# STANDARDY TECHNICZNE

szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych

do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru

z wychylnym pudłem)

# TOM XVI

## WYMAGANIA DOTYCZĄCE TABORU NARZUCONE PRZEZ INFRASTRUKTURĘ KOLEJOWĄ I OBOWIĄZUJĄCE SPECYFIKACJE TSI

**Wersja 1.1**

WARSZAWA 2009

WYKAZ ZMIAN

| Lp. | opis | podstawa wprowadzenia zmiany | | zmiana obowiązuje od dnia | podpis pracownika wnoszącego zmiany |
|---|---|---|---|---|---|
| | | nr decyzji | z dnia | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

# SPIS TREŚCI

**0. TABLICA POWIĄZANIA PUNKTÓW Z TYPAMI LINII ..... 8**

**1. ODDZIAŁYWANIE DYNAMICZNE NA TOR Z OKREŚLENIEM DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI GRANICZNYCH ..... 11**

1.1. UWAGI OGÓLNE ..... 11
1.2. TABOR KOLEI KONWENCJONALNEJ ..... 11
*1.2.1. Specyfikacje funkcjonalne i techniczne ..... 11*
1.2.1.1. Zabezpieczenia przed wykolejeniem i stabilność jazdy ..... 11
1.2.1.2. Zabezpieczenie przed wykolejeniem podczas jazdy po wichrowatych torach ..... 12
1.2.1.3. Zasady utrzymania ..... 12
1.2.1.4. Zawieszenie ..... 12
1.3. TABOR KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI ..... 13
*1.3.1. Ekwiwalentna stożkowatość ..... 13*
1.3.1.1. Definicja ..... 13
1.3.1.2. Wartości projektowe ..... 13
*1.3.2. Dynamiczne zachowanie się taboru ..... 14*
1.3.2.1. Wartości graniczne dla bezpieczeństwa jazdy ..... 15
1.3.2.2. Wartości graniczne obciążenia toru ..... 16
1.3.2.3. Styk koło/szyna ..... 17
1.3.2.4. Konstrukcja zapewniająca stabilność pojazdu ..... 18
1.3.2.5. Wartości projektowe dla profili kół ..... 18
1.3.2.6. Wartości ekwiwalentnej stożkowatości w eksploatacji ..... 20
1.3.2.7. Zestawy kołowe ..... 21
1.3.2.8. Specyficzne wymagania dla pojazdów z kołami obracającymi się niezależnie ..... 21
1.4. EKSPLOATACYJNE GRANICZNE WYMIARY KÓŁ I ZESTAWÓW KOŁOWYCH ..... 22

**2. SKRAJNIA KINEMATYCZNA TABORU ..... 23**

2.1. WIADOMOŚCI OGÓLNE ..... 23
*2.1.1. Wykaz stosowanych oznaczeń ..... 25*
*2.1.2. Definicje ..... 27*
2.2. SKRAJNIA G1 ..... 28
*2.2.1. Zarys odniesienia dla skrajni kinematycznej G1 ..... 29*
2.2.1.1. Część wspólna dla wszystkich pojazdów ..... 29
2.2.1.2. Część poniżej 130 mm w pojazdach, które nie mogą przechodzić przez górki rozrządowe ani korzystać z hamulca szynowego i innych wzbudzanych urządzeń rozrządczych i zatrzymujących ..... 30
2.2.1.3. Część poniżej 130 mm w pojazdach, które mogą przechodzić przez górki rozrządowe oraz korzystać z hamulca szynowego i innych wzbudzanych urządzeń rozrządczych i zatrzymujących ..... 31
*2.2.2. Dopuszczalne przekroczenie skrajni $S_0$ (S) ..... 31*
*2.2.3. Wzory do obliczeń zwężeń ..... 33*
2.2.3.1. Wzory do obliczania zwężeń mające zastosowanie do pojazdów trakcyjnych (wymiary w metrach) ..... 33
2.2.3.2. Wzory do obliczenia zwężeń mające zastosowanie do zespołów połączonych (wymiary w metrach) ..... 35
2.2.3.3. Wzory do obliczania zwężeń mające zastosowanie do wagonów pasażerskich i pojazdów pasażerskich (wymiary w metrach) ..... 37
2.2.3.4. Wzory do obliczania zwężeń mające zastosowanie do wagonów towarowych (wymiary w metrach) ..... 41
*2.2.4. Oznakowanie skrajni ..... 42*
2.3. SKRAJNIE TABORU GA, GB, GC ..... 43
*2.3.1. Zarysy odniesienia skrajni kinematycznej i związane z nimi reguły ..... 43*
2.3.1.1. Zespoły trakcyjne (z wyjątkiem wagonów motorowych spalinowych i zespołów wagonów motorowych) 44
2.3.1.2. Wagony motorowe spalinowe i zespoły wagonów motorowych ..... 46
2.3.1.3. Wagony pasażerskie i wagony bagażowe ..... 48
2.3.1.4. Wagony towarowe ..... 50
*2.3.2. Wartości parametrów k i z ..... 51*
*2.3.3. Oznaczenie skrajni ..... 52*
2.4. SKRAJNIE WYMAGAJĄCE ZAWARCIA POROZUMIEŃ DWUSTRONNYCH LUB WIELOSTRONNYCH ..... 53
*2.4.1. Skrajnia G2 ..... 53*

2.4.1.1. Zarys odniesienia skrajni kinematycznej G2 ... 53
*2.4.2. Skrajnie GB1 i GB2 ... 54*
2.4.2.1. Kinematyczne profile odniesienia GB1 i GB2 ... 54
2.4.2.2. Reguły dla kinematycznych zarysów odniesienia GB 1 i GB2 ... 55
2.5. SKRAJNIA ŁADUNKOWA TABORU ... 55
2.6. SKRAJNIA ŁADUNKOWA POJAZDÓW Z SYSTEMEM PRZECHYLNEGO NADWOZIA ... 56
*2.6.1. Część ogólna ... 56*
2.6.1.1. Przedmiot ... 56
2.6.1.2. Zakres stosowania ... 57
2.6.1.3. Podstawy ... 57
2.6.1.4. Warunki związane z bezpieczeństwem ... 57
2.6.1.5. Stosowane oznaczenia ... 57
*2.6.2. Podstawowe warunki określania skrajni ładunku zespołów TBV ... 58*
2.6.2.1. Rodzaje systemów przechylania nadwozia ... 58
*2.6.3. Analiza wzorów ... 59*
2.6.3.1. Podstawowe wzory ... 59
2.6.3.2. Modyfikacje wzorów w przypadku pojazdów TBV ... 60
*2.6.4. Skojarzone reguły ... 65*
*2.6.5. Uwagi ... 66*
2.6.5.1. Warunki związane z regulacją pochylenia (zespoły TBV z systemem aktywnym) ... 66
2.6.5.2. Warunek związany z prędkością zespołów TBV ... 67
2.7. KORZYSTANIE Z ISTNIEJĄCYCH PRZEŚWITÓW INFRASTRUKTURY PRZEZ POJAZDY O OKREŚLONYCH Z GÓRY PARAMETRACH ... 67

**3. HAŁAS I DRGANIA ... 68**

3.1. HAŁAS EMITOWANY PRZEZ WAGONY TOWAROWE ... 68
*3.1.1. Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu ... 69*
*3.1.2. Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego ... 70*
3.2. HAŁAS EMITOWANY PRZEZ LOKOMOTYWY, ZESPOŁY TRAKCYJNE I WAGONY OSOBOWE KOLEI KONWENCJONALNYCH ... 70
*3.2.1. Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego ... 71*
*3.2.2. Wartości dopuszczalne hałasu ruszania ... 71*
*3.2.3. Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu ... 72*
3.3. HAŁAS EMITOWANY PRZEZ POJAZDY KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI ... 72
*3.3.1. Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego ... 73*
*3.3.2. Wartości dopuszczalne hałasu ruszania ... 73*
*3.3.3. Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu ... 74*
3.4. DRGANIA ... 75

**4. UKŁADY HAMULCOWE ... 75**

4.1. WYMAGANIA ZASADNICZE DLA WAGONÓW TOWAROWYCH PRZEWIDZIANYCH DO RUCHU W SIECI TRANSEUROPEJSKIEGO SYSTEMU KOLEI KONWENCJONALNYCH ... 75
*4.1.1. Specyfikacja funkcjonalna i techniczna ... 76*
4.1.1.1. Linia sterowania hamowaniem pociągu ... 76
4.1.1.2. Składniki skuteczności hamowania ... 76
4.1.1.3. Części mechaniczne ... 79
4.1.1.4. Zbiornik energii ... 80
4.1.1.5. Ograniczenia energetyczne ... 80
4.1.1.6. Zabezpieczenie przed poślizgiem kół (WSP) ... 80
4.1.1.7. Zasilanie w sprężone powietrze ... 81
4.1.1.8. Hamulec postojowy ... 81
4.2. WYMAGANIA ZASADNICZE DLA TABORU O MAKSYMALNEJ PRĘDKOŚCI WYNOSZĄCEJ CO NAJMNIEJ 190 KM/H 82
*4.2.1. Minimalna skuteczność hamowania ... 82*
*4.2.2. Graniczne współczynniki przyczepności między kołem hamującym a szyną ... 85*
*4.2.3. Wymagania dotyczące układu hamulcowego ... 85*
*4.2.4. Skuteczność hamowania zasadniczego ... 86*
*4.2.5. Hamulce wiroprądowe ... 86*
*4.2.6. Zabezpieczenie unieruchomionego pociągu ... 87*
*4.2.7. Skuteczność hamowania na torach o dużym nachyleniu ... 88*

*4.2.8. Wymagania dla hamulców do celów ratowniczych ... 88*

**5. OZNACZENIE CZOŁA I KOŃCA POCIĄGU ... 88**

5.1. OZNACZENIE CZOŁA POCIĄGU ... 89
*5.1.1. Tabor dużych prędkości ... 89*
5.1.1.1. Reflektor przedni ... 89
5.1.1.2. Światła sygnałowe ... 90
5.1.1.3. Wymagania kolorymetryczne i widmowe ... 90
5.2. OZNACZENIE KOŃCA POCIĄGU ... 91
*5.2.1. Mocowanie lamp końcowych pociągu ... 91*
*5.2.2. Tabor dużych prędkości ... 91*
5.2.2.1. Wymagania fotometryczne ... 91
5.2.2.2. Wymagania kolorymetryczne ... 92
5.3. STEROWANIE ŚWIATŁAMI POCIĄGÓW DUŻYCH PRĘDKOŚCI ... 92

**6. URZĄDZENIA CIĘGŁOWO – ZDERZNE ... 93**

6.1. STANDARDOWY SPRZĘG ŚRUBOWY ... 93
*6.1.1. Specyfikacje funkcjonalne i techniczne ... 93*
6.1.1.1. Zderzaki ... 93
6.1.1.2. Urządzenia sprzęgowe ... 94
6.1.1.3. Współdziałanie urządzeń sprzęgowych i zderzaków ... 94
*6.1.2. Bezpieczny dostęp oraz opuszczanie taboru ... 95*
6.2. CENTRALNY SPRZĘG AUTOMATYCZNY ... 95
*6.2.1. Automatyczny centralny zderzak – sprzęg ... 96*
*6.2.2. Sprzęg holowniczy do akcji naprawczych i ratowniczych ... 96*
6.2.2.1. Definicje pojęć ... 96
6.2.2.2. Warunki ogólne ... 97
6.2.2.3. Holowanie z użyciem sprzęgu holowniczego pociągu wyposażonego w sprzęg automatyczny ... 97
6.2.2.4. Holowanie pociągu wyposażonego w hak ciągnący z zastosowaniem sprzęgu holowniczego ... 99

**7. AERODYNAMIKA ... 99**

7.1. POCIĄGI DUŻYCH PRĘDKOŚCI ... 99
*7.1.1. Siły aerodynamiczne działające na pracowników torowych na poboczu toru ... 99*
*7.1.2. Siły aerodynamiczne działające na pasażerów na peronie ... 100*
7.1.2.1. Warunki badania ... 100
*7.1.3. Obciążenie ciśnieniem na otwartym terenie ... 100*
*7.1.4. Wiatr boczny ... 101*
*7.1.5. Maksymalne zmiany ciśnienia w tunelach ... 101*

**8. ZESTAWY KOŁOWE ... 102**

8.1. OŚ ... 102
*8.1.1. TSI WAG CR ... 102*
*8.1.2. Wg PN EN 13261:2004(E) – pozostałe wymagania ... 103*
*8.1.3. Wg KARTY UIC CODE 811-1 OR :1987 (zastąpiona przez PN-EN 13261:2004) ... 104*
*8.1.4. Wg, PN-K-91047:1993, PN-K-91048:1992, PN-H-84027-03:1991 ... 104*
8.2. KOŁO ... 105
*8.2.1. TSI WAG CR ... 105*
*8.2.2. Wg PN-EN 13262:2007 ... 106*
*8.2.3. Wg PN-K-91018:1992 i PN-K-92019:1992 ... 107*
8.3. ZESTAW KOŁOWY ... 107
*8.3.1. TSI WAG CR ... 107*
*8.3.2. Wg PN-EN 13260:2004 ... 108*
*8.3.3. Wg PN-K-91045:2002, PN-K-91020:1992 ... 108*

