

1 WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie przygotowano na zlecenie Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej, a jego celem jest zebranie i zredagowanie w jednym dokumencie wymogów związanych z zagadnieniami projektowania, wykonawstwem oraz odbiorami konstrukcji wsporczych trakcji tramwajowej i trolejbusowej.

Odpowiadając na zapotrzebowanie środowiska, oraz wnioski zgłaszane podczas obrad Komisji Zasilania IGKM, powołany został zespół roboczy, którego zadaniem było przygotowanie założeń do przyszłego opracowania. Zespół pracował pod kierunkiem Adama Majchrzyckiego - Przewodniczącego Komisji Zasilania IGKM.

Przygotowany przez dr. Sławomira Labochę materiał, został przesłany do konsultacji i zaopiniowania wybranym podmiotom branżowym, wśród których znaleźli się operatorzy komunikacji tramwajowej i trolejbusowej, zarządcy trakcji, producenci osprzętu i jednostki naukowo-badawcze.

W wyniku konsultacji swoje uwagi przesłali do IGKM:

- Zarząd Dróg i Transportu w Łodzi
- Tramwaje Śląskie S.A.
- EUROPOLES - KROMISS Sp. z o.o.
- Valmont Polska Sp. z o.o.

Ostateczna treść materiału uwzględniająca uzyskane w wyniku konsultacji uwagi, zamieszczona została w wydawnictwie „Zeszyty Techniczne IGKM”. W niniejszym „Zeszycie” określono zasady ogólne oraz szczegółowe dotyczące stalowych konstrukcji wsporczych, jako dominujących w praktyce wśród konstrukcji wsporczych. W przyszłości należy rozważyć również przygotowanie oddzielnych uszczegóławiających wytycznych obejmujących żelbetowe konstrukcje wsporcze czy z innych materiałów.

Proponowany „Zeszyt” stanowi w zamyśle przygotowanie do opracowania normatywu, który później mógłby zostać zgłoszony do PKN jako projekt normy obejmującej zasady projektowania, wytwarzania, kontroli jakości i odbioru stalowych konstrukcji wsporczych trakcji tramwajowych i trolejbusowych, jako niezależnego ujęcia szczegółowych problemów o specyfice odmiennej od typowej trakcji kolejowej.

Niniejszy „Zeszyt” w znacznym zakresie czerpie wiedzę techniczną z obowiązujących norm PN-EN związanych z projektowaniem i wykonawstwem konstrukcji stalowych, mogących w wybranych zakresach mieć zastosowanie w konstrukcjach wsporczych trakcji tramwajowej i trolejbusowej. Ogromny zakres, objętość i obszerność tematyki norm PN-EN jest powodem przygotowania praktycznego opracowania stanowiącego kompilację różnorodnych i rozproszonych wymogów w jednym „Zeszycie”. W znakomitej większości wzorowano się na wydzielonej normie PN-EN 40 dotyczącej słupów oświetleniowych.

Opracowanie przeznaczone jest dla całego środowiska związanego z projektowaniem, budową i wykonawstwem trakcji tramwajowej i trolejbusowej:

- zarządców i właścicieli sieci trakcyjnej w zakresie podstaw przygotowywania wymogów i standardów w specyfikacjach budowy nowych linii trakcyjnych lub przebudowy czy modernizacji starych,
- projektantów linii tramwajowych oraz projektantów konstrukcji wsporczych trakcji

i fundamentów,

- producentów i wykonawców konstrukcji wsporczych trakcji oraz fundamentów,
- inspektorów nadzoru, kontrolerów jakości, zarówno w zakresie wytwórczym jak i odbiorowym gotowych linii trakcyjnych.

Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej składa podziękowania wszystkim, w tym szczególnie osobom, które włożyły znaczny osobisty wkład merytoryczny w kształt ostatecznej wersji Zeszytu:

- Sławomir Labocha - Autor opracowania
- Adam Majchrzycki - Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Poznaniu Sp. z o.o.
- Ryszard Wilk - Elektroprojekt Łódź Sp. z o.o.
- Przemysław Płusa, Adam Maciejewski - VALMONT Polska Sp. z o.o.
- Artur Grabowski, Michał Król, Mariusz Wolski - EUROPOLES KROMISS Sp. z o.o.
- Paweł Kwaśniewski, Grzegorz Kisierewicz - Akademia Górniczo - Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie
- Ryszard Greguła, Jarosław Błyszko - MABO Sp. z o.o.
- Michał Matuszewski - Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o.

Zeszyt nie obejmuje wytycznych eksploatacji istniejących sieci trakcyjnych, ich serwisu oraz obsługi technicznej.

Zeszyt opracowano w formie otwartej. Oznacza to, że niektóre jego części wymagają w przyszłości rozszerzenia. Aby tego dokonać, konieczna będzie szeroko pojęta współpraca. Ponadto zapisy zamieszczone w Zeszytach będą dostosowywane zgodnie z ewentualnymi zmianami w ustawach i rozporządzeniach regulujących funkcjonowanie systemów tramwajowych.

Każdy Zeszyt zawiera klauzulę o obowiązku stosowania Norm uznawanych przez prawo w danym momencie za obowiązkowe.

W niniejszym materiale określono wymiary, wymagania, obciążenia, projektowanie, weryfikację i wymogi odbiorowe stalowych konstrukcji wsporczych trakcji tramwajowych i trolejbusowych.

Zeszyt Techniczny nr 14:

- obejmuje konstrukcje wsporcze w postaci słupów wspornikowych z wysięgnikami i bez wysięgników oświetleniowych, sygnalizacyjnych lub pod kamery monitoringu oraz posadowienie słupów w podłożu gruntowym lub na fundamencie;
- nie ogranicza stosowanych kształtów słupów ani sposobów posadowienia;
- nie obejmuje wymagań dla słupów z materiałów innych niż stal (jak np. beton, drewno, żeliwo, tworzywa sztuczne i polimery);
- nie obejmuje bezpieczeństwa biernego i właściwości słupa przy uderzeniu pojazdem. Zagadnienia te są przedmiotem dodatkowych wymagań określonych w EN 12767.

2 POWOŁANIA NORMATYWNE

Do niniejszego „Zeszytu” wprowadzono, drogą datowanego lub niedatowanego powołania, postanowienia zawarte w innych publikacjach. W przypadku powołań datowanych późniejsze zmiany lub nowelizacje którejkolwiek z wymienionych publikacji mają zastosowania tylko wówczas, gdy zostaną wprowadzone do materiału przez zmianę lub nowelizację. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie powołanej publikacji.

