla co najmniej trzech kombinacji obciążeń, przy czym ostatni test powinien być weryfikacją nośności granicznej konstrukcji. Badania nośności granicznej należy przeprowadzać do zniszczenia konstrukcji. Zamawiający, na etapie opiniowania specyfikacji badań, może zaakceptować przeprowadzenie badań do określonego poziomu obciążeń, bez osiągnięcia zniszczenia konstrukcji, jednak poziom ten nie powinien być niższy niż 115% obciążeń obliczeniowych konstrukcji.

### **7.3.2 Badania kontrolno – odbiorcze**

Zamawiający może żądać wykonania obciążeniowych badań kontrolno-odbiorczych (zgodnie z PN-EN IEC 60652:2022:04/p.4.3):

- w przypadku istotnych zmian projektowych konstrukcji,
- w celu sprawdzenia jakości wytwarzania lub jakości materiałów.

### **7.4 Wymagania dotyczące stacji badawczej**

Nośność i stan techniczny stacji badawczej musi zapewniać możliwość bezpiecznego przeprowadzenia badań słupa. Stacja badawcza powinna być certyfikowana przez niezależną instytucję zgodnie z procedurami zapewnienia jakości.

Stacja badawcza powinna dysponować układami asekuracyjnymi testów zapobiegającymi lawinowym zniszczeniom słupa po osiągnięciu jego nośności granicznej, pozwalającymi na późniejszą prawidłową ocenę uszkodzonej konstrukcji (np. liny asekuracyjne).

### **7.5 Wybór przypadków układów obciążeń**

Do badań należy wybrać te przypadki układów obciążeń przewidzianych w normie PN-EN 50341-2-22:2022-06, które mają istotny wpływ na wymiarowanie zasadniczych części konstrukcji o podstawowym znaczeniu dla niezawodności linii, tj:

w przypadku słupów kratowych:

- krawężników trzonu i kolumny,
- głównych skratowań trzonu i kolumny,
- poprzeczników,

w przypadku słupów pełnościennych:

- płaszcz trzonu,
- poprzeczników.

W przypadku weryfikacji poprzeczników dopuszcza się stosowanie kombinacji uwzględniającej maksymalne obciążenia pionowe.

Badania wykonuje się zgodnie z PN-EN IEC 60652:2022:04/p.12. Kolejność badanych przypadków układów obciążeń powinna być taka, aby w pierwszej kolejności badać przypadki o najmniejszym wpływie na konstrukcję (np. wymiarujące poprzeczniki), a następnie przypadki o coraz większym wpływie na konstrukcję.

Jeżeli przewiduje się przeprowadzenie próby do zniszczenia konstrukcji, jako ostatnią próbę (niszczącą) należy wybrać ten przypadek, który wymiaruje krawężniki trzonu lub kolumny w przypadku słupa kratowego, a w przypadku słupa pełnościennego płaszcz trzonu.

## 7.6 Przygotowanie konstrukcji do badań

Materiały, przeznaczone do wykonania badanej konstrukcji, powinny spełniać wymagania jakościowe określone w dokumentacji projektowej oraz dodatkowe wymagania niniejszej specyfikacji.

Przed rozpoczęciem badań należy sprawdzić zgodność konstrukcji z projektem oraz dokładność jej wykonania. Należy sprawdzić całkowitą wysokość konstrukcji, odchylenie od pionu, rozstawy krawężników u podstawy wzdłuż boków i wzdłuż przekątnych. Należy zwrócić uwagę na kompletność konstrukcji (w tym śrub), prostoliniowość elementów, brak uszkodzeń elementów, wrywkowo zmierzyć wielkość profili, sprawdzić cechy (klasę) śrub, sprawdzić prawidłowość dokręcenia nakrętek.

Należy sprawdzić prawidłowość zakotwienia słupa na stanowisku badawczym, zabezpieczenie kotwienia przed poślizgiem i wyrwaniem.

Konstrukcje przewidziane do cynkowania powinny być badane z powłoką cynkową. Dopuszcza się badania obciążeniowe na prototypach bez powłok malarskich.