**9. RAMY WÓZKÓW ... 109**

9.1. WSTĘP ... 109
*9.1.1. Specyfikacja techniczna ... 109*
*9.1.2. Potwierdzenie projektu ... 110*

9.2. PRÓBY STATYCZNE PRZY OBCIĄŻENIACH WYSTĘPUJĄCYCH WYJATKOWO W EKSPLOATACJI ..... 110
*9.2.1. Definicje zastosowanych obciążeń ..... 110*
*9.2.2. Obciążenia pionowe i poprzeczne ..... 111*
*9.2.3. Obciążenia wynikające z toczenia ..... 111*
*9.2.4. Obciążenia wynikające z hamowania ..... 111*
*9.2.5. Obciążenia od wichrowatości toru ..... 112*
*9.2.6. Procedura badania ..... 112*
*9.2.7. Oczekiwane wyniki ..... 112*
*9.2.8. Próby statyczne przy obciążeniach występujących wyjątkowo w eksploatacji – wózki dwuosiowe 112*
*9.2.9. Próby statyczne przy obciążeniach występujących wyjątkowo w eksploatacji – wózki trzyosiowe 113*
9.3. PRÓBY STATYCZNE W WARUNKACH NORMALNYCH OBCIĄŻEŃ EKSPLOATACYJNYCH 114
*9.3.1. Definicje zastosowanych obciążeń. ..... 114*
*9.3.2. Obciążenia pionowe i obciążenia wynikające z toczenia ..... 115*
*9.3.3. Obciążenie poprzeczne ..... 115*
*9.3.4. Obciążenia wynikające z hamowania ..... 115*
*9.3.5. Obciążenia od wichrowatości ..... 115*
*9.3.6. Procedura badania ..... 115*
*9.3.7. Oczekiwane wyniki ..... 116*
*9.3.8. Próby statyczne w warunkach normalnych obciążeń eksploatacyjnych – wózki dwuosiowe ..... 117*
*9.3.9. Próby statyczne w warunkach normalnych obciążeń eksploatacyjnych – wózki trzyosiowe ..... 118*
9.4. PRÓBY ZMĘCZENIOWE ..... 119
*9.4.1. Definicje zastosowanych obciążeń ..... 119*
*9.4.2. Obciążenia pionowe i obciążenia wynikające z przechyłów ..... 119*
*9.4.3. Obciążenia poprzeczne ..... 119*
*9.4.4. Obciążenia wynikające z hamowania ..... 120*
*9.4.5. Obciążenia od wichrowatości ..... 120*
*9.4.6. Procedura badania ..... 120*
*9.4.7. Obciążenia od wichrowatości ..... 121*
*9.4.8. Oczekiwane wyniki ..... 121*
*9.4.9. Próby zmęczeniowe wózków dwuosiowych ..... 121*
*9.4.10. Próby zmęczeniowe wózków trójosiowych ..... 121*
9.5. OZNACZENIA ..... 122
9.6. PODSUMOWANIE I OGÓLNE WYTYCZNE ..... 122
*9.6.1. Ogólne warunki przeprowadzania prób na stanowisku badawczym ..... 123*

**10. MOCOWANIE ŁADUNKÓW ..... 123**

10.1. WAGONY TOWAROWE DO RUCHU KOMBINOWANEGO ..... 123
*10.1.1. Zamocowanie kontenerów i nadwozi wymiennych ..... 123*
*10.1.2. Wymagania wytrzymałościowe dla urządzeń do zamocowania kontenerów/nadwozi wymiennych 123*
*10.1.3. Rozmieszczenie urządzeń do mocowania kontenera/nadwozia wymiennego ..... 123*
*10.1.3.1. Położenie wzdłużne ..... 123*
*10.1.3.2. Rozmieszczenie poprzeczne ..... 124*
10.2. WYMAGANIA DLA INNEGO WYPOSAŻENIA DO UNIERUCHOMIENIA ŁADUNKU ..... 125

**11. ODPORNOŚĆ ZDERZENIOWA TABORU ..... 132**

11.1. WAGONY TOWAROWE ..... 132
*11.1.1. Próby nabiegania z wagonami próżnymi ..... 132*
*11.1.2. Próba nabiegania z wagonami załadowanymi ..... 132*
*11.1.3. Wagony ze zderzakami bocznymi ..... 132*
*11.1.4. Wagony wyposażone w sprzęg samoczynny ..... 132*
*11.1.5. Ocena wyników przeprowadzonych nabiegań ..... 132*
11.2. POCIĄGI DUŻYCH PRĘDKOŚCI ..... 133
*11.2.1. Zasady – wymagania funkcjonalne ..... 133*

*11.2.2. Proste przypadki obciążenia i projektowane scenariusze kolizji ... 134*
*11.2.3. Szczegółowa specyfikacja dla bezpieczeństwa biernego ... 134*
*11.2.4. Ochrona przed niskimi przeszkodami ... 134*
*11.2.5. Definicje przeszkód ... 135*
*11.2.5.1. Dla kolizji między pociągiem a wagonem o masie 80 ton ze zderzakami bocznymi: ... 135*
*11.2.5.2. Dla kolizji między pociągiem a ciężką przeszkodą na poziomym skrzyżowaniu ... 135*

**12. NIEZRÓWNOWAŻENIE NACISKÓW W TABORZE Z OKREŚLENIEM DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI GRANICZNYCH ... 136**

12.1. MASA POJAZDU ... 136
12.2. POCIĄGI DUŻYCH PRĘDKOŚCI ... 136
*12.2.1. Statyczny nacisk osi ... 136*

**13. PRZEWÓZ TOWARÓW, W TYM TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH ... 138**

13.1. ŁADUNKI NIEBEZPIECZNE ... 138
*13.1.1. Przepisy prawne dotyczące taboru do transportu towarów niebezpiecznych ... 139*
*13.1.2. Dodatkowe przepisy dotyczące cystern ... 139*
*13.1.3. Zasady utrzymania ... 139*
13.2. OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA ... 140
*13.2.1. Definicje ... 140*
*13.2.2. Utrzymanie środków ochrony przeciwpożarowej ... 140*

**14. WYMAGANIA DLA PRZEJAZDU PRZEZ TUNELE ... 140**

14.1. DEFINICJE ... 140
*14.1.1. Tabor kolejowy kategorii A ... 140*
*14.1.2. Tabor kolejowy kategorii B ... 141*
14.2. WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE ... 141
*14.2.1. Właściwości materiałów konstrukcyjnych taboru ... 141*
*14.2.2. Gaśnice dla taboru pasażerskiego ... 143*
*14.2.3. Ochrona przeciwpożarowa pociągów towarowych ... 143*
14.2.3.1. Zdolność ruchu ... 143
14.2.3.2. Ochrona maszynisty ... 143
14.2.3.3. Ochrona przeciwpożarowa pociągów przewożących pasażerów, i towary lub pojazdy drogowe ... 144
*14.2.4. Przegrody ogniowe dla taboru pasażerskiego ... 144*
*14.2.5. Dodatkowe środki dla utrzymania zdolności ruchu taboru pasażerskiego z pożarem na pokładzie 144*
14.2.5.1. Ogólne przepisy i wymagania dotyczące zdolności do ruchu pociągów pasażerskich ... 144
14.2.5.2. Wymagania dotyczące hamulców ... 145
14.2.5.3. Wymagania dotyczące trakcji ... 145
*14.2.6. Pokładowe czujki pożarowe ... 145*
*14.2.7. Środki łączności w pociągach ... 146*
*14.2.8. Blokada ręcznego hamulca bezpieczeństwa ... 146*
*14.2.9. System oświetlenia awaryjnego w pociągach ... 146*
*14.2.10. Wyłączanie klimatyzacji w pociągach ... 147*
*14.2.11. Projektowanie dróg ewakuacji dla taboru pasażerskiego ... 147*
14.2.11.1. Wyjścia ewakuacyjne dla pasażerów ... 147
14.2.11.2. Dostępność drzwi wejściowych dla pasażerów ... 148
*14.2.12. Informowanie i dostęp dla służb ratowniczych ... 148*

**15. BIBLIOGRAFIA ... 149**

# 0. TABLICA POWIĄZANIA PUNKTÓW Z TYPAMI LINII

| Punkt | P250 | P200 | M200 | P160 | M160 | P120 | M120 | T120 | P80 | M80 | T80 | T40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. ODDZIAŁYWANIE DYNAMICZNE NA TOR Z OKREŚLENIEM DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI GRANICZNYCH** | | | | | | | | | | | | |
| 1.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 1.1.1.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 1.1.2. | X | X | X | | | | | | | | | |
| 1.1.3. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **2. SKRAJNIA KINEMATYCZNA TABORU** | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.2.1.1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.2.1.2 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.2.1.3 | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 2.2.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.2.3.1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.2.3.2 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 2.2.3.3 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 2.2.3.4 | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 2.3. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.3.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.3.1.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.3.1.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 2.3.1.3. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 2.3.1.4. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 2.4. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.5. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2.6. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 2.7. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

| Punkt | P250 | P200 | M200 | P160 | M160 | P120 | M120 | T120 | P80 | M80 | T80 | T40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **3. HAŁAS I DRGANIA** | | | | | | | | | | | | |
| 3.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 3.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 3.3. | X | X | X | | | | | | | | | |
| 3.4. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **4. UKŁADY HAMULCOWE** | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | | **X** | **X** | **X** |
| 4.2 | **X** | **X** | **X** | | | | | | | | | |
| **5. OZNACZENIE CZOŁA I KOŃCA POCIĄGU** | | | | | | | | | | | | |
| 5.1. | X | X | X | | | | | | | | | |
| 5.2.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 5.2.2. | X | X | X | | | | | | | | | |
| 5.3. | X | X | X | | | | | | | | | |
| **6. URZĄDZENIA CIĘGŁOWO – ZDERZNE** | | | | | | | | | | | | |
| 6.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 6.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| **7. AERODYNAMIKA** | | | | | | | | | | | | |
| 7.1. | X | X | X | | | | | | | | | |
| **8. ZESTAWY KOŁOWE** | | | | | | | | | | | | |
| 8.3.3 b | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 8.2.1 b - niewyważenie | | | X | X | X | X | X | X | X | | | |
| 8.3.2 - niewyważenie | | X | X | X | X | X | | | | | | |
| **9. RAMY WÓZKÓW** | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| **10. MOCOWANIE ŁADUNKÓW** | | | | | | | | | | | | |
| 10.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 10.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |

| Punkt | P250 | P200 | M200 | P160 | M160 | P120 | M120 | T120 | P80 | M80 | T80 | T40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **11. ODPORNOŚĆ ZDERZENIOWA TABORU** | | | | | | | | | | | | |
| 11.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 11.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| **12. NIEZRÓWNOWAŻONE NACISKI W TABORZE** | | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 12.2 | X | X | X | | | | | | | | | |
| **13. PRZEWÓZ TOWARÓW, W TYM TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH** | | | | | | | | | | | | |
| 13.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 13.2. | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| **14. PRZEJAZD PRZEZ TUNELE** | | | | | | | | | | | | |
| 14.1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14.2.1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14.2.2 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 14.2.3 | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| 14.2.4 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 14.2.5 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 14.2.6 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14.2.7 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14.2.8 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 14.2.9 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 14.2.10 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 14.2.11 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 14.2.12 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

# 1. ODDZIAŁYWANIE DYNAMICZNE NA TOR Z OKREŚLENIEM DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI GRANICZNYCH

## 1.1. *Uwagi ogólne*

Dynamiczne zachowanie się pojazdu ma znaczny wpływ na zabezpieczenie przed wykolejeniem i stabilność jazdy. Dynamiczne zachowanie się pojazdów jest określane przez:

- prędkość maksymalną,
- statyczne właściwości toru (prostoliniowość, prześwit toru, przechyłka, nachylenie szyn, pojedyncze i okresowe nieregularności toru),
- dynamiczne właściwości toru (pozioma i pionowa sztywność toru, tłumienie drgań),
- parametry styku koło/szyna (profil koła i szyny, prześwit toru),
- uszkodzenia kół (płaskie miejsca, owalizacja),
- masę i bezwładność pudła wagonu, wózków i zestawów kołowych,
- charakterystyki zawieszenia wagonów,
- rozmieszczenie ładunku.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa i stabilności w ruchu, należy wykonać pomiary w różnych warunkach eksploatacyjnych albo studia porównawcze z zatwierdzonym projektem (np. symulacja/obliczenia) w celu oceny dynamicznego zachowania się pojazdu.

Tabor powinien mieć charakterystykę umożliwiającą stabilną jazdę w ramach prędkości dopuszczalnej.

## 1.2. *Tabor kolei konwencjonalnej*

### 1.2.1. Specyfikacje funkcjonalne i techniczne

#### 1.2.1.1. Zabezpieczenia przed wykolejeniem i stabilność jazdy

W celu zapewnienia bezpieczeństwa i stabilności ruchu należy ograniczyć siły między kołem a szyną.

W szczególności dotyczy to sił poprzecznych Y i sił pionowych Q.

1. Siła poprzeczna Y

W celu zapobiegania przemieszczaniu się toru tabor interoperacyjny powinien być zgodny kryterium Prud'homme dla maksymalnej siły poprzecznej.

$(\Sigma Y)lim = \alpha\ (10 + P/3)$, gdzie $\alpha = 0{,}85$ i P = maksymalne statyczne obciążenie na oś

albo

$(H_{2m})_{lim}$ ($(H_{2m})$ jest zmienną wielkością średnią siły bocznej w osi mierzonej na odcinku 2 metrów)

Na łukach granicą dla quasi-statycznej siły bocznej na koło zewnętrzne jest $Y_{qst,\ lim}$

2. Siły Y/Q

Aby ograniczyć ryzyko wspinania się koła na szynę iloraz siły bocznej Y i obciążenia pionowego Q dla koła nie powinien przekraczać

$(Y/Q)_{lim} = 0{,}8$ w przypadku badań dynamicznych na torze,

$(Y/Q)_{lim} = 1{,}2$ w przypadku badań statycznych.