Do stosowania niniejszego dokumentu są niezbędne podane niżej dokumenty powołane:
PN-EN 1090-1+A1:2012P Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych

PN-EN 1090-2+A1:2012P Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych

PN-EN 1990:2004 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.

PN-EN 1991-1-5:2005 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-5: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania termiczne.

PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 1993-1-5:2008/NA:2010P Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-5. Blachownice.

PN-EN 1993-1-8:2008/NA:2011P Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8. Projektowanie węzłów.

PN-EN 1993-1-10:2007/NA:2010P Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-10. Dobór stali ze względu na odporność na kruche pękanie i ciągliwość międzywarstwową.

PN-EN 10025-1:2007P Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy.

PN-EN 10027-1:2007P Systemy oznaczania stali - Część 1: Znaki stali.

PN-EN 10029:2011 Blachy stalowe walcowane na gorąco grubości 3mm i większej. Tolerancje wymiarów i kształtu.

PN-EN 10088-1:1998 Stale odporne na korozję - Gatunki.

PN-EN 10088-2:1999 Stale odporne na korozję - Warunki techniczne dostawy blach grubych, cienkich oraz taśm ogólnego przeznaczenia.

PN-EN 10088-3:1999 Stale odporne na korozję - Warunki techniczne dostawy półwyrobów, prętów, walcówki i kształtowników ogólnego przeznaczenia.

PN-EN 10149-1:2000 Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno - Ogólne warunki dostawy.

PN-EN 10149-2:2000 Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno - Warunki dostawy wyrobów walcowanych termomechanicznie.

PN-EN 10204+A1:1997 Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli.

PN-EN 10210-1:2000 Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Warunki techniczne dostawy.

PN-EN 10210-2:2000 Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne.

PN-EN 10219-1:200 Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Warunki techniczne dostawy.

PN-EN 10219-2:2000 Kształtowniki zamknięte wykonane ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne.

PN-EN 40-1do7:2004 Słupy oświetleniowe.

PN-EN 50341-1:2013 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV. Część 1: Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne.

PN-EN 288-1:1994 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Postanowienia ogólne dotyczące spawania.

PN-EN 288-2:1994 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Instrukcja technologicznego spawania łukowego.

PN-EN 288-3:1994 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Badania technologii spawania łukowego.

PN-EN 288-8:1999 Wymagania dotyczące technologii spawania metali i jej uznawanie - Uznawanie na podstawie badania przedprodukcyjnego spawania.

PN-EN 970:1999: Spawalnictwo - Badania nieniszczące złączy spawanych - Badania wizualne.

PN-EN 1011-1:2001 Spawanie - Wytyczne dotyczące spawania metali - Część 1: Ogólne wytyczne dotyczące spawania łukowego.

PN-EN 1011-2:2002 Spawanie - Wytyczne dotyczące spawania metali - Część 2: Spawanie łukowe stali ferrytycznych.

PN-EN 1011-3:2002 Spawanie - Wytyczne dotyczące spawania metali - Część 3: Spawanie łukowe stali nierdzewnych.

PN-EN ISO 1461:2000 Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe) - Wymagania i badania.

PN-EN 22063:1996 Powłoki metalowe i inne nieorganiczne - Natryskiwanie cieplne - Cynk, aluminium i ich stopy.

PN-EN ISO 3452-1:2013 Badania nieniszczące. Badania penetracyjne. Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN ISO 17638:2010E Badanie nieniszczące spoin - Badanie magnetyczno-proszkowe.

PN-EN 1991-1-1:2008/AC:2011 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1.

Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 206-1:2003/A2 Beton. Część 1. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.

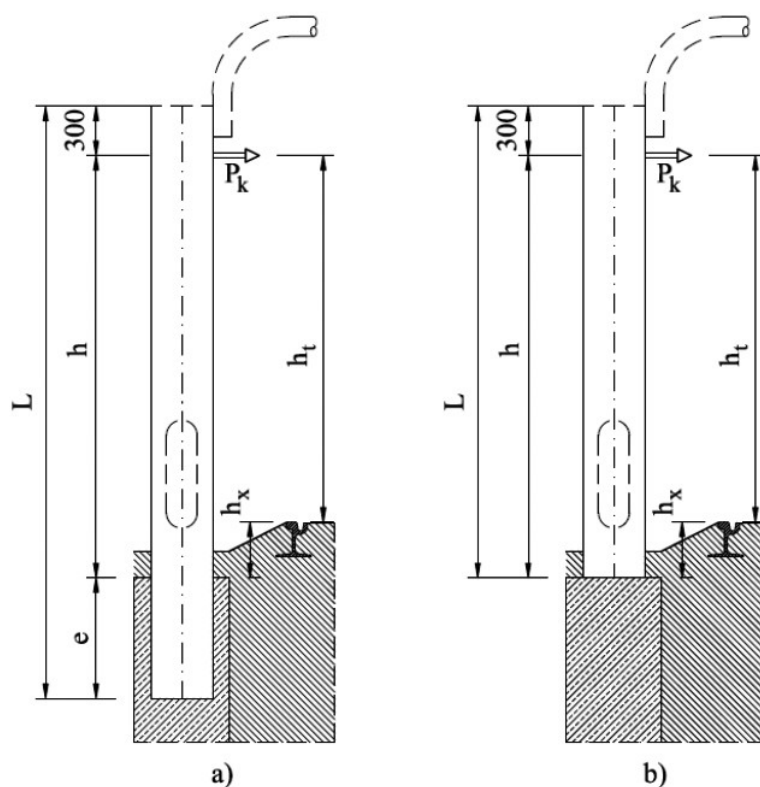
PN-EN 1997-2:2007 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

PN-B-03322:1980 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Fundamenty konstrukcji wsporczych. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-EN 61773:2000 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Badanie fundamentów konstrukcji wsporczych.

3 WYMIARY PODSTAWOWE

Wymiary podstawowe schematów konstrukcji wsporczych trakcji tramwajowych i trolejbusowych pokazano na rysunku 3.1.



Rys.3.1 Wymiary podstawowe konstrukcji wsporczych trakcji:

a) słup wpuszczany do fundamentu, b) słup mocowany do fundamentu

Oznaczenia:

L – wysokość całkowita słupa,

h – wysokość nominalna słupa,

e – głębokość posadowienia,

h_t – wysokość nominalna trakcji,

h_x – niweleta wierzchu fundamentu względem główki szyny,
 P_k – obciążenie nominalne od trakcji.

3.1 Definicje

3.1.1 Wysokość nominalną słupów tj. wysokość zaczepienia nominalnej siły od trakcji (h w metrach) należy przyjmować od poziomu wierzchu fundamentu do punktu nominalnego zaczepienia trakcji.

