



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

**Wytyczne projektowania i warunki
odbioru sieci trakcyjnej
z uwzględnieniem standardów
i wymogów dla linii interoperacyjnych
let-107**

Tekst jednolity uwzględniający:

- 1) zmiany wprowadzone uchwałą Nr 565/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 16 lipca 2018 r
- 2) zmiany wprowadzone uchwałą Nr 841/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 17 grudnia 2019 r. obowiązywał do 25.10.2023 r.
- 3) zmiany wprowadzone uchwałą Nr 886/2023 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 24 października 2023 r. obowiązuje od 26.10.2023 r.

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Autor: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala

Biuro Energetyki

ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

+48 22 473 20 70

www.plk-sa.pl, e-mail: ien@plk-sa.pl

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala

Biuro Standaryzacji i Utrzymania

ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

+48 22 473 26 14

www.plk-sa.pl, e-mail: ist@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych, całości lub części instrukcji, bez uprzedniej zgody

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione.

SPIS TREŚCI

1	Wstęp	6
1.1	Podstawa opracowania	6
1.2	Przedmiot wytycznych.....	6
1.3	Zakres stosowania	6
1.4	Określenia	6
1.5	Symbole i oznaczenia	6
1.6	Normy i dokumenty	6
1.7	Ważniejsze akty prawne.....	11
2	Wymagania podstawowe	14
2.1	Skrajnia pozioma i pionowa.....	14
2.2	Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego.....	14
2.3	Odległość sieci jezdnej od obiektów uziemionych lub uszynionych	15
2.4	Skrzyżowania i zbliżenia sieci jezdnej z innymi sieciami elektrycznymi	16
2.5	Prowadzenie linii elektrycznych na wspólnych konstrukcjach z siecią jezdną.....	17
2.6	Zbliżenia sieci jezdnej do budowli i urządzeń specjalnych.....	18
3	Ogólne zasady obowiązujące przy projektowaniu nowych typów sieci trakcyjnych	
	20	
3.1	Wymagania ogólne.....	20
3.2	Fundamenty i konstrukcje wsporcze.....	22
3.3	Sieć jezdna	24
3.4	Sieć powrotna	32
3.5	Ochrona odgromowa sieci jezdnej.....	32
3.6	Uszynienia	33
3.7	Materiały do budowy sieci trakcyjnej	33
4	Zasady obowiązujące przy wykonywaniu opracowań technicznych nowych	
	i modernizowanych sieci trakcyjnych.....	38
4.1	Wymagania	38
4.2	Fundamenty i głowice fundamentowe	39
4.3	Konstrukcje nośne, odciągi.....	40
4.4	Zawieszenia poprzeczne	42
4.5	Oznaczenia konstrukcji nośnych	43
4.6	Sieć jezdna	43
4.7	Sieć powrotna i prądy błądzące.....	50

4.8	Ochrona przeciwporażeniowa i bezpieczeństwo	51
4.9	Połączenia elektryczne w sieci jezdnej i powrotnej	55
4.10	Ochrona odgromowa	56
4.11	Sekcjonowanie sieci jezdnej	57
4.12	Urządzenia sygnalizacyjne, ostrzegawcze i ochronne	65
5	Zakres opracowań technicznych.....	68
5.1	Wymagania ogólne.....	68
5.2	Studium wykonalności	68
5.3	Program funkcjonalno-użytkowy	69
5.4	Projekt budowlany	69
5.5	Projekt wykonawczy	69
5.6	Przedmiar robót.....	70
5.7	Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych	70
6	Ogólne zasady obowiązujące przy budowie i odbiorach sieci trakcyjnych	72
6.1	Wymagania dla personelu wykonawcy	72
6.2	Wymagane zaplecze techniczne wykonawcy	72
6.3	Przepisy i dokumenty obowiązujące wykonawcę przy budowie i modernizacji sieci trakcyjnej	73
6.4	Ogólne zasady obioru nowobudowanych i modernizowanych sieci trakcyjnych	73
6.5	Rodzaje, zakres badań i prób odbiorczych nowobudowanych i modernizowanych sieci trakcyjnych.....	77
6.6	Zestawienie kryteriów oceny oraz dopuszczalne odchyłki	79
7	Ogólne zalecenia do projektowania sieci trakcyjnych dla prędkości $V \geq 160$ km/h .	84
7.1	Sieci trakcyjne dla linii spełniających wymagania interoperacyjności	84
7.2	Wymagania podstawowe.....	88
7.3	Fundamenty i konstrukcje wsporcze.....	92
7.4	Sieć jezdna	93
7.5	Rozjazdy sieciowe.....	96
7.6	Sieć powrotna	96
7.7	Uszynienia	96
7.8	Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa	97
	Załącznik nr 1.....	99
	Załącznik nr 2.....	101

Załącznik nr 3.....	106
Załącznik nr 4.....	107
Załącznik nr 5.....	108
Załącznik nr 6.....	109
Załącznik nr 7.....	114
Załącznik nr 8.....	115
Załącznik nr 9.....	116
Załącznik nr 10.....	117
Załącznik nr 11.....	118
Załącznik nr 12.....	123
Załącznik nr 13.....	125
Tabela zmian.....	126

1 Wstęp

1.1 Podstawa opracowania

Wytyczne projektowania i warunki odbioru sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych dalej zwane Wytycznymi zostały opracowane przez Centralne Biuro Projektowo-Badawcze Budownictwa Kolejowego Kolprojekt w Warszawie Sp. z o.o. na podstawie umowy nr A/10/02d/002/00/5555/05, zawartej pomiędzy w/w podmiotem a Biurem Energetyki Centrali PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

1.2 Przedmiot wytycznych

Przedmiotem wytycznych są uwarunkowania, wymagania i ustalenia techniczne, jakim powinna odpowiadać sieć trakcyjna o napięciu znamionowym 3 kV prądu stałego na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

1.3 Zakres stosowania

Wytyczne przeznaczone są do stosowania przy projektowaniu, budowie i odbiorach nowej lub zmodernizowanej sieci trakcyjnej o napięciu znamionowym 3 kV prądu stałego i związanej z nią ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej, ochrony od prądów błędzących oraz zagadnień ochrony środowiska.

1.4 Określenia

W projektach i we wszystkich dokumentach technicznych dotyczących sieci trakcyjnej, stosuje się określenia podane w normie BN-75/8939-08 [21].

1.5 Symbole i oznaczenia

W projektach i we wszystkich dokumentach technicznych dotyczących sieci trakcyjnej, stosuje się symbole i oznaczenia podane w normie BN-76/3500-12 [22].

1.6 Normy i dokumenty

1.6.1 Normy

- | | | |
|----|-------------------|--|
| 1. | PN-E 05100-1:1998 | Elektroenergetyczne linie napowietrzne |
| | N SEP-E-003 | Elektroenergetyczne linie napowietrzne |

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

- | | | |
|-----|--------------------------|---|
| | PN-EN 50423-1:2005 | Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV do 45 kV włącznie. Cz.1: Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne |
| | PN-EN 50423-2:2005 | Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV do 45 kV włącznie. Cz.2: Wykaz normatywnych warunków krajowych |
| 2. | PN-EN 50122-1:2002 | Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne. Cz.1: Środki ochrony dotyczące bezpieczeństwa elektrycznego i uziemień |
| 3. | PN-EN 50122-2:2003 (U) | Zastosowania kolejowe – Urządzenia stacyjne. Cz.2: Środki ochrony przed oddziaływaniem prądów błędzących wywoływanych przez trakcję elektryczną prądu stałego |
| 4. | PN-EN 12954:2004 | Ochrona katodowa zakopanych lub zatopionych konstrukcji stalowych. Ogólne zasady i zastosowania dotyczące rurociągów |
| 5. | PN-90/B-03200 | Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowe |
| 6. | PN-B-03264:2002 | Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone |
| 7. | PN-93/E-04500 | Elektroenergetyczne stalowe konstrukcje wsporcze. Powłoki ochronne cynkowe zanurzeniowe. |
| 8. | PN-K-91002:1997 | Sieć trakcyjna kolejowa. Osprzęt. Ogólne wymagania i metody badań |
| 9. | PN-EN 1982:2002 | Miedź i stopy miedzi |
| 10. | PN-IEC 1089:1994/A1:2000 | Przewody gołe okrągłe o skręcie regularnym do linii napowietrznych |
| 11. | PN-74/E-90081 | Elektroenergetyczne przewody gołe. Przewody miedziane |
| 12. | PN-EN 1562:2000 | Odlewnictwo. Żeliwo ciągliwe |
| 13. | PN-EN 10025:2002 (U) | Wyroby walcowane na gorąco z niestopowych stali konstrukcyjnych. Warunki techniczne dostawy |

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

- | | | |
|-----|------------------------------------|---|
| 14. | PN-EN 50119:2002 | Zastosowania kolejowe - Urządzenie stosowane
- Sieć jezdna górna trakcji elektrycznej |
| 15. | PN-EN 50149:2002 | Zastosowania kolejowe - Urządzenie stosowane
- Trakcja elektryczna. Profilowane druty jezdne
z miedzi i jej stopów |
| 16. | PN-E-90090:1996 | Przewody jezdne z miedzi i miedzi
modyfikowanej |
| 17. | PN-EN 50124-1:2001/ A1:2004
(U) | Zastosowania kolejowe - Koordynacja izolacji -
Cz.1: Podstawowe wymagania, odstępny,
odległości dla wyładowań pełzających |
| 18. | PN-EN 50206-1:2002 (U) | Zastosowania kolejowe – Tabor - pantografy.
Charakterystyki i badanie - Cz.1: Pantografy
pojazdów linii głównych |
| 19. | PN-K-91001:1997 | Elektryczne pojazdy trakcyjne. Odbieraki prądu.
Wymagania i metody badań |
| 20. | BN-75/8939-08 | Sieć trakcyjna kolejowa. Podział, nazwy
i określenia |
| 21. | BN-76/3500-12 | Sieć trakcyjna kolejowa. Symbole graficzne
i oznaczenia |
| 22. | BN-69/9317-75 | Osprzęt. Tablica numerowa |
| 23. | BN-85/9317-90 | Sieć trakcyjna kolejowa. Roboty fundamentowo
– słupowe. Wymagania i badania przy odbiorze |
| 24. | BN-78/9317-87 | Osprzęt. Odgromnik rozkowy |
| 25. | PN-EN 10020:2002 | Definicja i klasyfikacja gatunków stali |
| 26. | PN-K-89000:1997 | Sieć trakcyjna kolejowa. Osprzęt. Tablice
ostrzegawcze przed porażeniem prądem
elektrycznym |
| 27. | PN-86/H-84018 | Stal niskostopowa o podwyższonej
wytrzymałości. Gatunki |
| 28. | ZN-89/MTZiŁ-CBP-10 | Sieć trakcyjna kolejowa. Słupy żelbetowe.
Obliczenia statyczne i projektowanie |
| 29. | ZN-87/MTZiŁ-CBP-11 | Sieć trakcyjna kolejowa. Stalowe konstrukcje
wsporcze. Obliczenia statyczne i projektowanie |
| 30. | ZN-KFK-019:2000 | Przewody jezdne z miedzi srebrzej |
| 31. | PN-77/H-82120 | Miedź. Gatunki |

- | | | |
|-----|------------------------|--|
| 32. | BN-85/9317-92 | Sieć trakcyjna kolejowa. Sieć jezdna i powrotna.
Wymagania i badania przy odbiorze |
| 33. | PN-81/B-03020 | Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie
budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie |
| 34. | BN-76/9317-110 | Sieć trakcyjna kolejowa. Wskaźniki. Wymiary |
| 35. | BN-77/9317-115 | Sieć trakcyjna kolejowa. Człon osłony przed
porażeniem prądem |
| 36. | PN-92/E-05024 | Ochrona przed korozją – Ograniczenie upływu
prądów błędzących z trakcyjnych sieci
powrotnych prądu stałego |
| 37. | PN-EN 50367:2006 (U) | Zastosowania kolejowe – Systemy odbioru
prądu – Kryteria techniczne dotyczące
wzajemnego oddziaływania między pantografem
a siecią jezdną górną |
| 38. | PN-EN 50318:2003 (U) | Zastosowania kolejowe. Systemy odbioru prądu.
Walidacja symulacji oddziaływania
dynamicznego pomiędzy pantografem a siecią
jezdną górną. |
| 39. | Karta UIC 799-1 2000-6 | Characteristics of direct-current overhead
contact systems for lines worked at speeds of
over 160 km/h and up to 250 km/h |
| 40. | PN-EN 50388:2006 (U) | Zastosowania kolejowe – Zasilanie energią
a tabor – Kryteria techniczne dotyczące
koordynacji zasilania energią (podstacja)
z taborem w celu uzyskania interoperacyjności |

W zestawieniu ujęto także normy wycofane ale zawierające znaczące sformułowania i ustalenia dla projektowania, budowy lub eksploatacji sieci trakcyjnej.

1.6.2 Dokumenty

- A. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane z późniejszymi zmianami i uzupełnieniami - Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414.
- B. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie - Dz.U. 1998 nr 151 poz. 987 z późn. zmianami.

- C. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji - Dz.U. 2005 nr 172 poz. 1444.
- D. Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać urządzenia stałe zasilania trakcji elektrycznej PKP:
 - Cz. 1 Ogólna,
 - Cz. 4 Sieć trakcyjna 3 kV prądu stałego,
 - Cz. 5 Zasilanie odbiorów nieatrakcyjnych.

Zespół Rzeczoznawców Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji,
PKP 1991 r.

- E. Katalog Sieci Trakcyjnej Podwieszenia Rurowe. Centralne Biuro Projektowo-Badawcze Budownictwa Kolejowego "KOLPROJEKT" Spółka z o.o. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2004 r.
- F. Wytyczne odbioru i eksploatacji fundamentów palowych stosowanych na liniach kolejowych dla ustawiania konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2006 r.
- G. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego - Dz.U. 2003 nr 120 poz. 1133.
- H. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego - Dz.U. 2004 nr.202 poz. 2072.
- I. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach - Dz.U. 2003 nr 220 poz. 2181
- J. Wytyczne projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym na liniach kolejowych. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2006 r.
- K. Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych z późniejszymi zmianami i uzupełnieniami - Dz.U. 2004 nr 19 poz. 177.
- L. Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie – Dz.U. 2006 nr 83 poz. 578.

M. TSI PRM - Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1300/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności odnoszących się do dostępności kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób z ograniczoną możliwością poruszania się.

1.7 Ważniejsze akty prawne

1.7.1 Projektowanie i realizacja

1.7.1.1 Proces realizacji inwestycji użytku publicznego jest procesem wieloetapowym i wielofazowym. Częścią składową tego procesu są procedury przetargowe, spełniające wymagania ustawy Prawo zamówień publicznych [K].

1.7.1.2 W procesie realizacji inwestycji wyróżnia się następujące istotne fazy:

- a) wstępne przygotowanie inwestycji (studium wykonalności, program funkcjonalno-użytkowy),
- b) dokumentacja projektowa (projekt budowlany, projekt wykonawczy, przedmiar robót, informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony środowiska jeśli jest wymagana),
- c) wykonawstwo (budowa),
- d) projekt powykonawczy,
- e) odbiór robót.

1.7.1.3 W zakresie projektowania sieci trakcyjnej podstawowymi dokumentami stanowiącymi o wymaganiach wobec projektanta są:

- a) Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane [A];
- b) Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 987 z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie [B];
- c) Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie [L];
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [G];
- e) Obowiązujące dyrektywy i decyzje UE;
- f) Warunki Kontraktowe Międzynarodowej Federacji Inżynierów Konsultantów (FIDIC);
- g) Normy: PN-EN, PN, BN, ZN; Karty IEC i UIC; oraz Standardy Techniczne;

- h) Katalog sieci trakcyjnej. Podwieszenia rurowe. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2004 r. [E].

1.7.2 Ustawa Prawo budowlane

1.7.2.1 Proces projektowy jest regulowany przez ustawę Prawo budowlane [A]. w związku z tym wszystkie etapy projektowania muszą być przeprowadzone zgodnie z w/w ustawą.

1.7.2.2 Projektantem i sprawdzającym projekty sieci trakcyjnej musi być osoba posiadająca uprawnienia do projektowania w odpowiedniej specjalności a także posiadająca prawo do wykonywania zawodu, zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie” [L] oraz zgodnie z ustawą Prawo budowlane [A].

1.7.2.3 Podstawowe obowiązki projektanta określa ustawa Prawo budowlane [A].

1.7.3 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 987 z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie [B]

1.7.3.1 Rozporządzenie MT i GM ustala warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe oraz ich usytuowanie, przy zachowaniu przepisów prawa budowlanego, odrębnych ustaw, a także wymagań polskich norm.

1.7.3.2 Rozporządzenie zawiera podział linii kolejowych na kategorie:

- a) kategoria 0 – linie magistralne, $120 < V_{max} \leq 250$ km/h,
- b) kategoria 1 – linie pierwszorzędne, $80 < V_{max} \leq 120$ km/h,
- c) kategoria 2 – linie drugorzędne, $60 < V_{max} \leq 80$ km/h,
- d) kategoria 3 – linie znaczenia miejscowego, $V_{max} \leq 60$ km/h.

1.7.4 Dyrektywy UE i Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności

1.7.4.1 W zakresie projektowania, odbioru oraz wykonania sieci jezdnej obowiązują (lub są opracowywane) następujące akty prawne UE związane z wymaganiami interoperacyjności:

- a) Dyrektywa 2001/16/EC Parlamentu Europejskiego i rady UE z dnia 19 marca 2001 r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych,

- b) Dyrektywa 1996/48/EC Rady UE z dnia 23 lipca 1996 r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości,
- c) Dyrektywa 2004/50/EC Parlamentu Europejskiego i Rady UE zmieniająca Dyrektywę Rady UE 1996/48/EC w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości i Dyrektywę 2001/16/EC Parlamentu Europejskiego i Rady UE w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych,
- d) Decyzja Komisji 2002/732/EC z dnia 30 maja 2002 r. odnosząca się do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności podsystemu Infrastruktura transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości,
- e) Decyzja Komisji 2002/733/EC z dnia 30 maja 2002 r. odnosząca się do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności podsystemu „Energia” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości,
- f) Projekt Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności w odniesieniu do podsystemu „Energia” dla transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości z dnia 15 lutego 2005 r., (zgodnie z Dyrektywą 96/48/EC zmodyfikowaną przez Dyrektywę 2004/50/EC).

1.7.4.2 Dyrektywy 2001/16/EC i 96/48/EC przyjęto dla ustanowienia warunków, które mają być spełnione w celu osiągnięcia na terytorium Wspólnoty interoperacyjnego transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości. Warunki te dotyczą projektowania, budowy, odbudowy (odnowienia), modernizacji, przekazywania do eksploatacji oraz eksploatacji i utrzymania części tego systemu po wejściu w życie Dyrektyw.

2 Wymagania podstawowe

2.1 Skrajnia pozioma i pionowa

- 2.1.1 Na liniach kolejowych normalnotorowych dla usytuowania konstrukcji wsporczych i fundamentów sieci trakcyjnej obowiązuje skrajnia pozioma i pionowa, która określona została w „Standardach Technicznych szczegółowych warunkach technicznych dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h Tom II Skrajnia budowlana linii kolejowych”.
- 2.1.2 Zabudowa konstrukcji wsporczej na peronie powinna spełniać wymagania w zakresie trasy wolnej od przeszkód, określone w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie - Dz.U. 1998 nr 151 poz. 987 z późn. zmianami [B] oraz TSI PRM [Ł].

2.2 Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego

- 2.2.1 Nominalna wysokość zawieszenia przewodu jezdnego nad główką szyny, mierzona prostopadle do płaszczyzny przechodzącej przez powierzchnie toczne szyn, zgodnie z „Warunkami technicznymi utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych” Id-1 [Ł] powinna wynosić 5600 mm. Dopuszcza się stosowanie innej wysokości w przedziale 5200÷5600 mm za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
- 2.2.2 Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego w tunelach, pod mostami, wiaduktami lub innymi budowlami może być, w razie konieczności mniejsza, niż podano w p-kcie 2.2.1. z tym, że należy zapewnić minimalną odległość 200 mm od skrajni taborowej lub ładunkowej obowiązującej dla danej linii kolejowej.
- 2.2.3 Minimalna wysokość zawieszenia przewodu nie może wynosić mniej niż 4900 mm natomiast maksymalna 6200 mm, z tym, że wartość 4900 mm jest dopuszczalna wyłącznie dla obiektów niemodernizowanych.
- 2.2.4 Dla sieci jezdnych torów bocznych, prowadzonych pod obiektami inżynierskimi i inżynieryjnymi, przy obliczaniu wysokości zawieszenia przewodu jezdnego należy uwzględniać występowanie sadzi.
- 2.2.5 Poziom dowolnego przewodu sieci jezdnej nie może być niższy od poziomu przewodu jezdnego toru, do którego ten przewód należy, w najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych.

2.3 Odległość sieci jezdnej od obiektów uziemionych lub uszynionych

- 2.3.1 Odległość pomiędzy elementami sieci jezdnej lub odbierakiem prądu znajdującym się pod napięciem, a przedmiotami uziemionymi lub uszynionymi powinna, w najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych, wynosić co najmniej 200 mm, o ile w dalszej części nie jest postanowione inaczej.
- 2.3.2 Odległość podana w p-kcie 2.3.1. może być zmniejszona do 150 mm (nie dotyczy odbieraka prądu), jeżeli zbliżenie w czasie jazdy taboru, uniemożliwione jest przez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji. Zmniejszenie do 150 mm nie może być stosowane w sieciach przeznaczonych do prędkości 160 km/h i powyżej.
- 2.3.3 Odległość sieci jezdnej lub jej elementów będących pod napięciem od części urządzeń sygnalizacji wzrokowej oraz od części urządzeń oświetlenia zewnętrznego zasilanych linią kablową, powinna wynosić co najmniej:
- a) 1500 mm od słupa sygnalizatora oraz od krawędzi oprawy oświetleniowej. w odniesieniu do urządzeń oświetleniowych odległość ta powinna być mierzona w płaszczyźnie poziomej,
 - b) 1000 mm od krawędzi oprawy sygnalizatora oraz od ramienia i przesłony latarni semafora ramiennego i innych elementów sygnalizacji wzrokowej. Dopuszcza się, za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., zmniejszenie odległości od ramienia semafora i przesłony latarni semafora ramiennego do 600 mm.

Odległości te powinny być zachowane we wszystkich położeniach pracy elementów sygnalizatorów i oświetlenia zewnętrznego przy najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych.

- 2.3.4 Odległości, o których mowa w p-kcie 2.3.3. mogą być zmniejszone, w odniesieniu do urządzeń sygnalizacji wzrokowej, jeżeli pomiędzy konstrukcją sygnalizacji a elementem sieci jezdnej znajdującym się pod napięciem zostanie zamontowana odpowiednia osłona. Odległość pomiędzy dowolnym elementem sygnalizacji wzrokowej a osłoną powinna wynosić co najmniej 300 mm.
- 2.3.5 Dopuszcza się umieszczanie na konstrukcjach wsporczych sieci jezdnej sygnalizatorów świetlnych pod warunkiem odpowiedniego zabezpieczenia chroniącego personel konserwujący te urządzenia i od nadmiernego zbliżenia do elementów sieci będących pod napięciem, stosownie do wymagań pkt 2.3.4.

- 2.3.6 Odległość sieci jezdnej lub jej elementów będących pod napięciem od żurawi wodnych, powinna wynosić co najmniej:
- a) 1500 mm od kolumny żurawia i wysięgnicy w położeniu zasadniczym (wysięgnica ustawiona równolegle do toru),
 - b) 1000 mm od latarni sygnału „ZZ”, w każdym położeniu wysięgnicy,
 - c) 300 mm od wysięgnicy w położeniu pracy (wysięgnica ustawiona prostopadle do toru).
- 2.3.7 Odległość pozioma między siecią jezdnią lub jej elementami będącymi pod napięciem, a łatwo dostępnymi częściami budowli usytuowanych w pobliżu torów powinna, przy bezwietrznej pogodzie, wynosić co najmniej 2000 mm.
- 2.3.8 Odległość wymieniona w pkt 2.3.7. może być zmniejszona, jeżeli na łatwo dostępnej części budowli albo pomiędzy łatwo dostępną częścią budowli a elementami sieci, zostanie zamontowana metalowa uszyniona osłona, odpowiadająca wymaganiom pkt 4.12.4.
- 2.3.9 Odległość pomiędzy osłoną a elementami sieci znajdującymi się pod napięciem powinna wynosić:
- a) 1000 mm dla osłon wykonanych z siatki,
 - b) 300 mm dla osłon pełnych (bez otworów).

Odległości te dotyczą najniekorzystniejszych obliczeniowych warunków atmosferycznych.

- 2.3.10 Odległość pozioma pomiędzy siecią jezdnią lub jej elementami będącymi pod napięciem, a trudno dostępnymi częściami budowli usytuowanych w pobliżu torów powinna wynosić co najmniej 800 mm, przy najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych. Stosowanie mniejszych odległości wymaga specjalnych środków zabezpieczających i powinno być uzgodnione z PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
- 2.3.11 Odległość pionowa elementów sieci jezdnej znajdujących się pod napięciem (z wyjątkiem przewodów) od poziomu peronu powinna wynosić co najmniej 4640 mm. Odległość ta może być, za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., zmniejszona, jednakże nie może być mniejsza od 3890 mm.

2.4 Skrzyżowania i zbliżenia sieci jezdnej z innymi sieciami elektrycznymi

2.4.1 Skrzyżowania i zbliżenia napowietrznych linii elektroenergetycznych z przewodami sieci trakcyjnej powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-E-05100-1:1998 [2].

2.4.2 Skrzyżowania napowietrznych linii elektroenergetycznych niskiego napięcia z przewodami sieci trakcyjnej są niedozwolone.

2.4.3 Przy skrzyżowaniu linii elektroenergetycznej z linią kolejową zelektryfikowaną, odległość pionowa (h) przewodów linii elektroenergetycznej od przewodów sieci trakcyjnej (jezdnych, nośnych, zasilających) powinna wynosić co najmniej:

a) przy skrzyżowaniu z linią o napięciu od 1 kV do 110 kV:

$$h = 2 + \frac{U}{150} [m]$$

b) przy skrzyżowaniu z linią o napięciu wyższym niż 110 kV:

$$h = 2,5 + \frac{U}{150} [m]$$

gdzie:

U – napięcie znamionowe linii elektroenergetycznej w [kV].

2.4.4 Zaleca się, aby skrzyżowanie linii elektroenergetycznej z siecią trakcyjną występowało w środku rozpiętości przęsła sieci jezdnej. Minimalne odległości poziome skrajnego przewodu linii elektroenergetycznej od konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej powinny wynosić:

- a) 5 m dla linii od 1 kV do 15 kV,
- b) 10 m dla linii powyżej 15 kV do 30 kV,
- c) 15 m dla linii powyżej 30 kV.

2.4.5 Odległość pionowa najniższego przewodu nieuziemionego krzyżującej linii elektroenergetycznej od dźwigara bramki lub wierzchołka indywidualnej konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej, przy odległości poziomej najbliższej zlokalizowanego przewodu mniejszej od 10 m, powinna być zgodna z wymaganiami normy PN-E-05100-1:1998 [2] pkt 16.2. – tablica 17 lp.3.

2.4.6 Skrzyżowania napowietrznych linii telekomunikacyjnych z przewodami sieci trakcyjnej są niedozwolone.

2.5 Prowadzenie linii elektrycznych na wspólnych konstrukcjach z siecią jezdną

- 2.5.1 Na liniach kolejowych dostosowanych do prędkości $V \leq 120$ km/h dopuszcza się prowadzenie, po konstrukcjach wsporczych sieci jezdnej, przewodów linii elektroenergetycznych średniego napięcia (LPN) zasilających obiekty związane z prowadzeniem ruchu pociągów.
- 2.5.2 Linie elektroenergetyczne średniego napięcia prowadzone po konstrukcjach wsporczych sieci jezdnej powinny odpowiadać wymaganiom „Warunków technicznych... cz. 5. Zasilanie odbiorów nietrakcyjnych” [D].
- 2.5.3 Prowadzenie po konstrukcjach sieci jezdnej przewodów linii telekomunikacyjnych, bez względu na ich typ, jest zabronione.

2.6 Zbliżenia sieci jezdnej do budowli i urządzeń specjalnych

- 2.6.1 Prowadzenie sieci jezdnej w rejonie myjni
 - 2.6.1.1 Sieć jezdna toru, na którym znajduje się urządzenie do mycia taboru powinna odpowiadać wymaganiom zawartym w pkt 4.11.4.7.
- 2.6.2 Prowadzenie sieci jezdnej w pobliżu zbiorników i dystrybutorów z łatwopalnymi cieczami
 - 2.6.2.1 Nie należy elektryfikować toru, na którym odbywa się przetaczanie paliw płynnych a także torów przyległych (równoległych), jeżeli międzytorza wynoszą mniej niż 6 m.
 - 2.6.2.2 Tory, na których odbywa się napełnianie i opróżnianie cystern należy elektrycznie odizolować od torów, nad którymi zawieszona jest sieć jezdna, a które stanowią sieć powrotną dla prądów trakcyjnych.
 - 2.6.2.3 Wykonanie izolacji, o której mowa w pkt 2.6.2.2. powinno spełniać wymagania normy PN-EN 50122-2:2003 [4].
- 2.6.3 Prowadzenie rurociągów i kabli usytuowanych nad siecią jezdną
 - 2.6.3.1 Rurociągi i kable prowadzone nad siecią jezdną we wnękach (w cieniu belek nośnych), pod obiektem inżynierskim, powinny być umieszczane co najmniej 150 mm nad dolną krawędzią belek głównych obiektu.
 - 2.6.3.2 Rurociągi i kable układane na uszynionych, poprzez iskierniki niskonapięciowe lub ograniczniki niskonapięciowe, mostach lub wiaduktach powinny mieć odpowiednie izolacyjne osłony ochronne, specjalnie wzmocnione, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12954:2004 [5].

3 Ogólne zasady obowiązujące przy projektowaniu nowych typów sieci trakcyjnych

3.1 Wymagania ogólne

3.1.1 Strefy klimatyczne

3.1.1.1. Przy projektowaniu nowej sieci trakcyjnej w obliczeniach wartości charakterystycznych należy uwzględnić wymagania wynikające z przyjętych w Polsce stref klimatycznych podanych w normie PN-E-05100-1:1998 [2].