## 7.7 Symulacja przypadków układów obciążeń

Wybrane przypadki układów obciążeń należy podczas badań w miarę możliwości wiernie zasymulować przy pomocy układów lin naciągowych w kolejnych próbach obciążeniowych.

Symulację obciążenia wiatrem na trzonie należy realizować poprzez zastosowanie zastępczych obciążeń węzłowych równomiernie rozłożonych za pomocą stosownych trawersów na 2 lub 4 węzły w każdej płaszczyźnie poziomej. Wynikowa siła skupiona nie może powodować lokalnej destrukcji węzłów, ani zmniejszać globalnej nośności granicznej całego słupa.

W każdej próbie układ sił przewidziany w specyfikacji badań zredukowany do punktu środkowego podstawy słupa powinien być zgodny z analogicznie zredukowanym układem sił z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych w zakresie każdej składowej siły i momentu z dokładnością do 2%.

## 7.8 Przebieg badań

Badania w kolejnych próbach należy przeprowadzać do poziomu 100% obciążeń obliczeniowych. Jeżeli przeprowadza się badania do zniszczenia, to po ostatniej próbie należy kontynuować badanie ustalając poziomy obciążenia co 5% powyżej progu 100% obciążeń obliczeniowych - aż do zniszczenia konstrukcji lub do poziomu

przewidzianego w specyfikacji badań. Zwłoka przy przejściu do zadawania kolejnego poziomu obciążeń jest dowolna z tym, że dla poziomu 100% czas utrzymania obciążenia powinien wynosić co najmniej 1 minutę.

Za zniszczenie konstrukcji uważa się trwałe uszkodzenie jej elementu na skutek nadmiernej deformacji. Dopuszcza się trwałe miejscowe odkształcenia, takie jak wygięcie lub skręcenie drugorzędnych elementów oraz owalizację otworów i trwałe odkształcenia śrub.

Zamawiający może zaakceptować zakończenie próby niszczącej bez osiągnięcia zniszczenia w przypadku, gdyby podczas próby osiągnięto poziom obciążeń konstrukcji wyczerpujący możliwości techniczne stacji badawczej, przy czym poziom ten nie może być mniejszy niż 115% obciążeń obliczeniowych.

W trakcie wszystkich prób, po uzyskaniu każdego poziomu obciążeń, należy mierzyć przemieszczenia wybranych punktów (w tym wierzchołka) słupa niezależnie w obu kierunkach, tzn. w kierunku prostopadłym i równoległym do płaszczyzny symetrii słupa, czyli niezbędne są dwa stanowiska pomiarowe przemieszczeń.

### 7.9 Próbki do badań stali

Po zakończeniu badań należy pobrać próbki stali, w celu przeprowadzenia badań podstawowych właściwości mechanicznych stali. Wielkość pobranej próbki powinna pozwolić na wykonanie co najmniej 3 testów dla minimalnej próby statystycznej.

Do badań należy przeznaczyć co najmniej:

- element lub elementy konstrukcji, które pierwsze uległy zniszczeniu,
- elementy wytypowane w prognozie największego wyężenia w specyfikacji badań, nawet jeśli nie nastąpiło ich zniszczenie, przy czym minimum serii badań, o ile nie pokrywa się z listą elementów, które uległy zniszczeniu, musi obejmować po elemencie spośród:
  - krawężników trzonu,
  - krawężników wieżyczki,
  - ukośników głównych trzonu,
  - ukośników głównych wieżyczki,
  - skratowania drugorzędnego lub stężeń,
  - dolnych pasów poprzeczników,
  - górnych pasów poprzeczników.

Zamawiający zastrzega sobie prawo do niezależnej wrywkowej kontroli materiału poprzez zbadanie dodatkowych 3 próbek z dowolnych elementów słupa.

Próbki należy pobrać zgodnie z normą PN-EN ISO 377.