3.1.2 Wysokość nominalną trakcji (h_t w metrach) należy przyjmować od poziomu główki szyny do punktu zaczepienia trakcji. Jako wielkość standardową, jeśli nie określono inaczej w projekcie lub zamówieniu, przyjmuje się wartość $h_t = 7,0m$.

3.1.3 Wysokość całkowitą słupów bez wysięgników (L , w m) należy przyjmować od końca trzonu do wierzchu fundamentu. W słupach wpuszczanych do fundamentu (rys. 3.1 b) jest ona powiększona o głębokość zakotwienia e .

3.1.4 Głębokość posadowienia (e , w metrach) jest długością wpuszczenia słupa do fundamentu, mierzoną od wierzchu fundamentu do dolnej krawędzi słupa. W przypadku słupów posadowionych na fundamencie $e = 0$.

3.1.5 Wysokość całkowitą słupów z wysięgnikami pod lampy należy przyjmować od poziomu wierzchu fundamentu (powiększoną ewentualnie o głębokość e) do punktu wlotu lampy.

3.1.6 Długość wspornika (w w metrach) należy przyjmować jako wymiar od osi słupa do punktu wlotu lampy lub końca wspornika sygnalizacyjno-oświetleniowego.

3.1.7 Niweleta wierzchu fundamentu (h_x w metrach) jest różnicą poziomu główki szyny i wierzchu fundamentu. Wartość h_x może być dodatnia (jak przyjęto na rys. 3.1), równa zero lub ujemna.

3.1.8 Wspornik oświetleniowy lub sygnalizacyjny jest umowną konstrukcją wspornika słupów, którą należy zakładać do obliczeń słupa i jego posadowienia.

3.1.9 Wsporniki asymetryczne to wsporniki jednostronne słupa lub dwustronne o różnej długości i geometrii zarysu bocznego, skutkujące różnymi obciążeniami wypadkowymi na słup.

3.2 Wyjaśnienia dodatkowe:

- zmiana wysokości zaczepienia trakcji wymaga każdorazowo weryfikacyjnych obliczeń statycznych, w szczególności dotyczy to słupów o skokowo zmiennym przekroju, gdzie sprawdzeniu muszą podlegać nie tylko najwyższe segmenty trzonu ale również wszystkie węzły pośrednie,
- w przypadku słupów nietypowych np. z trakcją podwieszoną do wysięgnika i odcągami zaczepionymi do trzonu, wysokość nominalną słupów (h w metrach) należy przyjmować również do poziomu zaczepienia trakcji lecz górna część słupa musi podlegać indywidualnej szczegółowej weryfikacji statycznej

3.3 Zalecane przekroje poprzeczne słupów:

- pełnościenne wielokątne zbieżne,
- pełnościenne kołowe zbieżne,

- rurowe okrągłe o skokowo zmiennym przekroju,
- stożkowo- rurowe.

3.4 Zalecane fundamenty konstrukcji wsporczych:

- fundamenty płytowe,
- fundamenty blokowe,
- fundamenty słupowe,
- fundamenty stalowe rurowe.

4 TOLERANCJE

4.1 Prostoliniowość

Odchyłki prostości powinny być mierzone na słupie nieobciążonym w pozycji poziomej.

Odchyłki powinny spełniać następujące warunki:

- a) $X \leq 0,003 \cdot L$ gdzie $L=h+e$
- b) $\Delta x \leq 0,003 \cdot \Delta L$ gdzie $\Delta L \geq 1,0m$

Gdzie

x - odchyłka poprzeczna na długości całkowitej,
 Δx - odchyłka poprzeczna na części długości całkowitej,
 e - głębokość zakotwienia.

4.2 Długość

Dopuszczalne odchyłki długości całkowitej słupów wynoszą:

- a) w słupach o wysokości nominalnej nie większej niż 10m ± 25 mm,
- b) w słupach o wysokości nominalnej większej niż 10m $\pm 0,6\%$

Długością całkowitą jest:

- w słupach z podstawami kołnierzowymi wymiar $h+300mm$,
- w słupach bez podstaw, wymiar $h+e+300mm$.

Dopuszczalna odchyłka długości wysięgu wspornika wynosi $\pm 2,0\%$

4.3 Przekrój poprzeczny

Dopuszczalna odchyłka obwodu słupa wynosi $\pm 1,0\%$

Dopuszczalna odchyłka kształtu okrągłego przekroju poprzecznego, z pominięciem nadlewów spoin, wynosi $\pm 3,0\%$ średnicy obliczonej z pomierzonego obwodu.

Dopuszczalna odchyłka kształtu wielokątnego przekroju poprzecznego wynosi $\pm 4,0\%$ wartości nominalnej średnicy obwiedni wielokąta.

Dopuszczalne odchyłki kształtu przekroju teowego, dwuteowego, rurowego prostokątnego lub kwadratowego określone są wg przedmiotowych norm hutniczych wyrobów.

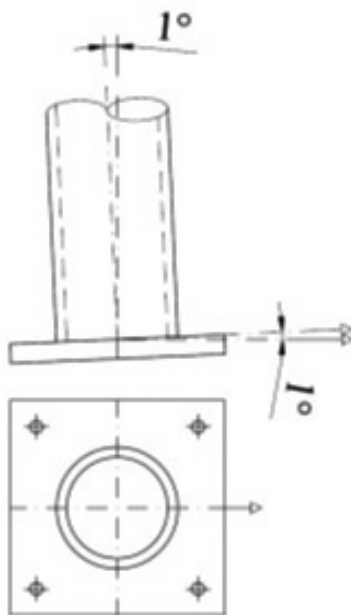
4.4 Grubość

Tolerancje grubości materiału, które są zależne od procesu wytwarzania powinny być okre-

ślone przez producenta. Dla materiałów, które nie są modyfikowane w zakresie grubości lub przekroju, powinny być stosowane tolerancje według EN 10029 i innych odpowiednich norm materiałowych.

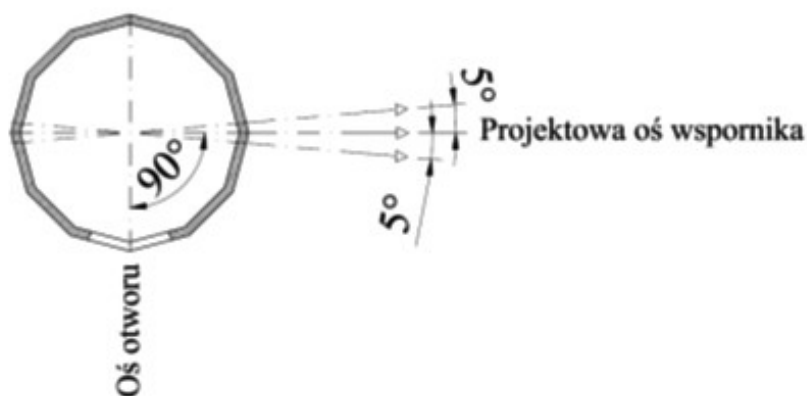
4.5 Pionowość i skręcenie

W słupach z blachami podstaw (w tym blachami kołnierзовymi), kąt pomiędzy osią pionową słupa a osią prostopadłą do płaszczyzny blachy podstawy nie powinien być większy niż 1° (rys.4.1).