3. Siła pionowa

Maksymalna dynamiczna siła pionowa wywierana na szynę wynosi $Q_{max}$

Na łukach granica dla quasi-statycznej siły pionowej działającej na koło zewnętrzne wynosi $Q_{qst,\ lim}$

### 1.2.1.2. Zabezpieczenie przed wykolejeniem podczas jazdy po wichrowatych torach

Wagony są zdolne do jazdy po wichrowatym torze, gdy (Y/Q) w przypadku badań statycznych nie przekracza granicy podanej w podpunkcie 1.2.1.1 na łuku o promieniu R = 150 m i dla podanych wichrowatości toru:

Dla rozstawu osi 1,3 m $\leq$ 2a*

- $g_{lim} = 7$ ‰ dla $2a^+ < 4$m
- $g_{lim} = 20/2a^+ + 2$ dla $2a^+ > 4$m
- $g_{lim} = 20/2a^* + 2$ dla $2a^* < 20$m
- $g_{lim} = 3$ ‰ dla $2a^* > 20$ m

Rozstaw osi 2a* reprezentuje rozstaw osi dla wagonu 2-osiowego albo odległość między osiami czopów wagonu z wózkami. Rozstaw osi $2a^+$ jest rozstawem osi dla wózka.

### 1.2.1.3. Zasady utrzymania

Poniższe parametry mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i stabilności ruchu, i powinny być

utrzymywane zgodnie z planem utrzymania:

- Charakterystyka zawieszenia
- Połączenie pudło/wózek
- Profil powierzchni tocznej kół

### 1.2.1.4. Zawieszenie

Zawieszenie wagonów towarowych powinno być skonstruowane tak, aby wymagane wysokości urządzeń cięgłowo – zderznych odnosiły się do warunków „próżne” i „załadowane do granicy obciążeń”. Obliczenia zawieszenia powinny wykazać, że limit ugięcia zawieszenia

nie jest całkowicie wyczerpany, gdy wagony są całkowicie załadowane, uwzględnieniem efektów dynamicznych.

## 1.3.*Tabor kolei dużych prędkości*

### 1.3.1. Ekwiwalentna stożkowatość

Styk koło-szyna jest podstawą dla wyjaśnienia dynamicznego zachowania ruchowego pojazdu kolejowego.

Należy to zatem rozumieć w taki sposób, że spośród parametrów, którymi się ją charakteryzuje, ten nazywany „ekwiwalentną stożkowatością" odgrywa istotną rolę, ponieważ pozwala na ustalenie zadowalającego styku koło-szyna na torze prostym i na łukach o dużym promieniu.

Poniższe postanowienia dotyczą torów szlakowych linii kategorii I, II i III wg TSI Infrastruktura kolei dużych prędkości. Dla rozjazdów i skrzyżowań nie wymaga się żadnej oceny ekwiwalentnej stożkowatości.

#### 1.3.1.1. Definicja

Ekwiwalentna stożkowatość to tangens kąta stożkowego zestawu kołowego z kołami stożkowymi, których ruch poprzeczny na torze prostym i w łuku o dużym promieniu ma tę samą kinematyczną długość fali jak zestaw kołowy nie mający obręczy stożkowych.

Wartości graniczne dla ekwiwalentnej stożkowatości wypunktowane poniżej oblicza się dla amplitudy (y) poprzecznego przemieszczenia zestawu kołowego:

- $y = 3$mm, jeśli $(TG - SR) \geq 7$mm,
- $y = [(TG - SR) - 1] / 2$, jeśli $5\text{mm} \leq (TG - SR) < 7$mm,
- $y = 2$mm, jeśli $(TG - SR) < 5$mm,

gdzie TG jest szerokością toru, a SR jest odległością między zarysami obrzeży kół zestawu kołowego.

#### 1.3.1.2. Wartości projektowe

Wartości projektowe szerokości toru, profilu główki szyny i nachylenia szyny dla prostej linii dobiera się tak, aby zagwarantować, że ekwiwalentna stożkowatość określona w tabeli 1.1 nie zostanie przekroczona podczas modelowania przejazdu poniższych zestawów kołowych w projektowanych warunkach torowych (symulowanych na drodze obliczeń zgodnych z normą EN 15302:2006).

- S 1002 zgodnie z definicją w PN-EN 13715:2008 przy SR =1 420 mm,
- S 1002 zgodnie z definicją w PN-EN 13715:2008 przy SR =1 426 mm,
- S 1 zgodnie z definicją w PN-EN 13715:2008 przy SR =1 420 mm,
- GV 1/40 zgodnie z definicją w PN-EN 13715:2008 przy SR =1 426 mm.

**Tablica 1.1 Wartości graniczne ekwiwalentnej stożkowatości**

| Zakres prędkości (km/h) | Wartości graniczne |
|---|---|
| ≤ 160 | Ocena niewymagana |
| >160 a ≤ 200 | 0,20 |
| > 200 a ≤ 230 | 0,20 |
| > 230 a ≤ 250 | 0,20 |
| >250 a ≤ 280 | 0,20 |
| >280 a ≤ 300 | 0,10 |
| > 300 | 0,10 |

### 1.3.2. Dynamiczne zachowanie się taboru

Dynamiczne zachowanie się pojazdu ma duży wpływ na bezpieczeństwo zapobiegające wykolejeniu, bezpieczeństwo jazdy i obciążenie toru. Dynamiczne zachowanie się pojazdu jest określone głównie przez:

- prędkość maksymalną,
- maksymalny projektowy niedomiar przechyłki dla taboru,
- parametry styku koło/szyna (profil koła i szyny, szerokość toru),
- masę i bezwładność nadwozia wagonu osobowego, wózków i zestawów kołowych,
- charakterystykę zawieszeń pojazdów,
- nierówności geometryczne toru.

W celu zagwarantowania bezpieczeństwa przed wykolejeniem i bezpieczeństwa jazdy, a także aby uniknąć przeciążenia toru, należy przeprowadzić procedurę prób dopuszczeniowych dla pojazdów:

- nowo opracowanych,
- takich, których stosowne zmiany konstrukcyjne mogłyby wpłynąć na bezpieczeństwo zapobiegające wykolejeniu, bezpieczeństwo jazdy lub obciążenie toru

  albo

- takich, których reżimy eksploatacyjne zmieniono tak, że mogło by to wpłynąć na bezpieczeństwo zapobiegające wykolejeniu, bezpieczeństwo jazdy i obciążenie toru.

Procedura prób dopuszczeniowych do celów bezpieczeństwa zapobiegającego wykolejeniu, bezpieczeństwa jazdy i prawidłowego obciążenia toru musi być przeprowadzona zgodnie z odnośnymi wymaganiami normy PN-EN 14363:2007. Należy poddać ocenie parametry opisane poniżej w punktach 1.3.2.1 i 1.3.2.2 (przy zastosowaniu metody zwykłej lub uproszczonej, jak na to zezwala PN-EN 14363:2007 punkt 5.2.2). Więcej informacji szczegółowych na temat tych parametrów podano w PN-EN 14363:2007.

PN-EN 14363:2007 uwzględnia aktualny stan techniki. Mimo to nie zawsze udaje się uzyskać zgodność z wymaganiami w następujących obszarach:

- jakość geometrii toru,
- kombinacje prędkości, krzywizny, niedomiaru przechyłki.

Wymagania te w pozostają punktami otwartymi.

Próby należy przeprowadzać w pewnym zakresie warunków dla prędkości, niedomiaru przechyłki, jakości toru i promienia łuku właściwym dla zastosowania badanego pojazdu.

Jakość geometrii toru do celów tych prób musi być reprezentatywna dla eksploatowanych tras i musi być objęta sprawozdaniem z prób. Musi być wykorzystywana metodologia z załącznika C normy PN-EN 14363:2007 z użyciem wyszczególnionych wartości QN1 i QN2 w charakterze wytycznych. Nie reprezentują one jednak zakresu jakości geometrii, jaki może wystąpić.

Niektóre z aspektów objętych normą EN14363 są niezgodne także i z wymaganiami TSI „Tabor" dla kolei dużych prędkości.

- geometria styku,
- warunki obciążania.

Zgodnie z PN-EN 14363:2007 odstępstwo od wymagań ustanowionych w punkcie 1.3.2 dozwolone jest tam, gdzie można przedstawić dowód, że bezpieczeństwo jest równoważne temu, jakie osiąga się, spełniając te wymagania.

### 1.3.2.1. Wartości graniczne dla bezpieczeństwa jazdy

Norma PN-EN 14363:2007 (punkty 4.1.3, 5.5.1, 5.5.2 i odpowiednie sekcje punktów 5.3.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5 i 5.6) zawierają definicję widma częstotliwościowego, metod pomiarowych i warunków dla parametrów wyszczególnionych w sekcjach a), b) i c) poniżej.

1. Siły poprzeczne działające na tor

Tabor musi spełniać kryteria Prud' homme dotyczące największej siły poprzecznej $\Sigma Y$ zdefiniowane następująco:

$(\Sigma Y)_{max,lim} = 10 + P0/3$ kN,

gdzie $\Sigma Y$ jest sumą sił prowadzących zestawu kołowego, a $P_0$ stanowi statyczny nacisk osi w kN. Wynik tego działania definiuje granicę przyczepności koło/szyna pomiędzy podkładem i podsypką pod wpływem dynamicznych sił poprzecznych.

2. Iloraz poprzecznej i pionowej siły wywieranej przez koło w normalnych warunkach eksploatacyjnych (dla promienia łuku $R \geq 250$ m):

Stosunek poprzecznej i pionowej siły wywieranej przez koło (Y/Q) nie może przekraczać wartości granicznej

$(Y / Q)_{lim} = 0,8$

gdzie Y jest poprzeczną siłą prowadzącą koła wywieraną na szynę, zmierzoną w ramie referencyjnej opierającej się na zestawie kołowym, a Q jest pionową siłą wywieraną przez koło na szynę zmierzoną w tej samej ramie referencyjnej.

3. Iloraz poprzecznej i pionowej siły wywieranej przez koło na torze zwichrowanym (dla promienia łuku R < 250 m):

Stosunek poprzecznej i pionowej siły wywieranej przez koło (Y/Q) nie może przekraczać wartości granicznej

$$(Y / Q)_{lim} = (\tan \gamma - 0{,}36) / (1 + 0{,}36 \tan \gamma)$$

przy kącie pochylenia obrzeża $\gamma$.

Uwaga:

Dla kąta pochylenia obrzeża $\gamma$ równego 70 stopni, wartość graniczna $(Y/Q)_{lim} = 1{,}2$.

Ograniczenie to charakteryzuje zdolność taboru do jazdy po torze zwichrowanym.

4. Kryterium niestateczności

Definicja: Zestaw kołowy na torze prostym lub na łukach o dużym promieniu porusza się niestatecznie, jeżeli okresowe przemieszczenia poprzeczne zestawu kołowego wyczerpują luz pomiędzy obręczą koła a narożnikiem szyny. W ruchu niestatecznym te przemieszczenia poprzeczne trwają przez kilka cykli i zależą w dużym stopniu od:

- prędkości

  oraz

- ekwiwalentnej stożkowatości (zdefiniowanej w punkcie 1.3.1.1), tam gdzie ma ona znaczenie (patrz pkt. 1.3.2.8);

  i powoduje nadmierne drgania w kierunku poprzecznym.

a) Wartość rms dla sumy sił prowadzących stosowanych w próbach dopuszczeniowych nie może przekroczyć wartości granicznej

$$\Sigma Y_{rms,lim} = \Sigma Y_{max,lim}/2$$

gdzie $\Sigma Y_{rms,lim}$ zdefiniowano w sekcji 1. tego punktu.

Granica ta charakteryzuje zdolność taboru do jazdy w sposób stateczny.

(rms = średnia kwadratowa)

b) Kryteria zadziałania pokładowego alarmu od niestateczności muszą albo

- być zgodne z wymaganiami punktu 5.3.2.2 i klauzuli 5.5.2 normy PN-EN 14363:2007 w przypadku uproszczonej metody pomiaru przyspieszenia, albo
- opierać się na sygnalizowaniu niestateczności, którą cechują utrzymujące się drgania poprzeczne (więcej niż 10 cykli) powodujące powstawanie przyspieszeń ramy wózka nad osią zestawu kołowego o amplitudzie większej od 0,8 g, mające częstotliwość między 3 Hz a 9 Hz.

### 1.3.2.2. Wartości graniczne obciążenia toru

Skład częstotliwościowy, metody pomiarowe i warunki dla parametrów wyszczególnionych poniżej w sekcjach a), c) i d) zdefiniowano w normie PN-EN 14363:2007 (klauzule 5.5.1, 5.5.2 i odpowiednie sekcje klauzul 5.3.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5 oraz 5.6).

1. Pionowe obciążenie dynamiczne od kół

Maksymalna siła pionowa wywierana na szyny przez koła (dynamiczne obciążenie od kół, Q) nie może być większa od wartości podanych w tablicy 1.2 dla następującego zakresu prędkości pojazdu:

**Tablica 1.2. Dynamiczne obciążenie od kół**

| V [km/h] | Q [kN] |
|---|---|
| $190 < V \leq 250$ | 180 |
| $250 < V \leq 300$ | 170 |
| $V > 300$ | 160 |

2. Obciążenie wzdłużne

W celu ograniczenia sił wzdłużnych wywieranych na szyny przez tabor, maksymalne przyspieszenie lub opóźnienie musi być mniejsze niż 2,5 $m/s^2$.

Układy hamulcowe, które rozpraszają energię kinetyczną przez nagrzewanie szyny nie mogą wytwarzać większych sił hamowania niż:

Przypadek 1: 360 kN na pociąg w przypadku hamowania hamulcem bezpieczeństwa

Przypadek 2: dla innych przypadków hamowania, takich jak normalne hamowanie zasadnicze w celu zmniejszenia prędkości lub hamowanie bez powtórzeń aż do zatrzymania pociągu, albo powtarzane hamowanie w celu zmniejszenia prędkości, użycie hamulca i maksymalna dozwolona siła hamowania muszą być określone przez zarządcę infrastruktury dla każdej rozpatrywanej linii. Wszystkie ograniczenia nałożone na siłę hamowania powinny być uzasadnione oraz opublikowane w rejestrze infrastruktury i brane pod uwagę w przepisach eksploatacyjnych.