3.1.2 Temperatuty charakterystyczne

3.1.2.1. W obliczeniach nowej sieci jezdnej należy przyjmować następujące temperatury charakterystyczne:

- a) temperatura minimalna (mrozu) - 25° C
- b) temperatura przy sadzi - 5° C
- c) temperatura normalna + 10° C
- d) temperatura przy wietrze + 15° C
- e) temperatura maksymalna (upału) + 40° C

3.1.3 Obciążenia mechaniczne

3.1.3.1 Obciążenia trwałe:

- a) ciężar przewodu i osprzętu sieci jezdnej,
- b) naciąg przewodów.

3.1.3.2 Obciążenia doraźne:

- a) ciężar sadzi,
- b) parcie wiatru,
- c) nacisk odbieraka prądu,
- d) obciążenia przy montażu sieci,
- e) obciążenia przy zerwaniu przewodów.

3.1.4 Obciążenia sady

- 3.1.4.1 Obciążenia sadią przewodów sieci jezdnej należy określać wg normy PN-E-05100-1:1998 [2] tabl. 4 - bez uwzględniania sadi katastrofalnej.
- 3.1.4.2 W obliczeniach nie należy uwzględniać ciężaru sadi na wieszakach, osprzęcie sieci oraz konstrukcjach wsporczych.
- 3.1.5 Obciążenia wiatrem
- 3.1.5.1 Obciążenia wiatrem należy obliczać wg normy PN-E-05100:1998 [2]
- 3.1.5.2 Dla przewodów i elementów usytuowanych od poziomu terenu w odległości pionowej do 10 m, należy przyjmować prędkość wiatru wg wyżej wymienionej normy (tabl. 2) jak dla zakresu 10-16 m.
- 3.1.5.3 Współczynnik opływu K dla przewodów sieci łańcuchowej, należy obliczać z uwzględnieniem wpływu wieszaków, uchwytów i zacisków.
- 3.1.5.4 Współczynnik opływu K dla lin nośnych należy przyjmować, bez uwzględnienia wpływu wieszaków i uchwytów wieszakowych:
- dla pojedynczej liny wg normy PN-E-05100-1:1998 [2] tabl. 3,
 - dla dwóch lin usytuowanych pionowo w odległości poniżej 50 mm - jak dla pojedynczych lin powiększony o 15%,
 - dla dwóch lin usytuowanych pionowo w odległości równej i powyżej 50 mm - jak dla pojedynczych lin.
- 3.1.5.5 Współczynnik opływu K dla przewodu jezdnego D_{jp} 100 należy przyjmować:
- a) bez uwzględniania wpływu wieszaków i uchwytów wieszakowych:
- dla pojedynczego przewodu - $K=1,16$,
 - dla dwóch przewodów usytuowanych poziomo w odległości $70\div 100$ mm - $K=1,70$,
- b) z uwzględnieniem wpływu wieszaków i uchwytów wieszakowych:
- dla pojedynczego przewodu - $K=1,20$,
 - dla dwóch przewodów usytuowanych poziomo w odległości $70\div 100$ mm - $K=1,76$,
 - dla dwóch przewodów usytuowanych poziomo w odległości $70\div 100$ mm, na nasypach o wysokości powyżej 5 m - $K=2,06$.
- 3.1.5.6. Współczynnik opływu K dla przewodu jezdnego D_{jp} 150 należy przyjmować:

- a) bez uwzględniania wpływu wieszaków i uchwytów wieszakowych:
- dla pojedynczego przewodu - $K=1,20$,
 - dla dwóch przewodów usytuowanych poziomo w odległości $70\div 100$ mm - $K=1,76$.
- b) z uwzględnieniem wpływu wieszaków i uchwytów wieszakowych:
- dla pojedynczego przewodu - $K=1,24$,
 - dla dwóch przewodów usytuowanych poziomo w odległości $70\div 100$ mm - $K=1,82$.

3.1.6 Nacisk odbieraka prądu

3.1.6.1 Do obliczeń parametrów sieci jezdnej należy przyjmować:

- a) nacisk statyczny - 12 daN,
b) nacisk dynamiczny, przy jeździe z prędkością do 100 km/h - 15 daN,
c) nacisk dynamiczny, przy jeździe z prędkością powyżej 100 km/h - 20 daN.

3.1.7 Obciążenia przy montażu sieci i zerwaniu przewodów

3.1.7.1 W obliczeniach parametrów sieci należy uwzględniać siły występujące w czasie montażu oraz zerwania przewodów. Wielkość ich ma wpływ na określenie nośności konstrukcji wsporczych.

3.2 Fundamenty i konstrukcje wsporcze

3.2.1 Fundamenty

- 3.2.1.1 Obliczenia statyczne i projektowanie nowych fundamentów konstrukcji wsporczych należy dokonywać w oparciu o obowiązujące normy i przepisy oraz parametry geotechniczne podłoża gruntowego linii kolejowych.
- 3.2.1.2 Wartości parametrów geotechnicznych podłoża gruntowego powinny być ustalane na podstawie badań przeprowadzanych wzdłuż linii kolejowej (szlaki) lub w określonych miejscach (stacje).
- 3.2.1.3 Dopuszcza się określenie parametrów na podstawie praktycznych doświadczeń projektowania fundamentów danego rodzaju na podobnych terenach (opinia służb lokalnych kolei) lub na podstawie oględzin. Uogólnione parametry geotechniczne gruntu można przyjmować wg tablicy 1 - załącznik nr 2.

- 3.2.1.4 Dla konstrukcji o zwiększonych wymaganiach niezawodnościowych jak wieże zawieszonych poprzecznych, bramki o dużej rozpiętości lub lokalizacje w szczególnie złożonych warunkach gruntowych, parametry geotechniczne powinny być określone na podstawie badań, w miejscu usytuowania konstrukcji.
- 3.2.1.5 Badania gruntu powinny być wykonywane w postaci wierceń i sondowań dla określenia jego rodzaju i stanu. Ponadto należy określić poziom wody gruntowej (gdy jest wyższy od 2 m poniżej główki szyny).
- 3.2.1.6 Wymagana głębokość wierceń powinna być większa od wielkości będącej sumą głębokości posadowienia i powiększonej o szerokości fundamentu. Dla fundamentów palowych głębokość ta powinna wynosić nie mniej niż 1 m poniżej projektowanej głębokości posadowienia, zgodnie z „Wytycznymi odbioru...” pkt 1a. [F].
- 3.2.1.7 Przy obliczaniu fundamentów należy uwzględnić miarodajne przekroje poprzeczne podtorza określone w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 roku [B].
- 3.2.1.8 Należy poza tym brać pod uwagę szczególne warunki posadowienia fundamentów na skarpie nasypu oraz w pobliżu rowów odwadniających.
- 3.2.1.9 W przypadku projektowania fundamentów na terenach objętych eksploatacją górniczą należy dodatkowo uwzględnić wymagania dotyczące posadowienia na tych terenach.
- 3.2.2 Konstrukcje wsporcze
 - 3.2.2.1 Obliczenia statyczne i projektowanie stalowych konstrukcji wsporczych należy dokonywać na podstawie normy ZN-89/MTŻiŁ-CBP-11 [30] oraz PN-90/B- 03200 [6].
 - 3.2.2.2 Obliczenia statyczne i projektowanie żelbetowych konstrukcji wsporczych należy dokonywać na podstawie norm PN-B-03264:2002 [7] i ZN-88/MTŻiŁ-CBP-10 [29].
 - 3.2.2.3 Projektowanie fundamentów i konstrukcji wsporczych powinno uwzględniać wymagania podane w normie PN-B-03264:2002 [7] i BN-85/9317-90 [24].
 - 3.2.2.4 Dla określenia wielkości obciążeń poziomych i pionowych konstrukcji wsporczych należy korzystać z ustaleń w punktach 3.1.3., 3.1.4., 3.1.5.
 - 3.2.2.5 Na konstrukcje wsporcze zaleca się stosowanie stalowych wyrobów walcowanych w postaci kątowników, ceowników i dwuteowników szerokostopowych.

3.3 Sieć jezdna

3.3.1 Obliczenia i ustalenia podstawowe

3.3.1.1 Podstawowe obliczenia i ustalenia dla projektowanej sieci jezdnej obejmują:

- a) ustalenie przekrojów i materiałów przewidywanych na przewody sieci, pod kątem wymaganego przesyłu energii i dostosowania do założonej prędkości prowadzenia ruchu pociągów,
- b) obliczenia jednostkowych mechanicznych obciążeń poziomych i pionowych liny nośnej, przewodów jezdnych oraz całej sieci,
- c) ustalenie rozpiętości normalnego przęsła na prostej spełniającej wymagania dopuszczalnego wychylenia przewodów oraz stref klimatycznych,
- d) ustalenie długości przęseł naprężenia izolowanego i zwartego,
- e) ustalenie długości odcinka naprężenia (sekcji),
- f) obliczenia lin nośnych i ustalających dla ewentualnych zawieszek poprzecznych,
- g) poza podstawowymi obliczeniami należy ustalić parametry dla ewentualnych przewodów wzmacniających, przewodów uszyniających, łączników sieci jezdnej i powrotnej; przewodów połączeń elektrycznych, odciągów sieciowych, wysięgników podwieszek sieci jezdnej, rodzaju urządzeń naprężających itp.

3.3.1.2 Zaleca się dla nowych typów sieci jezdnej, stosowanie wysokości konstrukcyjnych:

- a) 1,70 m dla sieci szlakowych i torów głównych zasadniczych stacji,
- b) 1,30 m dla sieci stacyjnych.

3.3.1.3 Podstawowe wzory zalecane do obliczeń sieci jezdnych podane są w załączniku nr 3.

3.3.1.4 Ogólne zalecenia dla projektowania sieci jezdnych dla prędkości $V \geq 160$ km/h podane są w rozdziale 7.

3.3.1.5 Dla nowych konstrukcji sieci jezdnych należy sporządzać metrykę, której wzór stanowi załącznik nr 4.

3.3.1.6 Nowoprojektowane konstrukcje sieci jezdnych powinny być poddane terenowym badaniom współpracy z odbierakiem prądu, określającym ich przydatność do założonej prędkości jazdy oraz uzyskać świadectwo dopuszczające do stosowania.

3.3.2 Przewód jezdny

3.3.2.1 Naprężenie w przewodzie jezdnym, przy temperaturze $t_m = -25^\circ\text{C}$ (obliczone dla rzeczywistego przekroju nowego przewodu) nie może przekraczać naprężenia dopuszczalnego:

- a) dla przewodu z miedzi twardej - 120 MPa,
- b) dla przewodu ze stopów miedzi - 120÷175 MPa,
- c) dla przewodów z innych materiałów – wartość ustalona przez właściwą placówkę naukowo-badawczą.

3.3.2.2 Przy skompensowanym zawieszeniu przewodu naprężenie obliczeniowe przewodów z miedzi twardej nie może przekroczyć 100 MPa, zaś przewodów z innych materiałów 80% dopuszczalnego naprężenia.

3.3.3 Lina nośna

3.3.3.1 Naprężenie w linie nośnej, przy temperaturze $t_m = -25^\circ\text{C}$ oraz przy temperaturze $t_s = -5^\circ\text{C}$ i obciążeniu sieci sadią, nie może przekraczać podanego naprężenia dopuszczalnego:

- a) dla miedzi przewodowej twardej, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 390 MPa – 185 MPa,
- b) dla miedzi przewodowej twardej, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 340 MPa – 170 MPa,
- c) dla miedzi kadmowej, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 590 MPa – 295 MPa,
- d) dla brązu krzemowego, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 490 MPa – 245 MPa,
- e) dla stali, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 1180 MPa – 470 MPa,
- f) dla lin z innych materiałów dopuszczalne naprężenie powinno być określone przez właściwą placówkę naukowo-badawczą.

3.3.3.2 Przy skompensowanym zawieszeniu liny nośnej naprężenia obliczeniowe nie mogą przekraczać:

- a) dla miedzi przewodowej twardej - 135 MPa,
- b) dla miedzi kadmowej - 245 MPa,
- c) dla brązu krzemowego - 195 MPa,
- d) dla stali - 325 MPa,

- e) dla lin z innych materiałów – wielkości określonej przez właściwą placówkę naukowo-badawczą.

3.3.4 Normalne przęsło

3.3.4.1 Największą obliczeniową rozpiętość przęsła na prostej określa się z warunku, aby przy parciu wiatru na przewody sieci nie zostało przekroczone dopuszczalne wychylenie przewodu lub przewodów jezdnych od osi toru, wynoszące:

- a) 500 mm dla sieci dostosowanych do prędkości $V \leq 160$ km/h,
b) 400 mm dla sieci dostosowanych do prędkości $V > 160$ km/h.

3.3.4.2 Dla prędkości jazdy ponad 120 km/h należy rozpiętość dodatkowo określić z warunków zagwarantowania właściwej dynamicznej współpracy sieci jezdnej z odbierakiem prądu.

3.3.4.3 Rozpiętość przęsła na prostej, wynikająca z dopuszczalnego wychylenia przewodów jezdnych przy wietrze, powinna być obliczana dla odsuwów:

- a) sieci dostosowanych do prędkości $V \leq 160$ km/h:
- $z_1 = +300$ mm i $z_2 = -300$ mm lub $z_1 = -300$ mm i $z_2 = +300$ mm,
 - $z_1 = +150$ mm i $z_2 = -300$ mm lub $z_1 = -150$ mm i $z_2 = +300$ mm,
 - $z_1 = 0$ i $z_2 = \pm 150$ mm.

b) sieci dostosowanych do prędkości $V > 160$ km/h:

- $z_1 = +200$ mm i $z_2 = -200$ mm lub $z_1 = -200$ mm i $z_2 = +200$ mm,
- $z_1 = 0$ i $z_2 = \pm 100$ mm.

3.3.4.4 Rozpiętość przęseł na łuku należy określać tak, aby przy dopuszczalnych odsuwach zastosowanych w punktach podwieszenia, przewód lub przewody jezdne, w stanie bezwietrznym, przebiegały po stycznej do osi toru zakreślonej środkiem ślizgacza odbieraka prądu.

3.3.4.5 W sieciach z dwoma przewodami jezdnyimi odsuwy i odchylenia wskutek parcia wiatru, mierzy się od osi toru do osi skrajnego przewodu jezdnego.

3.3.4.6 W sieci z dwoma przewodami jezdnyimi odległość pomiędzy osiami tych przewodów powinna wynosić 80 mm.

3.3.4.7 Odległość pionowa między osią przewodów jezdnych, a osią liny nośnej powinna być nie mniejsza niż 200 mm.

3.3.5 Przęsła naprężenia

3.3.5.1 W nowoprojektowanych sieciach jezdnych należy opracować dwa rodzaje przęseł naprężenia:

- a) izolowane, z połączeniem elektrycznym poprzez rozłącznik lub odłącznik sekcyjny,
- b) zwarte, z bezpośrednim połączeniem elektrycznym.

3.3.5.2 W izolowanym przęśle naprężenia, przy obliczaniu maksymalnej rozpiętości, należy przyjmować:

- a) na odcinku gdzie przewody dwóch sieci prowadzone są równolegle, przewody jezdne sieci od strony wiatru wychylają się od osi toru o wielkość wytworzoną siłą parcia wiatru, zaś przewody jezdne drugiej sieci o połowę tej wielkości,
- b) odległość pozioma prowadzonych równolegle przewodów sieci różnych odcinków naprężenia powinna wynosić, w stanie bezwietrznym co najmniej 200 mm, zaś przy wietrze co najmniej 75 mm (odległości mierzone między osiami najbliższych przewodów),
- c) odległość pionowa prowadzonych równolegle przewodów sieci różnych odcinków naprężenia powinna, w miejscu ich krzyżowania, wynosić dla przewodów gołych co najmniej 200 mm, zaś co najmniej 150 mm dla przewodów, z których krzyżujące górną są w osłonie izolacyjnej (odległości mierzone między osiami najbliższych przewodów),
- d) odległość między elementami osprzętu sieci różnych odcinków naprężenia, należących do różnych obwodów elektrycznych powinna wynosić 200 mm, w najgorszych warunkach atmosferycznych (wiatr). Odległość ta może być w razie konieczności zmniejszona do 150 mm, jeśli są spełnione wymagania pkt 2.3.2.

3.3.5.3 W zwartym przęśle naprężenia, przy obliczaniu maksymalnej rozpiętości należy przyjmować:

- a) na odcinku gdzie przewody dwóch sieci prowadzone są równolegle, przewody jezdne sieci od strony wiatru wychylają się od strony osi toru o wielkość

wywołaną siłą parcia wiatru, zaś przewody jezdne drugiej sieci o połowę tej wielkości,

- b) odległość pozioma prowadzonych równolegle przewodów sieci różnych odcinków naprężenia powinna wynosić, w stanie bezwietrznym co najmniej 200 mm, zaś przy wietrze co najmniej 25 mm (odległości mierzone między osiami najbliższych przewodów),
- c) odległość pionowa prowadzonych równolegle przewodów sieci różnych odcinków naprężenia, w miejscach ich krzyżowania, powinna wynosić co najmniej 150 mm (odległość mierzona między osiami najbliższych przewodów).

3.3.5.4 Długość odcinka wspólnej jazdy, na którym przewody jezdne, w stanie bezwietrznym, położone są na tym samym poziomie, powinna wynosić co najmniej 1 m, lecz nie więcej niż 2 m.

3.3.5.5 Dla nowoopracowywanych sieci jezdnych należy konstruować przęsła naprężenia:

- a) dla sieci dostosowanych do prędkości 120 km/h - trójprzęsłowe czterostupowe,
- b) dla sieci dostosowanych do prędkości powyżej 120 km/h - trójprzęsłowe sześciostupowe, przeznaczone dla sieci na szlakach oraz pięciostupowe lub czterostupowe dla stacji.

3.3.5.6 Przęsła naprężenia trójprzęsłowe sześciostupowe należy opracowywać w taki sposób, aby odległości między podwieszeniami krzyżowymi a konstrukcjami kotwowymi odpowiadały odległości przyjętej między podwieszeniami przelotowymi dla danego typu sieci jezdnej.

3.3.5.7 Przy projektowaniu nowych przęseł naprężenia zaleca się stosowanie:

- a) dla prędkości do 120 km/h - wspólnego kotwienia liny nośnej i przewodów jezdnych,
- b) dla prędkości powyżej 120 km/h - rozdzielonego kotwienia liny nośnej i przewodów jezdnych.

3.3.5.8 Konstrukcja urządzeń naprężających powinna umożliwiać regulację długości kotwionych przewodów co najmniej w granicach do 200 mm, bez konieczności ich skracania lub wydłużania.

3.3.6 Odcinek naprężenia

3.3.6.1 Odcinek naprężenia obustronnie naprężony musi posiadać kotwienie środkowe sieci jezdnej. Sposób rozwiązania kotwienia środkowego powinien zapewniać:

- a) uniemożliwienie przesuwania się sieci wzdłuż toru kolejowego,
- b) ograniczenie szkód awarii do połowy odcinka w przypadku zerwania liny nośnej lub przewodu jezdnej.

3.3.6.2 Na całej długości odcinka naprężenia największe odchylenie ruchomej części wsięgnika od płaszczyzny przechodzącej przez oś konstrukcji wsporczej i prostopadłej do osi toru, nie powinna być większa od 12° , w obliczeniowym przedziale zmienności temperatury.

3.3.6.3 Kotwienia przewodów, naprężanych przy pomocy ciężarów, powinny zapewniać swobodny ruch ciężarów dla obliczeniowego zakresu zmienności temperatury (od -25°C do $+40^\circ\text{C}$). Obliczone teoretycznie granice należy zwiększyć co najmniej o 500 mm, w każdą stronę. w przypadku kotwienia bezciężarowego, zakres naprężania na skali należy nastawić zgodnie z tabliczką znamionową urządzenia.

3.3.6.4 Naciąg w linie kotwienia środkowego powinien być ustalony tak, aby w temperaturze upału najniższy punkt liny znajdował się co najmniej 300 mm powyżej poziomu przewodów jezdnych.

3.3.7 Wsięgniki

3.3.7.1 Wsięgniki (i ich elementy) należy obliczać na obciążenia występujące na skutek działania sił:

- a) poziomych – od parcia wiatru i od naciągu przewodów, w najniekorzystniejszym ich układzie,
- b) pionowych – wywołanych ciężarem zawieszonych elementów sieci wraz z sadzią.

Siły parcia wiatru oblicza się dla przewodów nie pokrytych sadzią.

3.3.7.2 Naprężenia występujące w elementach wsięgnika nie powinny przekraczać naprężeń dopuszczalnych dla materiałów, z których elementy te są wykonywane.

3.3.7.3 Należy tak konstruować wsięgniki i ich elementy mocujące, aby oś obrotu była prostopadła do płaszczyzny poziomej układu torowego. Uchwyt mocujący odciąg ukośnika powinien umożliwiać regulację osi obrotu.

3.3.8 Odciągi sieciowe

3.3.8.1 Liny odciągów sieciowych należy obliczać na obciążenia siłami poziomymi, działającymi w punktach zamocowania przewodów sieci jezdnych, w najbardziej niekorzystnym ich układzie.

3.3.9 Zawieszenia poprzeczne

3.3.9.1 Liny nośne i ustalające zawieszzeń poprzecznych należy obliczać na obciążenia jak dla wysięgników pkt 3.3.7.1.; uwzględniając dla lin nośnych tylko siły pionowe, a dla lin ustalających siły poziome.

3.3.9.2 Do obliczeń należy przyjmować dopuszczalne naprężenia:

- a) dla lin z miedzi lub ich stopów – 25% doraźnej wytrzymałości na rozciąganie,
- b) dla lin z innych materiałów – wielkość dopuszczalnego naprężenia powinna być określona przez właściwą placówkę naukowo-badawczą.

3.3.10 Przewody wzmacniające, uszyniające, łączniki sieci jezdnej i powrotnej

3.3.10.1 Napowietrzne przewody wzmacniające należy obliczać zgodnie z normą PN-E-05100-1:1998 [2]. Naprężenia w przewodach nie mogą przekraczać dopuszczalnych naprężeń normalnych podanych w tablicy nr 8 w/w normy.

3.3.10.2 Naprężenie w przewodach połączeń elektrycznych sieci jezdnej nie powinno przekraczać 5 MPa.

3.3.10.3 Przekrój lin połączeń elektrycznych sieci jezdnych powinien być dostosowany do większego przekroju łączonych sieci jezdnych.

3.3.10.4 Przekrój elektryczny łączników sieci powrotnej powinien być dostosowany do elektrycznego przekroju szyn kolejowych, stanowiących sieć powrotną, lecz nie mniejszy niż 95 mm² Cu.

3.3.11 Wieszaki

3.3.11.1 Wieszaki łączące linę nośną z przewodem lub przewodami jezdnych powinny być tak konstruowane, aby umożliwiały wzajemne ruchy liny i przewodów jezdnych (elastyczne).

3.3.11.2 Konstrukcja powinna zapewniać trwałe usytuowanie wieszaka w miejscu montażu, na linie i przewodach jezdnych, oraz możliwość jego demontażu.

3.3.11.3 Dla sieci jezdnych przeznaczonych do prędkości jazdy pociągów $V \geq 160$ km/h, konstrukcja wieszaka powinna zapewniać przewodzenie prądu.

3.3.11.4 Długość pojedynczego wieszaka nie powinna być mniejsza od 250 mm, a złączka do zakarbowania powinna mieć długość nie mniejszą niż 20 mm.

3.3.12 Osprzęt

3.3.12.1 Osprzęt zamocowany na przewodach jezdnych powinien odznaczać się odpowiednią wytrzymałością i niewielkim ciężarem, aby zapewnić najkorzystniejsze warunki elastyczności sieci jezdnej.

3.3.12.2 Zaciski i złączki powinny być tak zaprojektowane, aby podczas przepływu prądu nie wykazywały spadku napięcia większego niż odcinek przewodu o analogicznej długości, przy czym temperatura tego osprzętu nie powinna być wyższa od temperatury przewodu.

3.3.12.3 Wytrzymałość mechaniczna na rozciąganie uchwytów i złączek powinna być co najmniej równa sile zrywającej przewod. Wytrzymałość mechaniczna uchwytów, dostosowanych do zamocowania dwóch lub więcej przewodów, powinna być co najmniej równa sumie sił zrywających poszczególne przewody.

3.3.12.4 Dobór materiałów do wyrobu osprzętu powinien być dokonywany pod kątem wymagań nowoczesnych metod technologii produkcji jak spawalność, dobra lejność (odlewy), plastyczność (odkuwki) itp.

3.3.12.5 Osprzęt sieci trakcyjnej powinien być tak zaprojektowany, aby elementy łatwiej ulegające naturalnemu zużyciu lub uszkodzeniu mogły być w sposób szybki i łatwy wymieniane.

3.3.12.6 Do łączenia elementów osprzętu, nie zaleca się stosować śrub o wymiarze poniżej M12, o ile zezwalają na to względy konstrukcyjne danego elementu.

3.3.12.7 Grubość elementów osprzętu, wykonanych ze stali profilowej, nie może być mniejsza:

- a) od 3 mm – dla części zabezpieczanych przez zanurzenie w płynnym cynku,
- b) od 4 mm – dla części zabezpieczanych przez malowanie.

3.3.12.8 Osprzęt wykonany ze stali lub żeliwa białego, będący w normalnych warunkach eksploatacyjnych pod napięciem, powinien być pokryty powłoką cynkową chromianowaną wykonaną zgodnie z wymaganiami normy PN-93/E-04500 [8].

- 3.3.12.9 Elementy osprzętu, których powierzchnie są narażone na ścieranie (np. połączenia przegubowe), powinny być ocynkowane metodą zanurzeniową (ogniową). Drobne elementy osprzętu jak artykuły śrubowe oraz części współpracujące, wymagające dokładnego wykończenia, powinny być pokryte metodą galwaniczną o grubości powłoki cynkowej co najmniej 15µm.
- 3.3.12.10 Osprzęt powinien odpowiadać wymaganiom technicznym podanym w normie PN-K-91002:1997 [9] oraz szczegółowym wymaganiom norm przedmiotowych lub rysunków konstrukcyjnych.
- 3.3.12.11 W konstrukcji sieci trakcyjnej należy dążyć do szerokiego stosowania osprzętu używanego w innych gałęziach gospodarki np. elektroenergetyce, spełniającego wymagania urządzeń sieci trakcyjnej.

3.4 Sieć powrotna

- 3.4.1 Sieć powrotną stanowią sieci szyn kolejowych i ich połączenia elektryczne.
- 3.4.2 Na połączenia elektryczne szyn składają się:
- a) łączniki szynowe podłużne – przewody służące do elektrycznego połączenia dwóch szyn tego samego toku,
 - b) łączniki szynowe poprzeczne – przewody służące do elektrycznego połączenia ze sobą obu toków szyn jednego toru (łącznik międzytokowy) lub połączenia ze sobą szyn różnych torów (łącznik międzytorowy),
 - c) dławiki torowe.
- 3.4.3 Projektowane połączenia elektryczne sieci powrotnej powinny spełniać wymagania normy PN-EN 50122-2:2003 [4].

3.5 Ochrona odgromowa sieci jezdnej

- 3.5.1 Sieć jezdna powinna być wyposażona w system ochrony odgromowej z elementami zapewniającymi parametry niezbędne do spełnienia założonych wielkości narażeń dla urządzeń przytorowych srk.
- 3.5.2 Jako ochronę odgromową należy stosować odgromniki rożkowe wg normy BN-78/9317-87 [25] lub ograniczniki przepięć zaworowe oraz półprzewodnikowe.
- 3.5.3 Lokalizacja urządzeń odgromowych nie powinna ujemnie oddziaływać na elementy sterowania ruchem kolejowym (SOT, EON, EOC, liczniki osi).

- 3.5.4 Przy ustalaniu rozstawiania tego rodzaju zabezpieczeń wzdłuż sieci jezdnej, należy oprócz określonej strefy ich działania, uwzględniać obszary o zwiększonej aktywności burzowej.

3.6 Uszynienia

- 3.6.1 Każda konstrukcja wsporcza sieci jezdnej musi być uszyniona w systemie uszynień indywidualnych lub grupowych w układzie otwartym.
- 3.6.2 Jako uszynienie indywidualne należy stosować połączenie konstrukcji wsporczej z zespołem szyn (w systemie bezpośrednim lub otwartym), a w przypadku pojedynczej konstrukcji wsporczej na fundamencie palowym należy stosować tylko uszynienie w układzie otwartym.
- 3.6.3 Jako uszynienie grupowe należy stosować połączenie grupy konstrukcji wsporczych z napowietrzną linią uszyniającą (mocowaną do konstrukcji), połączoną w ustalonych odstępach z zespołem szyn za pomocą ograniczników niskonapięciowych.
- 3.6.4 System uszynienia grupowego w układzie otwartym należy stosować dla sieci trakcyjnej torów szlakowych i torów głównych zasadniczych na stacji, w przypadku konstrukcji wsporczych posadowionych na fundamentach palowych.
- 3.6.5 System uszynienia indywidualnego należy stosować dla sieci trakcyjnych torów szlakowych, głównych zasadniczych, głównych dodatkowych i torów bocznych na stacji, w przypadku konstrukcji wsporczych posadowionych w fundamentach blokowych.
- 3.6.6 W przypadku stosowania na torach głównych dodatkowych i bocznych stacji konstrukcji wsporczych posadowionych na fundamentach palowych należy stosować uszynienie grupowe.
- 3.6.7 Połączenia poprzeczne systemów uszynień grupowych różnych torów nie mogą być prowadzone ponad siecią jezdną.

3.7 Materiały do budowy sieci trakcyjnej

- 3.7.1 Przewody jezdne
- 3.7.1.1 Należy stosować przewody jezdne z miedzi lub jej stopów.