Rys.4.1 Wymóg pionowości słupa z blachą.

W słupach bez podstaw kąt między osią wspornika a promieniem przechodzącym przez środek otworu do drzwiczek w zmontowanym słupie nie powinien różnić się więcej od położenia projektowanego więcej niż o 5° (rys.4.2).



Rys.4.2 Tolerancja położenia osi wspornika w płaszczyźnie poziomej.

W słupach z blachami podstaw, konstrukcja wspornika słupa i blachy podstawy powinna umożliwiać regulację osi wspornika w granicach $\pm 5^\circ$ do zmierzonego położenia w stosunku do płaszczyzny blachy podstawy.

MATERIAŁY

5.1 Stal

Należy stosować stal wg jednej z poniższych norm. W przypadku przewidywanego zabezpieczenia wyrobów przed korozją poprzez cynkowanie zanurzeniowe stal powinna charakteryzować się własnościami adekwatnymi dla tej metody. Nie należy stosować stali nieuspokojonej.

Stalowe taśmy i blachy	EN 10025
	EN 10149-1
	EN 10149-2
Rury stalowe wykończone na gorąco	EN 10210
Rury stalowe profilowane na zimno	EN 10219
Stale nierdzewne	EN 10088

5.2 Śruby fundamentowe

Stal na śruby fundamentowe powinna spełniać wymagania EN 10025. Minimalne własności mechaniczne stali powinny odpowiadać gatunkowi stali S235JR.

5.3 Beton

Właściwości betonu należy przyjmować zgodnie z PN-EN 1992-1-1/3.1 dla betonów zwykłych oraz PN-EN 1992-1-1/11.3 dla betonów lekkich.

5.4 Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniową do fundamentów należy przyjmować zgodnie z PN-EN 1992-1-1/3.2. Obliczeniowe wartości modułów sprężystości można przyjmować zgodnie z EN 1993-1-1/3.2.6.

5.5 Łączniki

Wymagania dotyczące łączników oraz materiałów spawalniczych należy przyjmować zgodnie z EN 1993-1-8.

6 PROJEKTOWANIE I WERYFIKACJA

6.1 Weryfikacja za pomocą obliczeń

Projektowanie konstrukcji wsporczych trakcji tramwajowej powinno być zgodne z regułami ogólnymi podanymi w EN 1990.

Należy uwzględniać także dodatkowe postanowienia zawarte w niniejszej normie.

Podstawowe wymagania zawarte w rozdziale 2 EN 1990 uważa się za wystarczające, kiedy występują łącznie wszystkie poniższe okoliczności:

- projektowanie w stanie granicznym metodą współczynników częściowych zgodnie z EN 1990,
- oddziaływania przyjęto zgodnie z EN 1991, EN 40, EN 50341
- kombinacje oddziaływań przyjęto zgodnie z EN 1990, jeśli nie podano inaczej w niniejszej normie,
- nośność, trwałość i użyteczność zgodnie z niniejszą normą.

6.2 Zasady ustalania obciążeń

6.2.1 Obciążenia sieci jezdnej

6.2.1.1 Obciążenia stałe

Przy ustalaniu obciążeń stałych należy uwzględnić ciężary własne przewodów, ciężary własne izolatorów i innych elementów wyposażenia.

6.2.1.2 Obciążenia wiatrem

Przy ustalaniu obciążeń wiatrem należy posilkować się normą EN 1991-1-4 lub normami EN 50341-1 i PN-EN 50341-3-22.

6.2.1.3 Obciążenie oblodzeniem

Przy ustalaniu obciążenia oblodzeniem należy posilkować się normą EN 50341-1 oraz PN-EN 50341-3-22. Zaleca się przyjęcie do obliczeń obciążenia odpowiadającego 50% obciążenia w 1 strefie oblodzenia wg PN-EN 50341-3-22 tj.:

$$g_l = 0,5 \times (5,5 + 0,55d) \text{ [N/m]}$$

gdzie:

d - średnica przewodu

6.2.1.4 Oddziaływania temperatury

Należy uwzględniać wpływ temperatury. Zaleca się uwzględniać następujące wartości nominalne temperatury:

- przy najniższych możliwych temperaturach -25°C ,
- przy obciążeniach wiatrem $+5^{\circ}\text{C}$,
- przy obciążeniach oblodzeniem -5°C .

6.2.2 Obciążenia konstrukcji wsporczych i fundamentów

6.2.2.1 Obciążenia stałe

Przy ustalaniu obciążeń stałych należy uwzględnić ciężar własny słupa, ciężary własne wsporników, latarni, sygnalizacji świetlnej, znaków i innych elementów wyposażenia.

6.2.2.2 Obciążenia wiatrem

Przy ustalaniu obciążeń wiatrem należy posilkować się normą EN 1991-1-4. W przypadku słupów o wysokości do 20m alternatywnie można posilkować się normą EN 40-3-1.

6.2.2.3 Obciążenia od trakcji

Obciążenia nominalne od trakcji, zarówno pionowe jak i poziome, należy przyjmować na podstawie danych uzyskanych od projektanta sieci trakcyjnej, przy założeniu, iż określone oddziaływania są wielkościami traktowanymi jako charakterystyczne (nominalne).

6.3 Kombinacje obciążeń sieci jezdnej

Zaleca się uwzględniać w obliczeniach następujące kombinacje obciążeń:

Kombinacja A - Temperatura

Obciążenia stałe, siły naciągu trakcji przy najniższej temperaturze równej -25°C ,

Kombinacja B – Wiatr

Obciążenia stałe, siły naciągu trakcji przy temperaturze równej $+5^{\circ}\text{C}$, pełny wiatr,

Kombinacja C – Oblodzenie

Obciążenia stałe, siły naciągu trakcji przy temperaturze równej -5°C , oblodzenie,

Kombinacja D – Oblodzenie z wiatrem

Obciążenia stałe, siły naciągu trakcji przy temperaturze równej -5°C , oblodzenie oraz 50% wartości obciążenia wiatrem,

Kombinacja E – Montaż

Obciążenia stałe, siły montażowe i naciągu trakcji przy temperaturze równej $+5^{\circ}\text{C}$,

Kombinacja F – Akcydentalna

Obciążenia stałe, siły naciągu trakcji przy temperaturze równej -5°C , obciążenia wyjątkowe. Kombinacja wymagana tylko w odniesieniu do słupów o podwyższonej odporności bezpieczeństwa biernego ponad klasę 0.