3. Quasi-statyczna siła prowadząca $Y_{qst}$

Ograniczenie na quasi-statyczną siłę prowadzącą $Y_{qst}$ nakłada się w celu ograniczenia zużywania się szyn na łukach.

Stosuje się przepisy krajowe.

4. Quasi-statyczna siła prowadząca koło $Q_{qst}$

Aby ograniczyć siły pionowe na łukach w warunkach niedomiaru przechyłki i nadmiaru przechyłki, ta quasi-statyczna siła pionowa wywierana przez koło musi być mniejsza niż

$Q_{qst,lim} = 145$ kN.

### 1.3.2.3. Styk koło/szyna

Styk koło/szyna ma fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa przeciw wykolejeniu i dla wyjaśnienia dynamicznego zachowania pojazdu szynowego podczas jazdy. Profil koła musi spełniać następujące wymagania:

- kąt pochylenia obrzeża (patrz pkt. 1.4) wynosi co najmniej 67 stopni,
- kąt stożkowy (patrz pkt. 1.4) jest między 3,7 i 8,5 stopnia (6,5 % do 15 %),
- ekwiwalentna stożkowatość mieści się w granicach wyszczególnionych w sekcjach od 1.3.2.5 do 1.3.2.7.

### 1.3.2.4. Konstrukcja zapewniająca stabilność pojazdu

Konstrukcja pojazdów powinna zapewniać ich stateczność na torze spełniającym wymagania TSI „ Infrastruktura" dla kolei dużych prędkości wyd. 2006, przy prędkości większej o 10 % od maksymalnej projektowej prędkości pojazdu. Jazda niestateczna została zdefiniowana w punkcie 1.3.2.1 – 4.

Tabor projektowany dla większych prędkości musi być w dalszym ciągu stateczny podczas jazdy po liniach zaprojektowanych dla mniejszych prędkości. Na przykład, tabor projektowany dla prędkości > 250 km/h musi być wciąż stateczny podczas jazdy po liniach zaprojektowanych dla prędkości rzędu 200 km/h lub mniejszych.

Projektowany zakres wartości prędkości i zbieżności, w którym pojazd ma być stateczny, musi zostać dokładnie określony, zatwierdzony i wskazany w rejestrze taboru.

Jeżeli stateczność zależy od zastosowania urządzeń, które nie są odporne na uszkodzenia, pociągi jeżdżące z prędkościami przekraczającymi 220 km/h muszą mieć alarm od niestateczności zainstalowany na pokładzie.

Detekcja niestateczności musi polegać na pomiarze przyspieszenia wykonanym na ramie wózka. Alarm ten musi zalecać maszyniście ograniczenie prędkości w razie niestateczności. Kryteria zadziałania wspomnianego alarmu muszą być takie, jak określono w punkcie 1.3.2.1. 4b).

### 1.3.2.5. Wartości projektowe dla profili kół

Profile kół oraz odległość między powierzchniami czynnymi kół (wymiar $S_R$ w pkt. 1.4) muszą zostać dobrane tak, aby zagwarantować, że wartości graniczne ekwiwalentnej stożkowatości wyszczególnione w tablic 1.3 nie będą przekroczone podczas modelowania przejazdu projektowanego zestawu kołowego przy reprezentatywnej próbce warunków przeprowadzania próby torowej (symulowanych na drodze obliczeniowej) wyszczególnionych w tablica 1.4.

**Tablica 1.3. Projektowe wartości graniczne ekwiwalentnej stożkowatości**

| Maksymalna prędkość eksploatacyjna pociągu (km/h) | Wartości graniczne ekwiwalentnej stożkowatości | Warunki przeprowadzania prób (patrz Tabela 4) |
|---|---|---|
| ≥190 oraz ≤ 230 | 0,25 | 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 |
| > 230 oraz ≤ 280 | 0,20 | 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 |
| > 280 oraz ≤ 300 | 0,10 | 1, 3, 5 oraz 6 |
| > 300 | 0,10 | 1 oraz 3 |

**Tablica 1.4. Modelowanie warunków próby torowej dla ekwiwalentnej stożkowatości**

| Warunki przeprowadzania prób numer | Profil główki szyny | Nachylenie szyny | Szero-kość toru |
|---|---|---|---|
| 1 | odcinek szyny 60E1 określonej w EN 13674− 1:2003 | 1 na 20 | 1 435 mm |
| 2 | odcinek szyny 60E1 określonej w EN 13674− 1:2003 | 1 na 40 | 1 435 mm |
| 3 | odcinek szyny 60E1 określonej w EN 13674− 1:2003 | 1 na 20 | 1 437 mm |
| 4 | odcinek szyny 60E1 określonej w EN 13674− 1:2003 | 1 na 40 | 1 437 mm |
| 5 | odcinek szyny 60E2 określonej w załączniku F do TSI podsystemu „ Infrastruktura” Transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości wyd. 2006 | 1 na 40 | 1 435 mm |
| 6 | odcinek szyny 60E2 określonej w załączniku F do TSI podsystemu „ Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości wyd. 2006 | 1 na 40 | 1 437 mm |

Wymagania tego punktu uważa się za spełnione przez zestawy kołowe o niezużytych profilach S1002 lub GV 1/40 określonych normą PN-EN 13715:2008 przy odległości między powierzchniami czynnymi wynoszącej od 1 420 mm do 1 426 mm.

Uwaga: Projektowe wartości zbieżności dla szyn podano w TSI „ Infrastruktura” dla kolei dużych prędkości wyd. 2006. Wartości tam podane są różne od wartości podanych w tym miejscu dla profili kół. Różnica ta jest zamierzona i wynika z wyboru referencyjnych profili kół i szyn do celów związanych z oceną.

### 1.3.2.6. Wartości ekwiwalentnej stożkowatości w eksploatacji

Za ocenę w tym punkcie odpowiedzialne są państwa członkowskie, w których eksploatowany jest ten tabor.

Punkt ten wyłącza się spod oceny dokonywanej przez jednostkę notyfikowaną.

Plan utrzymania musi wyszczególniać procedury przedsiębiorstwa kolejowego w zakresie utrzymania zestawów kołowych i profili kół. Procedury te muszą brać pod uwagę zakresy zbieżności, dla których pojazd otrzymał świadectwo (patrz punkt 1.3.2.4)

Zestawy kołowe muszą podlegać utrzymaniu w celu zagwarantowania (bezpośrednio lub pośrednio), że ekwiwalentna stożkowatość mieści się w zakresie wartości granicznych zatwierdzonych dla danego pojazdu podczas modelowania przejazdu zestawu kołowego przy reprezentatywnej próbce warunków przeprowadzania próby torowej (symulowanych na drodze obliczeniowej) wyszczególnionych w tablicach 1.4 i 1.5.

**Tablica 1.5. Symulowane warunki próby torowej dla eksploatacyjnych wartości ekwiwalentnej stożkowatości**

| Maksymalna prędkość eksploatacyjna pociągu (km/h) | Warunki przeprowadzania prób (patrz Tabela 1.4) |
|---|---|
| ≥ 190 oraz ≤ 200 | 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 |
| > 200 oraz ≤ 230 | 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 |
| > 230 oraz ≤ 250 | 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 |
| > 250 oraz ≤ 280 | 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 |
| > 280 oraz ≤ 300 | 1, 3, 5 oraz 6 |
| > 300 | 1 oraz 3 |

W przypadku nowatorskich konstrukcji wózka/pojazdu, albo eksploatacji pojazdu o znanej konstrukcji na szlaku o wystarczająco odmiennej charakterystyce, przebieg zużycia profilu koła i − w konsekwencji − zmiana ekwiwalentnej stożkowatości nie są na ogół znane. Dla takiej sytuacji należy opracować tymczasowy plan utrzymania. Zasadność takiego planu należy potwierdzić w toku monitoringu profilu koła i stożkowatości ekwiwalentnej w eksploatacji. Monitoring taki musi dotyczyć reprezentatywnej liczby zestawów kołowych i uwzględniać różnice wynikające z różnych pozycji zestawów kołowych w pojeździe i różnice między różnymi typami zestawów kołowych w zespole trakcyjnym.

W przypadku stwierdzenia niestabilności biegu na torze, przedsiębiorstwo kolejowe musi przeprowadzić modelowanie zmierzonych profili kół i odległości między aktywnymi powierzchniami tych kół (wymiar $S_R$ w pkt. 1.4) przy reprezentatywnej próbce warunków przeprowadzania próby torowej w tabelach 1.4 i 1.5, aby sprawdzić zgodność z maksymalną ekwiwalentną stożkowatością, dla której pojazd jest zaprojektowany i certyfikowany jako stateczny.

Jeżeli zestawy kołowe są zgodne z maksymalną stożkowatością ekwiwalentną, dla której pojazd jest projektowany i certyfikowany jako stateczny, TSI „ Infrastruktura” dla kolei dużych prędkości wyd. 2006 wymaga od zarządcy infrastruktury sprawdzenia toru na

zgodność z wymaganiami wymienionymi w TSI „ Infrastruktura" dla kolei dużych prędkości wyd. 2006.

Jeżeli tak pojazd, jak i tor, są zgodne z wymaganiami stosownych TSI, należy podjąć wspólne działania przedsiębiorstwa kolejowego i zarządcy infrastruktury, w celu ustalenia przyczyny niestateczności.

### 1.3.2.7. Zestawy kołowe

1. Zestawy kołowe

Maksymalne i minimalne wymiary zestawów kołowych dla standardowej szerokości toru (1 435 mm) przedstawiono w pkt. 1.4.

2. Koła jako składnik interoperacyjności

- Wymiary geometryczne

Maksymalne i minimalne wymiary kół dla standardowej szerokości toru (1 435 mm) przedstawiono w pkt. 1.4.

- Charakterystyki kryteriów zużycia

W celu właściwego dopasowania materiałów wybranych na szyny (określonych w TSI „ Infrastruktura" dla kolei dużych prędkości wyd. 2006) oraz koła, na koła należy stosować następujące materiały:

- Dla całej głębokości w strefie zużycia wieńca koła twardość materiału w skali Brinella (HB) musi być równa lub większa od 245,
- Jeśli grubość strefy zużycia przekracza 35 mm, wartość 245 HB musi być uzyskiwana do głębokości 35 mm poniżej powierzchni tocznej,
- Wartość twardości na połączeniu między tarczą koła i wieńcem koła musi być o co najmniej 10 punktów mniejsza od wartości zmierzonej na pełnej głębokości zużycia.

### 1.3.2.8. Specyficzne wymagania dla pojazdów z kołami obracającymi się niezależnie

Pojazdy z kołami obracającymi się niezależnie powinny posiadać następujące cechy:

- konstrukcję zawieszenia/wózka zapewniającą stateczne zachowanie osi/wózka na łukach,
- system środkowania osi w torze podczas jazdy po torze prostym,
- wymiary kół zgodne z wymaganiami podanymi w pkt. 1.4.

Wymagania dotyczące ekwiwalentnej stożkowatości (pkt. 1.3.1.1, 1.3.2.5. i 1.3.2.6) nie znajdują zastosowania w odniesieniu do pojazdów, których koła obracają się niezależnie i dlatego profile kół niespełniające tych warunków dla ekwiwalentnej stożkowatości mogą znaleźć zastosowanie w takich pojazdach.

Pozostałe wymagania w zakresie dynamicznego zachowania (sekcje od 1.3.2 do 1.3.2.3 akapit 2) obowiązujące dla pojazdów z zestawami kołowymi stosuje się w równej mierze do pojazdów posiadających koła obracające się niezależnie.

## 1.4. *Eksploatacyjne graniczne wymiary kół i zestawów kołowych*

**Tablica 1.6 Wymiary dla toru 1 435 mm**

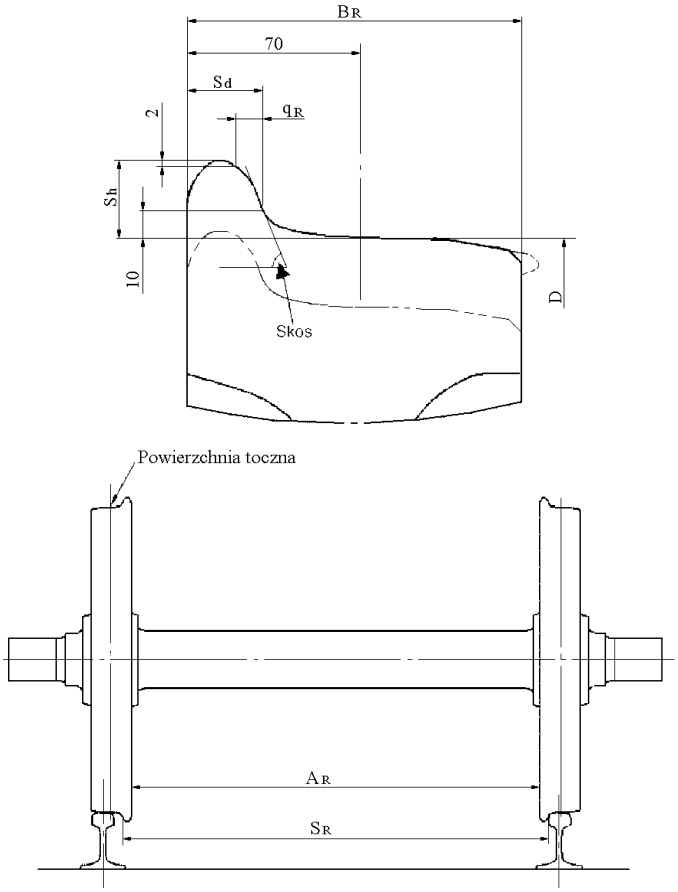
| **Oznaczenie** | **Średnica koła (mm)** | **Wielkość minimalna (mm)** | **Wielkość maksymalna (mm)** |
|---|---|---|---|
| Wymagania związane z podsystemem | | | |
| Odległość między powierzchniami styku kołnierzy ($S_R$)<br>$S_R = A_R + S_d$ (lewe koło) + $S_d$ (prawe koło) | ≥ 840 | 1 410 | 1 426 |
| | < 840 a ≥ 330 | 1 415 | 1 426 |
| Odległość między wewnętrznymi powierzchniami kół ($A_R$) | ≥ 840 | 1 357 | 1 363 |
| | < 840 a ≥ 330 | 1 359 | 1 363 |
| Wymagania związane z kołem jako składnikiem interoperacyjności | | | |
| Szerokość wieńca ($B_R$) | ≥ 330 | 133 | 145; (140[1)])* |
| $S_d$ = grubość obrzeża obręczy | ≥ 840 | 22 | 33 |
| | < 840 a ≥ 330 | 27,5 | 33 |
| $S_h$ = wysokość obrzeża obręczy | ≥ 760 | 27,5; (28)* | 36 |
| | < 760 a ≥ 630 | 30 | 36 |
| | < 630 a ≥ 330 | 32 | 36 |
| Stromość obrzeża ($q_R$) | ≥ 330 | 6,5 | |
| Wady powierzchni tocznej koła, np. spłaszczenie, odpryski, pęknięcia, rowki, wnęki, itd. | Do chwili opublikowania EN obowiązują przepisy krajowe | | |

* - wymiar dotyczy wagonów towarowych.