- 3.7.1.2 Własności elektryczne i mechaniczne przewodów jezdnych miedzianych powinny spełniać wymagania normy PN-E-90090:1996 [17].
- 3.7.1.3 Własności elektryczne i mechaniczne przewodów jezdnych wykonanych ze stopów miedzi powinny być zgodne z wymaganiami odpowiednich norm lub określonymi przez odpowiednią placówkę naukowo-badawczą.
- 3.7.1.4 Zaleca się stosowanie przewodów jezdnych z miedzi srebrowej CuAg 0,10 wykonanych wg normy ZN-KFK-019:2000 [31].
- 3.7.1.5 Przekrój znamionowy przewodu jezdnego nie powinien być mniejszy od 100 mm².
- 3.7.2 Liny nośne
- 3.7.2.1 Należy stosować liny nośne z miedzi lub jej stopów.
- 3.7.2.2 Własności elektryczne i mechaniczne lin nośnych miedzianych powinny spełniać wymagania normy PN-74/E-90081 [12].
- 3.7.2.3 Własności elektryczne i mechaniczne lin nośnych wykonanych ze stopów miedzi powinny być zgodne z wymaganiami odpowiednich norm lub określonymi przez odpowiednią placówkę naukowo-badawczą.
- 3.7.2.4 Przekrój znamionowy lin nośnych nie powinien być mniejszy od 70 mm², przy średnicy pojedynczego drutu co najmniej 2 mm.
- 3.7.3 Liny nośne i ustalające zawiesznień poprzecznych
- 3.7.3.1 Liny nośne i ustalające zawiesznień poprzecznych powinny spełniać wymagania określone w p-kcie 3.7.2.
- 3.7.4 Przewody wzmacniające, uszyniające, łączniki sieci jezdnej i powrotnej oraz uszynienia
- 3.7.4.1 Własności elektryczne i mechaniczne przewodów wzmacniających i uszyniających powinny spełniać wymagania norm PN-IEC-1089:1994/A1:2000 [11] i PN-74/E-90081 [12].
- 3.7.4.2 Przekrój znamionowy lin nie może być mniejszy niż:
- miedzianych 50 mm²,
 - aluminiowych lub stalowo-aluminiowych 70 mm².

- 3.7.4.3 Łączniki sieci jezdnej i powrotnej powinny być zaprojektowane z giętkich lin miedzianych o rezystancji nie większej niż podaje norma PN-74/E-90081 [12]. Dopuszcza się wykonywanie łączników sieci powrotnej międzypodtorowych i międzytorowych z lin aluminiowych lub stalowo-aluminiowych o przekrojach równoważnych łącznikom miedzianym.
- 3.7.4.4 Dopuszcza się, za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., zaprojektowanie w sieci powrotnej łączników w innym wykonaniu niż określonym w punkcie 3.7.4.3.
- 3.7.4.5 Do projektowania indywidualnych uszynień konstrukcji wsporczych można stosować pręty stalowe ocynkowane, przewody aluminiowe i stalowo-aluminiowe, o przekroju odpowiadającym elektrycznie linie miedzianej 50 mm². Łączniki te powinny posiadać izolację polwinitową lub PCV.
- 3.7.4.6 Do projektowania grupowego uszynienia konstrukcji wsporczych zaleca się stosowanie lin stalowo-aluminiowych o minimalnym przekroju 120 mm²
- 3.7.5 Odciągi sieciowe, uelastycznienia, wieszaki
- 3.7.5.1 Do projektowania odciągów sieciowych, uelastycznienia i wieszaków sieci jezdnej należy stosować linki z miedzi lub jej stopów.
- 3.7.5.2 Linki miedziane powinny spełniać wymagania norm PN-IEC-1089:1994/A1:2000 [11] i PN-74/E-90081 [12].
- 3.7.5.3 Własności linek ze stopów miedzi powinny być zgodne z wymaganiami odpowiednich norm lub określonymi przez odpowiednią placówkę naukowo-badawczą.
- 3.7.5.4 Do projektowania wieszaków montowanych pomiędzy linami nośnymi a przewodami jezdny, powinny być stosowane elastyczne linki wykonane z miedzi miękkiej.
- 3.7.5.5 Przekrój znamionowy linek nie może być mniejszy niż:
- dla odciągów sieciowych i wieszaków pomiędzy linami nośnymi i ustalającymi zawieszki poprzecznych - 35 mm²,
 - dla linek uelastyczniających - 25 mm²,
 - dla linek wieszaków - 10 mm².
- 3.7.6 Osprzęt
- 3.7.6.1 Osprzęt sieci trakcyjnej powinien być wykonany z materiałów:

- odpornych na drgania,
- ekologicznych o niskim oddziaływaniu na środowisko i nie ulegające korozji,
- o określonym i podlegającym sprawdzeniu składzie chemicznym,
- o ustalonych własnościach wytrzymałościowych i elektrycznych.

3.7.6.2 Do produkcji osprzętu powinny być stosowane następujące materiały:

- miedź twarda M4 – wg normy PN-77/H-82120 [32],
- brąz BA1032 – wg normy PN-EN 1982:2002 [10],
- żeliwo ciągliwe białe ZcB4505 – wg normy PN-EN 1562:2000 [13],
- stal niestopowa S235JRG – wg normy PN-EN 10025:2002 U [14],
- stale stopowe nierdzewne,
- stopy aluminium,
- inne materiały dopuszczone do stosowania przez odpowiednią placówkę naukowo-badawczą.

3.7.6.3 Osprzęt sieci trakcyjnej przeznaczony do bezpośredniego zamocowania na przewodach miedzianych (lub ze stopów miedzi), części osprzętu przeznaczone do przewodzenia prądu elektrycznego, drobne elementy (np. zawlecзки), jak też osprzęt szczególnie narażony na korozję, powinien być wykonany z miedzi i jej stopów (brąz), lub stali nierdzewnej. Również śruby i nakrętki, w częściach osprzętu, o wymiarze gwintu poniżej M12, o ile ze względów konstrukcyjnych jest to możliwe, powinny być wykonane z miedzi, brązu lub stali nierdzewnej.

3.7.6.4 Większe elementy konstrukcyjne osprzętu powinny być wykonywane ze stali niestopowych lub żeliwa ciągliwego białego, z wyjątkiem osprzętu stosowanego w tunelach, który należy wykonywać z miedzi, brązu lub stopów aluminium.

3.7.7 Fundamenty, głowice fundamentowe i konstrukcje wsporcze

3.7.7.1 Obsada konstrukcji wsporczych stalowych lub żelbetowych powinna być wykonywana w postaci fundamentów betonowych, prefabrykowanych lub wylewanych. Dopuszcza się, dla zwiększenia objętości, wykonanie w postaci fundamentu prefabrykowanego oblanego betonem.

3.7.7.2 Materiały używane do wykonania betonu, sposób jego wykonania oraz badania próbek powinny odpowiadać wymaganiom norm PN-B-03264:2002 [7], BN-71/9317-90 [24].

- 3.7.7.3 Fundamenty blokowe i wylewane powinny być wykonywane z betonu klasy B-30, zaś fundamenty palowe powinny być wykonywane zgodnie z „Wytycznymi odbioru i eksploatacji fundamentów palowych...” [F]. w przypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się stosowanie betonu o większej wytrzymałości lub betonu zbrojonego.
- 3.7.7.4 Głowice fundamentowe powinny być wykonywane co najmniej z betonu klasy B 30.
- 3.7.7.5 Konstrukcje wsporcze powinny być wykonywane z materiałów trwałych, odpornych na drgania, o określonym i podlegającym sprawdzeniu składzie chemicznym oraz ustalonych własnościach wytrzymałościowych.
- 3.7.7.6 Konstrukcje wsporcze stalowe należy wykonywać ze stali konstrukcyjnych spawalnych. w jak najszerszym zakresie należy stosować profile stali walcowanej w postaci kątowników, ceowników i dwuteowników szerokostopowych.
- 3.7.7.7 Zaleca się stosowanie na konstrukcje wsporcze stali S235 JRG1 wg normy PN-EN 10025:2002 U [14] i 18G2 wg normy PN-86/H-84018 [28].
- 3.7.7.8 Konstrukcje wsporcze stalowe powinny być ocynkowane zanurzeniowo (ogniowo) zgodnie z wymaganiami normy PN-93/E-04500 [8], a następnie dwukrotnie pomalowane farbami rodzaju i kolorze ustalonym przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.. Grubość powłoki cynkowej powinna wynosić co najmniej 60 µm.
- 3.7.7.9 3.7.7.9. Do wykonywania konstrukcji wsporczych żelbetowych powinny być stosowane materiały i wymagania określone w normie ZN-88/MTZił-CBP-10 [29].
- 3.7.8 Materiały izolacyjne
- 3.7.8.1 W urządzeniach sieci trakcyjnej należy stosować materiały izolacyjne o właściwościach elektrycznych, mechanicznych i termicznych odpowiednich do pracy w kolejowych warunkach eksploatacyjnych.
- 3.7.8.2 Jako materiały izolacyjne należy stosować materiały ceramiczne (porcelana elektrotechniczna) lub tworzywa organiczne.
- 3.7.8.3 Do izolacji urządzeń sieci trakcyjnej należy stosować izolatory znormalizowane, a w przypadku ich braku izolatory spełniające wymagania techniczne izolatorów znormalizowanych.

4 Zasady obowiązujące przy wykonywaniu opracowań technicznych nowych i modernizowanych sieci trakcyjnych

4.1 Wymagania

- 4.1.1 Konstrukcja sieci trakcyjnych powinna być dostosowana do wymaganej prędkości jazdy i największych poborów prądu taboru mającego kursować na danym odcinku linii kolejowej.
- 4.1.2 W zależności od wymaganych przekrojów sieci jezdnej, prędkości jazdy pociągów oraz charakteru torów zaleca się stosowanie następujących sieci:
- 4.1.2.1 Przy prędkościach jazdy do 120 km/h:
- a) dla torów szlakowych i głównych zasadniczych stacji - sieć łańcuchową, skompensowaną z dwoma przewodami jezdnyymi,
 - b) dla pozostałych torów stacji - sieć łańcuchową, skompensowaną z jednym przewodem jezdny.
- 4.1.2.2 Przy prędkościach jazdy powyżej 120 km/h:
- a) dla torów szlakowych i głównych zasadniczych stacji - sieć łańcuchową, skompensowaną, uelastycznioną z dwoma przewodami jezdnyymi,
 - b) dla pozostałych torów stacji - sieć łańcuchową, skompensowaną z jednym przewodem jezdny.
- 4.1.3 Parametry zalecanych typów sieci jezdnych zawiera „Katalog sieci trakcyjnej” [E].
- 4.1.4 Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne sieci jezdnej powinny zapewniać dobrą współpracę:
- a) z podniesionymi dwoma odbierakami prądu lokomotywy pojedynczej, dla prędkości jazdy do 50 km/h,
 - b) z podniesionymi dwoma odbierakami prądu lokomotywy dwuczłonowej (po jednym odbieraku na każdym członie, dla prędkości jazdy do 120 km/h,
 - c) z poniesionym jednym odbierakiem prądu lokomotywy pojedynczej.
- 4.1.5 W planowanych podwieszeniach sieci jezdnych (szczególnie na stacjach) należy dążyć do przejrzystego i uporządkowanego, przestrzennego rozlokowania

elementów należących do różnych obwodów elektrycznych oraz elementów uszynionych.

4.1.6 Dla określenia wysokości wymaganych konstrukcji wsporczych należy brać pod uwagę:

- a) usytuowanie fundamentów w stosunku do ławy torowiska,
- b) poziom zawieszenia przewodów jezdnych,
- c) wysokość konstrukcyjną sieci jezdnej,
- d) możliwość montażu wspornika przewodu uszynienia grupowego.

4.1.7 Usytuowanie górnej płaszczyzny fundamentów palowych powinno wynosić:

- a) na szlaku: $0,40 \pm 0,05$ m – w stosunku do ławy torowiska,
- b) na stacji: $0,20 \pm 0,05$ m – w stosunku do stopki szyny,
- c) na peronie: $0,20 \pm 0,05$ m – w stosunku do płaszczyzny peronu.

4.1.8 Usytuowanie fundamentów blokowych powinno wynosić:

- a) na szlaku i równi stacyjnej: $0,10 \pm 0,05$ m w stosunku do ławy torowiska,
- b) na peronie: $0,00$ m w stosunku do płaszczyzny peronu.

4.1.9 Projektowanie sieci trakcyjnej powinno uwzględniać wymagania określone w normie BN-85/9317-92 [33].

4.1.10 Przy opracowywaniu dokumentacji technicznej sieci trakcyjnej należy podstawowo stosować rozwiązania zawarte w „Katalogu sieci trakcyjnej” [E] z zachowaniem ich ujednolicenia dla całego projektowanego odcinka.

4.2 Fundamenty i głowice fundamentowe

4.2.1 Zaleca się w szerokim zakresie, na szlakach i stacjach, stosowanie fundamentów palowych ze śrubami fundamentowymi lub blokowych fundamentów prefabrykowanych. w uzasadnionych przypadkach należy stosować fundamenty blokowe wylewane.

4.2.2 Dopuszcza się, z uwagi na wymagane obciążenie lub właściwości gruntu, powiększenie objętości prefabrykowanego fundamentu blokowego przez oblanie betonem z zachowaniem technologii zapobiegającej rozwarstwianiu się betonu.

4.2.3 Do zabezpieczenia stalowych konstrukcji wsporczych, posadowionych w blokowych fundamentach prefabrykowanych i wylewanych, należy stosować głowice fundamentowe.

4.2.4 Miejsca styku konstrukcji wsporczych i odciągów z głowicami fundamentów należy dodatkowo zabezpieczać przed wpływami atmosferycznymi.

4.3 Konstrukcje nośne, odciągi

4.3.1 Do podwieszania sieci jezdnej można wykorzystywać, jako konstrukcje nośne:

- a) konstrukcje wsporcze,
- b) kolejowe budowle usytuowane nad lub w bezpośrednim sąsiedztwie torów elektryfikowanych jak: stropy lub ściany tuneli, wiaduktów, budynków, konstrukcji mostów itp. w przypadku budowli nie będących własnością, można je wykorzystać do podwieszania sieci jezdnej, w porozumieniu z właścicielem tej budowli.

4.3.2 Sieć jezdna każdego z torów wielotorowego szlaku, stanowiąca odrębny obwód elektryczny, powinna być podwieszana na indywidualnych konstrukcjach wsporczych, mechanicznie niezależnych od siebie. Podwieszanie sieci poszczególnych torów na indywidualnych wspornikach sieciowych bramki, obejmującej te tory lub na wspornikach słupów z wysięgnikiem przez dwa tory, traktuje się jak podwieszenie indywidualne.

4.3.3 Usytuowanie konstrukcji wsporczych względem torów kolejowych powinno być zgodne z wymaganiami obowiązującej skrajni wg pkt 2.1.

4.3.4 Konstrukcje wsporcze sieci jezdnej powinny być tak rozstawiane, aby zachowana była widoczność sygnalizatorów świetlnych lub ramiennych.

4.3.5 Najmniejsza odległość pomiędzy lokalizowanymi konstrukcjami wsporczymi powinna wynosić:

- a) 3 m w przypadku konstrukcji posadowionych w fundamentach blokowych prefabrykowanych lub wylewanych,
- b) 1 m w przypadku konstrukcji mocowanych do fundamentów palowych.

4.3.6 Konstrukcje sieci jezdnej powinny być rozstawiane w taki sposób, aby nie kolidowały z innymi urządzeniami stałymi.

- 4.3.7 Konstrukcje sieci jezdnej każdego toru szlaku dwutorowego powinny być ustawione symetrycznie, naprzeciw siebie.
- 4.3.8 Na stacjach należy unikać masowego ustawiania indywidualnych konstrukcji wsporczych sieci jezdnej.
- 4.3.9 Zaleca się na stacjach stosowanie bramek jednoprzęsłowych o rozpiętości do 40 m. w przypadku braku odpowiedniej skrajni, dla zastosowania bramek, należy rozważyć zastosowanie zawieszonych poprzecznych.
- 4.3.10 W przypadku braku miejsca na ustawienie konstrukcji indywidualnych lub bramek obejmujących nie więcej niż trzy tory, dopuszcza się podwieszenie sieci jezdnej na słupie z wysięgnikiem przez dwa lub trzy tory.
- 4.3.11 W miarę możliwości nie należy obejmować wspólnymi konstrukcjami wsporczymi sieci jezdnych torów należących do różnych grup, z punktu widzenia przeznaczenia, kierunku jazdy itp.
- 4.3.12 W odpowiedzialnych i newralgicznych rejonach stacji (np. głowicach stacji) należy w miarę możliwości stosować zwiększoną skrajnię do ustawianych konstrukcji wsporczych sieci jezdnej.
- 4.3.13 Należy unikać ustawiania konstrukcji wsporczych w peronach bocznych, wąskich peronach wyspowych i peronach bagażowych. w takich przypadkach tory z przyległymi peronami należy obejmować konstrukcjami bramkowymi.
- 4.3.14 Nie należy ustawiać konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej w międzytorzu torów szlakowych i torów głównych zasadniczych w stacji. W przypadku konieczności ustawienia konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej w międzytorzu torów szlakowych i torów głównych zasadniczych w stacji nie należy ich wykorzystywać do równoczesnego podwieszania na nich sieci obu torów. Szerokość międzytorza powinna być zgodna z zapisami zawartymi w „Standardach Technicznych szczegółowych warunkach technicznych dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h Tom II Skrajnia budowlana linii kolejowych”.
- 4.3.15 W wyjątkowych przypadkach konieczności podwieszenia na tej samej konstrukcji wsporczej lub wsporniku, sieci jezdnych należących do różnych obwodów elektrycznych, należy zastosować taki układ konstrukcyjny, aby elementy sąsiednich sieci, pozostających pod napięciem, znajdowały się w odległości poziomej co najmniej 700 mm.

- 4.3.16 Na odcinku toru, 5 m przed wykolejnicą i 30 m za nią, licząc w kierunku jazdy, nie wolno lokalizować konstrukcji wsporczych po tej stronie torów, na którą przewidywane jest wykolejenie taboru.
- 4.3.17 Należy unikać ustawiania konstrukcji wsporczych bezpośrednio za kozłem oporowym żeberek ochronnych toru.
- 4.3.18 Przy skrzyżowaniu dróg publicznych w poziomie z torami szlakowymi i głównymi zasadniczymi stacji, odległość lokalizowanych konstrukcji wsporczych od krawędzi drogi powinna wynosić nie mniej niż 10 m.
- 4.3.19 W przypadkach lokalizowania konstrukcji wsporczych, przy równoległe do torów biegnących drogach technicznych, odległość między krawędzią drogi a konstrukcją nie powinna być mniejsza niż 3 m.
- 4.3.20 Konstrukcje wsporcze ustawiane w rampach, placach ładunkowych itp. obiektach, należy zabezpieczać przed uszkodzeniami mechanicznymi.
- 4.3.21 Jako indywidualne konstrukcje wsporcze sieci jezdnej zaleca się stosowanie stalowych słupów z ceowników i dwuteowników szerokostopowych mocowanych do fundamentów palowych lub stalowych słupów z ceowników posadawianych w prefabrykowanych fundamentach blokowych oraz wylewanych.
- 4.3.22 Konstrukcje wsporcze mocowane do fundamentów palowych powinny być odizolowane od fundamentów, uziemione oraz podłączone do uszynienia grupowego.
- 4.3.23 Do słupów kotwowych mocowanych do fundamentów palowych należy stosować odciążki z izolacją, mocowane również do fundamentów palowych. Natomiast do słupów posadawianych w prefabrykowanych fundamentach blokowych należy stosować odciążki bez izolacji, mocowane do fundamentów blokowych lub palowych.

4.4 Zawieszenia poprzeczne

- 4.4.1 W zawieszeniach poprzecznych należy stosować układy o parzystej ilości lin nośnych. Stosowanie pojedynczej liny nośnej jest dozwolone tylko w przypadkach dokonywania przeróbek już istniejących zawiesznień poprzecznych, z pojedynczą linią nośną.

- 4.4.2 W celu maksymalnego wyeliminowania wpływu zmian temperatury na wielkość zwisu lin nośnych zawieszenia poprzecznego, zwis liny nośnej należy przyjmować w granicach od 1/8 do 1/10 rozpiętości przęsła.
- 4.4.3 Liny nośne zawieszenia poprzecznego nie powinny być pod napięciem i powinny być uszynione.
- 4.4.4 Liny ustalające (górną i dolną) zawieszenia poprzecznego powinny być montowane do konstrukcji wsporczych poprzez sprężyny naciągowe. Naciąg wstępny lin ustalających powinien wynosić minimum 300 daN.
- 4.4.5 Najmniejsza odległość górnej liny ustalającej od lin nośnych zawieszenia poprzecznego powinna wynosić co najmniej 500 mm.
- 4.4.6 Części lin ustalających zawieszenia poprzecznego, prowadzone nad peronami lub drogami publicznymi, nie powinny być pod napięciem i powinny być uszynione.

4.5 Oznaczenia konstrukcji nośnych

- 4.5.1 Każda konstrukcja nośna powinna posiadać tablicę numerową z umieszczonym numerem konstrukcji zgodnie z normą BN-69/9317-75 [23] zawierającą:
- a) kilometr linii kolejowej (toru) na którym konstrukcja jest posadowiona,
 - b) kolejność konstrukcji na danym kilometrze linii kolejowej.
- 4.5.2 Konstrukcje nośne należy numerować w sposób następujący:
- a) na szlaku przy torze nieparzystym – kolejne numery nieparzyste,
 - b) na szlaku przy torze parzystym – kolejne numery parzyste,
 - c) na stacji, kolejno rzędami od strony lewej do prawej, odpowiednio na stronie parzystej i nieparzystej, w kierunku narastającego kilometra.

Bramki i wieże zawieszonych poprzecznych otrzymują tylko jeden numer.

- 4.5.3 Konstrukcje nośne, dla których z powodu braku miejsca lub innych trudności nie można zastosować normalnych tablic numerowych (np. w tunelach) mogą być oznaczone w inny sposób.

4.6 Sieć jezdna

- 4.6.1 Normalne przęsło

- 4.6.1.1 Jako normalne należy stosować przęsło o rozpiętości określonej parametrami zastosowanego typu sieci jezdnej oraz wymaganiami pkt 3.3.4.
- 4.6.1.2 Dla sieci jezdnych dostosowanych do prowadzenia ruchu z prędkością 160 km/h i większą zaleca się stosowanie rozpiętości normalnego przęsła 62 ± 4 m, przy czym należy przestrzegać warunku 10% różnicy długości sąsiednich przęseł.
- 4.6.1.3 W sieciach, w których przekrój liny lub lin nośnych jest większy od przekroju przewodu lub przewodów jezdnych oraz dla sieci dostosowanych do $V \geq 160$ km/h należy stosować wieszaki zapewniające przewodzenie prądu.
- 4.6.1.4 W przypadku prowadzenia sieci jezdnych pod niskimi wiaduktami lub w tunelach, dopuszcza się zastosowanie, między osią przewodów jezdnych, a osią liny nośnej, odległości mniejszej od 200 mm pod warunkiem, że zostaną zastosowane rozwiązania konstrukcyjne jak najmniej wpływające na pogorszenie współpracy sieci z odbierakiem prądu. Rozwiązanie to musi zostać zaakceptowane przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
- 4.6.1.5 Przy prowadzeniu sieci jezdnej pod mostami i wiaduktami, przy odległości liny nośnej od elementów mostu czy wiaduktu mniejszej od 200 mm, należy stosować konstrukcje uniemożliwiające nadmierne unoszenie przewodów przez odbieraki prądu.
- 4.6.1.6 W przypadkach nadmiernego zbliżenia lin lub liny i wieszaków na odległość mniejszą niż 50 mm należy je, za pomocą nakładek ochronnych, zabezpieczyć przed przecieraniem.
- 4.6.1.7 Jeżeli siła od załomu przewodu jezdnego jest mniejsza od siły z obliczeniowego parcia wiatru na ten przewód, należy stosować elementy zabezpieczające przed nadmiernym rozwarciem między wysięgnikiem pomocniczym a ramieniem odciągowym, o ile w samej konstrukcji podwieszenia nie przewidziano takiego zabezpieczenia.
- 4.6.1.8 W sieciach jezdnych z dwoma przewodami jezdnyimi należy stosować uchwyty odległościowe zamontowane wzdłuż przęsła:
- a) dla przęseł do 50 m - jeden w środku rozpiętości
 - b) dla przęseł powyżej 50 m - dwa rozstawione w odległości 1/3 i 2/3 rozpiętości.
- 4.6.2 Przęsło naprężenia

- 4.6.2.1 Należy stosować pręśła naprężenia trójpręśłowe cztero lub sześciostłupowe spełniające wymagania p-ktu 3.3.5.
- 4.6.2.2 Pręśła naprężenia trójpręśłowe sześciostłupowe, powinny być stosowane w sieciach jezdnych na torach szlakowych i w miarę możliwości na głównych zasadniczych stacji.
- 4.6.2.3 Pręśła naprężenia trójpręśłowe czterosłupowe należy stosować tylko w rejonie głowic stacyjnych, jako granice mechaniczne i elektryczne sieci jezdnej.
- 4.6.2.4 Przewody obu sieci jezdnych, w trójpręśłowym pręśle naprężenia, prowadzone równolegle względem siebie, mogą być, w rzucie poziomym, zależnie od sytuacji terenowej, równoległe lub ukośne do osi toru.
- 4.6.2.5 W przypadku trudności wykonania trójpręśłowego czterosłupowego pręśła naprężenia, dla sieci przewidywanej do jazdy z prędkością nie większą niż 75 km/h dopuszcza się zmniejszenie odległości między słupami krzyżowymi, lecz z zastosowaniem ramion odciągowych na wysięgnikach pomocniczych słupów krzyżowych. Jeżeli jeden z odcinków naprężenia jest kotwiony w pobliżu na stałe, można zastosować dwupręśłowe pręśło naprężenia typu rozjazdowego.
- 4.6.2.6 W izolowanych pręśłach naprężenia dopuszcza się wprowadzenie kabla zasilacza sieci jezdnej na jeden ze słupów krzyżowych.
- 4.6.2.7 W izolowanych pręśłach naprężenia zaleca się stosowanie izolacji termicznej lin nośnych, zabezpieczającej przed przepalaniem łukiem elektrycznym. Krzyżujące się przewody jezdne, prowadzone do kotwienia oraz wysięgnik pomocniczy słupa krzyżowego, należy izolować.
- 4.6.2.8 Należy unikać krzyżowania przewodów odchodzących do kotwienia z sieciami jezdnych innych torów, zwłaszcza należących do różnych obwodów elektrycznych.
- 4.6.3 Odcinek naprężenia
 - 4.6.3.1 Maksymalna długość odcinka naprężenia (sekcji) nie powinna przekraczać 1450 m.
 - 4.6.3.2 Dla odcinków naprężenia sieci jezdnej naprężonej obustronnie należy stosować kotwienia środkowe sieci.
 - 4.6.3.3 W przypadkach stosowania kotwienia środkowego na indywidualnych konstrukcjach wsporczych należy dążyć aby rozpiętości pomiędzy słupem środkowym a słupami kotwienia środkowego były jednakowe. Dopuszcza się różnicę nie większą niż 2 m.

- 4.6.3.4 Do dźwigara bramki jednoprzęsłowej zaleca się mocowanie nie więcej niż trzech kotwień środkowych sieci jezdnej.
- 4.6.3.5 Nie należy projektować jednego odcinka naprężenia pomiędzy granicami elektrycznymi torów głównych zasadniczych stacji.
- 4.6.3.6 odcinka sieci jezdnej, od kotwienia środkowego (stałego) do końca odcinka naprężenia, na długich łukach, nie powinna zawierać więcej niż 10 podwieszzeń.
- 4.6.3.7 Należy tak ustalać długości odcinków naprężenia sieci jezdnej, aby lokalizowane przęsła naprężenia usytuowane w pobliżu semaforów wjazdowych i wyjazdowych stacji zapewniały maksymalną widoczność tych semaforów.
- 4.6.3.8 Należy tak ustalać długości odcinków naprężenia sieci jezdnej, aby lokalizowanie przęsła naprężenia było możliwe w odległości nie mniejszej niż 50 m przed peronem przystanku osobowego, zgodnie z właściwym kierunkiem jazdy.
- 4.6.3.9 W odcinku naprężenia sieci jezdnej z linią odbiorów nietrakcyjnych, prowadzoną po konstrukcjach wsporczych sieci trakcyjnej (szczególne rozwiązania), nie należy lokalizować przęseł naprężenia oraz kotwień środkowych, w rejonach skrzyżowań z liniami elektroenergetycznymi.
- 4.6.3.10 Nie należy kotwić na jednym słupie więcej niż dwa odcinki naprężenia sieci jezdnej. Sieci kotwione na jednym słupie, w zasadzie, nie powinny należeć do różnych grup elektrycznych. Odstępstwa od tej zasady są dopuszczalne jedynie w tych przypadkach, w których układ torowy stacji nie pozwala na inne rozwiązanie.
- 4.6.3.11 W przypadku kotwienia na jednym słupie przewodów sieci jezdnych należących do różnych grup zasilania należy odizolować przewody przynajmniej jednego odcinka naprężenia, w takiej odległości od słupa kotwowego, aby możliwy był bezpieczny dostęp do urządzeń kotwienia przewodów drugiego odcinka naprężenia.
- 4.6.4 Odsuwy sieci jezdnej
- 4.6.4.1 Sieci jezdne łańcuchowe powinny być pionowe tzn. z równoczesnym jednakowym odsuwem nadanym linie nośnej i przewodom jezdny. w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się nadanie różnych odsuwów, jednak różnica między linią nośną a przewodami jezdny nie powinna być większa niż 10% wysokości konstrukcyjnej sieci, lecz nie więcej od 100 mm, pod warunkiem zachowania odsuwów przewodów jezdnych zgodnie z pkt 3.3.4.3.