Powyższe kombinacje zakładają poziom współczynników kombinacyjnych wg EN 1090 $\psi = 1,0$.

6.4 Kombinacje obciążeń konstrukcji wsporczych

Zaleca się uwzględniać w obliczeniach ekstremalne oddziaływania sieci trakcyjnej oraz oddziaływanie wiatru.

6.5 Obliczanie sił wewnętrznych

Obliczenia sił wewnętrznych w konstrukcji można prowadzić posługując się teorią I rzędu.

Należy zakładać, że słupy są sztywno zamocowane w podłożu, a wsporniki sztywno połączone z trzonem słupa. Nie zaleca się stosowania połączeń podatnych.

Momenty od obciążeń stałych, obciążenia wiatrem i trakcji należy obliczać, rozkładając odpowiednio obciążenia działające na słup, wsporniki i latarnie, dla określenia wartości ekstremalnych.

W przypadku słupów o asymetrycznym układzie wsporników i latarni należy obliczać momenty skręcające we wszystkich przekrojach krytycznych.

W przypadku słupów z symetrycznymi wspornikami w obliczeniach należy uwzględnić dwa układy obciążeń:

- słup z pojedynczym wspornikiem i momentem skręcającym
- słup z symetrycznymi wspornikami bez skręcania

6.6 Stany graniczne słupów i fundamentów**6.6.1 Obciążenia obliczeniowe**

W celu wyznaczenia obciążeń obliczeniowych obciążenia charakterystyczne (nominalne) należy mnożyć przez częściowe współczynniki podane w tablicy 6.1

Obciążenie nominalne słupa [kN]	Obciążenia stałe	Obciążenia wiatrem	Obciążenia od trakcji
do 15	1,15	1,35	1,35
od 15 do 30	1,15	1,35	1,30
powyżej 30	1,15	1,35	1,25

Tablica 6.1 Częściowe współczynniki obciążenia Y_f

6.6.2 Wytrzymałości obliczeniowe

W celu wyznaczenia wytrzymałości obliczeniowych należy dzielić wytrzymałości charakterystyczne przez częściowe współczynniki bezpieczeństwa materiałowe. Wartości współczynników w stanach granicznych nośności konstrukcji podano w tablicy 6.2. W stanach granicznych użytkowalności należy przyjmować częściowe współczynniki bezpieczeństwa materiałowe równe 1,0.

Wartości obliczeniowe własności wytrzymałościowych podłoża należy obliczać według EN 1997.

Sytuacja obliczeniowa	Beton	Stal zbrojeniowa	Stal profilowa
Trwała i przejściowa	1,40	1,15	1,10
Wyjątkowa	1,20	1,00	1,00

Tablica 6.2 Częściowe współczynniki bezpieczeństwa materiałowe γ_M dla SGN

6.7 Stany graniczne nośności

W stanach granicznych nośności należy stosować obliczeniowe wartości obciążeń.

Zakres stosowania obliczeń sprawdzających słupów:

- w miejscu zamocowania słupa,
- przy dolnych brzegach otworów w słupach pryzmatycznych o stałym przekroju,
- przy górnych brzegach otworów w słupach o trzonach zbieżnych,
- w miejscach rozpoczynania się wsporników, gdy słup i wspornik stanowią całość lub w miejscu podłączenia wspornika, gdy ten jest demontowalny,
- w miejscach zmian średnic słupów schodkowych,
- w miejscach zmian grubości materiału lub własności wytrzymałościowych.

Nośność przekrojów poprzecznych należy sprawdzać z uwzględnieniem skręcania.

Nośność przekrojów z wnękami należy sprawdzać przy najniekorzystniejszym jej położeniu w stosunku do działających sił.

Wytrzymałość słupa można uznać za akceptowalną, jeśli we wszystkich krytycznych przekrojach spełniony jest liniowy warunek:

$$\frac{M_{Ed,x}}{M_{Rd,x}} + \frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1,0$$

gdzie

$M_{Ed,x}$, $M_{Ed,y}$ - obliczeniowe momenty zginające względem osi głównych przekroju,

T_{Ed} - obliczeniowy moment skręcający,

$M_{Rd,x}$, $M_{Rd,y}$ - nośności obliczeniowe przekroju względem osi głównych przekroju,

T_{Rd} - obliczeniowa nośność przekroju na skręcanie swobodne.

Dopuszcza się sprawdzenie nośności przekrojów krytycznych słupów stalowych w postaci warunków naprężeniowych spełniających kryteria Hubera-Misesa:

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \left(\frac{T_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 \leq 1$$

Sprawdzenie powyższych warunków można wykonać metodą MES.

Warunki nośności zakotwienia słupów muszą spełniać warunki EN 1993-1-8.

Nośność fundamentów betonowych i żelbetowych należy sprawdzać zgodnie z wymogami EN 1992-1-1.

Nośność podłoża gruntowego należy sprawdzać zgodnie z wymogami EN 1997-1. Wymogi EN 1997-1 w szczególności należy stosować do fundamentów bezpośrednich i opartych na palach. Nośność podłoża gruntowego i projekty fundamentów blokowych i słupowych można sprawdzać posilując się modelami przyjętymi w PN-B-03322, przy zachowaniu ogólnych wymogów EN 1990 oraz EN 1997-1 i EN 1997-2.

Nośność fundamentów niestandardowych lub indywidualnych (np. nośność rur stalowych pograżanych w gruncie) należy sprawdzać zgodnie z ogólnymi wymogami EN 1990 metodami rachunkowymi, w tym metodami numerycznymi MES, popartymi wynikami badań typów w skali naturalnej.

6.8 Stany graniczne użytkowości

W stanach granicznych użytkowości należy przyjmować charakterystyczne wartości modułu sprężystości podłużnej E oraz modułu sprężystości poprzecznej G .

Przy obliczaniu przemieszczeń należy stosować charakterystyczne wartości obciążeń.

W przypadku słupów trakcyjno-oświetleniowych całkowite ugięcie poziome słupa ze wspornikami asymetrycznymi oblicza się jako sumę obejmującą:

- a) ugięcie poziome stowarzyszone ze zginaniem trzonu słupa i wspornika,
- b) ugięcie poziome stowarzyszone ze skręcaniem słupa i pionowego segmentu wspornika.