[1)] – uwzględniona jest wartość nawalcowania.

Wymiar $A_R$ jest mierzony przy górnej powierzchni szyny. Wymiary $A_R$ i $S_R$ powinny być zgodne dla pojazdu pustego i pojazdu załadowanego oraz dla luźnych zestawów kołowych. Dla szczególnych pojazdów dostawca może wyspecyfikować mniejsze tolerancje w ramach wartości podanych powyżej.

**Rysunek 1.1 Symbole**




# 2. SKRAJNIA KINEMATYCZNA TABORU

## 2.1. *Wiadomości ogólne*

W niniejszym punkcie zdefiniowano maksymalne zewnętrzne wymiary wagonów w celu zapewnienia, że pozostaną wewnątrz infrastrukturalnej skrajni. W tym celu bierze się pod uwagę maksymalny możliwy ruch wagonu. Jest to tak zwana obwiednia kinematyczna.

Obwiednia kinematyczna taboru jest zdefiniowana za pomocą profilu odniesienia i odnośnych przepisów. Jest otrzymywana przez zastosowanie zasad zapewniających zmniejszenie wymiarów różnych części taboru w stosunku do profilu odniesienia.

Zmniejszenia te zależą od:

- geometrycznych charakterystyk rozpatrywanego taboru,
- położenia przekroju w stosunku do czopa wózka albo do osi,
- wysokości rozpatrywanego punktu w stosunku do powierzchni jezdnej,
- tolerancji konstrukcyjnych,
- maksymalnego naddatku na zużycie,
- charakterystyki sprężystości zawieszenia.

Badanie maksymalnej skrajni konstrukcyjnej uwzględnia boczne i pionowe ruchy taboru, określone na podstawie charakterystyk geometrii i zawieszenia wagonu w różnych warunkach obciążenia.

Skrajnia konstrukcyjna taboru poruszającego się po danym odcinku linii powinna być mniejsza o stosowny margines bezpieczeństwa od najmniejszej skrajni budowli dla danej linii.

Skrajnia taboru składa się z dwóch podstawowych elementów: profilu referencyjnego i zasad dla tego profilu.

Za ich pomocą możliwe jest określenie maksymalnych wymiarów taboru i położenia stałych budowli na linii.

Aby skrajnię taboru można było stosować, należy określić następujące trzy elementy skrajni:

- profil odniesienia;
- zasady określania maksymalnej skrajni konstrukcyjnej dla wagonów;
- zasady określania odstępów od budowli i odległości między torami.

Skojarzone zasady określania odstępów od elementów budowli są ujęte w TSI „Infrastruktura".

Wszystkie urządzenia i części wagonów, które powodują przemieszczenia poprzeczne i pionowe, powinny być kontrolowane w odpowiednich cyklach utrzymaniowych.

W celu utrzymania wagonu wewnątrz skrajni kinematycznej, plan utrzymania powinien obejmować ustalenia dla kontroli następujących elementów:

- profil i zużycie koła,
- rama wózka,
- sprężyny,
- boczne elementy nośne,
- konstrukcja pudła wagonu,
- luzy konstrukcyjne,
- maksymalny naddatek na zużycie,
- charakterystyka sprężystości zawieszenia,
- użycie prowadnic osi,
- elementy mające wpływ na współczynnik sprężystości pojazdu,
- elementy mające wpływ na położenie środka toczenia,
- urządzenia powodujące ruchy, które wpływają na skrajnię.

Skrajnia kinematyczna nie uwzględnia pewnych czynników losowych (drgań, niesymetrii przy ηo . 1o): odsprężynowane części pojazdów mogą w związku z tym, w razie wystąpienia drgań, przejść poza skrajnię kinematyczną. Przesunięcia takie są brane pod uwagę przez jednostki odpowiedzialne za utrzymanie infrastruktury.

Skrajnie ładunku możliwe do stosowania w różnych krajach klasyfikuje się w następujący sposób:

- Skrajnia dozwolona bez żadnych ograniczeń: G1

To skrajnia docelowa, przyjęta na wszystkich liniach z wyjątkiem Zjednoczonego Królestwa,

- Skrajnie, których swobodne stosowanie ograniczone jest do pewnych, ściśle wytyczonych tras: skrajnie GA, GB, GC,
- Skrajnie, których stosowanie musi być przedmiotem wcześniejszego porozumienia między zainteresowanymi zarządcami infrastruktury: skrajnie G2, 3.3, GB-M6, GB1, GB2 itd.

### 2.1.1. Wykaz stosowanych oznaczeń

A: współczynnik przesuwności kątowej wózka

a: odległość między osiami prowadzącymi pojazdów niewyposażonych w wózki albo między czopami skrętu pojazdów na wózkach (patrz uwaga)

b: połowa szerokości pojazdu (patrz wykres w dodatku 2)

b1: połowa odległości między sprężynami pierwszego stopnia usprężynowania (patrz wykres w dodatku 2)

b2: połowa odległości między sprężynami drugiego stopnia usprężynowania (patrz wykres w dodatku 2)

bG: połowa odległości między ślizgami bocznymi

bw: połowa szerokości ślizgacza pantografu

C: biegun kołysania

d: odległość pomiędzy powierzchniami czynnymi obrzeży kół mierzona między punktami leżącymi 10 mm poniżej powierzchni tocznych, przy obrzeżach zużytych do granicy dopuszczalnego zużycia. Absolutna granica tego wymiaru wynosi 1,410 m. Granica ta może być różna, w zależności od kryteriów utrzymania dla rozpatrywanego pojazdu

dga: zewnętrzny wysięg geometryczny na łuku

dgi: wewnętrzny wysięg geometryczny na łuku

D: przesunięcie poprzeczne

Ea: zwężenie zewnętrzne

Ei: zwężenie wewnętrzne

E'a: odchylenie zewnętrzne w związku z ruchem dozwolonym w górnym punkcie kontrolnym pantografu (6,5 m)

E'i: odchylenie wewnętrzne w związku z ruchem dozwolonym w górnym punkcie kontrolnym pantografu (6,5 m)

E"a: odchylenie zewnętrzne w związku z ruchem dozwolonym w dolnym punkcie kontrolnym pantografu (5,0 m)

E"i: odchylenie wewnętrzne w związku z ruchem dozwolonym w dolnym punkcie kontrolnym pantografu (5,0 m)

ea: zewnętrzne zmniejszenie pionowe w dolnej części pojazdów

ei: wewnętrzne zmniejszenie pionowe w dolnej części pojazdów

f: pionowe obniżenie pojazdu wskutek ugięcia usprężynowania (patrz dodatek 2)

h: wysokość od powierzchni tocznej główki szyny

hc: wysokość bieguna kołysania przekroju poprzecznego pojazdu względem powierzchni tocznej główki szyny

ht: wysokość instalacyjna dolnego przegubu pantografu względem powierzchni tocznej główki szyny

J: luz ślizgów bocznych

J'a, J'i: różnica między przesunięciami otrzymanymi z obliczeń a przesunięciami wynikającymi z wpływu luzów

l: szerokość toru

n: odległość między rozpatrywanym przekrojem i najbliższą osią prowadzącą lub najbliższym czopem skrętu (patrz

uwaga)

na: n dla przekrojów znajdujących się poza osiami prowadzącymi lub czopami skrętu

ni: n dla przekrojów znajdujących się między osiami prowadzącymi lub czopami skrętu

nμ: odległość rozpatrywanego przekroju od czopa skrętu wózka silnikowego zespołów połączonych (patrz uwaga)

p: rozstaw osi wózka

p': rozstaw osi wózka tocznego dla zespołów połączonych

q: luz poprzeczny między osią i ramą wózka albo między osią i nadwoziem pojazdu w przypadku pojazdów bezwózkowych

R: promień łuku w planie

Rv: promień łuku w przekroju podłużnym

s : współczynnik podatności pojazdu

S: przekroczenie zarysu

So: maksymalne dopuszczalne przekroczenie zarysu

t: wskaźnik podatności pantografu: przesunięcie poziome, wyrażone w metrach, jakiemu ulega ślizg pantografu po podniesieniu na 6,50 m pod wpływem poprzecznej siły 300 N

w: luz poprzeczny między wózkiem i nadwoziem pojazdu

w∞ : luz poprzeczny między wózkiem i nadwoziem pojazdu na torze prostym

wa: luz poprzeczny między wózkiem i nadwoziem pojazdu na zewnętrznej stronie łuku

wi: luz poprzeczny między wózkiem i nadwoziem pojazdu na wewnętrznej stronie łuku

wa(R): luz poprzeczny między wózkiem i nadwoziem pojazdu na zewnętrznej stronie łuku o promieniu R

wi(R): luz poprzeczny między wózkiem i nadwoziem pojazdu na wewnętrznej stronie łuku o promieniu R

w'∞ – w'a – w'i – w'a(R) – w'i(R) są takie same dla wózków tocznych w zespołach połączonych

xa: dodatkowe zwężenie [jednostronne] poza czopami skrętu dla bardzo długich pojazdów

xi: dodatkowe zwężenie [jednostronne] między czopami skrętu dla bardzo długich pojazdów

y: odległość od efektywnego czopa skrętu do geometrycznego środka wózka (patrz uwaga)

z: odchylenie od położenia środkowego ze względu na pochylenie quasi-statyczne i niesymetrię

z': różnica między pochyleniem bocznym wynikającym z obliczeń a faktycznym pochyleniem górnego punktu kontrolnego pantografu

z": różnica między pochyleniem bocznym wynikającym z obliczeń a faktycznym pochyleniem dolnego punktu kontrolnego pantografu

α: dodatkowe pochylenie nadwozia pojazdu wywołane luzem ślizgów bocznych

δ: kąt pochylenia toru z przechyłką (patrz rysunek 3)

ηo: kąt niesymetrii pojazdu (w stopniach) wynikający z tolerancji konstrukcyjnych, regulacji zawieszenia i nierównomiernego rozkładania ładunków

θ: tolerancja regulacji zawieszenia: pochylenie nadwozia pojazdu (w radianach), do jakiego może dojść w wyniku niedoskonałości regulacji zawieszenia, podczas postoju pojazdu na poziomym torze

μ: współczynnik przyczepności szyna-koło

τ: tolerancja konstrukcyjna i montażowa pantografu: tolerowane odchylenie między osią pudła pojazdu i środka ślizgacza, przy założeniu, że jest on podniesiony na 6,5 m i nie poddany żadnym naprężeniom poprzecznym

**Uwaga:** W przypadku pojazdów bez ustalonych czopów skrętu, w celu wyznaczenia wartości a i n, punkt spotkania wzdłużnej osi wózka z taką samą linią nadwozia zostanie uznany za teoretyczny czop skrętu, wyznaczany graficznie dla sytuacji, gdy pojazd znajduje się na łuku o promieniu 150 m, z równo rozłożonymi luzami i osiami wypośrodkowanymi względem toru. Jeśli y oznacza odległość od takiego teoretycznego czopa skrętu od geometrycznego środka wózka (w równej odległości od jego osi prowadzących), $p^2$ we wzorach zostanie zastąpione przez $(p^2 - y^2)$ a $p'^2$ przez $(p'^2 - y^2)$.

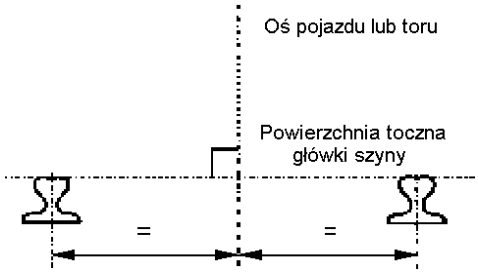
## 2.1.2. Definicje

1. Współrzędne normalne

Wyrażenia „współrzędne normalne” używa się w odniesieniu do ortogonalnych osi wyznaczonych na płaszczyźnie normalnej do osi nominalnie usytuowanego toru. Jedna z tych osi, czasami nazywana poziomą, stanowi przecięcie tak określonej powierzchni z poziomem

powierzchni tocznej główki szyny, druga pada prostopadle do tego przecięcia w miejscu oddalonym na jednakową odległość od obydwu szyn.

Do celów obliczeń, oś tę i oś pojazdu należy rozpatrywać jako linie pokrywające się, dzięki czemu można porównywać skrajnie konstrukcyjne pojazdów ze skrajniami budowli przytorowych, po obliczeniu obydwu tych skrajni na podstawie wspólnego dla nich zarysu odniesienia skrajni kinematycznej.