- 4.6.4.2 Nadawanie przewodom jezdnych odsuwów powinno być takie, aby zapewniło możliwie równomierne ścieranie nakładek części roboczej ślizgacza odbieraka prądu.
- 4.6.4.3 Pełny cykl odsuwów sieci jezdnej powinien zamykać się w dwóch bezpośrednio po sobie następujących przęsłach. w uzasadnionych przypadkach pełny cykl odsuwów może zamykać się w kilku przęsłach lub sieć jezdna może być prowadzona po osi toru.
- 4.6.4.4 Odsuwy nadawane sieciom jezdnych na szlaku dwutorowym powinny zapewniać zachowanie odległości minimum 700 mm między częściami przeciwległych podwieszonych obu torów.
- 4.6.5 Rozjazdy sieci jezdnej
 - 4.6.5.1 Rozjazdy sieci jezdnych powinny być projektowane z krzyżowaniem przewodów jezdnych i powinny zapewniać płynny przejazd ślizgacza odbieraka prądu we wszystkich kierunkach, dla których przejście rozjazdowe jest przewidywane.
 - 4.6.5.2 Konstrukcja rozjazdu sieci powinna zapewniać unoszenie przewodów jezdnych obu krzyżujących się kierunków, przez ślizgacz odbieraka prądu, w przypadku nacisku tylko na przewody jednego kierunku.
 - 4.6.5.3 Rozjazdy sieci należy projektować przede wszystkim, jako pojedynczo skrzyżowane. Jeżeli warunki układu torowego na to nie pozwalają, dopuszcza się stosowanie rozjazdów sieci z podwójnym skrzyżowaniem, z tym, że jedna z sieci jezdnych powinna być, ze względów bezpieczeństwa, prowadzona po kierunku prostym.
 - 4.6.5.4 Rozjazdy sieci pojedynczo i podwójnie skrzyżowane muszą zapewniać swobodny ruch wzdłużny każdego z przewodów jezdnych w obowiązującym przedziale zmienności temperatury.
 - 4.6.5.5 Ze względu na zapewnienie dobrej współpracy sieci z odbierakami prądu, przewody jezdne sieci przeznaczonej do jazdy z większą prędkością powinny być prowadzone pod przewodem sieci przejeżdżanej z prędkością mniejszą. Jeżeli obie sieci tworzące rozjazd przeznaczone są do jazdy z jednakową prędkością, niżej powinien być prowadzony przewód jezdny sieci toru o większym ruchu pojazdów.
 - 4.6.5.6 Przy pojedynczym skrzyżowaniu sieci należy stosować prowadnicę na przewodzie jezdnych zabezpieczającą przed nadmiernym uniesieniem jednego przewodu w stosunku do drugiego. Przy podwójnym skrzyżowaniu sieci i współpracy

z odbierakiem prądu obu skrzyżowań prowadnice należy stosować po obu stronach rozjazdu.

- 4.6.5.7 Skrzyżowanie przewodów jezdnych tworzących rozjazd sieci powinno znajdować się jak najbliżej krzyżownicy rozjazdu torowego, dla umożliwienia pewnego i bezuderzeniowego wpisania się przewodu na płaszczyznę ślizgacza odbieraka prądu.
- 4.6.5.8 Kąt utworzony przez przewody jezdne rozjazdu sieci nie powinien być większy od 40° a nie mniejszy od 5° .
- 4.6.5.9 Kotwienia sieci krzyżujących się nad rozjazdem torowym powinny być tak lokalizowane, aby powstające przy zmianach temperatury ruchy wzdłużne przewodów jezdnych tworzących rozjazd miały ten sam kierunek. w przypadku trudności takiego zaprojektowania, jedna z sieci powinna być, w pobliżu rozjazdu, zakotwiona na stałe lub unieruchomiona kotwieniem środkowym.
- 4.6.5.10 Przewód jezdny sieci odchodzącej z rozjazdu do kotwienia, bezpośrednio za obszarem współpracy ze ślizgaczem odbieraka prądu, powinien być uniesiony i prowadzony możliwie wysoko, w stosunku do przewodów współpracujących z odbierakiem.
- 4.6.5.11 Przy projektowaniu rozjazdów sieci nad rozjazdami torowymi, z iglicami poza czworobokiem rozjazdu, należy zwrócić uwagę, aby rozsunięte przewody jezdne prowadzone były symetrycznie względem osi symetrii odbieraka prądu.
- 4.6.5.12 Krzyżujące się sieci jezdne, na rozjeździe sieci, należy połączyć elektrycznie.
- 4.6.5.13 Rozjazdy sieci dostosowanych do prędkości jazdy $V > 160$ km/h powinny dodatkowo spełniać wymagania określone w rozdziale 7.
- 4.6.6 Przewody wzmacniające
 - 4.6.6.1 Stosowanie przewodu wzmacniającego dopuszcza się wyjątkowo, dla powiększenia przekroju istniejącej sieci jezdnej.
 - 4.6.6.2 Przewody wzmacniające powinny być prowadzone po przeciwnej stronie konstrukcji wsporczej niż sieć jezdna.
 - 4.6.6.3 Przy krzyżowaniu się przewodu wzmacniającego z linią nośną lub przewodami jezdnyimi należącymi do tego samego obwodu elektrycznego powinien być, w najniekorzystniejszych warunkach, zachowany odstęp nie mniejszy niż 200 mm.

- 4.6.6.4 Nie należy prowadzić przewodów wzmacniających nad peronami. w przypadku konieczności takiego prowadzenia lub zbliżenia należy spełniać wymagania normy PN-E-05100-1:1998 [2] tabl. 14 poz. 6 i tabl. 22 poz.1.
- 4.6.6.5 Przez zwarte przęsła naprężenia przewód wzmacniający powinien być prowadzony jednym ciągiem (bez złączy).
- 4.6.6.6 Należy unikać kotwienia, z tej samej strony słupa kotwowego, przewodu wzmacniającego i sieci jezdnej należących do różnych obwodów elektrycznych. w przypadku takiego rozwiązania, w pobliżu sąsiedniego słupa przelotowego, w przewód wzmacniający powinien być wmontowany izolator, aby w pobliżu urządzenia naprężającego przewód ten był bez napięcia.
- 4.6.6.7 Na słupie kotwienia środkowego sieci jezdnej nie należy kotwić przewodu wzmacniającego sieci toru sąsiedniego,
- 4.6.6.8 Należy unikać kotwienia przewodu wzmacniającego na słupie z rozłącznikiem lub odłącznikiem sieci jezdnej.
- 4.6.6.9 Dopuszcza się kotwienie przewodu wzmacniającego i uszyniającego po tej samej stronie słupa kotwowego, pod warunkiem zachowania odległości określonej w pkt2.3.1.
- 4.6.7 Profilowanie sieci jezdnej
- 4.6.7.1 4.6.7.1. Pochylenie przewodu jezdnego, w stosunku do płaszczyzny toru, przy zmianie wysokości zawieszenia nie powinno przekraczać:
- a) 5‰ - dla prędkości jazdy pociągów do 100 km/h,
 - b) 3‰ - dla prędkości jazdy pociągów od 100 do 140 km/h,
 - c) 2‰ - dla prędkości jazdy pociągów 140 do 160 km/h z tym, że przęsła skrajne powinny mieć połowę w/w pochylenia,
 - d) 1‰ - dla prędkości 160 km/h i większej z tym, że przęsła skrajne powinny mieć połowę w/w pochylenia.
- 4.6.7.2 Na torach ładunkowych, na stacjach postojowych, w obrębie górek rozrządowych, na terenach lokomotywowni oraz na innych torach przeznaczonych do jazdy pociągów z prędkością nie przekraczającą 40 km/h, dopuszczalne jest pochylenie przewodu jezdnego do płaszczyzny toru, nie większe od 10‰.

4.7 Sieć powrotna i prądy błędzące

- 4.7.1 Sposób połączenia konstrukcji wsporczych i innych elementów przewodzących znajdujących się w strefie oddziaływania sieci jezdnej i pantografu z szynową siecią powrotną powinien być zaakceptowany przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Środki ochrony przeciwporażeniowej (wg normy PN-EN 50122-1:2002 [3]) mają pierwszeństwo przed środkami ochrony od prądów błędzących.
- 4.7.2 Obwód powrotny układu zasilania obejmuje oprócz szyn jezdnych połączenia poprzeczne międzytokowe i międzytorowe, obwody uszynień, kable powrotne i szynę minusową podstacji trakcyjnej oraz ewentualnie dławiki torowe (w przypadku stosowania obwodów torowych).
- 4.7.3 Szyny wszystkich zelektryfikowanych torów powinny być ze sobą połączone w jedną całość za pomocą łączników szynowych podłużnych i poprzecznych oraz dławików torowych.
- 4.7.4 Tory niezelektryfikowane powinny być odizolowane od torów zelektryfikowanych, jeżeli nie są wykorzystywane jako przewody sieci powrotnej w sposób podany w normie PN-EN 50122-2:2003 [4] a ponadto w punkcie 2.1.10. wycofanej normy PN-92/E-05024 [37]. w razie potrzeby wykorzystania torów niezelektryfikowanych jako przewodów sieci powrotnej (na stacjach i szlakach) powinny one spełniać wymagania wyżej wymienionych norm.
- 4.7.5 Stosowane są połączenia, znajdujących się w strefie sieci jezdnej i pantografu, konstrukcji metalowych z szynami powrotnymi - uszynienia:
- bezpośrednio lub otwarte, wykorzystujące w charakterze przerw izolacyjnych w przewodzie uszyniającym, w normalnych warunkach roboczych urządzenia zawierające - ograniczniki niskonapięciowe (iskierniki, urządzenia półprzewodnikowe lub stycznikowe), czasowo lub trwale tworzące połączenie przewodzące w razie przekroczenia dopuszczalnej wartości napięcia,
 - indywidualne (gdy uszynieniu podlega pojedyncza konstrukcja wsporcza) lub grupowe (gdy stosuje się specjalne przewody uszyniające grupę elementów).
- 4.7.6 W przypadkach szczególnego zagrożenia prądami błędzącymi, dopuszcza się stosowanie prowadzonych równolegle w stosunku do szyn kabli powrotnych. Połączenia elektryczne kabli z szynami nie mogą zakłócać pracy obwodów torowych srk.

4.8 Ochrona przeciwporażeniowa i bezpieczeństwo

4.8.1 Zalecenia ogólne

- 4.8.1.1 Spełnienie wymagań ochrony przeciwporażeniowej jest nadrzędne nad innymi wymaganiami technicznymi i środowiskowymi.
- 4.8.1.2 Dla stosowania środków bezpieczeństwa i ochrony przeciwporażeniowej mają zastosowanie wymagania norm: PN-EN 50122-1:2002 [3], PN-EN 50119:2002 [15].
- 4.8.1.3 Jako ochronę podstawową przed dotykiem bezpośrednim do części sieci jezdnej znajdujących się pod napięciem w normalnych warunkach pracy, w miejscach dostępnych (kładki nad torami, wiadukty, mosty, tunele, wiaty itp.) należy stosować osłony izolacyjne, ekrany lub wstawki izolacyjne.
- 4.8.1.4 Dostępne części przewodzące nie będące pod napięciem w normalnych warunkach pracy, znajdujące się w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej, powinny być uszynione.
- 4.8.1.5 Ochrona od porażień w układzie zasilania trakcyjnego powinna mieć jeden zintegrowany system uszynień w strefie oddziaływania sieci jezdnej, spełniający wymagania normy PN-EN 50122-1:2002 [3].

4.8.2 Uszynienia

- 4.8.2.1 Ze względu na bezpieczeństwo i ochronę przeciwporażeniową konstrukcje wsporcze sieci jezdnej oraz obce części przewodzące nie będące pod napięciem w normalnych warunkach pracy, znajdujące się w strefie oddziaływania sieci jezdnej i pantografu, powinny być uszynione.
- 4.8.2.2 Należy stosować uszynienia indywidualne bezpośrednie, uszynienia indywidualne otwarte lub uszynienia grupowe otwarte.
- 4.8.2.3 Nie zaleca się stosowania mieszanych systemów uszynień, co oznacza, że w obszarze sekcji uszynienia grupowego nie należy stosować dla pojedynczych konstrukcji wsporczych i dostępnych biernych przewodzących części obcych, znajdujących się w strefie oddziaływania sieci jezdnej i pantografu, uszynień indywidualnych. w granicach sekcji uszynienia grupowego otwartego konstrukcje wsporcze powinny być odizolowane od fundamentów i uziemione. Dostępne obce bierne części przewodzące łączone z obwodem uszynienia grupowego powinny być uziemione.

- 4.8.2.4 Przy stosowaniu uszynień bezpośrednich nie należy stosować uziemiania konstrukcji uszynionych.
- 4.8.3 Uszynienia indywidualne
- 4.8.3.1 Uszynienia indywidualne konstrukcji wsporczych należy projektować w systemie bezpośrednim a w przypadkach szczególnych otwartym.
- 4.8.3.2 Części przewodzące obce znajdujące się poza strefą oddziaływania sieci jezdnej i pantografu (np. wiadukty, ogrodzenia, przepusty itp.) należy uszyniać w systemie otwartym.
- 4.8.4 Uszynienia grupowe
- 4.8.4.1 Prowadzenie liny uszynienia grupowego powinno być wykonane na wspornikach mocowanych do konstrukcji wsporczych od strony sieci jezdnej, ponad podwieszeniem sieci.
- 4.8.4.2 Lina uszynienia grupowego powinna być mocowana do wspornika na podwieszeniu wahlwym.
- 4.8.4.3 Przekrój liny uszynienia grupowego nie powinien być mniejszy od 120 mm² AFL (lub przekrój równoważny elektrycznie z innego materiału) i powinien być sprawdzony w obliczeniach minimalnych prądów zwarcia układu zasilania.
- 4.8.4.4 Długość sekcji uszynienia grupowego nie powinna na liniach z blokadą srk być większa od dwóch długości obwodów torowych. Na liniach bez blokady długość sekcji uszynienia grupowego nie powinna przekraczać 3 km.
- 4.8.4.5 Na liniach dwutorowych (odcinki szlakowe) zaleca się łączyć w środku sekcji liny uszynienia grupowego obu torów linką izolowaną (napięcie izolacji 750 V) o przekroju 120 mm² (lub równoważnym). Połączeń tych nie należy przeprowadzać ponad siecią jezdnią, a jedynie jako obejście prowadzone w kanałach kablowych lub rurach osłonowych. Na liniach z blokadą srk połączenia poprzeczne należy wykonywać przez dławiki torowe.
- 4.8.4.6 Uszynienia grupowe niezależnie od sposobu posadowienia konstrukcji wsporczych (izolowane lub nie) należy projektować jako otwarte.
- 4.8.4.7 Izolacja konstrukcji wsporczej od fundamentu palowego powinna mieć napięcie znamionowe 750 V.
- 4.8.4.8 Jeżeli wypadkowa rezystancja uziemienia sekcji uszynienia grupowego przekracza 2Ω należy zainstalować w środku sekcji uziom dodatkowy.

4.8.4.9 Uziomy indywidualne i dodatkowe należy wykonywać jako prętowe. Uziomy prętowe indywidualne należy montować w odległości około 1 m od osi konstrukcji wsporczej po prawej stronie słupa umożliwiającej obserwację z kabiny pojazdu szynowego dla zasadniczego kierunku jazdy.

4.8.5 Szyny jezdne

4.8.5.1 Szyny jezdne o połączeniach skręcanych powinny być łączone elektrycznie łącznikami szynowymi.

4.8.5.2 Szyny jezdne wykorzystywane jako łącza transmisyjne srk z izolowanymi obwodami torowymi mogą być elementem trakcyjnego obwodu powrotnego dla przepływu prądów roboczych i zwarciovych przez łączenie odcinków izolowanych za pośrednictwem dławików torowych. Przyłącza punktów uszynienia grupowego, kabli powrotnych należy wykonywać przez dławiki torowe.

4.8.6 Ograniczniki niskonapięciowe

4.8.6.1 Otwarte uszynienie grupowe wymaga stosowania niespolaryzowanych ograniczników niskonapięciowych o wartości zadziałania powyżej 100 V. w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się instalowanie ograniczników spolaryzowanych.

4.8.6.2 Sekcja uszynienia grupowego otwartego powinna być na obu krańcach połączona za pośrednictwem ograniczników niskonapięciowych do toków szyn. Przynajmniej jeden z ograniczników powinien być niespolaryzowany. Każde z połączeń krańcowych należy łączyć z innym tokiem szyn.

4.8.6.3 Ograniczniki niskonapięciowe należy instalować na konstrukcjach wsporczych sieci jezdnej w obrębie właściwej sekcji uszynienia grupowego w krańcowej części sekcji.

4.8.7 Połączenia uszyniające

4.8.7.1 Połączenia uszyniające należy wykonywać za pomocą łączników uszyniających dla:

- a) wszystkich metalowych konstrukcji wsporczych (słupy indywidualne, słupy bramek, wieże zawieszonych poprzecznych),
- b) wszystkich przewodzących części konstrukcyjnych sieci jezdnej nie będących pod napięciem w normalnych warunkach eksploatacyjnych, mocowanych na niemetalowych konstrukcjach wsporczych.

- 4.8.7.2 Połączenia uszyniające części konstrukcyjnych sieci jezdnej nie będących pod napięciem w normalnych warunkach eksploatacyjnych, mocowanych do konstrukcji metalowych hal (elektrowozownie, dworce, wagonownie itp.) należy izolować od tych konstrukcji.
- 4.8.7.3 W przypadku braku możliwości bezpośredniego uszynienia konstrukcji wsporczych do szyn i konieczności doprowadzenia połączeń uszyniających do już uszynionej konstrukcji należy:
- a) przy uszynieniu podziemnym obejmującym najwyżej trzy słupy połączyć je jednostronnie do uszynionej podwójnie konstrukcji,
 - b) przy uszynieniu podziemnym obejmującym więcej niż trzy słupy, lub w uszynieniu podziemnym obejmującym najwyżej trzy słupy, jeżeli chociażby jeden z nich wymagał podwójnego uszynienia, należy przewidywać dwie drogi połączenia uszyniającego z szynami.
- 4.8.7.4 Przyłącza łączników uszyniających do szyn i do konstrukcji wsporczych powinny być wykonane w sposób zapewniający trwałość połączenia.
- 4.8.7.5 Konstrukcja przyłączenia łącznika uszyniającego do słupa i do szyny powinna umożliwić łatwą kontrolę stanu połączenia.
- 4.8.7.6 Podwójne uszynienie, to jest dwa oddzielne, niezależnie uszynienia przyłączone do tego samego toku, należy przewidywać dla:
- a) konstrukcji wsporczych ustawianych poza terenem kolejowym, ustawianych na peronach lub w innych miejscach na terenie kolejowym, do których dostęp dla osób postronnych jest normalnie dozwolony,
 - b) konstrukcji wsporczych metalowych, na których mocowane są odłączniki sieciowe lub odgromniki,
 - c) odłączników lub rozłączników sieciowych oraz ich napędów i odgromników montowanych na konstrukcjach wsporczych niemetalowych,
 - d) bramek, z tym że uszynieć należy jeden słup bramki w miarę możliwości do najbliższego elektryfikowanego toru. Jeżeli na jednym ze słupów bramki jest zamontowany odłącznik lub rozłącznik to uszynieć należy ten słup bramki,
 - e) konstrukcji wsporczych na których mocowane są semafony i tarcze ostrzegawcze, co powinno być ujęte w projekcie sterowania ruchu kolejowego.
- 4.8.7.7 Poprzez ograniczniki niskonapięciowe należy uszyniać następujące urządzenia:

- a) konstrukcje wsporcze sieci jezdnej zamocowane do konstrukcji tuneli, mostów, wiaduktów, stropów, ścian budynków, itp.,
- b) konstrukcje metalowe (mosty, wiadukty, kładki, budowle inżynieryjne), do których przewody sieci trakcyjnej zbliżają się na odległość mniejszą od 1000 mm, a które nie mogą być uszynione bezpośrednio indywidualnie,
- c) żurawie wodne znajdujące się w pobliżu przewodów sieci trakcyjnej, jeżeli zachodzi prawdopodobieństwo dotknięcia do żurawia elementów sieci pod napięciem w razie zerwania przewodów lub uszkodzenia konstrukcji podtrzymującej sieć,
- d) inne urządzenia metalowe znajdujące się na stałe w odległości poziomej mniejszej niż 5 m od osi zelektryfikowanego toru, z wyjątkiem nieoświetlonych tablic, barier, siatek itp. krótszych od 15 m oraz urządzeń, przez które nie zostanie przeniesione napięcie.

4.8.7.8 Włączanie ograniczników niskonapięciowych w obwody połączeń uszyniających wymienionych w punkcie 4.8.7.6. a, b, c jest niedopuszczalne.

4.9 Połączenia elektryczne w sieci jezdnej i powrotnej

4.9.1 Połączenia elektryczne sieci jezdnej.

4.9.1.1 Połączenia elektryczne w sieci jezdnej i powrotnej łącznie z połączeniami uszyniającymi powinny odpowiadać wymaganiom punktu 2. oraz punktów 3.3.10. i 4.8.

4.9.1.2 Połączenia elektryczne odcinków naprężenia należy wykonywać jako odpowiednio ukształtowane połączenia elastyczne o łącznym przekroju nie mniejszym od przekroju sieci jezdnej o przekroju mniejszym.

4.9.1.3 Równoległe prowadzone odcinki naprężenia należące do tej samej grupy elektrycznej powinny być łączone poprzecznie (jeżeli wymaga tego przekrój elektryczny) w odległościach 300-400 m.

4.9.1.4 Połączenia elektryczne sieci jezdnej z przewodem wzmacniającym powinny być wykonywane w odstępach nie większych niż 300 m.

4.9.1.5 Przy krzyżowaniu przewodów sieci jezdnej z sieciami jezdnyymi innych torów należy stosować odpowiednio rozmieszczone punkty izolujące oraz połączenia elektryczne krzyżowanych przewodów.

4.9.1.6 Przewody połączeń elektrycznych powinny być pokryte stopem cynowym na długości zamocowania w szczękach zacisków skręcanych śrubami. Do czasu

ostatecznej regulacji nowej sieci jezdnej należy montować połączenia elektryczne z zaciskami śrubowymi a następnie zastąpić je zaciskami zaprasowanymi.

- 4.9.1.7 Połączenia elektryczne międzysekcyjne z zaciskami zaprasowanymi należy montować zgodnie z tablicą zawartą w katalogu sieci trakcyjnej [E].
- 4.9.2 Połączenia elektryczne sieci powrotnej
 - 4.9.2.1 Połączenia elektryczne (łączniki szynowe) w sieci powrotnej powinny spełniać wymagania norm PN-EN 50122-2:2003 [4].
 - 4.9.2.2 Połączenia międzytorowe i międzytokowe należy lokalizować zgodnie z wymaganiami podanymi w „Wytocznych projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwporażeniowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym na liniach kolejowych” [J].
 - 4.9.2.3 Na torach zelektryfikowanych, jeżeli pozwalają na to urządzenia zabezpieczenia ruchu pociągów, powinny być stosowane połączenia poprzeczne międzytokowe co około 300 m i międzytorowe co 600 m.
 - 4.9.2.4 Na liniach dwu i więcej torowych, wyposażonych w obwody torowe blokady samoczynnej, należy stosować połączenia poprzeczne środków dławików sąsiednich torów, nie częściej jednak niż w co trzecim obwodzie torowym.
 - 4.9.2.5 Dla torów przeznaczonych do elektrycznego ogrzewania składów pociągów należy zapewnić ciągłość elektryczną z torami zelektryfikowanymi.

4.10 Ochrona odgromowa

- 4.10.1 Sieć jezdna powinna być zabezpieczona od przepięć atmosferycznych za pomocą odgromników rożkowych lub ochronników przepięciowych.
- 4.10.2 Odgromniki powinny być rozmieszczone wzdłuż sieci jezdnej w odstępach wynoszących około 1200 m. w rejonie zwiększonej aktywności burzowej odstępy rozstawienia odgromników należy zmniejszyć do około 600m. Otwarte końce sieci jezdnej należy zabezpieczać odgromnikami.
- 4.10.3 W przypadku prowadzenia linii odbiorów nietrakcyjnych po konstrukcjach wsporczych sieci jezdnej należy przy rozmieszczaniu odgromników rożkowych uwzględnić rodzaj poprzecznika linii. w szczególności nie należy umieszczać odgromników:
 - a) na słupach kotwowych i kotwienia środkowego,
 - b) w rejonach skrzyżowań z przejazdami w poziomie torów,

- c) na słupach, na których linia odbiorów nietrakcyjnych przechodzi z położenia osiowego w położenie boczne nad siecią jezdnią,
- d) na słupach stanowiących przęsło naprężenia.

4.10.4 Odgromniki różkowe lub ochronniki przepięciowe powinny być tak umieszczone na konstrukcjach, aby wszelkie części konstrukcji, przewody oraz wszystkie inne urządzenia znajdowały się poniżej płaszczyzny poziomej przechodzącej przez obsadę różków. w uzasadnionych przypadkach można umieszczać odgromnik poniżej wymienionych elementów pod warunkiem zachowania następujących poziomych odległości:

- a) 2500 mm dla kierunku równoległego do płaszczyzny, w której znajdują się oba różki odgromnika,
- b) 1000 mm dla kierunku prostopadłego do tej płaszczyzny.

4.11 Sekcjonowanie sieci jezdnej

4.11.1 Zasady sekcjonowania sieci jezdnej

4.11.1.1 Sekcjonowanie - podział elektryczny sieci jezdnej powinien zapewniać:

- a) wymagania technologiczne dotyczące ruchu pociągów,
- b) niezawodne zasilanie sieci przy awariach z zagwarantowaniem minimalnych spadków napięcia,
- c) możliwość wykonywania napraw i prac konserwacyjnych,

Ze względów BHP nie należy nadmiernie rozbudowywać podziału elektrycznego sieci jezdnej.

4.11.1.2 Sekcjonowanie sieci jezdnej powinno być dokonywane przez:

- a) sekcjonowanie podłużne - podział sieci tego samego toru,
- b) sekcjonowanie poprzeczne - podział sieci sąsiednich torów.

4.11.1.3 Sekcjonowania podłużnego i poprzecznego sieci należy dokonywać poprzez stosowanie:

- a) izolowanych przęseł naprężenia,
- b) izolatorów sekcyjnych,
- c) wstawek izolacyjnych.

- 4.11.1.4 Jako elementy łączeniowe sekcjonowania sieci należy stosować rozłączniki i odłączniki sekcyjne.
- 4.11.1.5 Zaleca się stosowanie rozłączników (umożliwiających wyłączenie prądów roboczych) w miejscach:
- a) podziału zasilania sieci jezdnej (podstacje, kabiny sekcyjne),
 - b) granic elektrycznych stacji,
 - c) punktów zasilania sieci jezdnej.
- 4.11.1.6 W miejscach niewymienionych w pkt 4.11.1.5., jako elementy łączeniowe, zaleca się stosowanie odłączników sekcyjnych.
- 4.11.1.7 Konstrukcja rozłączników i odłączników sekcyjnych powinna zapewniać przepływ prądu nie mniejszy od dopuszczalnego prądu obciążenia sieci jezdnej.
- 4.11.2 Sekcjonowanie podłużne
- 4.11.2.1 Sieć jezdnią torów głównych na szlaku należy odizolować od sieci należących do stacji w taki sposób, aby w głowicy wjazdowej i wyjazdowej stacji możliwy był przejazd pociągu:
- a) z właściwego toru szlakowego na niewłaściwy tor główny zasadniczy stacji,
 - b) z właściwego toru głównego zasadniczego stacji na tor niewłaściwy szlaku.

Sekcjonowanie to powinno zapewniać również możliwość odłączenia spod napięcia, dla celów naprawy lub konserwacji, odcinka sieci szlakowej lub torów na stacji.

- 4.11.2.2 Elektryczne granice stacji powinny stanowić izolowane przęsła naprężenia. w przypadku konieczności zastosowania izolatora sekcyjnego, jako elektrycznej granicy stacji, należy go sytuować w pobliżu kotwienia środkowego lub stałego sieci jezdnej. Kotwienie środkowe (stałe) powinno znajdować się między izolatorem sekcyjnym a siecią szlakową.
- 4.11.2.3 Izolowane przęsła naprężenia stanowiące granice różnych obwodów zasilania należy sytuować uwzględniając lokalizację podstacji trakcyjnych, kabin sekcyjnych i semaforów, w taki sposób, aby zachowana była możliwość przejazdu pojazdów elektrycznych z wyłączonymi obwodami głównymi.
- 4.11.2.4 Elementy sekcjonowania podłużnego usytuowane w obrębie stacji należy rozmieszczać za semaforami, patrząc w kierunku jazdy.

4.11.3 Sekcjonowanie poprzeczne

4.11.3.1 Na liniach dwu lub więcej torowych sieci jezdne torów na szlaku i sieci torów głównych zasadniczych w obrębie stacji powinny być wzajemnie od siebie odizolowane.

4.11.3.2 W obrębie stacji należy również odizolować wzajemnie od siebie sieci jezdne torów o różnych przeznaczeniach funkcyjnych, a w szczególności:

- a) sieci torów głównych dodatkowych od sieci torów głównych zasadniczych,
- b) sieci torów bocznych od sieci torów głównych dodatkowych,
- c) sieci grup torów bocznych o jednym przeznaczeniu od sieci torów bocznych o innym przeznaczeniu (np. sieci grupy torów przyjazdowych od sieci grupy torów odjazdowych lub sieci torów ładunkowych od sieci innych torów).

4.11.3.3 Liczba sieci torów głównych dodatkowych stanowiących elektrycznie jedną całość nie powinna być większa od dwóch, a liczba sieci torów bocznych od czterech.

4.11.3.4 Każda grupa torów, ważna ruchowo, powinna mieć przynajmniej dwa niezależne od siebie kierunki zasilania.

4.11.4 Zasady stosowania rozłączników i odłączników sekcyjnych

4.11.4.1 Należy unikać umieszczania rozłączników i odłączników sekcyjnych na słupach kotwowych sieci jezdnej, zwłaszcza przy rozdzielonym kotwieniu lin nośnych i przewodów jezdnych oraz przy kotwieniu dwóch odcinków naprężenia na jednym słupie.

4.11.4.2 Nie należy umieszczać na jednym słupie rozłączników lub odłączników sekcyjnych sieci jezdnej i rozłączników punktów zasilania.

4.11.4.3 Należy unikać stosowania, w układzie szeregowym, więcej odłączników sekcyjnych niż dwa, tj. jeden odcinający sieć całej grupy torów i jeden dalszego podziału. Zasada ta nie dotyczy sieci torów, przez które przewiduje się zasilanie awaryjne oraz sieci torów komunikacyjnych.

4.11.4.4 Odłączniki z napędem ręcznym w obrębie stacji należy, w miarę możliwości, grupować tak, aby znajdowały się jak najbliżej punktu, z którego mają być obsługiwane.

4.11.4.5 Sieć jezdna zasilana przez odłącznik ze stykiem uszyniającym może być zasilana tylko poprzez ten jeden odłącznik z wyjątkiem ustaleń określonych w punktach 4.11.4.7. i 4.11.4.9.

4.11.4.6 Sieć jezdna przebiegająca nad torami:

- a) ładunkowymi,
- b) torami postojowymi dla drobnych napraw taboru,

powinna być odizolowana od pozostałej części sieci będącej pod napięciem i wyposażona w odłącznik ze stykiem powodującym jej uszynienie po odłączeniu.