W przypadku słupów trakcyjno-oświetleniowych całkowite ugięcie poziome słupa ze wspornikami o układzie symetrycznym przyjmuje się jako większą z poniższych wartości:

- a) ugięcie poziome stowarzyszone ze zginaniem i skręcaniem trzonu słupa i pojedynczego wspornika,
- b) ugięcie poziome stowarzyszone ze zginaniem trzonu i podwójnego wspornika.

6.8.1 Graniczne wartości przemieszczeń dla słupów:

- poziome przemieszczenie punktu obliczeniowego przyłożenia obciążenia słupa trakcyjnego, pod działaniem charakterystycznych wartości obciążeń od trakcji nie mogą przekraczać 1,5% wysokości słupa mierzonej od górnej krawędzi fundamentu do nominalnego punktu przyłożenia obciążenia,
- poziome przemieszczenie wierzchołka słupa trakcyjno-oświetleniowego nie może przekraczać 4% wysokości słupa mierzonej od górnej krawędzi fundamentu do wierzchołka słupa,
- poziome przemieszczenie połączenia latarni na końcu wspornika nie może przekraczać 4% wielkości będącej sumą wysokości słupa i długości wspornika,
- skręcenie przekroju poprzecznego słupa pod działaniem kombinacji wszystkich charakterystycznych oddziaływań nie może przekraczać 3° ,
- ugięcie pionowe połączenia latarni, wyznaczone dla obciążeń charakterystycznych,

określone jako efekt zginania trzonu słupa i wspornika nie powinno przekraczać wartości 2,5% wysięgu wspornika.

Wymagane jest zachowanie wszystkich stosownych granicznych wartości przemieszczeń.

Przy projektowaniu posadowień po spełnieniu wymagań normy PN-B-03322 można przyjmować założenie, iż wpływ przemieszczeń fundamentu na wielkości przemieszczeń konstrukcji jest pomijalna. Zastosowanie fundamentów nie ujętych zakresem PN-B-03322 wymaga udokumentowania obliczeniem lub badaniem poligonowym wpływu odkształceń układu fundamentu i podłoża gruntowego na wielkości przemieszczeń poziomych.

6.9 Weryfikacja za pomocą badań

6.9.1 Kryteria weryfikacji doświadczalnej

Jako obciążenia próbne w badaniach sprawdzających należy przyjmować charakterystyczne obciążenia nominalne od trakcji oraz obciążenia wiatrem.

Kryteria weryfikacji doświadczalnej:

- ugięcie poziome w miejscu zaczepienia trakcji, od narastających sił poziomych odpowiadających obciążeniu próbnemu, nie powinno przekraczać wartości granicznych podanych w punkcie 6.1.4,
- ugięcie trwałe po odciążeniu nie powinno przekraczać 5% ugięcia całkowitego wywołanego obciążeniem próbnym,
- ugięcie pionowe od sił pionowych końca wspornika, słupów ze wspornikami, nie powinno przekraczać wartości 2,5% wysięgu wspornika,
- minimalne obciążenie graniczne osiągnięte w toku badań nie powinno być mniejsze niż obciążenie próbne pomnożone przez współczynnik γ_u odpowiadający największej wartości dla przekrojów krytycznych; współczynnik γ_u należy wyznaczać ze wzoru:

$$\gamma_u = \gamma_t \frac{f_{yT}}{f_y} \frac{I_T}{I}$$

gdzie

f_y - nominalna granica plastyczności stali,

f_{yT} - rzeczywista granica plastyczności stali,

I - nominalny moment bezwładności przekroju,

I_T - rzeczywisty moment bezwładności przekroju,

γ_t - częściowy współczynnik bezpieczeństwa przyjmowany w badaniach.

Przy obliczaniu γ_u należy pomijać stosunki mniejsze niż 1.

Jeśli do wykonania słupa użyto więcej niż jeden gatunek materiału, lub materiału z różnych partii, to należy przyjmować najwyższy stosunek wytrzymałości.

Przekroje krytyczne przy sprawdzaniu nośności:

- miejsce zamocowania słupa
- dolne brzegi otworów
- górne brzegi otworów w słupach zbieżnych
- miejsce początku wspornika w słupach jednolitych lub miejsce połączenia wspornika w przypadku wsporników dołączanych,

- miejsce zmiany średnicy słupów schodkowych,
- miejsca zmiany grubości materiału

Po zrealizowaniu minimalnego granicznego obciążenia próbnego wytwórca może zarządzić badania słupa aż do zniszczenia.

6.9.2 Procedura badawcza

Słup przeznaczony do badań powinien być reprezentatywny dla przewidzianej do badań partii.

Słupy można badać w pozycji poziomej lub pionowej. W przypadku pozycji poziomej należy uwzględnić oddziaływanie ciężaru własnego lub skompensować efekty tego oddziaływania za pomocą odpowiednich podpór. W przypadku konstrukcji kratowych, dwuteowych oraz podobnych, w których wpływ naprężeń ścinających i efektów drugiego rzędu może być istotny zaleca się prowadzić badania w pozycji pionowej.

Słupy podczas badań powinny być sztywno zamocowane na długości odpowiadającej głębokości wpuszczenia. Górny punkt podparcia powinien odpowiadać hipotetycznemu poziomowi gruntu. Słupy z podstawami kołnierзовymi powinny być połączone śrubami do sztywnej płyty za pomocą takich samych śrub, jakie przewidziano do montażu słupów w miejscu eksploatacji.

Jeśli w słupie występują drzwi, należy przyjąć i odnotować ich pozycję, najniekorzystniejszą z punktu widzenia obciążeń poziomych.

Siły należy przykładać za pomocą balastu lub siłowników o dokładności $\pm 2\%$.

Siły poziome należy przykładać tak, aby wywołane nimi momenty w przekrojach krytycznych były co najmniej równe momentom od obciążeń próbnym. W pozostałych punktach momenty od sił nie powinny być mniejsze niż 95% wartości momentów od obciążeń próbnym.

Siły poziome należy przykładać stopniowo, co najmniej w pięciu krokach, z jednakowym przyrostem aż do wartości obciążenia próbnego. Przy obciążeniu próbnym należy pomierzyć i zanotować ugięcie słupa w miejscu podłączenia trakcji.

Po odciążeniu elementu próbnego należy pomierzyć i zapisać liniowe poziome ugięcie trwałe.

W badaniach próby zniszczeniowej obciążenie należy przykładać stopniowo, aż do zniszczenia i zapisać wartość obciążenia niszczącego.