**Rysunek 2.1 Współrzędne normalne**

2. Skrajnia kinematyczna

Skrajnia kinematyczna dotyczy miejsc najbardziej oddalonych od środka współrzędnych normalnych, które mogą być zajęte przez różne części taboru, z uwzględnieniem najbardziej niekorzystnych położeń osi na torze, luzu poprzecznego i przesunięć quasi-statycznych związanych z parametrami samego taboru i parametrami toru.

Skrajnia kinematyczna nie uwzględnia pewnych czynników losowych (drgań, niesymetrii przy $\eta o \leq 1^0$): odsprężynowane części pojazdów mogą w związku z tym, w razie wystąpienia drgań, przejść poza skrajnię kinematyczną. Przesunięcia takie są brane pod uwagę przez jednostki odpowiedzialne za utrzymanie infrastruktury.

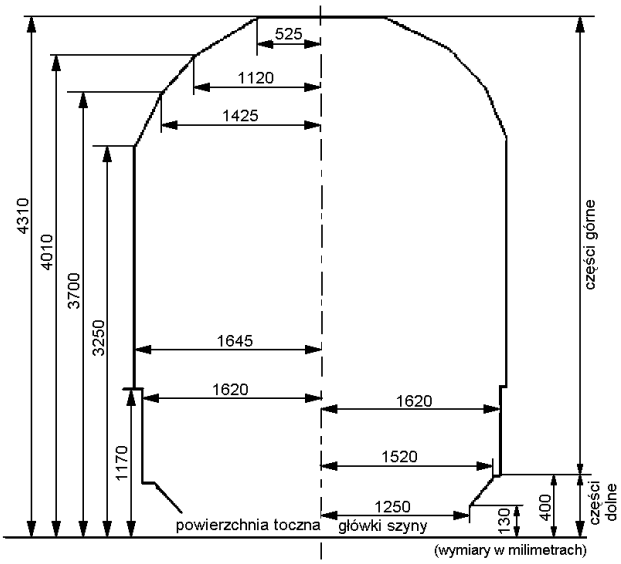
## 2.2.*Skrajnia G1*

W 1991 roku postanowiono, że przy konstruowaniu wagonów nie będą dłużej stosowane przepisy dla skrajni statycznej.

Z tego też względu przepisy dla skrajni statycznej mają w dalszym ciągu zastosowanie tylko w odniesieniu do skrajni definiowanych specjalnie dla ładunków, na przykład GA, GB, GB1, GB2 i GC.

## 2.2.1. Zarys odniesienia dla skrajni kinematycznej G1

### 2.2.1.1. Część wspólna dla wszystkich pojazdów




**Rysunek 2.2. Zarys odniesienia dla skrajni kinematycznej G1**

Kinematyczny zarys odniesienia G1 uwzględnia najbardziej restrykcyjne położenie budowli przytorowych i międzytorzy w kontynentalnej Europie.

Dzieli się on na dwie części, z których jedna leży powyżej, a druga – poniżej wysokości 400 mm, która stanowi także granicę dla obliczeń przekroczeń skrajni:

- część górną, leżącą zgodnie z definicją powyżej płaszczyzny położonej 400 mm nad powierzchnią toczną główki szyny, wspólną dla wszystkich pojazdów,
- część dolną, leżącą zgodnie z definicją poniżej płaszczyzny położonej 400 mm nad powierzchnią toczną główki szyny, która jest różna zależnie od tego, czy pojazdy muszą przechodzić nad górkami rozrządowymi, hamulcami szynowymi i innymi wzbudzanymi urządzeniami rozrządczymi i zatrzymującymi (części poniżej 130 mm), czy też nie.

Część poniżej 130 mm różni się zależnie od typu pojazdu.

**Obciążone wagony pasażerskie na torze bez krzywizny pionowej muszą spełniać postanowienia podane w podpunkcie 2.2.1.2.**

Wagony towarowe, kryte i niekryte, w stanie próżnym bądź załadowanym, z wyjątkiem wagonów-platform z pogłębioną podłogą i pewnych wagonów do transportu kombinowanego, muszą spełniać wymagania podane w podpunkcie 2.2.1.2.

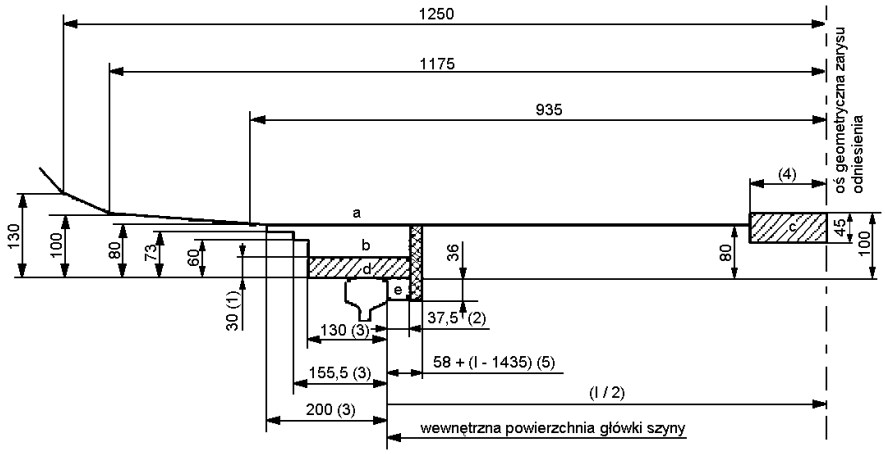
W przypadku wagonów przeznaczonych do ruchu w sieci fińskiej, elementy części dolnych muszą respektować tę skrajnię zgodnie z przepisami właściwymi terytorialnie.

W przypadku wagonów towarowych, które nie mogą przechodzić przez górki rozrządowe o promieniu łuku 250 m lub nad hamulcami szynowymi ani innymi urządzeniami rozrządczymi i zatrzymującymi:

- nie zezwala się na oznaczanie ich znakiem RIV, chyba że zostanie to nakazane wprost w odpowiednich normach,
- wymaga się, aby nosiły one odpowiednie oznakowanie na tę okoliczność.

### 2.2.1.2. Część poniżej 130 mm w pojazdach, które nie mogą przechodzić przez górki rozrządowe ani korzystać z hamulca szynowego i innych wzbudzanych urządzeń rozrządczych i zatrzymujących

Należy przestrzegać określonych ograniczeń skrajni pod kątem prostym do osi, gdy pojazdy znajdują się na tokarce podtorowej w celu profilowania koła.




**Rysunek 2.3. Skrajnia kinematyczna G – części poniżej 130 mm**

a) strefa wyposażenia odległego od kół

b) strefa wyposażenia w bezpośredniej bliskości kół

c) strefa szczotki zestyku ślizgowego w torze

d) strefa kół i innego sprzętu wchodzącego w kontakt z szynami

e) strefa zajmowana wyłącznie przez koła

1) Granica dla części znajdujących się poza końcami osi (zgarniacze, piasecznice itp.), jakiej nie należy przekraczać podczas przejazdu przez spłonkę. Granicy tej można jednak nie brać pod uwagę w przypadku części umieszczonych między kołami, pod warunkiem, że części te pozostają w granicach śladu kół.

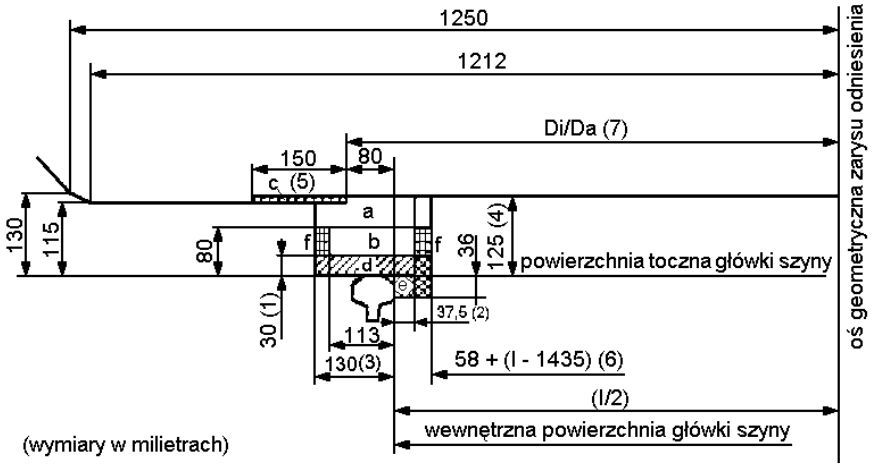
2) Największa teoretyczna szerokość zarysu obrzeża w przypadku odbojnic.

3) Faktyczne położenie graniczne zewnętrznej płaszczyzny czołowej koła i związanych z nim części.

4) Gdy pojazd znajduje się w dowolnym położeniu na łuku o promieniu R = 250 m (najmniejszy promień instalacji zestyku ślizgowego) i torze o szerokości 1 465 mm, żadna cześć pojazdu mogąca obniżyć się na wysokość poniżej 100 mm od powierzchni główki szyny, z wyjątkiem szczotki stykowej, nie powinna znajdować się w odległości mniejszej niż 125 mm od środka toru. Dla części umieszczonych wewnątrz wózków wymiar ten wynosi 150 mm.

5) Faktyczne położenie graniczne wewnętrznej płaszczyzny czołowej koła przy osi opartej o przeciwną szynę. Wymiar ten zmienia się wraz z szerokością toru.

### 2.2.1.3. Część poniżej 130 mm w pojazdach, które mogą przechodzić przez górki rozrządowe oraz korzystać z hamulca szynowego i innych wzbudzanych urządzeń rozrządczych i zatrzymujących




**Rysunek 2.4. Skrajnia kinematyczna G – części poniżej 130 mm**

a) strefa wyposażenia odległego od kół

b) strefa wyposażenia w bezpośredniej bliskości kół

c) strefa zrzucania znormalizowanych płozów hamulcowych

d) strefa kół i innego sprzętu wchodzącego w kontakt z szynami

e) strefa zajmowana wyłącznie przez koła

f) strefa hamulców torowych w pozycji zluzowania

1) Granica dla części znajdujących się poza końcami osi (zgarniacze, piasecznice itp.), jakiej nie należy przekraczać podczas przejazdu przez spłonkę.

2) Największa teoretyczna szerokość zarysu obrzeża w przypadku odbojnic.

3) Faktyczne położenie graniczne zewnętrznej płaszczyzny czołowej koła i związanych z nim części.

4) Ten wymiar także pokazuje maksymalną wysokość standardowych płozów hamulcowych używanych do zahamowania lub zmniejszania prędkości pojazdu szynowego.

5) Żadne wyposażenie pojazdu szynowego nie powinno sięgać w obręb tej strefy.

6) Faktyczne położenie graniczne wewnętrznej płaszczyzny czołowej koła przy osi opartej o przeciwną szynę. Wymiar ten zmienia się wraz z poszerzaniem toru.

7) Patrz podpunkt dotyczący „Stosowania urządzeń rozrządczych na zakrzywionych odcinkach toru”.

## 2.2.2. Dopuszczalne przekroczenie skrajni $S_0$ (S)

Rzeczywiste przekroczenia skrajni nie mogą być większe od wartości So w poniższej tablicy 2.1.

**Tablica 2.1. Wartości przekroczenia So [1.]**

| Rodzaj pojazdu | Tor | Obliczanie $E_i$ [3.] | | Obliczanie $E_a$ [3.] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Przekroje między osiami prowadzącymi pojazdów nie wyposażonych w wózki albo między czopami skrętu pojazdów na wózkach | | Przekroje poza osiami prowadzącymi pojazdów nie wyposażonych w wózki albo między czopami skrętu pojazdów na wózkach | |
| | | $h \leq 0{,}400$ | $h > 0{,}400$ | $h \leq 0{,}400$ | $h > 0{,}400$ |
| Wszystkie pojazdy trakcyjne lub doczepne | prosty | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| Pojazdy trakcyjne. Pojazdy doczepne bez wózkowe. Wózki brane pojedynczo i ich części związane | na zakręcie o promieniu 250 m | 0,025 | 0,030 | 0,025 | 0,030 |
| | na zakręcie o promieniu 150 m | $0{,}025 + \frac{100(2)}{750} = 0{,}1583$ | $0{,}030 + \frac{100(2)}{750} = 0{,}1633$ | $0{,}25 + \frac{120(2)}{750} = 0{,}185$ | $0{,}30 + \frac{120(2)}{750} = 0{,}190$ |
| Pojazd szynowy doczepny na wózkach lub równoważny | na zakręcie o promieniu 250 m | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,030 |
| | na zakręcie o promieniu 150 m | $0{,}010 + \frac{100(2)}{750} = 0{,}1433$ | $0{,}015 + \frac{100(2)}{750} = 0{,}1483$ | $0{,}25 + \frac{120(2)}{750} = 0{,}185$ | $0{,}30 + \frac{120(2)}{750} = 0{,}190$ |

1. Wartości te zostały obliczone dla takiej szerokości toru l, która prowadzi do najbardziej restrykcyjnego zwężenia E. Wartość ta jest równa $L = l_{max} = 1{,}465$ m we wszystkich przypadkach, z wyjątkiem międzynarodowego zwężenia $E_i$ dla taboru z wózkami tocznymi lub pojazdów równoważnych, dla których trzeba przyjmować $l_{min} = 1{,}435$ m. Oprócz tego dla pojazdów trakcyjnych i wagonów szynowych z jednym wózkiem oznaczonym jako „silnikowy” i jednym wózkiem tocznym lub rozpatrywanym jako „toczny”, szerokość toru rozpatrywana we wzorach do obliczenia zwężenia wewnętrznego $E_i$ wynosi 1,435 m dla wózka tocznego i 1,465 dla wózka silnikowego. Jednakże ze względu na uproszczenie w obliczaniu zwężeń na drodze graficznej, dla obydwu wózków można przyjąć następujące wartości: l = 1,435 m na torze prostym 1,465 na łuku o promieniu 250 m. W tym drugim przypadku szerokość pudła pojazdu zostaje poddana funkcji kary pod kątami prostymi do wózka tocznego.
2. Składniki $x_i$ albo $x_a$ we wzorach służących do obliczeń zwężeń.
3. Wartości tych nie stosuje się do zarysu odniesienia dla części na dachu.