4.11.4.7 Sieć jezdna przebiegająca nad torami:

- a) stanowisk napiaszczania elektrowozów,
- b) kanałów rewizyjnych,
- c) pomostów do regulacji odbieraków prądu,
- d) mycia taboru,

powinna być odizolowana od pozostałej części sieci będącej pod napięciem oraz powinna być wyposażona w odłącznik ze stykiem powodującym uszynienie tego odcinka, po jego odłączeniu.

Z drugiej strony odcinka sieci powinien być zainstalowany drugi odłącznik (połączony jednostronnie do sieci odcinka wyłączonego, bez możliwości załączenia napięcia) ze stykiem powodującym uszynienie go dopiero, po uszynieniu przez pierwszy odłącznik. Obydwa odłączniki powinny być sprzężone w sposób zapewniający odpowiednią blokadę ich wzajemnego położenia i sygnalizację stanu napięcia.

W przypadku, gdy sieć jezdna kończy się w niedalekiej odległości poza omawianymi stanowiskami i nie istnieje możliwość drugostronnego zasilania odcinka, drugi odłącznik jest zbędny.

4.11.4.8 Sieć jezdna wprowadzana do budynku (np. elektrowozowni) powinna być odizolowana od pozostałej i wyposażona w odłącznik ze stykiem powodującym uszynienie sieci wewnątrz budynku, po odłączeniu napięcia. Odłącznik powinien posiadać sygnalizację stanu położenia (otwarty, zamknięty) widoczną z zewnątrz oraz wewnątrz budynku, z każdego miejsca, w którym mogą być wykonywane prace w pobliżu sieci.

- 4.11.4.9 Sieć jezdna prowadzona w tunelach powinna mieć możliwość obustronnego (na jego końcach) odizolowania, poprzez odłączniki ze stykiem uszyniającym, od pozostałej części sieci. Obydwa odłączniki powinny być sprzężone w sposób zapewniający jednoczesne uszynienie.
- 4.11.5 Zasady oznaczania rozłączników i odłączników
- 4.11.5.1 Oznaczanie rozłączników sekcyjnych od odłączników sekcyjnych powinno się odróżniać symbolem graficznym.
- 4.11.5.2 Rozłączniki lub odłączniki montowane:
- a) na elementach sekcjonowania podłużnego,
 - b) do łączenia sieci jezdnych torów normalnie wzajemnie odizolowanych,
 - c) do odłączania zasilaczy od sieci jezdnej,
- powinny być oznaczone numerami jedno, dwu lub trzycyfrowymi.
- 4.11.5.3 Rozłączniki montowane na elementach sekcjonowania podłużnego przy podstacjach trakcyjnych i kabinach sekcyjnych powinny być oznaczane wyłącznie numerami trzycyfrowymi kończącymi się cyfrą 1 lub 2. Ostatnia cyfra numeru służy do określenia toru (nieparzysty, parzysty), na którym sieć jezdna jest sekcjonowana podłużnie.
- 4.11.5.4 Rozłączniki montowane do odłączania od sieci jezdnej zasilaczy z podstacji trakcyjnych lub kabin sekcyjnych powinny być oznaczane numerami dwu lub trzycyfrowymi, w których ostatnią cyfrą jest zero. Liczba nieparzysta lub parzysta powinna określać tor (nieparzysty i parzysty), nad którym sieć jezdna jest zasilana.
- 4.11.5.5 Odłączniki odcinające sieci jezdne poszczególnych torów w hali elektrowozowni powinny być oznaczane numerem głównego odłącznika odcinającego sieci grupy torów wprowadzanych do hali, łamanym przez numer toru w elektrowozowni.
- 4.11.5.6 Odłączniki rozdzielni odcinających zasilanie kolejnych torów w grupie zasilanej osobnym zasilaczem powinny być oznaczane numerem głównego odłącznika zasilacza z dodaniem dużej litery alfabetu.
- 4.11.5.7 Ostatnia cyfra numeru lub numer jednocyfrowy powinien charakteryzować przeznaczenie ruchowe rozłącznika lub odłącznika. Pozostałe cyfry służą do odróżnienia pomiędzy sobą rozłączników lub odłączników, których cyfry charakterystyczne są takie same.

4.11.5.8 W rejonie danej stacji każdy rozłącznik lub odłącznik powinien być oznaczony innym numerem.

4.11.6 Numeracja

4.11.6.1 Numery rozłączników lub odłączników należy oznaczać w sposób następujący:

1;11...91 - rozłącznik lub odłącznik montowany na elemencie sekcjonowania podłużnego oddzielającego sieć toru nieparzystego szlaku od sieci toru głównego zasadniczego stacji - po stronie wjazdu na stację,

2;12...92 - rozłącznik lub odłącznik montowany na elemencie sekcjonowania podłużnego oddzielającego sieć toru parzystego szlaku od sieci toru głównego zasadniczego stacji - po stronie wjazdu na stację,

3;13...93 - rozłącznik lub odłącznik montowany na elemencie sekcjonowania podłużnego oddzielającego sieć toru nieparzystego szlaku od sieci toru głównego zasadniczego stacji - po stronie wyjazdu ze stacji,

4;14...94 - rozłącznik lub odłącznik montowany na elemencie sekcjonowania podłużnego oddzielającego sieć toru parzystego szlaku od sieci toru głównego zasadniczego stacji - po stronie wyjazdu ze stacji.

5;15...95 - rozłącznik lub odłącznik służący do bezpośredniego połączenia sieci nieparzystego toru szlaku lub głównego zasadniczego stacji z siecią parzystego toru szlaku lub głównego zasadniczego stacji,

6;16...96;206...306... - odłącznik ze stykiem uszyniającym służący do odłączenia i uszynienia sieci jezdnej,

106;116...196 - odłącznik ze stykiem uszyniającym służący do odłączania i uszynienia sieci grupy torów wprowadzanych do hali (np. elektrowozowni),

106/1;106/2... - odłącznik ze stykiem uszyniającym służący do odłączenia i uszynienia sieci poszczególnych kolejnych torów wprowadzanych do hali (np. elektrowozowni),

7;17...97 - odłącznik montowany na elemencie sekcjonowania podłużnego dzielącego sieć nieparzystego toru głównego zasadniczego na niezależne elektrycznie części,

107;117...197 - odłącznik służący do odłączania sieci nieparzystych torów głównych dodatkowych lub bocznych od sieci nieparzystego toru głównego zasadniczego,

8;18...98 - odłącznik montowany na elemencie sekcjonowania podłużnego dzielącego sieć parzystego toru głównego zasadniczego na niezależne elektrycznie części,

108;118...198 - odłącznik służący do odłączania sieci parzystych torów głównych dodatkowych lub bocznych od sieci parzystego toru głównego zasadniczego,

9;19...99;109... - odłącznik służący do łączenia między sobą sieci torów lub grup torów położonych w rejonie stacji, a nie objętych określeniami podanymi wyżej.

Dla odłączników o tej samej ostatniej cyfrze charakteryzującej przeznaczenie ruchowe serii 7;107 lub 8;108 montowanych na elementach sekcjonowania podłużnego lub poprzecznego sieci numeracja powinna narastać zgodnie z kierunkiem jazdy, podstawowego toru odniesienia (tor główny zasadniczy nieparzysty, parzysty). w przypadku trudności z określeniem głównego kierunku jazdy, dla odłączników serii 5;15 i 6;16 lub grupy torów serii 9;19 numeracja powinna narastać zgodnie z kierunkiem głównego kilometrażu linii.

101;111...191 - rozłącznik usytuowany w sieci nieparzystego toru głównego na elemencie sekcjonowania podłużnego przynależnego do podstacji trakcyjnej lub kabiny sekcyjnej,

102;112...192 - rozłącznik usytuowany w sieci parzystego toru głównego na elemencie sekcjonowania podłużnego przynależnego do podstacji trakcyjnej lub kabiny sekcyjnej,

10;110...910 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnej nieparzystego toru szlaku, usytuowany po stronie wjazdu na stację albo rozłącznik przy podstacji trakcyjnej lub kabinie sekcyjnej odłączający zasilacz od sieci jezdnej toru nieparzystego, usytuowany przed elementem sekcjonowania podłużnego, patrząc w kierunku jazdy,

20;120...920 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnej parzystego toru szlaku, usytuowany po stronie wjazdu na stację albo rozłącznik przy podstacji trakcyjnej lub kabinie sekcyjnej odłączający zasilacz od sieci jezdnej toru parzystego, usytuowany przed elementem sekcjonowania podłużnego, patrząc w kierunku jazdy,

30;130...930 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnej nieparzystego toru szlaku, usytuowany po stronie wyjazdu ze stacji albo rozłącznik przy podstacji trakcyjnej lub kabinie sekcyjnej odłączający zasilacz od sieci jezdnej toru nieparzystego, usytuowany za elementem sekcjonowania podłużnego, patrząc w kierunku jazdy,

40;140...940 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnej parzystego toru szlaku, usytuowany po stronie wyjazdu ze stacji albo rozłącznik przy podstacji trakcyjnej lub kabinie sekcyjnej odłączający zasilacz od sieci jezdnej toru parzystego, usytuowany za elementem sekcjonowania podłużnego, patrząc w kierunku jazdy.

Rozłączniki o numerach 10; 20; 30; 40 wraz z pochodnymi powinny posiadać podobną numerację do rozłączników usytuowanych w pobliżu na elementach sekcjonowania podłużnego w myśl zasady:

- przed rozłącznikiem nr 1 lub 101 na elemencie sekcjonowania podłużnego, patrząc w kierunku jazdy, wystąpi rozłącznik nr 10 zasilacza,
- przed rozłącznikiem nr 11 lub 111 wystąpi rozłącznik nr 110 zasilacza,
- za rozłącznikiem nr 3 lub 103 na elemencie sekcjonowania podłużnego, patrząc w kierunku jazdy; wystąpi rozłącznik nr 30 zasilacza,
- za rozłącznikiem nr 13 lub 113 wystąpi rozłącznik nr 130 zasilacza.

60 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnych grupy torów wprowadzanych do hali (np. elektrowozowni),

70 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnych nieparzystej strony stacji,

80 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnych parzystej strony stacji,

90;...190 - rozłącznik odłączający zasilacz od sieci jezdnych wydzielonej grupy torów w obrębie stacji.

Numer rozłącznika powinien być poprzedzony literą „R” jak np. R1, R101.

W przypadku budowy, bezpośrednio za rozłącznikiem 70; 80; 90;...190 rozdzielni umożliwiającej odłączanie sieci poszczególnych torów lub grupy torów, poszczególne dalsze odłączniki należy numerować numerem zasadniczym z dodaniem myślnika i dużej kolejnej litery alfabetu np. 70-A; 70-B itd. z tym, że nie należy korzystać z liter I, J, Ł, O, Q, R, V, X oraz Y.

4.11.6.2 Numeracja rozłączników i odłączników powinna być namalowana na skrzynkach napędowych białą farbą na niebieskim tle.

4.11.6.3 Przykład numerowania rozłączników i odłączników pokazano w załączniku nr 5.

4.12 Urządzenia sygnalizacyjne, ostrzegawcze i ochronne

4.12.1 Wskaźniki

4.12.1.1 Sieć trakcyjna powinna być osygnalizowana wskaźnikami zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. [C].

4.12.1.2 Obrazy sygnałowe wskaźników oraz ich barwy powinny być zgodne z postanowieniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005r. [C], a ich wymiary zgodne z wymaganiami normy BN-76/9317-110 [35].

4.12.1.3 Wskaźniki „We” powinny być wykonane z materiałów odblaskowych tak, aby były widoczne w nocy.

4.12.1.4 Zabrania się mocowania wskaźników do przewodów sieci jezdnej oraz na konstrukcjach wsporczych.

4.12.2 Tablice ostrzegawcze i informacyjne

4.12.2.1 Treść, kształt, wymiary i sposób rozmieszczenia tablic ostrzegawczych powinny być zgodne z wymaganiami normy PN-K-89000:1997 [27].

4.12.2.2 Na każdym peronie stacji i przystanku osobowego linii zelektryfikowanych powinny znajdować się po dwie tablice ostrzegawcze peronowe.

4.12.2.3 Na każdej konstrukcji wsporczej ustawionej w peronach, rampach i w innych miejscach ogólnie dostępnych dla osób nie będących pracownikami kolejowymi, należy umieścić dwie tablice ostrzegawcze na przeciwnych stronach konstrukcji.

4.12.2.4 Tam gdzie przewody sieci jezdnej są zawieszane na wysokości mniejszej niż 5600 mm, należy umieścić przed przejazdem kolejowym tablicę informacyjną podającą wysokość zawieszenia przewodów jezdnych. Tablicę należy umieszczać na tym samym wsporniku co znak G2, jeśli ten umieszczony jest na osobnym słupku. w innym przypadku tablicę informacyjną należy ustawiać na indywidualnym słupku.

4.12.2.5 Tablice ostrzegawcze powinny być tak rozmieszczone, aby były łatwo widoczne dla osób mogących nadmiernie zbliżyć się do urządzeń sieci trakcyjnej będących lub mogących znaleźć się pod napięciem.

- 4.12.2.6 Tablice ostrzegawcze powinny być mocowane w taki sposób aby odległość ich krawędzi od strony toru nie była mniejsza od określonej w pkt. 2.1. Dla tablic informacyjnych, których dolna krawędź jest umieszczona nad poziomem peronu powyżej 2,25 m dopuszcza się zmniejszenie o 0,5 m wymiarów wynikających z ppkt 2.1.2.
- 4.12.3 Znaki ostrzegawcze i informacyjne
- 4.12.3.1 Konstrukcje wsporcze, na których podwieszono są sieci jezdne nie połączone ze sobą elektrycznie na stałe, powinny być oznaczone białym pasem o szerokości 150 mm namalowanym 1 000 mm poniżej miejsca zamocowania najniższej zamontowanego elementu podwieszenia sieci jezdnej.
- 4.12.3.2 Konstrukcje wsporcze, których odległość czołowej płaszczyzny od osi toru jest mniejsza od wymaganej (lokalizowane w wyjątkowych przypadkach za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.), powinny być oznaczone przez namalowanie na nich przemiennie pasów koloru żółtego i czarnego o szerokości 120 mm. Oznaczenia pasami należy wykonywać do wysokości 1 200 mm od powierzchni główki szyny, na płaszczyźnie czołowej konstrukcji wsporczej od strony toru, w ten sposób, że najwyższy położony pas powinien być koloru czarnego.
- 4.12.3.3 Konstrukcje wsporcze uszynione do dalszego toku szyn należy oznaczyć przez namalowanie równobocznego trójkąta koloru czerwonego o boku 80 mm, skierowanego wierzchołkiem ku dołowi, na płaszczyźnie od strony podłączenia uszynienia, 200 mm poniżej lokaty.
- 4.12.3.4 Znaki ostrzegawcze przejazdowe G2 „Sieć pod napięciem” należy ustawiać przed przejazdami kolejowymi, na tym samym wsporniku co znak „Krzyż św. Andrzeja” lub na osobnym słupku. Wzór znaku G2 określony jest w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. [1].
- 4.12.4 Osłony
- 4.12.4.1 Mosty, wiadukty, kładki oraz w razie potrzeby inne budowle, pod którymi prowadzona jest sieć jezdna, powinny być zaopatrzone w osłony pionowe chroniące ludzi mogących znajdować się na tych budowlach, od przypadkowego dotknięcia elementów sieci trakcyjnej będących pod napięciem oraz sieć jezdna od uszkodzenia wskutek takiego przypadkowego dotknięcia lub wskutek upadku przedmiotów na sieć jezdna.

- 4.12.4.2 Dopuszcza się stosowanie osłon poziomych stanowiących konstrukcyjną całość z budowlą.
- 4.12.4.3 Konstrukcja osłony powinna być zgodna z wymaganiami normy BN-77/9317-115 [36]. Zasięg osłony pionowej powinien być tak dobrany, aby odległość sieci jezdnej znajdującej się pod napięciem wynosiła nie mniej niż 2000 mm.
- 4.12.4.4 Na kładkach lub pomostach przeznaczonych wyłącznie dla personelu kolejowego wysokość osłon powinna wynosić około 1200 mm, jednak nie mniej niż 1000 mm, a zasięg osłony określony jak w punkcie [4.12.4.3.] może być zmniejszony do 1000 mm.

5 Zakres opracowań technicznych

5.1 Wymagania ogólne

5.1.1 Projekty sieci trakcyjnej należy wykonywać w zależności od ich przeznaczenia jako:

- a) studium wykonalności,
- b) program funkcjonalno-użytkowy,
- c) projekt budowlany,
- d) projekt wykonawczy,
- e) przedmiar robót,
- f) specyfikacje techniczne wykonania robót budowlanych,
- g) projekt powykonawczy.

5.1.2 Wymagania dotyczące formy projektów wymienionych w punkcie 5.1.1. b, c, d, e, f, g obejmujące między innymi spis zawartości, forma strony tytułowej, sposobu opisu rysunków, ich skali, numeracji oraz techniki graficznej i oprawy są szczegółowo opisane w Rozporządzeniach Ministra Infrastruktury [G] i [H].

5.2 Studium wykonalności

5.2.1 Dokument ten niezbędny jest do określenia stopnia opłacalności planowanego zadania inwestycyjnego.

5.2.2 Studium wykonalności powinno zawierać wszystkie niezbędne dane na temat projektu, jego otoczenia i kosztu realizacji do podjęcia decyzji inwestycyjnej inwestorowi i instytucji finansującej.

5.2.3 W studium wykonalności w części technicznej dotyczącej sieci trakcyjnej należy podać:

- a) stan istniejący sieci trakcyjnej i jej otoczenia w przypadku przebudowy,
- b) typ projektowanej sieci trakcyjnej,
- c) konstrukcje wsporcze i rodzaj fundamentów,
- d) rozwiązania i osprzęt sieci trakcyjnej,
- e) system ochrony od porażeń,
- f) plan trasy o ile wymaga tego inwestor,
- g) schemat sekcjonowania sieci trakcyjnej o ile przewidziane są stacje, posterunki rozgałęźne lub punkty zasilania w rejonie podstacji trakcyjnych i kabin sekcyjnych.

5.3 Program funkcjonalno-użytkowy

- 5.3.1 Jest to bardziej uszczegółowiony dokument niż studium wykonalności i służy do ustalenia planowanych kosztów prac projektowych, robót budowlanych, przygotowania oferty, szczególnie w zakresie obliczenia kosztu wykonania prac projektowych i realizacji.
- 5.3.2 Szczegółowy wykaz zawartości programu funkcjonalno użytkowego jest wymieniony w rozdz.4 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury [H].
- 5.3.3 W części technicznej tego dokumentu należy podać informacje wymienione w pkt 5.2.2.

5.4 Projekt budowlany

- 5.4.1 Projekt budowlany jako składnik podstawowego projektu inwestycji budowlanej służy do opisu zamówienia na roboty budowlane oraz do uzyskania pozwolenia na budowę.
- 5.4.2 W projekcie budowlanym sieci trakcyjnej w części opisowej lub rysunkowej należy podać:
- a) opis techniczny,
 - b) stan istniejący sieci trakcyjnej i jej otoczenia w przypadku przebudowy,
 - c) typ projektowanej sieci trakcyjnej,
 - d) konstrukcje wsporcze i rodzaj fundamentów,
 - e) zestawienie konstrukcji wsporczych, fundamentów i głowic fundamentowych z uwzględnieniem montażu i demontażu,
 - f) rozwiązania i osprzęt sieci trakcyjnej,
 - g) plan sytuacyjny w czytelnej skali,
 - h) schemat sekcjonowania sieci trakcyjnej o ile przewidziane są stacje, posterunki rozgałęźne lub punkty zasilania w rejonie podstacji trakcyjnych,
 - i) system ochrony od porażeń,
 - j) system ochrony od prądów błędzących i oddziaływania na środowisko,
 - k) zestawienie podstawowych zespołów i materiałów do montażu.

5.5 Projekt wykonawczy

- 5.5.1 Projekt wykonawczy stanowi uzupełnienie i uszczegółowienie projektu budowlanego w zakresie i stopniu niezbędnym do sporządzenia przedmiaru robót, kosztorysu inwestorskiego, przygotowania oferty przez wykonawcę i jest podstawą wykonania

robót przez wykonawcę. Ponadto służy inwestorowi do wyegzekwowania realizacji zadania zgodnie z projektem.

5.5.2 W projekcie wykonawczym sieci trakcyjnej w części opisowej lub rysunkowej należy podać:

- a) opis techniczny,
- b) schemat sekcjonowania sieci trakcyjnej o ile przewidziane są stacje, posterunki rozgałęźne lub punkty zasilania w rejonie podstacji trakcyjnych,
- c) typ projektowanej sieci trakcyjnej,
- d) plan sytuacyjny w czytelnej skali,
- e) system ochrony od porażeń,
- f) profilowanie sieci trakcyjnej o ile występuje taka konieczność,
- g) dobór typu i określenie obciążeń fundamentów palowych,
- h) współrzędne fundamentów,
- i) wykaz konstrukcji wsporczych, fundamentów i głowic fundamentowych,
- j) zestawienie konstrukcji wsporczych fundamentów i głowic fundamentowych,
- k) karty montażowe wyposażenia,
- l) rysunki nietypowych rozwiązań jeśli takie występują,
- m) wykaz demontowanych wyposażenia sieci jezdnej,
- n) rozwiązania usunięcia kolizji.

5.6 Przedmiar robót

5.6.1 „Przedmiar robót powinien zawierać zestawienie przewidywanych do wykonania robót podstawowych w kolejności technologicznej ich wykonania wraz z ich szczegółowym opisem lub wskazaniem podstaw ustalających szczegółowy opis oraz wskazaniem właściwych specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych, z wyliczeniem i zestawieniem ilości jednostek przedmiarowych robót podstawowych” zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [H].- § 6.1.

5.6.2 Zakres i forma przedmiaru robót jest ujęta w § 6, 7, 8, 9 i 10 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury [H].

5.7 Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych

5.7.1 „Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych stanowią opracowania zawierające w szczególności zbiory wymagań, które są niezbędne do określenia standardu i jakości wykonania robót, właściwości wyrobów budowlanych

oraz oceny prawidłowości wykonania poszczególnych robót.” zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [H] - § 12.

- 5.7.2 Zakres i forma specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych ujęte są w § 13 i 14 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury [H].

6 Ogólne zasady obowiązujące przy budowie i odbiorach sieci trakcyjnych

6.1 Wymagania dla personelu wykonawcy

6.1.1 6.1.1.W zależności od zakresu robót wykonawca zapewnia personel kierowniczy oraz personel wykonawczy posiadający niezbędną wiedzę i doświadczenie do wykonywania zadania:

- a) dyrektora projektu (dla mniejszych zadań kierownika projektu) posiadającego wykształcenie wyższe (techniczne lub inne związane z przedmiotem zamówienia), przynajmniej 5-cio letnie doświadczenie zawodowe w realizacji projektów inwestycyjnych związanych z budową sieci trakcyjnej, w tym 3 lata doświadczenia na stanowisku kierowniczym,
- b) kierownika kontroli jakości posiadającego wykształcenie wyższe, przynajmniej 4 lata doświadczenia zawodowego, w tym co najmniej 2 lata doświadczenia na stanowisku zarządzania jakością,
- c) kierownika robót elektrotrakcyjnych posiadającego przynajmniej 4 lata doświadczenia zawodowego w tym co najmniej 2 lata doświadczenia jako kierownik robót, posiadającego właściwe uprawnienia budowlane oraz ubezpieczenie OC,
- d) personel wykonawczy posiadający wymagane uprawnienia kwalifikacyjne i doświadczenie zawodowe.

6.2 Wymagane zaplecze techniczne wykonawcy

6.2.1 W zależności od rodzaju robót wykonawca zapewnia niezbędne pojazdy, maszyny, aparaty i inne urządzenia potrzebne do realizacji i ukończenia robót oraz usuwania wszelkich stwierdzonych wad przy zachowaniu przepisów BHP i ochrony środowiska w tym:

- a) pociąg montażowy lub inne pojazdy służące do budowy sieci trakcyjnej, w tym umożliwiające wywieszenie sieci jezdnej pod nominalnym naciągami, posiadające obowiązujące dopuszczenia do poruszania się po torach kolejowych;
- b) pociąg fundamentowo-słupowy lub inny zestaw pojazdów posiadających odpowiednie dopuszczenia służących do posadowienia:
 - fundamentów prefabrykowanych blokowych,
 - fundamentów wylewanych na miejscu,

- słupów trakcyjnych,
 - fundamentów palowych;
- c) urządzenie do zagęszczania gruntu;
- d) zestaw pojazdów i maszyn służących do rozwożenia fundamentów palowych i montażu słupów trakcyjnych na fundamentach palowych, posiadających świadectwo dopuszczenia do eksploatacji oraz odpowiednie klucze dynamometryczne do przykręcania tych słupów;
- e) niezbędne aparaty i urządzenia służące do wykonania sieci uszyniającej i powrotnej;

6.3 Przepisy i dokumenty obowiązujące wykonawcę przy budowie i modernizacji sieci trakcyjnej

6.3.1 Wykonawca powinien wykonywać roboty związane z budową sieci trakcyjnej w oparciu o następujące dokumenty:

- przepisy prawa budowlanego,
- umowy pomiędzy zamawiającym i wykonawcą,
- pozwolenie na budowę,
- protokół przekazania terenu budowy,
- dokumentację projektową,
- standardy techniczne,
- obowiązujące normy,
- świadectwa o dopuszczeniu do stosowania nowych systemów, materiałów lub technologii,
- przepisy i instrukcje służbowe,
- zalecenia z przeprowadzonych kontroli,
- ustalenia i zalecenia sformułowane przez inżyniera kontraktu lub zamawiającego w dziennikach budowy,
- przepisy dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska.

6.4 Ogólne zasady obioru nowobudowanych i modernizowanych sieci trakcyjnych

6.4.1 Odbiorom podlegają ujęte w kontrakcie urządzenia sieci trakcyjnej, teren budowy i najbliższe otoczenie miejsca robót.

6.4.2 Celem odbioru jest sprawdzenie czy nowe lub modernizowane urządzenia sieci trakcyjnej spełniają wymagania techniczne i inne ustalenia określone w dokumentach

będących podstawą wykonania robót w szczególności zaś wymienione w punkcie 6.3.1.

6.4.3 Podczas odbioru określa się zakres i kompletność wykonanych prac, ich jakość i przydatność techniczną oraz terminowość wykonania. Ocenia się wpływ wykonanych robót na przyległe elementy infrastruktury i ewentualne ich uszkodzenia, uprzątnięcie miejsca robót oraz sposób postępowania w przypadku wystąpienia usterek. Szczególnemu sprawdzeniu podlegają urządzenia i elementy mające wpływ na ochronę środowiska i ochronę przeciwporażeniową.

6.4.4 Podczas odbioru sprawdzeniu podlegają:

a) dokumentacja powykonawcza:

- kompletność zatwierdzonego projektu wykonawczego wraz z rysunkami montażowymi i naniesionymi poprawkami,
- dokumenty zezwalające na odstępstwa od zatwierdzonego projektu, obowiązujących norm i przepisów technicznych,
- dokumentację dostarczoną przez producentów podzespołów i urządzeń wchodzących w skład obiektu (opisy techniczne, instrukcje obsługi dokumentacje techniczno-ruchowe, karty gwarancyjne),
- komplet dokumentów dopuszczających do eksploatacji typu urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego (jeżeli są wymagane) oraz elementów, które wymagają dopuszczenia na liniach zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

b) jakość wykonania sieci trakcyjnej a szczególnie:

- stan dokręceń śrub i zabezpieczeń nakrętek,
- stan techniczny oraz zgodność typów zastosowanych konstrukcji wsporczych, fundamentów z dokumentacją techniczną oraz prawidłowe ich posadowienie i ustawienie (skrajnia),
- stan techniczny oraz zgodność położenia z tabelami montażowymi urządzeń naprężających,
- stan techniczny oraz zgodność położenia z tabelą montażową podwieszeń sieci trakcyjnej (przelotowych, krzyżowych, rozjazdowych itp.) i ich elementów,
- wielkość zwisu liny kotwienia środkowego i wykonanie połączenia „V”,
- wielkość zwisu uszynienia grupowego,
- wysokość zawieszenia przewodów jezdnych, lin nośnych, przewodów wzmacniających i uszynień grupowych,

- rozstawienie wieszaków i ich długość,
 - rozstawienie uchwyty odległościowych,
 - odsuw sieci jezdnej,
 - prawidłowość wykonania połączeń elektrycznych,
 - prawidłowość działania odłączników sieciowych, ich napędów, wykonania połączeń elektrycznych oraz numeracji,
 - prawidłowość montażu odgromników,
 - prawidłowość wykonania sieci powrotnej (łączniki szynowe podłużne i poprzeczne, połączenia dławikowe i dławiki),
 - prawidłowość wykonania uszynień indywidualnych lub grupowych i prawidłowość montażu ograniczników niskonapięciowych na uszynieniu grupowym,
 - prawidłowość montażu linek uelastyczniających,
 - prawidłowość montażu izolatorów sekcyjnych,
 - prawidłowość montażu rozjazdów sieciowych,
 - prawidłowość wykonania izolowanych przęseł naprężenia,
 - prawidłowość zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji wsporczych wraz z ich fundamentami i głowicami,
 - prawidłowość wykonania lokat konstrukcji wsporczych,
 - ustawienie wskaźników W_e , tablic ostrzegawczych i informacyjnych,
 - sprawdzenie odległości izolacyjnych elementów sieci trakcyjnej i odbieraka prądu będących pod napięciem 3000 V od przedmiotów uszynionych, uziemionych lub należących do innych grup zasilania,
 - sprawdzenie współpracy sieci jezdnej z odbierakiem prądu w warunkach statycznych przy użyciu odbieraka prądu zamontowanego na pomoście pociągu sieciowego montażowego lub innym pojeździe służącym do montażu sieci trakcyjnej;
- c) wykonanie pomiarów i prób napięciowych, a szczególnie:
- wykonanie pomiaru wypadkowej rezystancji uziemienia liny na obydwu końcach sekcji uszynienia grupowego przy użyciu testera np. typu IRM3 lub metodą techniczną,
 - sprawdzenie działania ograniczników niskonapięciowych uszynienia grupowego za pomocą testera generującego impuls napięciowy o wartości 150 V (zadziałanie ogranicznika przy polaryzacji zgodnej i brak zadziałania przy polaryzacji odwrotnej) oraz 100 V (brak zadziałania ogranicznika przy polaryzacji zgodnej i brak zadziałania przy polaryzacji odwrotnej),

- próby napięciowej napięciem roboczym w ciągu 5-ciu minut (załączenie napięcia na sieć z podstacji trakcyjnej z wykonaniem próby linii);
- d) wykonanie sprawdzenia współpracy pantografu z siecią jezdnią oraz pomiarów przerw styku, odsuwu i wysokości zawieszenia przewodu jezdniego wykonanie wagonem diagnostycznym (jeżeli zamawiający i wykonawca ustalą, że jest to konieczne) oraz inne wymagania ustalone przez zamawiającego.