Z badań słupów należy sporządzać raport. Raport powinien szczegółowo opisywać metodę badania i zawierać następujące informacje:

- typ słupa,
- nominalne obciążenie słupa,
- nr produkcyjny,
- data produkcji,
- nominalna wysokość,
- wysięg wspornika (jeśli występuje),
- siły niezbędne do symulacji obciążeń próbnym,
- momenty próbne i towarzyszące im ugięcia,
- współczynnik y_u .

Badania fundamentów konstrukcji wsporczych trakcji można prowadzić według zasad określonych w EN 61773.

7 WYKONAWSTWO, SKŁADOWANIE I MONTAŻ

7.1 Spawanie

Spawanie łukowe stali ferrytycznych powinno być zgodne z EN 1011-1 i EN 1011-2. Spawanie łukowe stali nierdzewnych powinno być zgodne z EN 1011-1 i EN 1011-3. Procedury spawalnicze powinny odpowiadać EN 288-1 i EN 288-2.

Należy dostarczać procedury pisemne dla głównych połączeń konstrukcyjnych obejmujących istotne elementy takie jak: połączenia kołnierzowe, połączenia trzonu słupa z podstawą, wzmocnienia wnęk, styki pośrednie słupa, połączenia wsporników z trzonem, warsztatowe szwy spawane słupa.

Procedury spawalnicze powinny być zatwierdzone zgodnie z EN 288-8. Procedury spawalnicze należy sprawdzać zgodnie z wymaganiami EN 288-3. Materiały spawalnicze i zastosowane procedury powinny być takie, aby cechy mechaniczne stopiwa w złączu były nie mniejsze niż odpowiednie wartości minimalne dla materiału rodzimego złącza.

Procedury powinny być poddawane przeglądowi co siedem lat i w razie potrzeby zatwierdzane ponownie.

Należy sprawdzać kwalifikacje spawaczy do każdej zatwierdzonej procedury.

7.2 Wykończenia

W miejscach dostępu, używanych do ewentualnego instalowania i mocowania wyposażenia elektrycznego nie powinno być ostrych brzegów i zendry.

7.3 Znakowanie

Wszystkie słupy i ewentualne wsporniki należy wyraźnie znakować, podając:

- a) nazwę lub symbol wytwórcy,
- b) rok produkcji,
- c) numer referencyjny normy EN 1090 i znak CE,
- d) jednoznaczny kod wyrobu.

7.4 Składowanie i montaż

Zaleca się unikania składowania słupów bezpośrednio na gruncie, a także w pobliżu miejsc składowania materiałów sypkich.

Słupy z blachą kołnierzową zaleca się montować bezpośrednio na fundamencie betonowym, o ile jest on wystarczająco gładki i płaski. W przeciwnym razie należy stosować urządzenia regulujące umożliwiające rektyfikację słupa w pionie i poprawne osadzenie blachy podstawy. Nakrętki poziomujące pod blachą podstawy można stosować tylko wtedy, gdy zostały przewidziane w projekcie.

Jeśli blacha podstawy jest zakryta, należy się upewnić, że nałożony materiał nie jest agresywny lub zastosować materiał izolacyjny między podstawą słupa a nadkładem.

8 ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE

8.1 Dla potrzeb ochrony przed korozją rozróżnia się na następujące obszary powierzchni słupów:

Obszar A: Zewnętrzna powierzchnia słupa od wierzchołka do poziomu 0,2m powyżej poziomu gruntu lub całkowita powierzchnia zewnętrzna w przypadku podstawy kołnierzowej. Wartość minimalna 0,2m umożliwia zakładkę warstw zabezpieczających na granicy stref;

Obszar B: Zewnętrzna powierzchnia konstrukcji wsporczej od blachy podstawy lub wierzchu fundamentu do poziomu minimum 0,25m powyżej poziomu gruntu;

Obszar C: Wewnętrzna powierzchnia słupa

Poziomy minimalne dla obszarów A i B mogą ulec podwyższeniu w krajach, w których śnieg stwarza problemy korozyjne;

8.2 Sposoby zabezpieczania przed korozją stalowych słupów trakcyjnych:

8.2.1 Cynkowanie zanurzeniowe

Zaleca się, aby cynkowanie zanurzeniowe w obszarach A, B i C w odniesieniu do wszystkich grubości spełniało wymagania EN ISO 1461.

Dodatkowe opcjonalne zabezpieczenia po cynkowaniu zanurzeniowym:

Obszar A: powłoka ochronna,

Obszar B: powłoka bitumiczna lub blachy osłonowe,

Obszar C: bez dalszych zabiegów.

8.2.2 Metalizacja natryskowa z malowaniem

Zaleca się, aby powierzchnie w obszarach A i B przeznaczone do metalizacji natryskowej były śrutowane do stopnia czystości Sa 2½ wg ISO 8501-1.

Zaleca się stosować powłoki cynku lub aluminium o grubości co najmniej 80µm zgodnie z wymaganiami ISO 2063.

Ponadto zaleca się następujące powłoki:

Obszar A: brak dalszych zabiegów lub powłoka gruntowa,

Obszar B: powłoka gruntowa lub bitumiczna lub blachy osłonowe,

Obszar C: powłoka bitumiczna lub podobna.

8.2.3 Malowanie

Zaleca się, aby powierzchnie w obszarach A i B przeznaczone do malowania były śrutowane do stopnia czystości Sa 2½ wg ISO 8501-1.

Zaleca się ponadto wykonywanie w ciągu 24h następujących powłok:

Obszar A: powłoka gruntowa,

Obszar B: powłoka gruntowa i/lub bitumiczna/ lub blachy osłonowe,

Obszar C: powłoka bitumiczna lub podobna.

9 KONTROLA ZGODNOŚCI I ODBIÓR

9.1 Ocena zgodności

System kontroli produkcji powinien obejmować następujące operacje:

- ➔ specyfikację i sprawdzenie materiałów wyjściowych i składników, w tym elemen-

tów złącznych,

- identyfikację procedur sterowania i sprawdzania przy projektowaniu wyrobów nowych lub zmodyfikowanych,
- kontrolę kalibracji narzędzi i urządzeń pomiarowych,
- kontrolę i badania, które należy przeprowadzać podczas wytwarzania zgodnie z określoną częstością,
- identyfikację i rejestr wszelkich przypadków niezgodności,
- procedury korygujące we wszelkich przypadkach niezgodności.

Wytwórca powinien odnotowywać wyniki działania systemu kontroli produkcji. Odnosne zapisy powinny zawierać co najmniej:

- identyfikację badanego wyrobu,
- daty pobierania próbek,
- zastosowaną metodę badań,
- wyniki badań i kontroli,
- daty przeprowadzenia badań,
- nazwę komórki odpowiedzialnej w zakładzie produkcyjnym,
- zapisy dotyczące kalibracji.