Badania stali należy wykonać zgodnie z normą PN-EN ISO 6892-1. Należy wyznaczyć granicę plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie procentowe po rozerwaniu.

### **7.10 Kryteria przyjęcia (kryteria oceny wyników)**

Jeżeli konstrukcja nie wytrzyma obciążenia na poziomie 100% obciążeń obliczeniowych przez 1 minutę bez uszkodzenia jakiegokolwiek elementu konstrukcji lub zespołu elementów, należy ją odpowiednio zmodyfikować i poddać ponownym badaniom.

Jeżeli zniszczenie nastąpi na poziomie 100-115% obciążeń obliczeniowych, należy przeprowadzić szczegółową analizę przyczyny zniszczenia i w razie stwierdzenia takiej potrzeby wprowadzić odpowiednią korektę do projektu konstrukcji.

Poziom obciążeń powyżej 115% obciążeń obliczeniowych przy zniszczeniu należy uznać za typowy.

### **7.11 Sprawozdanie z badań**

Sprawozdanie z badań wykonuje stacja badawcza w zakresie zgodnym z wymogami normy PN-EN IEC 60652:2022:04.

### **7.12 Raport z badań**

Projektant opracowuje raport z badań zawierający sprawozdanie oraz opinię Projektanta dotyczącą:

- poprawności przebiegu badań,
- poprawności sprawozdania z badań,
- wartości przemieszczeń pomierzonych podczas badań,
- wyników badań próbek stali,
- nośności konstrukcji osiągniętej podczas badań w odniesieniu do wyników badań próbek stali,
- poprawności projektu i wykonania konstrukcji słupa,
- oceny wyników badań.

Raport z badań podlega opiniowaniu przez Zamawiającego. Zamawiający zastrzega sobie prawo do jego koreferowania.

## 8 Karta informacyjna słupa

Dla każdego zaprojektowanego słupa należy opracować Kartę Informacyjną, o co najmniej następującej zawartości:

### 1) Informacje ogólne

Nazwa serii, jeśli słup przynależy do serii słupów		
Nazwa słupa		
Oznaczenie dokumentacji		
Strefa klimatyczna:	obciążenia wiatrem	
	obciążenia oblodzeniem	
Przewody odgromowe	typ przewodu	
	naciąg podstawowy	
Przewody fazowe	typ przewodu	
	naciąg podstawowy	
Łańcuchy izolatorowe	<i>typy łańcuchów, które mogą być zastosowane na słupie, w tym sposób/sposoby zamocowania łańcuchów wielorzędowych (które umożliwia konstrukcja poprzeczników) oraz rysunek/rysunki łańcuchów izolatorów będących podstawą do określenia gabarytów słupa</i>	
Długość zawiesi przewodów odgromowych przyjęta do projektowania słupa (dotyczy słupów przelotowych)		
Przęsło	wiatrowe	
	gabarytowe	
	ciężarowe	
Kąt załomu		
Stal		

2) Sylwetka słupa z podstawowymi wymiarami gabarytowymi:

- odległości pionowe między przewodami,
- odległości przewodów od osi słupa,
- wysokość do dolnego poprzecznika (h)\*,
- wysokość całkowita słupa (H)\*,
- rozstaw po zewnętrznych krawędziach krawężników (p x r)\*.

Uwaga:

\*>dane należy podać w formie

Typ słupa	Podwyższenie	Oznaczenie	Wymiary [m]		Rozstaw po zewnętrznych krawędziach krawężników p x r [m]	Masa słupa [t]	Powierzchnia do malowania [m <sup>2</sup> ]
			h	H			

- 3) Analiza gabarytowa słupa (sylwetka słupa wraz z przedstawionymi odstępami izolacyjnymi wewnętrznymi dla poszczególnych przypadków układów obciążeń i kątami ochrony odgromowej przewodów fazowych, odległości w środku przęsła).
- 4) Sylwetka słupa wraz z zaznaczonymi granicami stref pracy pod napięciem i w pobliżu napięcia.
- 5) Nominalne reakcje podpór słupa.