### 2.2.3. Wzory do obliczeń zwężeń

**Uwaga specjalna:** Poniższe wzory muszą być używane do obliczania skrajni pojazdów przegubowych, w których osie zestawów kołowych lub czopów skrętu nakładają się na osie przegubów w ich nadwoziach. W przypadku innej konstrukcji pojazdu przegubowego wzory te muszą zostać dostosowane do rzeczywistych warunków geometrycznych.

#### 2.2.3.1. Wzory do obliczania zwężeń mające zastosowanie do pojazdów trakcyjnych (wymiary w metrach)

Pojazdy trakcyjne, dla których luz w jest niezależny od promienia położenia na torze lub zmienia się liniowo z krzywizną toru.

**Zwężenia wewnętrzne $E_i$** (gdzie $n = n_i$)

Przekroje **między** osiami prowadzącymi pojazdów trakcyjnych niewyposażonych w wózki albo między czopami skrętu pojazdów trakcyjnych na wózkach.

$$\text{gdzie } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(W_\infty - W_{i(250)}\right) \leq \left|_{7,5\,(^2)}^{5\,(^1)}\right.$$

przeważa położenie na torze prostym:

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015 \qquad (101)$$

$$\text{gdzie } \quad an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(W_\infty - W_{i(250)}\right) > \left|_{7,5\,(^2)}^{5\,(^1)}\right.$$

przeważa położenie na łuku:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \left|_{0{,}030\,(^2)}^{0{,}025\,(^1)}\right. \qquad (102)$$

$$\text{przy czym } x_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \qquad (103)$$

**Zwężenia zewnętrzne $E_a$** (gdzie $n = n_a$)

Przekroje poza osiami prowadzącymi pojazdów trakcyjnych niewyposażonych w wózki albo między czopami skrętu pojazdów trakcyjnych na wózkach.

$$\text{dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] \leq \left|_{7,5\,(^2)}^{5\,(^1)}\right.$$

przeważa położenie na torze prostym:

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (106)$$

$$\text{Dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] > \left|_{7,5\,(^2)}^{5\,(^1)}\right.$$

przeważa położenie na łuku:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1{,}465 - d}{a} + q\right)\frac{2n + a}{a} + w_{i(250)}\frac{n}{a} + w_{a(250)}\frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \Big|_{0{,}030(2)}^{0{,}025(1)} \qquad (107)$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left(an - n^2 - \frac{p^2}{4} - 120\right) + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_{a(150)} - w_{a(250)}\right)\frac{n + a}{a} \qquad (108)$$

$$\text{Dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{a(250)}\right)\frac{n + a}{a}\right] > \Big|_{7{,}5\,(2)}^{5\,(1)}$$

UWAGI

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

Zespoły trakcyjne, dla których przesuw w zmienia się nieliniowo z krzywizną toru (przypadek wyjątkowy):

- poza łukami o promieniach R 150 i 250 m, dla których wzory (104), (105) i (109), (110) są identyczne – odpowiednio – z wzorami (101), (102) i (106), (107), wzory (104), (105), (109) i (110) muszą być zastosowane dla tej wartości R, dla której przebieg zmienności w, jako funkcja 1/R wykazuje nieciągłość, innymi słowy – dla wartości R, począwszy od której ogranicznik wielopołożeniowy zaczyna wykazywać luz,
- dla każdego przekroju pojazdu trakcyjnego za zwężenie należy przyjąć największą spośród wartości otrzymanych w wyniku zastosowania tych wzorów, w których należy użyć takiej wartości dla R, dla której część wzoru w nawiasach kwadratowych ma najwyższą wartość.

**Zwężenie wewnętrzne $E_i$** (gdzie $n = n_i$)

Dla $\infty > R \geq 250$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \Big|_{7{,}5(2)}^{5(1)}}{2R} + w_{i(R)}\right] + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + z - 0{,}015 \qquad (104)$$

Dla $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)}\right] + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + z + \Big|_{0{,}170\,(2)}^{0{,}175\,(1)} \qquad (105)\ (3)$$

**Zwężenie zewnętrzne $E_a$** (gdzie $n = n_a$)

Dla $\infty > R \geq 250$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \left|_{7,5(2)}^{5(1)}\right.}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \qquad (109)$$

dla $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q\right)\frac{2n+a}{a} + z + \left|_{0,210(2)}^{0,215(1)}\right. \qquad (110)\ (^3)$$

UWAGI

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

3) W praktyce wzory (105) i (110) nie mają zastosowania, ponieważ zmiana przesuwu w na skutek wpływu ogranicznika wielopołożeniowego dochodzi do skutku dla R>250.

### 2.2.3.2. Wzory do obliczenia zwężeń mające zastosowanie do zespołów połączonych (wymiary w metrach)

Dla zespołów połączonych z jednym wózkiem silnikowym i jednym wózkiem tocznym (patrz tablica poniżej).

| **Zespoły połączone posiadające:** | **Wartości μ dla każdego z wózków** | **Położenia podczas jazdy (2)** | **Wzory do obliczania zwężeń** |
|---|---|---|---|
| 2 wózki silnikowe | $\mu \geq 0,2$ | przypadki 2 i 5 | podpunkt 2.2.3.1 |
| 2 wózki rozpatrywane jako wózki „toczne” | $0 < \mu < 0,2$ | przypadki 2 i 7 | podpunkt 2.2.3.3 |
| jeden wózek rozpatrywany jako wózek „toczny” i jeden wózek toczny | $0 < \mu < 0,2$<br>$\mu = 0$ | | |
| jeden wózek silnikowy i jeden wózek toczny albo rozpatrywany jako wózek toczny | $\mu \geq 0,2$<br>$\mu = 0$<br>$0 < \mu < 0,2$ | przypadki 3 i 6 | podpunkt 2.2.3.2 (3)<br>lub<br>podpunkt 2.2.3.1 (3) |

**Zwężenia wewnętrzne $E_i$ (4)**

Przekroje między czopami skrętu

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0{,}015 \qquad (101a)$$

$$E_i = \frac{a n_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \cdot \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n_\mu}{a}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2} \cdot \frac{a - n_\mu}{a} + q + w_{i(250)} \frac{a - n_\mu}{a} + w'_{i(250)} \frac{n_\mu}{a} + z + [x_i]_{>0} - \left|^{0{,}010(1)}_{0{,}015(2)}\right. - 0{,}015 \frac{a - n_\mu}{a} \qquad (102a)$$

$$\text{com } x_i = \frac{1}{750}\left[a n_\mu - n_\mu^2 - \frac{p^2}{4} \cdot \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n_\mu}{a} - 100\right] + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{a - n_\mu}{a} + \left(w'_{i(150)} - w'_{i(250)}\right)\frac{n_\mu}{a} \qquad (103a)$$

UWAGI

(2) Przypadki szczególne – zespoły połączone i wagony pasażerskie doczepne z kabiną sterowniczą (sterowany wagon toczny).

Dla takiego taboru wózki klasyfikuje się w zależności od współczynnika przyczepności μ podczas ruszania z miejsca:

- $\mu \geq 0{,}2$ to wózek taki jest oznaczany jako „silnikowy”,
- jeżeli $0 < \mu < 0{,}2$ to wózek taki jest uważany za „toczny”,
- jeżeli $\mu = 0$ to wózek taki jest „toczny”.

(3) Wyniki ze wzorów w podpunktach 2.2.3.1 i 2.2.3.2 są bardzo podobne. Wzory podane w podpunkcie 2.2.3.2 są zarezerwowane dla przypadków, w których zwiększone zwężenie otrzymane dla połowy szerokości maksymalnej skrajni konstrukcyjnej ma szczególnie duże znaczenie (od 0 do 12,5 mm, stosownie do typu rozpatrywanego pojazdu)

(4) Zwężenie, jakie należy zastosować dla danej wartości n jest największą wartością otrzymaną z następujących wzorów:

- (101 a) albo (102 a) i (103 a);
- (106 a) albo (107 a) i (108 a);
- (106 b) albo (107 b) i (108 b).

**Zwężenia zewnętrzne $E_a$ (4) od strony wózka silnikowego** (na przedzie w kierunku jazdy)

Przekroje **poza** czopami skrętu (gdzie $n = n_a$)

$$E_a = \left[\frac{1{,}465 - d}{2} + q\right]\frac{2n + a}{a} + w_\infty \frac{n + a}{a} + w'_\infty \frac{n}{a} + z - 0{,}015 \qquad (106a)$$

$$E_a = \frac{a n + n^2 - \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n + a}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n}{a}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w'_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left|^{0{,}025(^1)}_{0{,}030(^2)}\right. \qquad (107a)$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left[a n + n^2 - \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n + a}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n}{a} - 120\right] + \left(w'_{i(150)} - w'_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_{a(250)} - w_{a(250)}\right)\frac{n + a}{a} \qquad (108a)$$

**Zwężenia zewnętrzne $E_a$ (4) od strony wózka tocznego** (na przedzie w kierunku jazdy)

Przekroje **poza** czopami skrętu (gdzie $n = n_a$)

$$E_a = \left[\frac{1{,}465 - d}{2} + q\right]\frac{2n + a}{a} + w_\infty \frac{n}{a} + w'_\infty \frac{n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (106b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4}.\frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4}.\frac{n + a}{a}}{500} + \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q\right)\frac{2n + a}{a} + w_{i(250)}\frac{n}{a} + w'_{a(250)}\frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left|{}^{0{,}025\,(^1)}_{0{,}030\,(^2)}\right. \qquad (107b)$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left[an + n^2 + \frac{p^2}{4}.\frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4}.\frac{n + a}{a} - 120\right] + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w'_{a(250)} - w'_{a(250)}\right)\frac{n + a}{a} \qquad (108b)$$

UWAGI

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

3) Zwężenie, jakie należy zastosować dla danej wartości n jest największą wartością otrzymaną z następujących wzorów:

- (101 a) albo (102 a) i (103 a);
- (106 a) albo (107 a) i (108 a);
- (106 b) albo (107 b) i (108 b).

## 2.2.3.3. Wzory do obliczania zwężeń mające zastosowanie do wagonów pasażerskich i pojazdów pasażerskich (wymiary w metrach)

### *2.2.3.3.1. Dla wagonów pasażerskich na wózkach, z wyjątkiem samych wózków i związanych z nimi części*

1. Wagony pasażerskie, dla których luz w jest niezależny od promienia położenia na torze lub zmienia się liniowo z krzywizną toru.

Uwaga: Poniższe wzory muszą być także używane do obliczania skrajni wagonów pasażerskich bezwózkowych.

**Zwężenia wewnętrzne $E_i$**

Przekroje **między** czopami skrętu (gdzie $n = n_i$)

$$\text{Dla } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(w_\infty - w_{i(250)}\right) \leq 250(1{,}465 - d) - \left|^{2{,}5\,(1)}_{0\,(2)}\right.$$

przeważa położenie na torze prostym:

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015 \qquad (201)$$

$$\text{Dla } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(w_\infty - w_{i(250)}\right) > 250(1{,}465 - d) - \left|^{2{,}5(1)}_{0(2)}\right.$$

przeważa położenie na łuku:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \left|^{0{,}010(1)}_{0{,}015(2)}\right. \qquad (202)$$

$$\text{przy czym } x_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \qquad (203)$$

UWAGI

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

**Zwężenia zewnętrzne $E_a$**

Przekroje poza czopami skrętu (gdzie $n = n_a$)

$$\text{Dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] \leq 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + \left|^{5\,(1)}_{7{,}5\,(2)}\right.$$

przeważa położenie na torze prostym:

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015$$

$$\text{Dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] > 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + \left|^{5(1)}_{7{,}5(2)}\right.$$

przeważa położenie na łuku:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{n+a}{a} + q\frac{2n+a}{a} + w_{i(250)}\frac{n}{a} + w_{a(250)}\frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left|^{0{,}025(1)}_{0{,}030(2)}\right.$$

Dla

$$x_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120\right) + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_{a(150)} - w_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}$$

*UWAGI*

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

2. Wagony pasażerskie, dla których luz w zmienia się nieliniowo wraz z krzywizną łuku

Na torze prostym zwężenia oblicza się przy użyciu wzorów 201 i 206.

Na łukach zwężenia oblicza się dla R = 150 m i R = 250 m, przy użyciu wzorów (204), (205), (209) i (210).

Należy zauważyć, że dla promienia R = 250 m wzory (204) i (209) są identyczne – odpowiednio – ze wzorami (202) i (207).

Oprócz tego wzory (204), (205) i (209), (210) muszą być stosowane dla wartości R, dla których przebieg zmienności w, jako funkcja 1/R wykazuje nieciągłość (zmianę skokową), tzn. dla wartości R, począwszy od której ujawnia się luz ograniczników wielopołożeniowych.

Dla każdego przekroju wagonu pasażerskiego za zwężenie należy przyjąć największą spośród wartości otrzymanych w wyniku zastosowania wzorów wspomnianych wyżej, w których należy użyć takiej wartości R, dla której część wzoru w nawiasach kwadratowych ma najwyższą wartość.

**Zwężenia wewnętrzne $E_i$ (gdzie $n = n_i$)**

dla $\infty > R \geq 250$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \left|^{5(1)}_{7,5(2)}\right.}{2R} + w_{i(R)}\right] + q + z \qquad (204)$$

Dla $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)}\right] + q + z + \left|^{0,190\,(^1)}_{0,185\,(^2)}\right. \qquad (205)\ (^3)$$

**Zwężenia zewnętrzne $E_a$ (gdzie $n = n_a$)**

dla $\infty > R \geq 250$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \left|^{5(1)}_{7,5(2)}\right.}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \frac{1,465 - d}{2}.\frac{n+a}{a} + q\frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \qquad (209)$$

Dla $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \frac{1,465 - d}{2}.\frac{n+a}{a} + q\frac{2n+a}{a} + z + \left|^{0,215\,(^1)}_{0,210\,(^2)}\right. \qquad (210)\ (^3)$$

*UWAGA*

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

3) W praktyce wzory (205) i (210) nie mają zastosowania, ponieważ zmienność luzu w, wynikająca z rozpoczęcia działania ograniczników wielopołożeniowych, zaczyna pojawiać się dopiero dla R > 250.