Próbka kontrolna do badań sprawdzających powinna być pobrana losowo z każdej partii wyrobu, a następnie przekazana do badań. Minimalna liczba elementów każdej partii, stanowiących próbkę kontrolną powinna spełniać wymagania podane w tablicy 9.1

Liczba elementów w partii	Minimalna liczba elementów w próbce kontrolnej
1 do 3	1
4 do 500	3
501 do 1200	5

Tablica 9.1 Liczność próbki kontrolnej

Zamawiający ma prawo wglądu do dokumentacji produkcyjnej.

9.2 Wstępne badanie typu

Jeśli wyrób po raz pierwszy podlega ocenie zgodności z niniejszym Zeszytem, a w szczególności gdy opracowano nowy wyrób, to przed zaoferowaniem go do sprzedaży należy przeprowadzić odpowiednie badania w celu potwierdzenia, że cechy wyrobu spełniają wymagania niniejszego „Zeszytu”.

Badania te powinny mieć charakter fizyczny lub obliczeniowy, przy czym badania poligonyowe wymagane są w każdym przypadku gdy wyrób wykonywany jest seryjnie w partiach przekraczających liczbę 20 sztuk lub jego zniszczenie albo uszkodzenie zagraża istotnie życiu i zdrowiu ludzi.

Nowe badania typu należy zawsze przeprowadzić, gdy zaistniały istotne zmiany materiałowe lub zmiany procesu wytwórczego mogące wpłynąć na cechy wyrobu gotowego.

Badania powinny odnosić się do wszystkich istotnych aspektów użytkowych wyrobu, w szczególności:

- wymiarów,
- tolerancji,
- materiałów,
- spawania,
- projektu,
- wymaganej nośności i sztywności,
- zabezpieczenia przed korozją.

9.3 Weryfikacja i odbiór

Sprawdzenie wymiarów słupów powinno obejmować co najmniej:

- długość,
- wymiary nominalne konstrukcji w miejscu mocowania osprzętu,
- przekroje poprzeczne na końcach elementu,
- przekroje poprzeczne w miejscach ich skokowej zmiany,
- ewentualne wnęki rewizyjne i otwory do wprowadzenia i wyprowadzenia kabli,
- głębokość wpuszczenia w fundament,
- wymiary blach kołnierзовych podstaw i pośrednich.

9.3.1 Tolerancje

Tolerancje należy przyjmować zgodnie z punktem 4 niniejszego „Zeszytu”. Pomiary słupów należy wykonywać w pozycji horyzontalnej. Wymiary należy weryfikować za pomocą taśmy mierniczej lub przymiaru, a ich dokładność powinna być ustalona wg udokumentowanej procedury kalibracji. Wszystkie podane wymiary z listy kontrolnej powinny mieścić się w granicach określonych tolerancji.

9.3.2 Materiały

Specyfikacja materiałowa powinna być zweryfikowana przez wytwórcę zgodnie z EN 10204. Należy zachować zapisy w celu wykazania, że skontrolowane materiały zostały użyte w elementach określonej partii wyrobu. Kontrola materiałowa powinna wykazać, że specyfikowane cechy i grubość nominalna materiału są nie mniejsze niż podane w projekcie.

9.3.3 Personel

Wytwórca powinien zapewnić odpowiednie przeszkolenie personelu do przeprowadzania kontroli. Zapisy dokumentujące przeszkolenie należy przechowywać i w razie potrzeby udostępniać do sprawdzenia. Wyniki badań klasyfikacyjnych spawaczy, jak również zapisy potwierdzające przeszkolenie powinny być na bieżąco aktualizowane i na życzenie udostępniane do przeglądu.

9.3.4 Spoiny

Powierzchnie spoin powinny być bez ostrych brzegów, rozprysków i wtrąceń.

Grubość spoin czołowych oraz wymiary spoin pachwinowych, mierzone grubościomierzem spoin z uwzględnieniem braku przylegania części, nie powinny być mniejsze niż określone w specyfikacji, z wyjątkiem lokalnych niedomiarów do 0,5mm, które można dopuścić pod warunkiem, że wartość przeciętna wymiaru na dowolnym odcinku jest nie mniejsza niż wartość wyspecyfikowana.

Zewnętrzny kąt rozwarty w złączu powinien być mniejszy niż 110 stopni.

Powierzchnia spoin powinna być wolna od pęknięć i braku założonego przetopu. Dopuszcza

się pojedyncze pory gazowe, o ile nie pogorszą zabezpieczenia powierzchni.

Podtopienia nie mogą powodować większej niż 5% utraty przekroju na jakimkolwiek odcinku o długości 50mm, a ich grubość nie powinna być większa niż 0,5mm lub 10% grubości obliczeniowej.

Złącza uważa się za możliwe do przyjęcia, o ile powyższe kryteria są spełnione.

Jeśli kontrola nieniszcząca ujawniła niezadawalającą jakość spoin należy przeprowadzić powtórne badania na kolejnych próbkach. W przypadku gdy uzupełniające badania penetracyjne wg EN-ISO 3452-1 lub badania magnetyczno-proszkowe wg EN-ISO 17638 potwierdzają porowatość powierzchni, pęknięcia, brak przetopu lub wtopienia, to słupy nie spełniają warunków odbioru.

O odbiorze partii może przesądzać kontrola niszcząca wg EN 288-3.

9.3.5 Zabezpieczenia antykorozyjne

Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego przez cynkowanie zanurzeniowe należy poddać badaniom wizualnym. Wygląd powierzchni i grubość powłok powinny być zgodne z EN ISO 1461.

Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego przez metalizację natryskową należy poddać badaniom wizualnym. Wygląd powierzchni i grubość powłok powinny być zgodne z ISO 2063.

Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego przez fosforanowanie należy poddać badaniom wizualnym. Wygląd powierzchni i grubość powłok powinny być zgodne z ISO 9717.

Sposób zabezpieczenia antykorozyjnego przez malowanie należy poddać badaniom wizualnym. Powierzchnie zewnętrzne w strefach A i B, za wyjątkiem powierzchni ocynkowanych przewidzianych do malowania, należy sprawdzać komparatorem na zgodność ze stopniem czystości Sa 2½ wg ISO 8501-1.

9.3.6 Bezpieczeństwo bierne

Jeśli wymagane są odpowiednie właściwości słupa ze względu na bezpieczeństwo bierne przy uderzeniu pojazdu, to ma zastosowanie klasyfikacja podana w EN 12767.

Jeśli bezpieczeństwo bierne nie jest wymagane, to należy przyjmować, że słupy są klasy O wg EN 12767.