6.4.5 W czasie odbioru wykonawca przedstawia:

- dziennik budowy,
- dokumentację powykonawczą z naniesionymi na nią zmianami potwierdzonymi przez projektanta,
- protokoły odbioru poszczególnych faz robót z załączonymi do nich protokołami odbiorów branżowych oraz protokoły usunięcia usterek stwierdzonych przy odbiorze poszczególnych faz,
- oświadczenie kierownika budowy o wykonaniu obiektu budowlanego zgodnie z projektem budowlanym i warunkami określonymi w pozwoleniu na budowę oraz z obowiązującymi normami i przepisami,
- powykonawcze pomiary geodezyjne,
- protokół pomiaru wysokości zawieszenia przewodu jezdniego w stanie statycznym,
- protokół pomiaru odsuwu przewodów jezdnych w stanie statycznym,
- protokół wyniku pomiarów parametrów współpracy pantografu z siecią jezdnią oraz wykresy wykonane wagonem diagnostycznym (jeżeli taki objazd był wymagany),
- protokół pomiaru pionowej odległości wysięgników pomocniczych od powierzchni przewodów jezdnych,
- protokół pomiaru ograniczników niskonapięciowych,
- protokół pomiaru wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynienia grupowego,
- protokół pomiaru indywidualnego uziemienia ochronnego słupów,
- protokół pomiaru izolacji słup-fundament (w przypadku zastosowania słupów na fundamentach palowych),
- protokoły przewidywanych odzysków (protokoły przekazania materiałów z demontażu, protokół z rozliczenia złomu),
- pisemne oświadczenie stwierdzające, że zastosowane urządzenia i materiały są atestowane,
- protokół usunięcia usterek stwierdzonych podczas odbiorów częściowych,

- dokumenty związane z wykonaniem robót dodatkowych (dokumentacja, protokoły odbioru),
- oryginały lub kserokopie poświadczone za zgodność z oryginałem świadectw dopuszczenia, atestów, certyfikatów, deklaracje zgodności lub innych dokumentów dotyczących wbudowanych wyrobów budowlanych z dokonanymi adnotacjami kierownika robót i inspektora nadzoru o miejscach zabudowy w/w materiałów,
- oświadczenie kierownika budowy o doprowadzeniu do należytego stanu i porządku terenu budowy, a także ulicy, sąsiedniej nieruchomości, budynku lub lokalu – w przypadku korzystania z nich.

6.5 Rodzaje, zakres badań i prób odbiorczych nowobudowanych i modernizowanych sieci trakcyjnych

6.5.1 Odbiory przeprowadzane są jako:

- a) częściowe,
- b) końcowe,
- c) pogwarancyjne.

6.5.2 Odbiory częściowe przeprowadzane są gdy:

- wykonawca ubiega się o zapłatę za częściowe wykonanie roboty, stanowiące całość funkcjonalną lub wykonawczą, a zawarta umowa przewiduje taki sposób rozliczeń,
- przed przystąpieniem do kolejnej fazy robót zachodzi potrzeba określenia jakości i ilości robót zakrywanych,
- zachodzi potrzeba oceny jakości zmontowanego elementu lub urządzenia (np. zmontowane urządzenie przed podłączeniem),
- pewna faza robót przekazywana jest innemu wykonawcy,
- element, urządzenie lub część obiektu przekazywana jest do eksploatacji.

Podczas odbioru częściowego określa się ilość i jakość robót zgodnie z punktem 6.4.4. b (o ile umowa nie przewiduje inaczej).

6.5.3 Odbiorem końcowym obejmuje się całość robót zgodnie z zawartą umową określając:

- ilość i jakość robót zgodnie z punktem 6.4.4. b (o ile umowa nie przewiduje inaczej),

- zgodność robót z dokumentacją projektową, umową, warunkami technicznymi, normami i przepisami,
- gotowość sieci trakcyjnej do przekazania do eksploatacji,
- tryb postępowania w przypadku wystąpienia usterek,
- zastrzeżenia dotyczące należności dla wykonawcy lub wykonawców oraz dotyczące kosztów robót,
- ewentualne zmiany warunków gwarancji ustalonych w umowie.

6.5.4 Odbiory pogwarancyjne przeprowadza się przed zakończeniem okresów gwarancji określonych w umowach w celu:

- sprawdzenia usunięcia usterek stwierdzonych w trakcie odbioru końcowego i wad ukrytych, ujawnionych w okresie gwarancyjnym,
- ostatecznego przekazania do eksploatacji urządzeń lub elementów objętych gwarancją producenta lub wykonawcy robót, za wyjątkiem materiałów lub urządzeń, dla których okres gwarancji jest dłuższy od okresu gwarancyjnego określonego w umowie,
- całkowitego lub częściowego zwolnienia kaucji gwarancyjnej.

6.5.5 Odbiory częściowe, końcowe i pogwarancyjne przeprowadza komisja powoływana przez zamawiającego.

6.5.6 W celu przeprowadzenia odbiorów częściowych lub końcowych wykonawca jest zobowiązany przed planowanym terminem zgłosić gotowość do odbioru inżynierowi kontraktu i dostarczyć mu stosowne oświadczenie z dołączonymi do niego niezbędnymi dokumentacjami, instrukcjami, protokołami badań (wykaz dokumentów zawiera punkt 6.4.5.).

6.5.7 Zamawiający ustala imienny skład komisji przeprowadzającej odbiory a w jej skład wchodzi przedstawiciele:

- a) zamawiającego,
- b) zarządcy,
- c) inżyniera kontraktu,
- d) wykonawcy.

6.5.8 Po przeprowadzeniu odbiorów częściowych należy sporządzić protokół odbioru robót zanikających, ulegających zakryciu, który będzie stanowił podstawę do wystawienia świadectwa przejęcia odcinków lub części robót.

- 6.5.9 Po przeprowadzeniu odbiorów końcowych należy sporządzić protokół odbioru robót zanikających, ulegających zakryciu, który będzie stanowił podstawę do wystawienia świadectwa przejęcia robót.
- 6.5.10 Odbiory pogwarancyjne przeprowadzane są w terminie 21 dni od zgłoszenia przez zamawiającego przed końcem upływu terminu gwarancji.
- 6.5.11 W celu umożliwienia wykonania odbiorów częściowych, końcowych i pogwarancyjnych wykonawca zapewnia całą aparaturę, sprzęt, przyrządy, siłę roboczą, wykwalifikowany personel kierowniczy, dokumenty i inne informacje, energię elektryczną, paliwo jakie są potrzebne do przeprowadzenia w/w czynności.
- 6.5.12 Na początku każdego odbioru należy wybrać co najmniej 2 odcinki naprężenia sieci trakcyjnej, na których będą wykonywane szczegółowo wszystkie pomiary parametrów sieci zgodnie z punktem 6.4.4. b, c, d. Na pozostałych odcinkach naprężenia należy wykonywać tylko oględziny. Jeżeli odbierana sieć trakcyjna składa się z jednego lub dwóch odcinków naprężenia to pomiary szczegółowe powinny wykonywane być dla całej sieci.
- 6.5.13 Oględziny powinny być wykonywane z pociągu sieciowego lub pojazdu wyposażonego w pantograf pomiarowy. Mają one polegać na przejechaniu z prędkością 10÷15 km/h całego szlaku w celu sprawdzenia dokładności montażu sieci trakcyjnej.

6.6 Zestawienie kryteriów oceny oraz dopuszczalne odchyłki

Lp.	Nazwa parametru	Wartości i opis
1.	Przekrój całkowity sieci trakcyjnej.	Zgodnie z dokumentacją projektową i metryką typu sieci trakcyjnej.
2.	Naciągi w przewodach jezdnych, linach nośnych.	Zgodnie z dokumentacją projektową i metryką typu sieci trakcyjnej.
3.	Długość zawieszenia „Y.”	Zgodnie z dokumentacją projektową i metryką typu sieci trakcyjnej, dopuszczalna tolerancja ± 50 mm.

Lp.	Nazwa parametru	Wartości i opis
4.	Empiryczny współczynnik nierównomierności elastyczności.	Zgodnie z metryką typu sieci trakcyjnej.
5.	Konstrukcje wsporcze.	<p>Tolerancja posadowienia konstrukcji wsporczej nie może przekraczać:</p> <ul style="list-style-type: none"> • w płaszczyźnie równoległej do osi toru ± 500 mm, • w płaszczyźnie prostopadłej do osi toru: 0 mm (w kierunku do osi toru) oraz 50 mm (w kierunku od osi toru). <p>Odchyłki od pionu osi słupa przy wierzchołku: ± 20 mm</p> <p>Konstrukcje wsporcze nie mogą posiadać uszkodzeń zewnętrznych warstw farby, natomiast fundamenty nie mogą mieć pęknięć betonu lub wystających na zewnątrz prętów zbrojeniowych.</p>
6	Wysokość konstrukcyjna sieci trakcyjnej.	Na poszczególnych podwieszeniach zgodnie z dokumentacją, tolerancja wysokości konstrukcyjnej ± 30 mm.
7	Wysokość zawieszenia przewodów jezdnych nad płaszczyznę główki szyn.	<p>Zgodnie z dokumentacją techniczną, tolerancja wysokości zawieszenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0÷60 mm dla linii o prędkości od 100 do 160 km/h, • 0÷40 mm dla linii o prędkości od 160 do 200 km/h, • 0÷20 mm dla linii o prędkości powyżej 200 km.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Lp.	Nazwa parametru	Wartości i opis
8	Różnica wysokości zawieszenia przewodów jezdnych nad płaszczyznę główki szyn pomiędzy sąsiednimi punktami podwieszenia.	<p>Różnica wysokości zawieszenia pomiędzy sąsiednimi podwieszeniami nie może być większa niż:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 mm dla linii o prędkości od 100 do 160 km/h, • 30 mm dla linii o prędkości od 160 do 200 km/h, • 10 mm dla linii o prędkości powyżej 200 km/h.
9	Pionowa odległość wsięgnika pomocniczego od powierzchni ślizgowej przewodów jezdnych	<p>Powinna być nie mniejsza niż:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 200 mm dla prędkości poniżej 160 km/h, • 250 mm dla prędkości 160 km/h i powyżej.
10	Ustawienie wsięgników ruchomych w zależności od temperatury otoczenia.	Zgodnie z wykresem katalogowym z tolerancją $\pm 10\%$.
11.	Odsuw skrajnego przewodu jezdnych od osi toru mierzony w stanie statycznym.	Odsuw powinien być wykonywany z tolerancją ± 30 mm.
12.	Położenie uchwytów odległościowych przewodu jezdnych.	Na przelotach do 50 m jeden uchwyt w środku przelotu. Na przelotach powyżej 50 m dwa uchwyty w 1/3 i 2/3 przelotu z tolerancją $\pm 0,5$ m.
13.	Położenie dźwigni urządzeń naprężających.	Pionowe, tolerancja w odchyleniu w stosunku do w/w położenia $\pm 5\%$ mierzona w miejscu mocowania liny nośnej.
14.	Wysokość zawieszenia ciężarów naprężających oraz odległość między rolkami przy kotwieniu ciężarowym.	Zgodnie z dokumentacją techniczną i tabelą katalogową osprzętu sieci trakcyjnej.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Lp.	Nazwa parametru	Wartości i opis
15.	Parametry i stan techniczny urządzeń kotwienia bezciążarowego	Odczyt parametrów ze skali urządzenia i porównanie z tabliczką znamionową.
16.	Zwis liny kotwienia środkowego.	Zgodnie z dokumentacją techniczną i tabelą katalogową osprzętu sieci trakcyjnej, jednak nie niżej niż 300 mm ponad wysokością zawieszenia przewodu jezdnego danego toru, tolerancja zwisu liny kotwienia środkowego ± 20 mm.
17.	Zwis przewodu wzmacniającego lub liny uszynienia grupowego.	Zgodnie z dokumentacją techniczną i tabelą katalogową osprzętu sieci trakcyjnej, różnica wysokości w stosunku do wartości podanych w tabelach nie może przekroczyć ± 100 mm i przewody te nie powinny się znajdować poniżej przewodów jezdnych.
18.	Rozstaw wieszaków i ich ilość na przelocie.	Zgodnie z tabelą montażową i dokumentacją techniczną, tolerancja rozstawienia wieszaków ± 50 mm.
19.	Rezystancja uszynienia grupowego.	Pomiar należy wykonać pomiędzy szynami toru kolejowego a uziomem końcowej konstrukcji wsporczej dla danej sekcji uszynienia grupowego, pomiary należy wykonać z obydwu końców danego ciągu uszynienia – wartość rezystancji nie większa niż 2Ω , i wyniki pomiarów na obydwu końcach uszynienia nie powinny się różnić powyżej 50 %.

Lp.	Nazwa parametru	Wartości i opis
20.	Pomiar rezystancji izolacji słup-fundament (w przypadku zastosowania słupów na fundamentach palowych).	Nie mniej niż 1 kΩ, pomiar induktozem o napięciu w zakresie 500 ÷ 1000 V.
21.	Pomiar zadziałania ogranicznika niskonapięciowego.	<p>Ogranicznik niskonapięciowy nie przewodzi prądu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przy napięciu 100 V o polaryzacji zgodnej i przeciwnej w stosunku do kierunku zadziałania ogranicznika, • przy napięciu 150 V o polaryzacji przeciwnej w stosunku do kierunku zadziałania ogranicznika. <p>Ogranicznik niskonapięciowy przewodzi prąd przy napięciu 150 V o polaryzacji zgodnej w stosunku do kierunku zadziałania ogranicznika.</p>
22	Rezystancja połączeń prądowych stanowiących elementy pętli zwarcia.	Rezystancje należy mierzyć przy prądzie w obwodzie pomiarowym nie mniejszym niż 50 A. Graniczne dopuszczalne wartości rezystancji połączeń prądowych elementów konstrukcyjnych obwodu stanowiącego pętlę zwarcia są zamieszczone w normie BN-85/9317 [33] i PN-EN 50122-2:2003 [4].

7 Ogólne zalecenia do projektowania sieci trakcyjnych dla prędkości $V \geq 160$ km/h

7.1 Sieci trakcyjne dla linii spełniających wymagania interoperacyjności

7.1.1 Wprowadzenie

7.1.1.1 Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności (TSI) zawierają szczegółowe wymagania techniczne i zalecenia mające na celu zapewnienie kompatybilności podsystemów linii kolejowych, odnoszą się też do podsystemów linii oraz ich części związanych z innymi podsystemami. Dyrektywy i TSI nie nakładają i nie zalecają wykorzystywania konkretnych, specyficznych rozwiązań konstrukcyjnych i technologii, za wyjątkiem ściśle niezbędnych dla warunków interoperacyjności transeuropejskich linii kolejowych.

Rozwiązania techniczne, innowacyjne w stosunku do istniejących, wymagać będą nowych dodatkowych metod badawczych i nowych specyfikacji technicznych.

7.1.1.2 TSI podsystemu „Energia” obejmują parametry następujących elementów:

- podstacji trakcyjnych i ich połączeń z systemem zasilającym oraz siecią jezdnią,
- sieci powrotnej,
- pantografu pojazdu (w zakresie współpracy z siecią jezdnią).

7.1.1.3 Podstawowe wymagania odnoszące się do podsystemu „Energia” dotyczą:

- bezpieczeństwa technicznego urządzeń,
- niezawodności i dostępności użytkownika,
- bezpieczeństwa ludzi,
- dostępności obsługi,
- ochrony środowiska,
- kompatybilności technicznej.

7.1.1.4 TSI ustanawiają kryteria oceny procesów, parametrów, charakterystyk i właściwości oraz oddziaływania na środowisko i wpływu na bezpieczeństwo.

7.1.1.5 Postanowienia zawarte w tym rozdziale uzupełniają wymagania i zalecenia ujęte w rozdziałach 2 i 4 w odniesieniu do sieci projektowanych dla prędkości $V \geq 160$ km/h.

7.1.2 Zalecenia szczegółowe

7.1.2.1 Projektowanie sieci jezdnej oraz jej podstawowe parametry powinny spełniać wymagania TSI oraz być zgodne z normą PN-EN 50119:2002 [15]. Do czasu opublikowania TSI dla kolei konwencjonalnych zaleca się stosowanie wymagań TSI dla kolei dużych prędkości w odpowiednim zakresie.

7.1.2.2 Wymagania dotyczące geometrii sieci jezdnej 3 kV DC:

- a) wysokość zawieszenia przewodu jezdnej według karty UIC 799-1 [40] przedstawiono w tabeli 7.1.2.1.

Tabela 7.1.2.1 Wysokość zawieszenia przewodu jezdnej

Wysokości	Linie o prędkości [km/h]		
	160<V≤200	200<V≤220	200<V≤250
Nominalna wysokość zawieszenia [mm]	5000÷5500	5000÷5500	5000÷5300
Minimalna wysokość zawieszenia [mm]	4900	4900	---
Maksymalna wysokość zawieszenia [mm]	6200	6200	---

- b) wysokość zawieszenia przewodu jezdnej wg. TSI Aneks „J” Dyrektywy 96/48/EC przedstawiono w tabeli 7.1.2.2.

Tabela 7.1.2.2 Wysokość zawieszenia przewodu jezdnej

Wysokości	Linie modernizowane	Linie łączące
Nominalna wysokość zawieszenia [mm]	5000÷5500	5000÷5600
Wysokość dopuszczalna [mm]	4950÷6200	4950÷6200
Tolerancja wysokości zawieszenia [mm]	0÷60	0÷60
Na przejazdach wysokość zawieszenia przewodu jezdnej ma być zgodna z wymaganiami danego kraju		

- c) dopuszczalne zmiany pochylenia przewodu jezdnego - zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 50119:2002 p.5.2.8.2. [15];
- d) dopuszczalna wielkość bocznego wywiania wiatrowego sieci jezdnej:
- mniejsza lub równa 400 mm (TSI Aneks „J”),
 - 500 mm zgodnie z aneksem B normy PN-EN 50367:2006 [38].
- e) geometria ślizgacza pantografu (europantograf, TSI Aneks”H”):
- minimalna długość nakładek stykowych: większa lub równa 800 mm,
 - długość ślizgacza: 1600 mm,
 - długość robocza ślizgacza: 1200 mm,
 - pozioma długość nabeżników izolacyjnych ślizgacza: 200 mm,
 - maksymalna szerokość bliźniaczego ślizgacza: 650 mm;
- f) prędkość rozchodzenia się impulsu (propagacja), normy rekomendowane przez TSI: PN-EN 50119:2002 [15] (p. 5.2.1.4.) - maksymalna prędkość techniczna sieci jezdnej nie może być większa od 0,7 wartości prędkości propagacji;
- g) rekomendowane wartości współczynnika nierównomierności elastyczności (Dyrektywa 96/48/EC) zamieszczono w tabeli 7.1.2.3.

Tabela 7.1.2.3 Wartość współczynnika nierównomierności elastyczności

Rodzaj sieci jezdnej	Prędkość jazdy [km/h]	
	200÷230	230÷300
z liną Y	≤20	≤10
bez liny Y	≤40	≤40

- h) maksymalna w płaszczyźnie pionowej wysokość uniesienia przewodu jezdnego w punkcie styku ze ślizgaczem pantografu przy prędkości maksymalnej sieci jezdnej (3 kV DC) zgodnie z kartą UIC 799-1 [40] wynosi 100 mm
- i) nacisk statyczny ślizgacza pantografu:
- według TSI do Dyrektywy 96/48/EC wartość nacisku statycznego (dla sieci 3kV DC) należy przyjmować w granicach: 110 ±10 N,

- według PN-EN 50367:2006 (U) [38] nominalny nacisk statyczny wynosi 110 N.
- j) prąd pobierany z sieci jezdnej na postoju (sieć 3kV DC):
- wartość prądu pobieranego na postoju należy przyjmować nie mniejszą od 200 A (PN-EN 50119:2002 Aneks B [15], PN-EN 50206-1:2002 (U) pkt. 6.13 [19]);
- k) obciążalność prądowa sieci jezdnej - wartości rekomendowane przez normy PN-EN 50149:2001 [16], PN-EN 50119:2002 [15],
- l) ochrona przeciwporażeniowa:
- zgodnie z wymaganiami norm: PN-EN 50119:2002 [15], PN-EN 50122-1:2002 [3];
- m) prądy błędzące:
- zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 50122-2:2003 [4];
- n) materiał przewodu jezdnego:
- zaleca się stosowanie miedzi i stopów miedzi (PN-EN 50119:2002 [15], PN-EN 50149:2001 [16]);
- o) odcinki izolowane sieci jezdnej – separacja:
- zgodnie z wymaganiami PN-EN-50367:2006 (U) [38].

7.1.3 Projektowanie

7.1.3.1 Projektowanie sieci jezdnej powinno być zgodne z wytycznymi i zaleceniami normy PN-EN 50119:2002 [15] oraz z wymaganiami TSI.

7.1.3.2 Podstawowe parametry sieci jezdnej powinny odpowiadać maksymalnej prędkości jazdy i wymaganej obciążalności prądowej oraz uwzględniać szerokość czynną nakładek stykowych pantografu.

7.1.3.3 W ocenie interoperacyjności (Aneks „B” Dyrektywy 96/48/EC) składników sieci jezdnej na etapie projektowania brane będą pod uwagę następujące parametry i wielkości charakterystyczne:

- geometria sieci,
- proces projektowania,
- parametry podstawowe przyjmowane do projektowania,
- obciążalność prądowa,
- prędkość rozchodzenia się impulsu,
- elastyczność i nierównomierność elastyczności,
- siła nacisku odbieraka w punkcie styku,
- wartość prądu pobieranego na postoju.

7.2 Wymagania podstawowe

7.2.1 Zalecane rodzaje sieci jezdnej

7.2.1.1 W celu osiągnięcia poprawnej współpracy sieci trakcyjnej z pantografem, przy prędkości jazdy ≥ 160 km/h powinna być projektowana jako:

- a) łańcuchowa,
- b) skompensowana,
- c) uelastyczniona.

7.2.1.2 Sieć jezdna, zgodnie z wymaganiami punktów 19, 20, 21, karty UIC 799-1 [40] powinna posiadać dwa przewody jezdne i jedną lub dwie liny nośne.

7.2.1.3 Nominalne przekroje przewodów jezdnych, zgodnie z wymaganiami punktu 22 karty UIC 799-1 [41] powinny wynosić:

- a) ≥ 100 mm² dla zakresu prędkości jazdy pociągów od 160 do 200 km/h,
- b) ≥ 150 mm² dla zakresu prędkości jazdy pociągów od 200 do 250 km/h.

7.2.1.4 Przewód jezdny powinien posiadać własności i kształt przekroju poprzecznego zgodny z wymaganiami podanymi w PN-EN 50119:2002 [15] lub PN-E-90090: 1996 [17].

7.2.1.5 Całkowity przekrój sieci jezdnej powinien być projektowany w zależności od zakładanych maksymalnych obciążeń prądowych (punkt 7.2.3.11.) dla danej linii jak również mocy pojazdów szynowych oraz częstotliwości ich kursowania.

7.2.2 Skrajnia pozioma i pionowa

7.2.2.1 Na liniach kolejowych normalnotorowych dla usytuowania konstrukcji wsporczych i fundamentów sieci trakcyjnej obowiązuje skrajnia pozioma i pionowa, która

określona została w „Standardach Technicznych szczegółowych warunkach technicznych dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h Tom II Skrajnia budowlana linii kolejowych”.

7.2.2.2 Zabudowa konstrukcji wsporczej na peronie powinna spełniać wymagania w zakresie trasy wolnej od przeszkód, określone w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie - Dz.U. 1998 nr 151 poz. 987 z póź. zmianami [B] oraz TSI PRM [Ł].

7.2.3 Parametry współpracy sieci jezdnej z pantografem

7.2.3.1 Elastyczność e wzdłuż pręśła należy obliczać według wzorów podanych w załączniku 3 pkt.11. Dla prędkości 200 km/h i wyższych elastyczność w środku pręśła należy ograniczyć do wartości mniejszych od 0,5 mm/N.

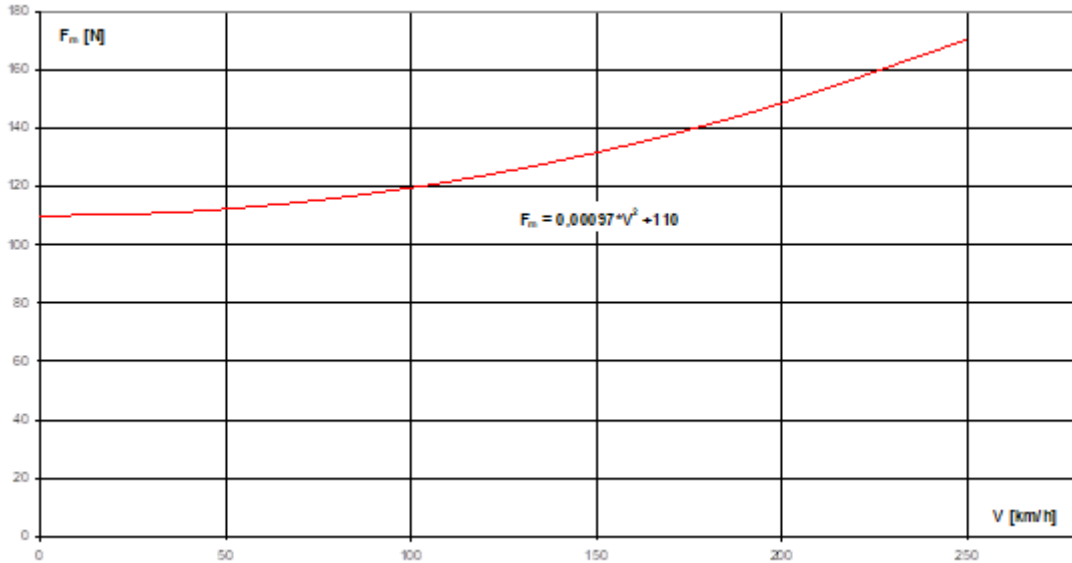
7.2.3.2 Współczynnik nierównomierności elastyczności u należy obliczać według wzoru podanego w załączniku 3 punkt 12. w procesie projektowania należy dążyć do uzyskania jak najniższej wartości współczynnika u . w tabelicy 7.2.3.1. podano wartości graniczne u dopuszczalne dla sieci jezdnej o prędkości $V > 160$ km/h.

Tabela 7.2.3.1 Współczynnik nierównomierności elastyczności u [%]

Prędkość jazdy km/h	
160<V≤200	200<V≤220
<35	<20

7.2.3.3 Jakość odbioru można ocenić na podstawie średniej wartości pionowej składowej siły stykowej F_m , (będąca wypadkową składowej statycznej i aerodynamicznej z uwzględnieniem korekty dynamicznej) i odchylenia standardowego σ . Wartości średniej siły stykowej F_m , jest przedstawiona w funkcji prędkości jazdy na rysunku 7.2.3.1. Siłę stykową można mierzyć lub obliczyć w procesie symulacyjnym. Proces symulacji powinien być prowadzony zgodnie z PN-EN 50318(U):2003 [39]. Kryteria oceny podano również w tabelicy

7.2.3.4 Do kwalifikacji parametrów pracy, w przypadku, gdy stosowany jest więcej niż jeden pantograf, należy wziąć pod uwagę pantograf wykazujący bardziej niekorzystne wartości.



Rys. 7.2.3.1 Zależność średniej siły stykowej F_m od prędkości jazdy

Tabela 7.2.3.2 Wymagania dotyczące współpracy

Nr	Opis wielkości	Prędkość jazdy $0 < V \leq 250$
1	Średnia wartość siły stykowej uzyskanej ze statystycznej analizy F_m (N)	Według rysunku 7.2.3.1.
2	Odchylenie standardowe siły stykowej σ_{\max} (N) przy prędkości maksymalnej	$0,3 F_m$

7.2.3.5 Maksymalna prędkość jazdy, w odniesieniu do sieci jezdnej, nie może być większa od 70% prędkości rozchodzenia się impulsu, obliczonej według wzoru podanego w załączniku nr 3 pkt. 16.

7.2.3.6 Współczynnik Dopplera liczony ze wzoru podanego w załączniku 3 pkt. 17 dla sieci jezdnej w zakresie prędkości $160 < V \leq 250$, powinien być większy od 0,28.

7.2.3.7 Współczynnik odbicia fali zakłócającej liczony ze wzoru podanego w załączniku 3 pkt 18 dla sieci jezdnej z uelastycznieniem, powinien być mniejszy od:

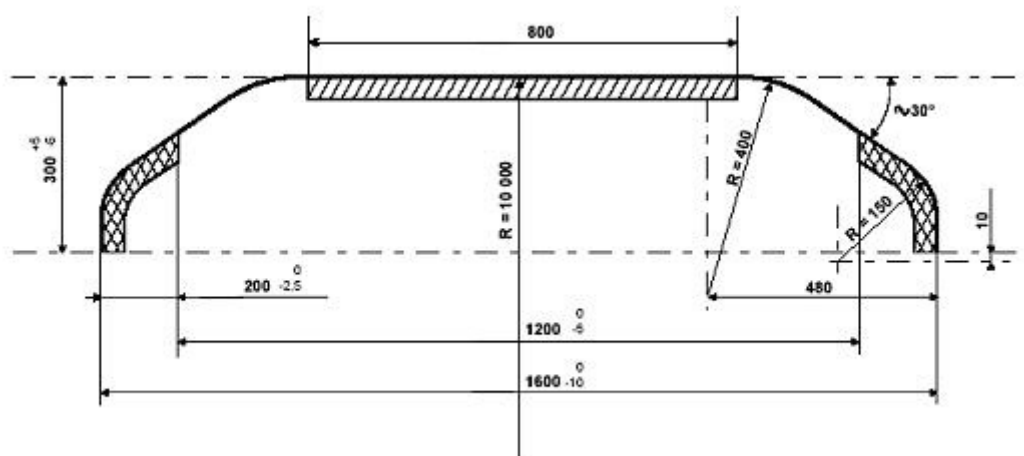
- a) 0,6 dla zakresu prędkości $160 < V \leq 200$,
- b) 0,5 dla zakresu prędkości $200 < V \leq 250$.

- 7.2.3.8 Wartość siły statycznej, zgodnie z punktem 7.1. PN-EN 50367:2006 (U) [38] powinna wynosić 110 N.
- 7.2.3.9 Przestrzeń dla bezkolizyjnego uniesienia przewodów jezdnych pod konstrukcją wsporczą przy niesprzyjających warunkach aerodynamicznych, powinna odpowiadać podwójnej wielkości uniesienia w normalnych warunkach pracy przez jeden lub kilka pantografów przy średniej sile nacisku F_m i dla maksymalnej prędkości jazdy. Wielkość uniesienia w normalnych warunkach pracy powinna wynosić: nie więcej niż 100 mm.
- 7.2.3.10 Maksymalny przyrost temperatury w przewodzie wywołany prądem obciążenia nie powinien spowodować nagrzania przewodu do temperatury, przy której następuje pogorszenie własności mechanicznych materiału. Przy projektowaniu sieci jezdnej powinny być brane pod uwagę następujące wartości maksymalnej temperatury:
- dla czystej miedzi 80°C,
 - dla stopu miedzi i srebra (0,1%) 100°C.
- 7.2.3.11 Na postoju powinien być zagwarantowany odbiór prądu 200 a na pantograf.
- 7.2.3.12 Maksymalne dopuszczalne natężenie prądu pobieranego przez pociąg według normy PN-EN 50388:2006 (U) [41] wynosi:
- a) 3200 a dla linii modernizowanych do dużych prędkości jazdy,
 - b) 2500 a dla linii konwencjonalnych budowanych zgodnie z technicznymi standardami interoperacyjności oraz linii klasycznych,
 - c) 2500 a dla linii łączących ciągi komunikacyjne dostosowane do dużych prędkości jazdy.
- 7.2.3.13 Dla prędkości jazdy z zakresu $160 \leq V < 200$, jako cechę charakterystyczną danej linii przewidziano:
- a) minimalny możliwy odstęp między pociągami - od 2 do 5 min,
 - b) moc energii elektrycznej dostarczona do pantografu pojazdu szynowego - od 6 do 12 MW.
- 7.2.3.14 Energia elektryczna powinna być dostarczona do odbieraka przy wymaganej minimalnej wartości średniego napięcia użytecznego wynoszącego:
- a) 2800 V dla linii dużych prędkości,
 - b) 2700 V dla linii konwencjonalnych.

7.2.4 Pantograf

7.2.4.1 Pantografy powinny być zdolne do pracy przy wysokościach prowadzenia przewodu jezdnego pomiędzy 4800 mm i 6400 mm.

7.2.4.2 Norma PN-EN 50367:2006 (U) [38] i dyrektywa 98/46/EC przyjmuje następujący profil ślizgacza pantografu transeuropejskiego dla kolei dużych prędkości (powyżej 190 km/h). Profil ten jest wspólny dla systemu AC oraz DC i przedstawiono na rysunku 7.2.3.2.



Rys. 7.2.3.2 Wymiary i profil ślizgacza pantografu

Powyższa norma dopuszcza do stosowania na PKP, na liniach interoperacyjnych, profil ślizgacza o całkowitej długości 1950 mm, długości części roboczej 1100 mm i promieniu nabeżnika $R=390$ mm.

7.3 Fundamenty i konstrukcje wsporcze

7.3.1 Fundamenty

7.3.1.1 Należy, w szerokim zakresie, na szlakach i stacjach stosować prefabrykowane fundamenty palowe ze śrubami fundamentowymi.

7.3.1.2 Na torach głównych dodatkowych i bocznych stacji dopuszcza się stosowanie prefabrykowanych fundamentów blokowych lub wylewanych.

7.3.1.3 Usytuowanie fundamentów konstrukcji wsporczych sieci jezdnej w stosunku do ławy torowiska powinno wynosić:

- a) fundamentów palowych: $0,40 \pm 0,05$ m na szlaku i $0,20 + 0,05$ m na równi stacyjnej.

b) fundamentów blokowych: $0,10 \pm 0,05$ m na szlaku i równi stacyjnej.

7.3.1.4 Pozostałe wymagania dotyczące posadawiania fundamentów zawarte są w rozdziale 4.2.

7.3.2 Konstrukcje wsporcze

7.3.2.1 Jako indywidualne konstrukcje wsporcze sieci jezdnej należy stosować:

a) dla torów szlakowych i głównych zasadniczych stacji - stalowe słupy indywidualne, zbieżne, ocynkowane wykonane z ceowników i dwuteowników mocowanych do fundamentów palowych,

b) dla torów głównych dodatkowych i bocznych stacji jak w pktcie a) lub stalowe słupy indywidualne, zbieżne, ocynkowane, wykonane z ceowników lub dwuteowników posadawianych w blokowych fundamentach prefabrykowanych lub wylewanych.

7.3.2.2 Jako konstrukcje wsporcze bramkowe zaleca się stosować bramki segmentowe ocynkowane ze słupami mocowanymi do pojedynczych lub podwójnych fundamentów palowych.

7.3.2.3 W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie konstrukcji bramkowych ze słupami posadawianymi w fundamentach blokowych prefabrykowanych lub wylewanych.

7.3.2.4 Wymagania dotyczące lokalizowania konstrukcji wsporczych sieci jezdnej zawarte są w rozdziale 4.3.

7.4 Sieć jezdna

7.4.1 Wysokość zawieszenia przewodów jezdnych

7.4.1.1 Jako normalną wysokość zawieszenia przewodów jezdnych mierzoną prostopadle do powierzchni tocznej szyn należy stosować w przedziale 5200÷5500 mm.

7.4.1.2 Dopuszcza się, za zgodą PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., stosowanie innej wysokości zawieszenia przewodów jezdnych, lecz nie mniej niż 4950 mm i nie więcej niż 6200 mm.

7.4.1.3 Pochylenie przewodów jezdnych w stosunku do płaszczyzny toru, przy zmianach podwieszenia nie powinno przekraczać 1‰, z tym, że przęsła skrajne powinny mieć

połowę tego pochylenia. Pod obiektami inżynierskimi (mosty, wiadukty) przewody jezdne należy prowadzić równoległe do płaszczyzny toru.

7.4.2 Odsuwy sieci jezdnej

7.4.2.1 Dopuszczalne, maksymalne odsuwy sieci jezdnej powinny wynosić:

- a) 200 mm - dla sieci prowadzonej po torze na prostej,
- b) 300 mm - dla sieci prowadzonej po torze w łuku, pod warunkiem, aby przewody w stanie bezwietrznym przebiegały po stycznej do osi toru w środku rozpiętości przęsła.

7.4.3 Przęsła normalne

7.4.3.1 Rozpiętość normalnego przęsła sieci jezdnej na prostej powinna wynosić 62 m. Dopuszcza się odchyłki mieszczące się w granicach ± 4 m, przy czym należy przestrzegać warunku 10 % różnicy rozpiętości sąsiednich przęseł.

7.4.3.2 Rozpiętość przęsła na łuku powinna być określana zgodnie z warunkami pkt 3.3.4.4.

7.4.4 Przęsła naprężenia

7.4.4.1 Na torach szlakowych należy stosować trójprzęsłowe sześciostupowe przęsła naprężenia sieci jezdnej o rozwiązaniu określonym w p-kcie 3.3.5.6.

7.4.4.2 Na stacjach na torach głównych zasadniczych, w rejonie głowic rozjazdowych, należy stosować trójprzęsłowe czterostupowe lub czteroprzęsłowe pięciostupowe przęsła naprężenia, stanowiące granice elektryczne i mechaniczne sieci jezdnej.

7.4.5 Odcinek naprężenia

7.4.5.1 Należy stosować odcinki naprężenia (sekcje) sieci jezdnej nie dłuższe niż 1400 m, ze wszystkimi wymaganiami określonymi w pkt 4.6.3.

7.4.6 Kotwienia

7.4.6.1 Dla sieci jezdnych torów szlakowych i głównych zasadniczych stacji należy stosować rozdzielone kotwienia ciężarowe liny nośnej i przewodu jezdnego, z rolkami szeregowymi lub urządzenia kotwienia bezciężarowego.

- 7.4.6.2 Dla sieci jezdnych torów głównych dodatkowych i bocznych stacji należy stosować wspólne kotwienia ciężarowe liny nośnej i przewodu jezdnych, z rolkami szeregowymi lub równoległymi lub urządzenia kotwienia bezciężarowego.
- 7.4.6.3 W torach szlakowych oraz głównych zasadniczych stacji dla prędkości $V > 120$ km/h należy stosować kotwienia bezciężarowe.
- 7.4.6.4 W torach szlakowych oraz głównych zasadniczych stacji dla prędkości $V \leq 120$ km/h można stosować rozwiązanie kotwienia bezciężarowego lub kotwienia ciężarowego z zastosowaniem ciężarów polimerobetonowych.
- 7.4.6.5 W pozostałych torach (tory stacyjne, główne dodatkowe i pozostałe) można stosować rozwiązanie kotwienia bezciężarowego lub kotwienia ciężarowego z zastosowaniem ciężarów polimerobetonowych.
- Odcinek naprężania obustronnie naprężany (skompensowany) musi posiadać jeden rodzaj kotwienia. Niedopuszczalne jest stosowanie (łącznie) kotwienia bezciężarowego z kotwieniem ciężarowym na tym samym odcinku naprężania.
- 7.4.7 Wieszaki
- 7.4.7.1 W sieciach jezdnych torów szlakowych i głównych zasadniczych stacji należy stosować pomiędzy liną nośną a przewodami jezdnych wieszaki zapewniające przewodzenie prądu.
- 7.4.7.2 Dopuszcza się stosowanie wieszaków nieprzewodzących prąd elektrycznych pod warunkiem zastosowania w każdym przęśle połączenia elektrycznego pomiędzy liną (linami) a przewodami jezdnych.
- 7.4.8 Wysięgniki
- 7.4.8.1 Do podwieszenia sieci jezdnej należy stosować wysięgniki z elementami zabezpieczającymi przed rozwarciem między wysięgnikiem pomocniczym a ramionami odciągowymi.
- 7.4.8.2 Konstrukcja wysięgnika powinna umożliwiać regulację jego osi obrotu.
- 7.4.9 Złącza przewodów
- 7.4.9.1 W nowych sieciach jezdnych torów szlakowych i głównych zasadniczych stacji niedozwolone jest stosowanie złącz przewodów jezdnych.
- 7.4.9.2 W eksploatowanych sieciach jezdnych dopuszcza się stosowanie po jednym złączu dla każdego przewodu, w odcinku naprężania.

7.4.10 Sekcjonowanie

7.4.10.1 Na torach szlakowych i głównych zasadniczych stacji nie należy stosować w sieci jezdnej izolatorów sekcyjnych, jako elementów sekcjonowania.

7.4.10.2 Pozostałe zasady sekcjonowania sieci jezdnej obowiązują jak w rozdziale 4.11.

7.5 Rozjazdy sieciowe

7.5.1 Rozjazdy sieciowe w sieciach jezdnych dla prędkości jazdy większej niż 160 km/h powinny być wykonywane jako przestrzenny układ lin nośnych i przewodów jezdnych wzajemnie nie krzyżujących się. Powinny one zapewniać płynne przejście ślizgacza pantografu we wszystkich kierunkach dla których jazda jest przewidziana. Zaleca się projektowanie rozjazdów tak by współpracowały prawidłowo ze ślizgaczem pantografu o długości 1950 mm lub 1600 mm.

7.5.2 Konstrukcja rozjazdu sieciowego powinna zapewniać przejazd po torze głównym (na wprost) z prędkością maksymalną dla danego typu sieci jezdnej. Podczas jazdy po torze zwrotnym prędkości są zależne od rodzaju zastosowanego rozjazdu charakteryzującego się dwoma parametrami: skosem i promieniem łuku.

7.5.3 Sieć rozjazdowa powinna być wykonana co najmniej jako sieć jezdna jednostronnie skompensowana.

7.5.4 W przypadku konieczności dokonania poprzecznego podziału elektrycznego sieci jezdnej rozjazdowej, ze względów bezpieczeństwa, izolator sekcyjny powinien być usytuowany w pobliżu środka przęsła tak by zapewnić ochronę przed dotykiem bezpośrednim.

7.5.5 Elastyczność sieci jezdnej w torze głównym i torze rozjazdowym powinny być takie same.

7.6 Sieć powrotna

7.6.1 W odniesieniu do projektowania sieci powrotnej linii nowych dla prędkości $V \geq 160$ km/h obowiązują zalecenia zawarte w punkcie 3.4. i 4.7.

7.6.2 W odniesieniu do projektowania sieci powrotnej linii modernizowanych dla prędkości $V \geq 160$ km/h obowiązują zalecenia zawarte w punkcie 4.7.

7.7 Uszynienia

- 7.7.1 W odniesieniu do projektowania obwodów uszynień nowych linii dla prędkości $V \geq 160$ km/h obowiązują zalecenia zawarte w punkcie 3.6., 4.8., 4.9., przy czym rekomendowany jest system uszynienia grupowego otwartego z konstrukcjami wsporczymi uziemionymi i odizolowanymi od fundamentów palowych, zaś stosowanie konstrukcji wsporczych nieziemionych, posadowionych w fundamentach wylewanych, uszynionych indywidualnie należy ograniczyć do przypadków wyjątkowych w sytuacjach wymagających stosowania rozwiązań nietypowych.
- 7.7.2 W odniesieniu do projektowania uszynień linii modernizowanych dla prędkości $V \geq 160$ km/h obowiązują zalecenia zawarte w punktach 4.8 i 4.9.

7.8 Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa

- 7.8.1 W zakresie stosowania ochrony przeciwporażeniowej i odgromowej na liniach dla prędkości $V \geq 160$ km/h obowiązują zalecenia zawarte w punktach 4.7 i 4.10, z wyłączeniem punktu 4.10.3.

Załączniki

1. Uogólnione parametry geotechniczne gruntu
2. Podstawowe wzory zalecane do obliczeń sieci jezdnych
3. Metryka sieci jezdnej
4. Przykład numerowania rozłączników i odłączników
5. Oświadczenie kierownika robót
6. Charakterystyka robót przebudowy sieci trakcyjnej na szlaku/stacji
7. Protokół pomiaru wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynienia grupowego oraz tyrystorowych zwierników zamontowanych na sekcji
8. Protokół pomiarów indywidualnego uziemienia ochronnego
9. Protokół z pomiarów parametrów sieci trakcyjnej
10. Protokół badań i pomiaru indywidualnego izolacji słup-fundament palowy
11. Protokół odbioru częściowego / końcowego i przekazania do dalszej fazy / eksploatacji robót / obiektu / zespołu obiektów / inwestycji
12. Wniosek na wykonanie robót zamiennych i dodatkowych
13. Protokół usunięcia usterek stwierdzonych w protokołach odbiorów częściowych

UOGÓLNIONE PARAMETRY GEOTECHNICZNE GRUNTU

Warunki posadowienia	S - spoiste N - niespoiste	Rodzaj i stan gruntu	$E_{p, min}$ [Mpa]	Współczynnik wpływu stanu gruntu na E_p	Uogólnione parametry geotechniczne
1	2	3	4	5	6
Bardzo dobre	N	Żwiry pospółki zagęszczone $I_D > 0,67$	10	$I_D^2 + 2 \cdot I_D + 1$	φ_u [°] - 40 C_u [kPa] - 0 γ [kN/m ³] - 19,6 M_o [Mpa] - 100 ν - 0,20
	S	Grunty grupy A $I_L \leq 0,25$	10	$\frac{2}{I_L + 0,4} - 1$	φ_u [°] - 18 C_u [kPa] - 30 γ [kN/m ³] - 21,5 M_o [Mpa] - 100 ν - 0,20
Dobre	N	Piaski grube i średnie $I_D > 0,67$	7	$I_D^2 + 2 \cdot I_D + 1$	φ_u [°] - 35 C_u [kPa] - 0 γ [kN/m ³] - 18,5 M_o [Mpa] - 40 ν - 0,25
	S	Grunty grupy B $I_L \leq 0,25$	7	$\frac{2}{I_L + 0,3} - 1$	φ_u [°] - 18 C_u [kPa] - 30 γ [kN/m ³] - 21,5 M_o [Mpa] - 40 ν - 0,25
Średnie	N	Piaski grube i średnie $0,33 < I_D \leq 0,67$	5	$I_D^2 + 1,5 \cdot I_D + 1$	φ_u [°] - 33 C_u [kPa] - 30 γ [kN/m ³] - 17,5 M_o [Mpa] - 25 ν - 0,30
	S	Grunty grupy A i B $0,25 < I_L \leq 0,4$ Grunty grupy C i D $I_L < 0,25$	5	$\frac{2}{I_L + 0,3} - 1$	φ_u [°] - 15 C_u [kPa] - 25 γ [kN/m ³] - 20,05 M_o [Mpa] - 25 ν - 0,30

1	2	3	4	5	6
Slabe	N	Piaski drobne i pylaste $I_D \leq 0,40$	2	$3 \cdot I_D^2 + I_D + 1$	φ_u [°] - 27 C_u [kPa] - 0 γ [kN/m ³] - 16,5 M_o [Mpa] - 15 ν - 0,32
	S	Grunty grupy A i B $0,40 < I_L \leq 0,60$ Grunty grupy C i D $0,25 \leq I_L \leq 0,40$	2	$\frac{2}{I_L + 0,5} - 1$	φ_u [°] - 10 C_u [kPa] - 15 γ [kN/m ³] - 17,0 M_o [Mpa] - 15 ν - 0,32
Bardzo slabe	N	Piaski próchniczne $I_D \leq 0,33$	0,5	$3 \cdot I_D^2 + I_D + 1$	φ_u [°] - 24 C_u [kPa] - 0 γ [kN/m ³] - 16,0 M_o [Mpa] - 10 ν - 0,37
	S	Grunty grupy A i B $I_L > 0,60$ Grunty grupy C i D $I_L > 0,40$	0,5	$\frac{2}{I_L + 0,5} - 1$	φ_u [°] - 10 C_u [kPa] - 15 γ [kN/m ³] - 17,5 M_o [Mpa] - 10 ν - 0,37
Zasyp	świeży	Grunty piaszczyste	0,5	$3 \cdot I_D^2 + I_D + 1$	φ_u [°] - 24 C_u [kPa] - 0 γ [kN/m ³] - 16,0
	stary	Grunty piaszczyste	4	$I_D^2 + 2 \cdot I_D + 1$	φ_u [°] - 28 C_u [kPa] - 0 γ [kN/m ³] - 17,0

OZNACZENIA E_p^{min} – minimalna wartość modułu odkształcenia bocznego I_D – stopień zagęszczenia gruntu niespoistego I_L – stopień plastyczności gruntu spoistego φ_u – kąt tarcia wewnętrznego C_u – spójność γ – ciężar objętościowy M_o – edometryczny moduł ścisłości pierwotnej

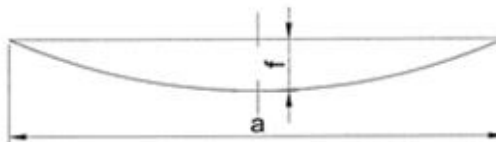
A, B, C, D – symbole dla grup gruntów spoistych wg PN-81/B-03020 [34]

PODSTAWOWE WZORY ZALECANE DO OBLICZEŃ
SIECI JEZDNYCH

1. Zwis przewodu rozpiętego

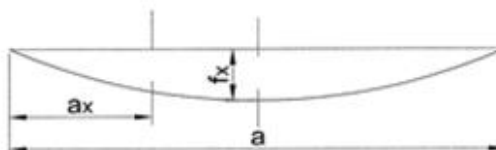
1.1. w środku rozpiętości przęsła

$$f = \frac{a^2 \cdot G}{8X} \quad [\text{m}]$$



1.2. w dowolnym punkcie przęsła

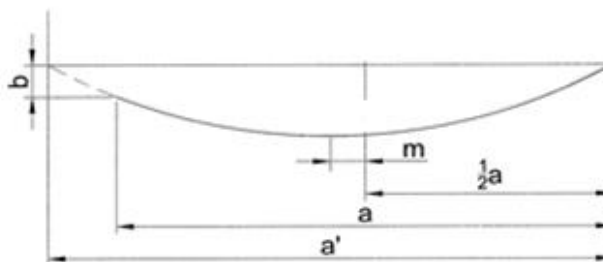
$$f_x = \frac{a_x \cdot (a - a_x) \cdot G}{2X} \quad [\text{m}]$$



2. Mimośród w przęśle pochyłym

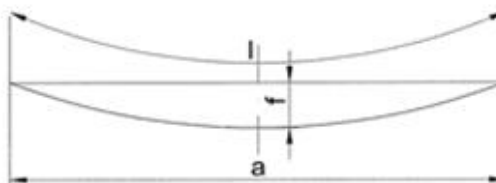
$$m = \frac{b \cdot X}{a \cdot G} \quad [\text{m}]$$

$$a' = a + 2m$$



3. Długość linki w przęśle

$$l = a + \frac{8 \cdot f^2}{3a} \quad [\text{m}]$$



4. Parcie wiatru na przewody

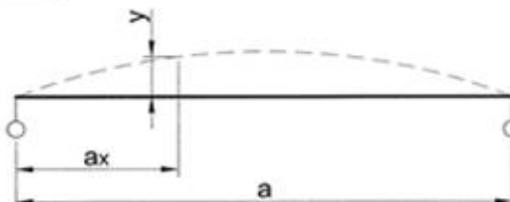
$$w = C \cdot K \cdot p \cdot A \quad [\text{daN/m}]$$

gdzie: wartość współczynnika opływu K wg. punktu 3.1.5.5; C - wg. PN-E-05100-1:1998

5. Wywianie liny lub przewodu w dowolnym punkcie

5.1 lina nośna

$$y_{ln} = \frac{(a - a_x) \cdot w_{ln}}{2X} \quad [\text{m}]$$



5.2. przewód jezdny

$$y_{ej} = \frac{(a - a_x) \cdot w_{ej}}{2N} \quad [\text{m}]$$

6. Wychylenie sieci od parcia wiatru

6.1. wychylenie na prostej

$$U = \frac{a^2 \cdot w}{8 \cdot (X+N)} + \frac{(z_1 - z_2)^2}{2a^2 \cdot \frac{W}{(X+N)}} \pm \frac{z_1 + z_2}{2} \quad [m]$$

gdy $z_1 = z_2 = z$

$$U = \frac{a^2 \cdot w}{8 \cdot (X+N)} + \frac{2 \cdot (X+N)}{a^2 \cdot w} \cdot z^2 \quad [m]$$

6.2. wychylenie na łuku

$$U = \frac{a^2}{8} \cdot \left(\frac{w}{X+N} \mp \frac{1}{R} \right) + \frac{(z_1 - z_2)^2}{2 \cdot a^2 \cdot \left(\frac{w}{X+N} \mp \frac{1}{R} \right)} \pm \frac{z_1 + z_2}{2} \quad [m]$$

gdy $|z_1| = |z_2| = z$

$$U = \frac{a^2}{8} \left(\frac{w}{X+N} \mp \frac{1}{R} \right) \pm z \quad [m]$$

7. Maksymalna rozpiętość przęsła

7.1. rozpiętość na prostej

$$a_{\max} = \sqrt{\frac{2(X+N)}{w} \left\{ 2 \cdot U_m \mp (z_1 + z_2) + \sqrt{[2 \cdot U_m \mp (z_1 + z_2)]^2 - (z_1 - z_2)^2} \right\}} \quad [m]$$

wzór odpowiada przypadkowi, gdy odsuwy sieci są na przemian po jednej i po drugiej stronie osi toru

gdy $|z_1| = |z_2| = z$

$$a_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{(X+N)}{w} \cdot \left(U_m + \sqrt{U_m^2 - z^2} \right)} \quad [m]$$

7.2. rozpiętość na łuku

$$a_{\max} = \sqrt{\frac{2(X+N)}{w \mp \frac{X+N}{R}} \left\{ 2 \cdot U_m \mp (z_1 + z_2) + \sqrt{[2 \cdot U_m \mp (z_1 + z_2)]^2 - (z_1 - z_2)^2} \right\}} \quad [m]$$

górne znaki odpowiadają kierunkowi wiatru od wewnątrz łuku.

Wzory z p-któw 6 i 7 są słuszne gdy:

$$\frac{w_{dl}}{w_{ln}} = \frac{X}{N}$$

w innych przypadkach wychylenie lub maksymalną rozpiętość należy określić oddzielnymi obliczeniami dla liny i przewodów jezdnych.

8. Rozpiętość zastępcza

$$a_z = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}} \quad [m]$$

9. Rozpiętość przelomowa

$$a_p = p \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot \alpha \cdot (t_s - t_m)}{g_s^2 - g_m^2}} \quad [\text{m}]$$

w sieci trakcyjnej $a_p > a$ (największe naprężenie występuje przy mrozie)

10. Równanie stanów

$$p_2 - \frac{a^2 \cdot g_2^2}{24 \cdot \beta \cdot p_2^2} = p_1 - \frac{a^2 \cdot g_1^2}{24 \cdot \beta \cdot p_1^2} + \frac{\alpha}{\beta} (t_2 + t_1)$$

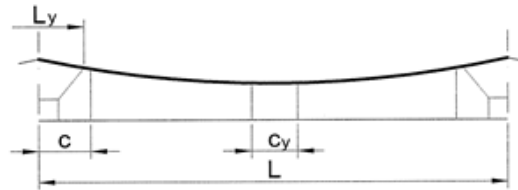
11. Elastyczność

11.1. w punkcie podwieszenia

$$e_o = \frac{1}{\frac{2(X - Z_y)}{0,5 \cdot L_y} \cdot \gamma + \frac{2(N - Z_y)}{L}} \quad [\text{mm} / \text{N}]$$

$$\gamma = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{0,5 \cdot L_y \cdot N}{c} \cdot \frac{N}{X}}$$

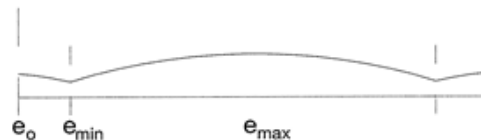
c - odl. pierwszego wieszaka za Y [m]



11.2. w punkcie 1-szego wieszaka za "Y"

$$e_{\min} = \frac{c \cdot (L - c)}{L \cdot (X + \varphi N)} \quad [\text{mm} / \text{N}]$$

$$\varphi = \frac{(L - 2c)^2}{L^2}$$



11.3. w środku rozpiętości

a. bez wieszaka w środku przęsła

$$e_{\max} = \frac{L \cdot N + c_1 X}{4N(X + N)} \quad [\text{mm} / \text{N}]$$

c_1 - odl. między wieszakami w środku przęsła

b. z wieszakiem w środku przęsła

$$e_{\max} = \frac{L}{4 \cdot (X + N)} \quad [\text{mm} / \text{N}]$$

12. Wsp. nierównomierności elastyczności

$$u = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \cdot 100 \quad [\%]$$

13. Częstotliwość drgań własnych

$$f = \frac{0,436}{L} \sqrt{\frac{X + N}{m_1 + m_{dj}}} \quad [\text{Hz}]$$

14. Okres drgań własnych

$$T = \frac{1}{f} \quad [\text{s}]$$

15. Prędkość krytyczna

$$V_{kr} = 3,6 \cdot 0,46L \sqrt{\frac{X + N}{m_1 + m_{dj}}} \quad [\text{km / h}]$$

16. Prędkość rozchodzenia się impulsu

$$V_p = 3,6 \sqrt{\frac{X + N}{m_1 + m_{dj}}} \quad [\text{km / h}]$$

17. Wsp. Dopplera

$$\alpha = \frac{V_p - V}{V_p + V}$$

18. Wsp. odbicia fali zakłóceniowej



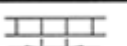
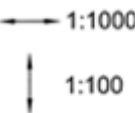
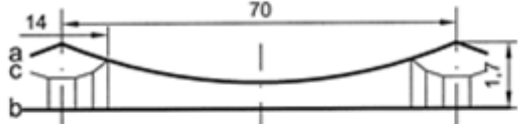
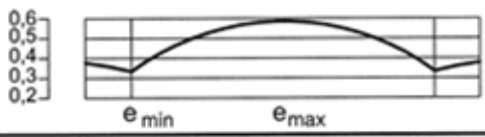
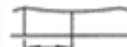
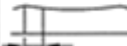
$$r = \frac{\sqrt{X \cdot m_1}}{\sqrt{X \cdot m_1} + \sqrt{N \cdot m_{dj}}}$$

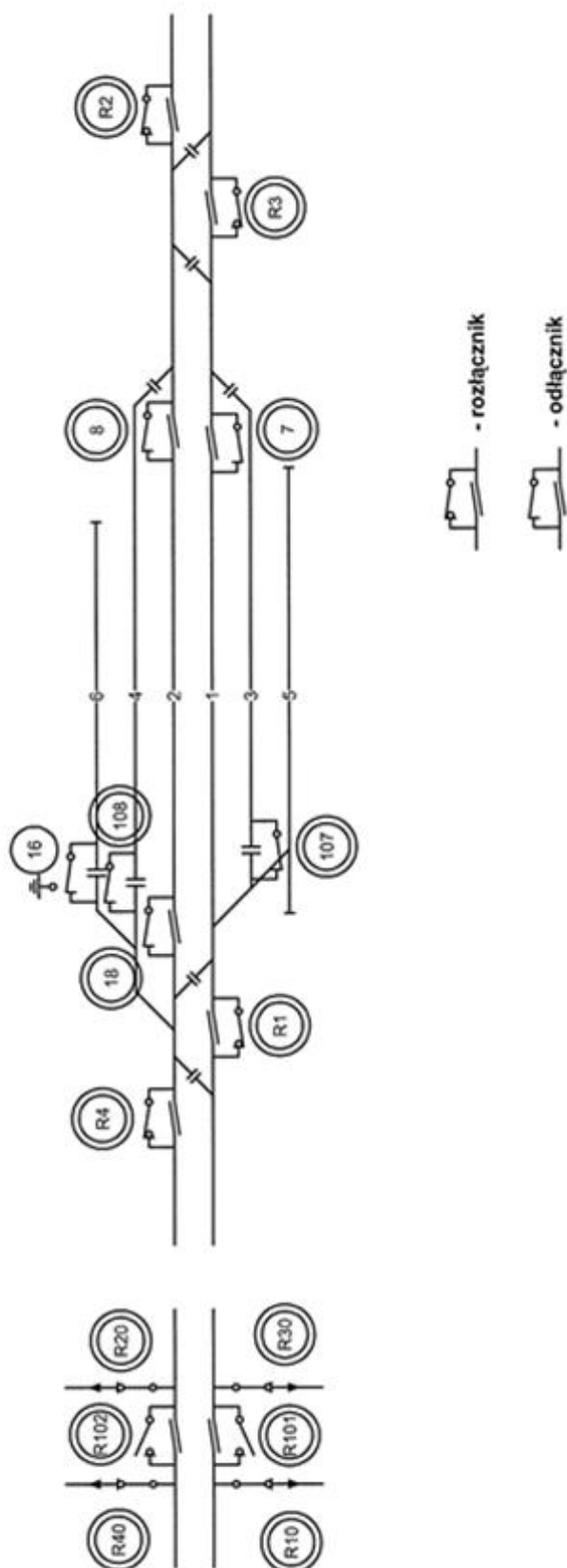
OZNACZENIA:

X	- naciąg w linie nośnej	-daN
N	- naciąg w przewodach jezdnych	-daN
Z _γ	- naciąg w linie zaw. elastycznego	-daN
a, L, l	- rozpiętość przęsła	-m
L _γ	- długość zawieszenia elastycznego	-m
a _x	- odległość od p-ktu podwieszenia	-m

b	– różnica poziomów p-któw podwieszenia	– m
R	– promień łuku	– m
z_1, z_2	– odsuwy sieci jezdnej (wartość względna)	– m
U_m	– dopuszczalne wychylenie przewodu	– m
α	– wsp. wydłużenia cieplnego	– $1/1^\circ\text{C}$
β	– wsp. wydłużenia sprężystego	– mm^2/daN
t_1, t_2	– temperatury w stanach 1 i 2	– $^\circ\text{C}$
t_s	– temperatura w warunkach sadzi	– $^\circ\text{C}$
t_m	– temperatura w warunkach mrozu	– $^\circ\text{C}$
p_1, p_2	– naprężenia przewodu w stanach 1 i 2	– Mpa
p	– zastosowane naprężenie w przewodzie	– Mpa
g_1, g_2	– jednostkowe obciążenia przewodów w stanie 1 i 2	– $\text{daN}/\text{m mm}^2$
g_s	– jednostkowe obciążenie przewodu w stanie sadzi	– $\text{daN}/\text{m mm}^2$
g_m	– jednostkowe obciążenie przewodu w stanie mrozu	– $\text{daN}/\text{m mm}^2$
w	– parcie wiatru na sieć jezdną	– daN/m
w_n	– parcie wiatru na linę nośną	– daN/m
w_{dj}	– parcie wiatru na przewody jezdne	– daN/m
G	– jednostkowy ciężar przewodów	– daN/m
A	– rzut powierzchni przewodów na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiatru	– m^2
V	– prędkość zakładana	– km/h
m_l	– jednostkowa masa liny nośnej	– kg/m
m_{ej}	– jednostkowa masa przewodów jezdnych	– kg/m

METRYKA SIECI JEZDNEJ Y_{ws} C120-2C-1

SIEĆ JEZDNA DLA PRĘDKOŚCI DO 160 km/h				
1			rodzaj sieci	skompensowana
2	mm ²	a+b+c	przekrój	Cu120+2Cu100+Cu25
3	m		rozpiętość przęsła	70
4	m		dł. zawieszenia "Y"	14
5	m		odległość między wieszakami	4
6			konstrukcja a - lina nośna b - przew. jezdne c - lina uelast. "Y"	
7	$\frac{mm}{N}$	e	elastyczność wzdłuż przęsła	
8	daN	F _a	naciąg w linie nośnej	1576
9	daN	F _b	naciąg w przew. jezdnych	1918
10	daN	F _c	naciąg w linie uelast. "Y"	345
11	$\frac{mm}{N}$	e _{max}	elastyczność max.	0,586
12	%		położenie % rozpiętości	50
13	$\frac{mm}{N}$	e _{min}	elastyczność min.	0,312
14	%		położenie % rozpiętości	10
15	$\frac{mm}{N}$	e _{śr}	elastyczność średnia	0,449
16	%	u	wsp. nierównomierności elastyczności	30,4
17	s	T	okres drgań własnych	1,38
18	Hz	f	częstotliwość drgań własnych	0,725
19	$\frac{km}{h}$	V _k	prędkość krytyczna	182,6
20	$\frac{km}{h}$	V _p	prędkość rozchodzenia się impulsu	397,0
21		α	wsp. Dopplera	0,425
22		r	wsp. odbicia fali zakłóceniewej	0,41
23	cm		zwis przew. jezdne	0



PRZYKŁAD NUMEROWANIA
ROZŁĄCZNIKÓW I ODŁĄCZNIKÓW

(przykład)

OŚWIADCZENIE KIEROWNIKA ROBÓT

Niniejszym oświadczam, że budowa (nazwa obiektu, krótka charakterystyka):

.....
.....
.....

została wykonana zgodnie ze:

- sztuką budowlaną, projektem budowlanym i wykonawczym, zgodnie z wymogami specyfikacji technicznej dotyczącej wykonania i odbioru ww. zakresu robót, warunkami pozwolenia na budowę, dokumentacją techniczną powykonawczą, przepisami prawa i obowiązującymi Polskimi Normami.
- z uwzględnieniem następujących zmian w stosunku do rozwiązań i ustaleń pozwolenia na budowę, wprowadzonych do realizacji w trakcie wykonywania robót (wymienić każdą ze zmian wraz z potwierdzeniem przez projektanta i inspektora nadzoru):

.....
.....
.....

Jednocześnie stwierdzam, że doprowadzono do należytego stanu i porządku teren budowy i jego otoczenie, a także (wymienić ulicę, budynek, sąsiednią nieruchomość lub inny obiekt w przypadku korzystania z nich w trakcie budowy):

.....
.....

Potwierdzając powyższe oświadczam, że znane mi są przepisy i rygory dotyczące odpowiedzialności karnej i zawodowej przewidziane w Prawie Budowlanym.

....., dnia:

Podpis i pieczęć kierownika robót:

.....

(przykład)

Charakterystyka robót przebudowy sieci trakcyjnej na szlaku / stacji

Zakres przebudowy sieci trakcyjnej obejmował:

- demontaż istniejącej sieci jezdnej
- demontaż istniejących konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej,
- budowę nowych konstrukcji wsporczych,
- budowę sieci jezdnej typunad torami, sieci jezdnej typunad torami oraz sieci jezdnej typunad torami,
- budowę sieci powrotnej,
- budowę systemu ochrony przeciwporażeniowej - uszynień indywidualnych tory i systemu uszynień grupowych tory,
- ustawienie wskaźników i tablic ostrzegawczych,

Technologia wykonywania robót (podział robót na fazy):

Faza robót	Termin realizacji	Nr torów objętych robotami	Zakres robót - opis	Uwagi
I				
II				
III				
IV				
V				

Czynności dodatkowe:

Technologia wykonywania robót (sposób realizacji):

1. Demontaż sieci jezdnej:

Istniejącą sieć jezdnią zdemontowano przy pomocy pociągu sieciowego. Zdemontowany osprzęt wykonawca przewiózł do miejsca wskazanego przez zamawiającego, przekazując zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami gospodarki materiałowej.

2. Demontaż słupów, odciągów i fundamentów:

Istniejące słupy trakcyjne, odciągi i fundamenty przy pomocy dźwigu kolejowego z dołączonym zestawem platform. Konstrukcje wsporcze i odciągi z demontażu, wykonawca przewiózł w miejsca wskazane przez Zamawiającego, przekazując zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami gospodarki materiałowej. Demontaż fundamentów i słupów betonowych polegał na całkowitym usunięciu ich z miejsca posadowienia i rozkruszaniu. Gruz został zutylizowany.

3. Wykonywanie fundamentów:

Do budowy sieci trakcyjnej zastosowano podstawowo fundamenty prefabrykowane palowe, prefabrykowane i wylwane „na miejscu”

Wykonanie fundamentów metodą palowania.

Do zainstalowania fundamentów palowych stosowano dwa zestawy:

- a) pociąg fundamentowy
- b) zestaw do palowania.

Po załadunku w bazie budowy na platformy pociągu montażowego prefabrykowanych fundamentów palowych, pociąg montażowy wyjeżdża do miejsca oczekiwania na zamknięcie toru dla ruchu kolejowego, przy którym będą wykonywane prace. Za składem pociągu montażowego wyjeżdża zestaw do palowania. Po uzyskaniu zamknięcia następuje przejazd do stanowisk pracy. Dalszy tok prac jest następujący:

- rozładunek fundamentu przez pociąg montażowy w miejscu uprzednio oznaczonym przez obsługę geodezyjną wykonawcy,
- posadowienie fundamentu palowego przez zestaw do palowania w ww. miejscu,
- przejazd do następnego miejsca posadowienia,
- po zabudowie fundamentu obsługa geodezyjna wykonawcy sprawdza skrajnię poziomą i pionową fundamentu,
- uporządkowanie terenu wokół fundamentu .

Wykonywanie fundamentów blokowych prefabrykowanych.

Do ustawienia fundamentów prefabrykowanych zastosowano dwa zestawy pociągowe:

- a) koparka na wagonie,
- b) pociąg fundamentowy

Po załadunku w bazie budowy na platformy pociągu montażowego prefabrykatów fundamentowych, zestawy stanowiące jeden skład wyjeżdżają do miejsca oczekiwania na zamknięcie toru dla ruchu kolejowego, przy którym będą wykonywane prace. Po uzyskaniu zamknięcia następuje przejazd do stanowisk pracy. Dalszy tok prac jest następujący:

- wytyczenie wykopu pod fundament w miejscu uprzednio oznaczonym przez służbę geodezyjną wykonawcy,
- zdjęcie warstwy tłucznia i złożenie obok wykonywanego wykopu z zabezpieczeniem przed obsunięciem,
- wykonanie koparką wykopu z bezpiecznym nachyleniem skarp,
- sprawdzenie głębokości wykopu (w stosunku do powierzchni tocznej szyn) oraz ręczne wyrównanie jego dna,
- ustawienie prefabrykatu fundamentu w wykopie żurawiem kolejowym,
- po zabudowie fundamentu; obsługa geodezyjna Wykonawcy sprawdzi skrajnię poziomą i pionową fundamentu,
- zasypanie wykopu dookoła fundamentu koparką i ręczne ubicie (warstwami) ziemi, ręczne ułożenie tłucznia,
- załadowanie koparką nadmiaru gruntu po wykopie na wagon platformę,
- przejazd do następnej lokaty.

Wykonywanie fundamentów blokowych wylewanych.

Do wykonania fundamentów wylewanych zastosowano zestawy pociągowe:

- a) koparka na wagonie,

- b) pociąg fundamentowy
- c) żuraw kolejowy

Po załadunku w bazie budowy materiałów, następuje przejazd sprzętu do miejsca oczekiwania na zamknięcie toru dla ruchu kolejowego, przy którym będą wykonywane prace. Po uzyskaniu zamknięcia następuje przejazd do stanowisk pracy. Dalszy tok prac jest następujący:

- wytyczenie wykopu pod fundament w miejscu uprzednio oznaczonym przez służbę geodezyjną wykonawcy,
- zdjęcie warstwy tłucznia i złożenie obok wykonywanego wykopu z zabezpieczeniem przed obsunięciem
- wykonanie koparką wykopu z bezpiecznym nachyleniem skarp,
- sprawdzenie głębokości wykopu (w stosunku do powierzchni tocznej szyn) oraz ręczne wyrównanie jego dna,
- ustawienie i zamocowanie szalowania fundamentu i studzienki fundamentowej,
- betonowanie fundamentu,
- załadowanie koparką nadmiaru gruntu po wykopie na wagon platformę,
- po wykonaniu fundamentu obsługa geodezyjna Wykonawcy sprawdzi skrajnie poziomą i pionową fundamentu.

4. Montaż (ustawianie) słupów trakcyjnych na/w fundamentach i montaż dźwigarów bramek

Montaż słupów trakcyjnych na fundamentach palowych przy wykonaniu fundamentów metodą palowania:

Do montażu słupów na fundamentach palowych zastosowano pociąg montażowy. Po załadunku w bazie budowy na platformy pociągu montażowego słupów trakcyjnych następuje przejazd sprzętu do miejsca oczekiwania na zamknięcie toru dla ruchu kolejowego, przy którym będą wykonywane prace. Po uzyskaniu zamknięcia następuje przejazd do stanowisk pracy. Dalszy tok prac jest następujący:

- wstępny montaż-nakrętek wraz z podkładkami izolującym na śruby fundamentów palowych,
- nakrętki te należy odpowiednio wypoziomować przed wstawieniem słupów trakcyjnych,
- wstawienie żurawiem kolejowym słupów trakcyjnych na śruby fundamentów palowych,
- sprawdzenie pionu słupa i w razie konieczności odpowiednia regulacja do wymaganych parametrów skrajni budowlanej,
- przykręcenie z odpowiednim momentem słupów trakcyjnych do fundamentów palowych przy pomocy klucza dynamometrycznego,
- pomiary rezystancji izolacji pomiędzy konstrukcją wsporczą a fundamentem.

Ustawianie słupów trakcyjnych w fundamentach i montaż dźwigarów bramek przy wykonaniu fundamentów metodą tradycyjną:

Do ustawienia słupów w fundamentach stosowano następujące zestawy pociągowe:

- a) pociąg montażowy,
- b) pociąg fundamentowy
- c) żuraw kolejowy

Po załadunku na bazie budowy na platformy pociągu montażowego słupów trakcyjnych, cementu, pospółki wody oraz innych, materiałów używanych przy ustawianiu słupów następuje przejazd sprzętu do miejsca oczekiwania na zamknięcie toru dla ruchu kolejowego,

przy którym będą wykonywane prace. Po uzyskaniu zamknięcia następuje przejazd do stanowisk pracy. Dalszy tok pracy jest następujący:

- ustawienie żurawiem kolejowym słupów trakcyjnych w uprzednio wykonanych fundamentach,
- wyregulowanie słupów (nadanie odpowiedniej odchyłki) w studzienkach fundamentowych
- i zaklinowanie klinami drewnianymi,
- montaż żurawiem kolejowym dźwigarów bramek,
- zabetonowanie słupa w studziencie.

Montaż odciągów słupów kotwowych:

Do montażu odciągów słupów kotwowych stosowano pociąg gospodarczy. Po załadunku w bazie budowy i załatwieniu wszystkich czynności związanych z dojazdem do stanowisk pracy, następuje montaż i regulacja odciągów do słupów kotwień sieci, a następnie zjazd do bazy budowy.

Wykonywanie głowic fundamentowych

Dla wykonania głowic fundamentowych słupów trakcyjnych i odciągów użyto pociąg fundamentowy. Po załadunku w bazie budowy wzorników głowic fundamentowych oraz składników betonu następuje przejazd, po załatwieniu formalności jak wyżej, do stanowiska pracy. Dalsze prace są następujące:

- a) zmontowanie wzorników głowic,
- b) zalanie betonem.

5. Montaż sieci jezdnej

Do montażu sieci jezdnej użyto pociąg sieciowy z pantografem pomiarowym. Po załadunku w bazie budowy niezbędnych elementów do montażu danej sekcji, po załatwieniu wszystkich formalności związanych z zamknięciem toru, następuje wjazd na zamknięty tor. Dalsze prace są następujące:

- montaż podwieszni sieci na poszczególnych słupach,
- wywieszenie liny nośnej,
- wywieszenie przewodów jezdnych na prowizorycznych wieszakach,
- montaż urządzeń naprężających,
- montaż wieszaków,
- montaż uchwyty odległościowych,
- montaż wysięgników pomocniczych, ramion odciągowych i wykonanie odsuwów,
- montaż punktów izolujących,
- montaż połączeń elektrycznych,
- montaż odłączników sekcyjnych i odgromników,
- regulacja pomontażowa odcinków naprężania.

6. Wykonywanie zabezpieczeń antykorozyjnych i malowanie tabliczek numerowych

Miejsca styku słupów stalowych i odciągów z głowicami fundamentowymi zabezpieczyć masą bitumiczną ogólnego stosowania na wysokości 40 cm ponad głowicę. Przy zastosowaniu fundamentów palowych nie ma potrzeby zabezpieczanie słupów masą bitumiczną. Na słupach trakcyjnych wykonać tabliczki numerowe. Uzupełnić ubytki w pokryciach malarskich konstrukcji wsporczych. Do wykonania powyższych czynności stosuje się pociąg gospodarczy.

7. **Montaż uszynień, sieci powrotnej, tablic ostrzegawczych i wskaźników oraz tablic hektometrowych.**

Do wykonania powyższych robót użyto pociąg gospodarczy. Wykonawcą otworów wierconych w szynach do montażu łączników między tokowych i między torowych oraz połączeń elektrycznych rozjazdów jest Wykonawca robót torowych. Montaż łączników i połączeń elektrycznych zgodnie z "Instrukcją montowania do szyn linek połączeniowych typu ALE 27 z kołkiem, oprac. CNTK . Warszawa 1988 r. -wersja trzecia".

8. **Montaż uszynienia grupowego**

Do montażu uszyniającego stosuje się pociąg sieciowy. Po załadunku w bazie budowy niezbędnych elementów do montażu danej sekcji, po załatwieniu formalności związanych z zamknięciem toru następuje wjazd na zamknięty tor. Dalsze prace są następujące:

- a) montaż podwieszeń przewodu uszyniającego na poszczególnych słupach,
- b) wywieszenie przewodu uszyniającego.

9. **Montaż uziemień**

Do wykonania powyższych robót zastosowano pociąg gospodarczy oraz spalinowy pogrążacz uziomów. Wykonano zgodnie z wytycznymi projektowania i eksploatacji systemu uszynień grupowych w układzie otwartym na liniach kolejowych. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2006 r.

(przykład)

Protokół nr

**pomiaru wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynienia grupowego
oraz tyrystorowych zwierników zamontowanych na sekcji**

1. Pomiar wypadkowej rezystancji uziomu:

1.	Szlak / stacja i tor:		
2.	Zakres pomiaru:	Pomiar wartości wypadkowej rezystancji uziomów sekcji uszynienia R_{wru} [Ω]	
3.	Metoda pomiaru:	Techniczna przy pomocy miernika MRU-101	
4.	Wartość R_{wru} (wynik pozytywny dla wartości $R_{wru} \leq 2 \Omega$)	Początek sekcji lokata:	$R_{wru} = \dots$ [Ω]
		Koniec sekcji lokata:	$R_{wru} = \dots$ [Ω]
5.	Wnioski:		
6.	Wykonujący pomiary:	(imię nazwisko i podpis)	(data i miejsce wykon.)
		1.	
		2.	

2. Pomiar zwierników tyrystorowych:

1.	Szlak / stacja i tor:		
2.	Zakres pomiaru:	1. Pomiar wartości rezystancji wejściowej pomiędzy zaciskami zwierników – początek sekcji: $R_{wejPOCZ}$ [Ω], koniec sekcji: $R_{wejKONC}$ [Ω].	
		2. Pomiar napięcia progowego zadziałania zwiernika w kierunku zgodnym i przeciwnym U_{PZZ} [V]	
3.	Pomiar rezystancji wejściowej pomiędzy zaciskami zwiernika	Lokata: , nr zwiern.:	$R_{TZpocz} =$ [Ω]
		Lokata: , nr zwiern.:	$R_{TZkanc} =$ [Ω].
4.	Pomiar zadziałania zwiern. Lokata: Nr zwiern.:	Kierunek zgodny $U_{PZZ} =$ [V]	Zadziałał: TAK / NIE
		Kierunek przeciwny $U_{PZZ} =$ [V]	Zadziałał: TAK / NIE
5.	Pomiar zadziałania zwiern. Lokata: Nr zwiern.:	Kierunek zgodny $U_{PZZ} =$ [V]	Zadziałał: TAK / NIE
		Kierunek przeciwny $U_{PZZ} =$ [V]	Zadziałał: TAK / NIE
6.	Wnioski:		
7.	Wykonujący pomiary:	(imię nazwisko i podpis)	(data i miejsce wykon.)
		3.	
		4.	

(przykład)

**Protokół nr
z dnia**
**Odbioru częściowego / końcowego i przekazania do dalszej fazy / eksploatacji
robót / obiektu / zespołu obiektów / inwestycji**

Roboty rozpoczęto w dniu a zakończono w dniu

Część 1.

1. Nazwa i lokalizacja / fazy robót / obiektu / zespołu obiektów
2. Numer i nazwa tytułu inwestycyjnego (remontowego)
3. Składnik tytułu inwestycyjnego (obiekt)
4. Krótka charakterystyka odbieranej fazy robót / obiektu / zespołu obiektów z określeniem zakresu rzeczowego, planowanych efektów produkcyjnych / eksploatacyjnych
5. System wykonawstwa zlecony / gospodarczy /
6. Zamawiający.....
7. Generalny Wykonawca (wykonawca bezpośredni)
8. Podwykonawcy: 1)
- 2)
- 3)
9. Przyjmujący
10. Skład komisji odbioru:

	Imię i nazwisko	Jednostka służbowa	Stanowisko
Przewodniczący:			
Przedstawiciele Zamawiającego:	1.		
	2.		
	3.		
Przedstawiciele Wykonawcy:	1.		
	2.		
	3.		
Przedstawiciele Użytkownika	1.		
	2.		
	3.		

1. Inne osoby obecne przy odbiorze:
 - inspektorzy nadzoru inwestorskiego:
.....
.....
 - kierownik robót, budowy, generalnego, wykonawcy bezpośredniego:
.....
.....
 - kierownik robót, budowy podwykonawcy:
.....
.....
 - rzeczoznawcy:
.....
.....
 - inne osoby (PIP, BHP, OIS, P. PPOŻ):
.....
.....
2. Komisja odbioru powołana została przez
..... pismem nr
3. Podstawą wykonania robót / obiektu / zespołu obiektów były:
 - umowa (zlecenie) nr
z dnia razem z aneksami,
 - dokumentacja projektowa dostarczona wykonawcy w dniu
 - pozwolenie na budowę – modernizację dla zadań wymagających takiego dokumentu
wydane przez
z dnia.....
 - inne dokumenty (np. nr poz. planu remontów wykonywanych sposobem
gospodarczym)
4. Komisji odbioru przedłożono następujące dokumenty dotyczące przedmiotu odbioru:
 - dokumentację projektową powykonawczą
 - inwentaryzację geodezyjną powykonawczą (operaty geodezyjne).....
 - dziennik budowy nr wydany dnia
 - protokoły konieczności wykonania robót dodatkowych
 - protokoły odbioru robót częściowych / końcowych / robót zanikających / robót
zakrywanych:
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.

- wyniki pomiarów, badań, próbnych obciążeń, prób technicznych instalacji i urządzeń, prób eksploatacyjnych
- atesty wbudowanych materiałów, prefabrykatów, urządzeń
- wyniki ekspertyz, badań materiałów, prefabrykatów, urządzeń
- inne dokumenty mające wpływ na przebieg odbioru

Część 2

1. Na podstawie przedłożonych dokumentów, po zapoznaniu się z przedmiotem odbioru, wykonaniu uzupełniających sprawdzeń, pomiarów, badań
- Komisja odbioru stwierdza:
- zgodność / niezgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
 - wykonanie / nie wykonanie wymaganych prób i sprawdzeń tj:
 - zgodność / niezgodność wyników wykonanych sprawdzeń, badań, prób z dokumentacją projektową
 - odstępstwa i rozbieżności spowodowane zostały:
 - wykaz wad i niedoróbek dających się usunąć , stanowi załącznik nr do niniejszego protokołu,
 - wykaz wad i niedoróbek trudnych do usunięcia, ale nie naruszających warunków bezpieczeństwa i funkcjonalności, eksploatacji obiektu, stanowi załącznik nr do niniejszego protokołu.
2. Terminowość wykonania zobowiązań:
 - Termin przekazania placu budowy: umowny..... rzeczywisty
 - Termin przekazania dokumentacji: umowny..... rzeczywisty
 - Termin rozpoczęcia robót: umowny..... rzeczywisty
 - Termin zakończenia robót: umowny..... rzeczywisty
 3. Przyczyny powstałych opóźnień:
 - przerwy w prowadzeniu robót , budowy za które odpowiedzialność ponosi Zamawiający
 - inne przyczyny
 4. Opóźnienie wykonania robót, zakończenia zakresu rzeczowego, zakończenia obiektu stanowiące dni / tygodni, komisja odbioru uznaje za usprawiedliwione / nieusprawiedliwione i ustala, że kary umowne będą / nie będą naliczane.

Cześć 3:

1. Komisja postanawia uznać wymieniony w części 1 punkt 4 niniejszego protokołu zakres robót / obiekt / zespół obiektów za:
 - a. zakończony bez wad przekraczających tolerancje określone warunkami szczegółowymi, odebrany i całkowicie przygotowany do dalszej fazy robót / montażu urządzeń / eksploatacji
 - b. odebrany tymczasowo i przekazany do dalszej fazy robót / montażu urządzeń / eksploatacji z wadami, które wykonawca zobowiązuje się usunąć w terminie do dnia
 - c. odebrany i przekazany do dalszej fazy robót / montażu urządzeń / eksploatacji z wadami trudnymi do usunięcia, lecz nie umożliwiającymi eksploatacji zgodnej z założeniami projektowymi i nie powodującymi zagrożenia bezpieczeństwa
2. Komisja odbioru ocenia jakość wykonanego zakresu rzeczowego / obiektu jako
3. Tytułem zabezpieczenia na wykonanie robót związanych z usunięciem wad, czasowo potrąca się z należności dla wykonawcy kwotę zł, która zostanie rozliczona na podstawie protokołu stwierdzającego usunięcie wad.
4. Związku ze zmniejszoną wartością użytkową, spowodowaną wadami trudnymi do usunięcia, należność dla wykonawcy zmniejsza się o kwotę zł.
5. Zakres rzeczowy / obiekt / zespół obiektów należy doprowadzić do zgodności z projektem i umową w terminie do dnia
6. Zabezpieczenie i utrzymanie odebranego zakresu rzeczowego / obiektu / zespołu obiektów z dniem należy do
7. Początek okresu gwarancyjnego ustala się od dnia
Zakończenie okresu gwarancyjnego przypada dnia
8. Kaucja gwarancyjna stanowi % należności wykonawcy i wynosi zł.
Kaucja zostanie wypłacona po upływie okresu gwarancyjnego i rozliczeniu robót związanych z usunięciem ewentualnych wad stwierdzonych w okresie gwarancyjnym.
9. Należność wykonawcy wg umowy wynosi:zł.
Po korektach (potrąceniach) z tytułu wad, kaucji gwarancyjnej wynosizł.
10. Orientacyjna wartość przekazanego zakresu robót / obiektu/ zespołu obiektów / wynosi łącznie z wartością materiałów i urządzeń inwestorskich ogółem: zł.
11. Szczegółowe rozliczenie należności wykonawcy i wartości przedmiotu odbioru nastąpi w terminie
12.

Część 4

Ewentualne zastrzeżenia stron do protokołu:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Protokół po przeczytaniu podpisano:

1. Przewodniczący komisji:
2. Przedstawiciele Zamawiającego 1)
2)
3)
3. Przedstawiciele Wykonawcy 1)
2)
3)
4. Przedstawiciele Użytkownika 1)
2)
3)
5. Inne osoby
1.
2.
3.
4.
5.

Załączniki:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)

WNIOSEK NR *
o zgodę Inżyniera na wykonanie robót zamiennych, dodatkowych
w stosunku do zawartego kontraktu

1. Nazwa Wykonawcy

.....
.....
.....

2. Rodzaj wnioskowanych prac

.....
.....
.....
.....
.....

3. Zakres wnioskowanych prac

.....
.....
.....
.....
.....

4. Szczegółowe uzasadnienie wniosku z powołaniem się na Kontrakt (wymienić stosowne klauzule)

.....
.....
.....
.....
.....

*zaakceptowanie wniosku przez Inżyniera upoważnia Wykonawcę do wprowadzenia zmian w projekcie wykonawczym w stosunku do zatwierdzonego projektu podstawowego.

5. Propozycje ustalenia ceny

.....

.....

6. Szacunkowy koszt wykonania robót

.....

.....

7. Informacje dodatkowe (rysunki, zdjęcia, szkice uzasadniające wniosek)

.....

.....

.....

8. Proponowany Wykonawca robot

.....

.....

9. Podpisy wnioskujących (podać imię, nazwisko, stanowisko, firmę):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. Opinia zasadności wniosku przez przedstawiciela Inżyniera (Inspektora Nadzoru)

.....

.....

.....

.....

.....

Obowiązkowy załącznik:

Stanowisko autora projektu oraz biura projektów opracowujących projekt podstawowy do przedkładanego wniosku.

Uzgodnienia:

Akceptacje:

Nr zgody

(przykład)

Protokół z dnia

Usunięcia usterek stwierdzonych w protokółach odbiorów częściowych

Komisja w składzie:

Lp.	Imię i nazwisko	stanowisko
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Stwierdza, że usterek wykazane w poniższych protokółach odbioru częściowego zostały usunięte.

Lp.	Nr protokołu oraz dzień spisania:	Stwierdzone usterek	Uwagi (sposób i data usunięcia usterek)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Podpisy osób sporządzających protokół:

1.

2.

3.

4.

Tabela zmian

Lp. zmiany	Przepis wewnętrzny, którym zmiana została wprowadzona (rodzaj, nazwa i tytuł)	Jednostki redakcyjne w obrębie, których wprowadzono zmiany	Data wejścia zmiany w życie
1.	Uchwała Nr 565/2018 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 16 lipca 2018 r.	1.6.1.; 1.6.2. ppkt. B; 1.6.2. ppkt. Ł; 1.7.3.2. lit. a; 1.7.3.3.; 2.1.; 2.2.1.; 2.2.3.; 4.3.14.; 4.12.2.6.; 7.2.2.; 8.1.	01.08.2018 r.
2.	Uchwała Nr 841/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 17 grudnia 2019 r.	3.3.1.1 lit. g; 3.3.6.3; 4.6.3.6; 6.6; 7.4.6.1; 7.4.6.2	17.12.2019 r.
3.	Uchwała Nr 886/2023 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 24 października 2023 r.	2.1.1, 4.3.14, 7.2.2.1, 7.6.4.3, 7.6.4.4, 7.6.4.5	26.10.2023 r.