### *2.2.3.3.2. Dla wózków i związanych z nimi części*

Wzory do obliczania zwężeń, jakie należy zastosować, są takie same, jak podano w podpunkcie 4.2.1.8.2. Jednak odległość między prowadzącymi osiami wózków jest w większości przypadków taka, że można stosować wzory (201) i (206), identycznie z wzorami (101) i (106).

## 2.2.3.4. Wzory do obliczania zwężeń mające zastosowanie do wagonów towarowych (wymiary w metrach)

### *2.2.3.4.1. Dla wagonów o niezależnych osiach i dla samych wózków oraz związanych z nimi części (w = 0)*

Dla wagonów dwuosiowych i tylko dla tych części, które znajdują się poniżej 1,17 m nad powierzchnią toczną główki szyny, składnik Z we wzorach od (301) do (307) może zostać zmniejszony o 0,005 m dla (z-0,005) > 0. Powinien być on rozpatrywany jako zerowy, gdy (z - 0,005) ≤ 0.

1. Zwężenia wewnętrzne $E_i$ – przekroje między osiami prowadzącymi (gdzie $n = n_i$)

Dla $an - n^2 \leq |^{5(1)}_{7,5(2)}$ przeważa położenie na torze prostym:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \qquad (301)$$

>Dla $an - n^2 > |^{5(1)}_{7,5(2)}$ przeważa położenie na łuku:

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - |^{0,025(1)}_{0,030(2)} \qquad (302)$$

2. Zwężenia zewnętrzne $E_a$ – przekroje poza osiami prowadzącymi (dla $n = n_a$)

Dla $an + n^2 \leq |^{5(1)}_{7,5(2)}$ przeważa położenie na torze prostym:

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2}\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \qquad (306)$$

Dla $an + n^2 > |^{5(1)}_{7,5(2)}$ przeważa położenie na łuku:

$$E_a = \frac{an + n^2}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q\right)\frac{2n + a}{a} + z - |^{0,025(1)}_{0,030(2)} \qquad (307)$$

*UWAGA*

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu w wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

### *2.2.3.4.2. Dla wagonów towarowych na wózkach*

Dla zamontowanych na wózkach wagonów towarowych, których luz – z wyjątkiem samych wózków i związanych z nimi części – uważany jest za niezmienny.

Uwaga specjalna dotycząca obliczania współczynnika z.

1. Zwężenia wewnętrzne $E_i$ – przekroje między czopami skrętu (gdzie $n = n_i$)

Dla $an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1{,}465 - d) - |^{2{,}5\,(1)}_{0\,(2)}$ przeważa położenie na torze prostym:

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015 \qquad (311)$$

Dla $an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1{,}465 - d) - |^{2{,}5\,(1)}_{0\,(2)}$ przeważa położenie na łuku:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [x_i]_{>0} - |^{0{,}010\,(1)}_{0{,}015\,(2)} \qquad (312)$$

$$\text{Dla } x_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) \qquad (313)$$

2. Zwężenia zewnętrzne $E_a$ – przekroje poza czopami skrętu (gdzie $n = n_a$)

Dla $an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + |^{5\,(1)}_{7{,}5\,(2)}$ przeważa położenie na torze prostym:

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (316)$$

Dla $an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + |^{5\,(1)}_{7{,}5\,(2)}$ przeważa położenie na łuku:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{n + a}{a} + (q + w)\frac{2n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} + |^{0{,}025\,(1)}_{0{,}030\,(2)} \qquad (317)$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120\right) \qquad (318)$$

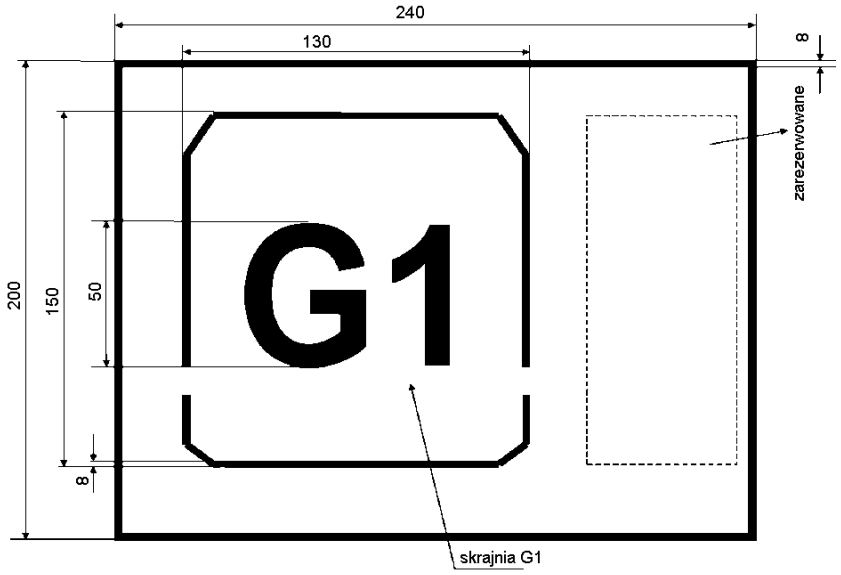
*UWAGI*

1) Wartość ta znajduje zastosowanie dla tych części, które leżą nie wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny oraz tych, które mogą obniżyć się poniżej tego poziomu wyniku zużycia i przesunięć pionowych.

2) Wartość ta znajduje zastosowanie dla części, które leżą wyżej niż 0,400 m nad powierzchnią toczną główki szyny, z wyjątkiem tych części, których dotyczy zamieszczony wyżej przypis 1).

### 2.2.4. Oznakowanie skrajni

Wagony budowane zgodnie ze skrajnią G1 będą oznaczone w następujący sposób:




## 2.3. *Skrajnie taboru GA, GB, GC*

W porównaniu ze skrajnią G1, skrajnie GA, GB i GC są większe w górnej części.

Ładunki i pojazdy odpowiadające powiększonym skrajniom GA, GB i GC dopuszcza się tylko na linie poszerzone do tych skrajni. Linie, których to dotyczy, są wyszczególnione w rejestrze infrastruktury. Wszystkie przechyłki ze skrajnią GA, GB i GC na liniach niefigurujących w tym wykazie traktuje się jako specjalne.

Wagony towarowe i pasażerskie zbudowane według skrajni GA, GB lub GC identyfikuje się przy pomocy odpowiednich oznaczeń.

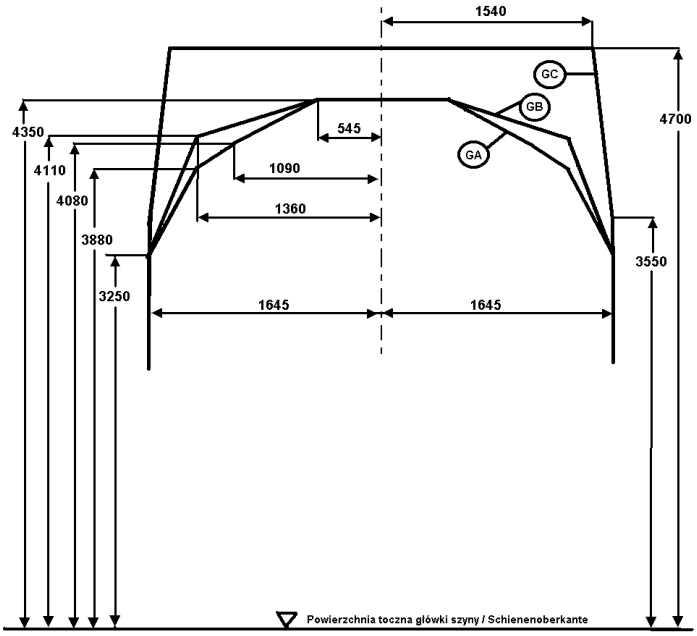
### 2.3.1. Zarysy odniesienia skrajni kinematycznej i związane z nimi reguły

Zarysy odniesienia skrajni kinematycznych GA, GB i GC (patrz rysunek 2.5.), rozpatrywane łącznie ze związanymi z nimi regułami, umożliwiają wyznaczenie maksymalnego zarysu konstrukcyjnego pojazdu w taki sam sposób, jak przy zastosowaniu skrajni G1.

Reguły dla obliczeń kinematycznych można stosować do jednoznacznie zdefiniowanych ładunków.

Pod pojęciem „jednoznacznie zdefiniowany ładunek” rozumie się ładunki jednostkowe przenośne, o znanej geometrii, np. kontenery i nadwozia wymienne przewożone na wagonach towarowych wyposażonych w urządzenia do pozycjonowania ładunku, a także naczepy szynowo-drogowe z wypompowanym zawieszeniem pneumatycznym lub zawieszeniem mechanicznym o znanym współczynniku podatności w przechyłach i przewożone na wagonach towarowych z obniżoną sekcją platformy.

Przy tych warunkach wagon w połączeniu z jego ładunkiem można traktować jak normalny wagon pojedynczy.




**Rysunek 2.5. Zarysy odniesienia dla skrajni kinematycznych GA, GB i GC**

*Uwaga:* Aż do wysokości 3 220 mm zarys odniesienia skrajni GA, GB i GC jest identyczny z odpowiednim zarysem skrajni G1.

## 2.3.1.1. Zespoły trakcyjne (z wyjątkiem wagonów motorowych spalinowych i zespołów wagonów motorowych)

### *2.3.1.1.1. Skrajnie kinematyczne GA i GB*

- Wysokość h ≤ 3,25 m. Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1.
- Wysokość h > 3,25 m. Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, z wyjątkiem wzorów podanych dla przypadków a) i b) wymienionych niżej.

a) Pojazdy, dla których luz w jest niezależny od promienia położenia na torze lub zmienia się liniowo z krzywizną toru.

1. Dla przekrojów leżących **między** czopami skrętu albo osiami prowadzącymi pojazdów niezamontowanych na wózkach

Dla $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(W_\infty - W_{i(250)}\right) \leq 7{,}5 + 32{,}5k$

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015 \qquad (603)$$

Dla $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(W_\infty - W_{i(250)}\right) > 7{,}5 + 32{,}5k$

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + x_{i>0} - 0{,}030 - 0{,}065k \qquad (604)$$

przy czym $x_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$

*k* i *z* = (patrz tablica 1 pkt. 2.3.2.a))

2. Dla przekrojów leżących **poza** czopami skrętu albo osiami prowadzącymi pojazdów niezamontowanych na wózkach

Dla $an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] \leq 7{,}5 + 32{,}5k$

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + W_\infty\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (605)$$

Dla

$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(W_\infty - W_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(W_\infty - W_{i(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] > 7{,}5 + 32{,}5k$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q\right)\frac{2n + a}{a} + w_{i(250)}\frac{n}{a} + W_{a(250)}\frac{n+a}{a} + z + x_{a>0} - 0{,}030 - 0{,}065k \qquad (606)$$

przy czym

$$x_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)\right) + \left(W_{i(150)} - W_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(W_{a(150)} - W_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}$$

*k* i *z* = (patrz tablica 1 pkt. 2.3.2.a))

b) Pojazdy, dla których luz w zmienia się nieliniowo z krzywizną toru

1. Dla przekrojów leżących między czopami skrętu albo osiami prowadzącymi pojazdów niezamontowanych na wózkach

Dla każdego punktu na pojeździe, za $E_i$ należy przyjąć największą z wartości otrzymanych w wyniku zastosowania:

- wzoru (603) podanego wyżej,
- wzorów (607) i (608) podanych niżej, w których wartość R, jakiej należy użyć, maksymalizuje część w nawiasach kwadratowych.

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - (7{,}5 + 32{,}5k)}{2R} + w_{i(R)}\right] + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + z - 0{,}015 \qquad (607)$$

przy czym $\infty > R \geq 250$ m

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)}\right] + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + z - 0{,}170 - 0{,}065k \qquad (608)$$

przy czym $250 > R \geq 150$ m

*k* i *z* = (patrz tablica 1 pkt. 2.3.2.a))

2) Dla przekrojów leżących poza czopami skrętu albo osiami prowadzącymi pojazdów niezamontowanych na wózkach.

Dla każdego punktu na pojeździe, za $E_a$ należy przyjąć największą z wartości otrzymanych w wyniku zastosowania:

- wzoru (605) podanego wyżej,
- wzorów (609) i (610) podanych niżej, w których wartość R, jakiej należy użyć, maksymalizuje część w nawiasach kwadratowych.

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (7{,}5 + 32{,}5k)}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + W_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (609)$$

przy czym $\infty > R \geq 250$ m

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + W_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}210 - 0{,}105k \qquad (610)$$

przy czym $250 > R \geq 150$ m

*k* i *z* = (patrz tablica 1 pkt. 2.3.2.a))

#### *2.3.1.1.2. Skrajnia kinematyczna GC*

Do obliczania zwężeń Ei i Ea należy stosować te wzory, które związane są ze skrajnią statyczną G1, bez względu na wartość h.

### 2.3.1.2. Wagony motorowe spalinowe i zespoły wagonów motorowych

**Uwaga:** Charakterystyki skrajni wagonów motorowych spalinowych i zespołów wagonów motorowych, których wózki należy rozpatrywać jako wózki silnikowe lub wózki toczne, opisano w podpunkcie 2.2.3.2.

#### *2.3.1.2.1. Skrajnia kinematyczna GA i GB*

- **Wysokość h ≤ 3,25 m.** Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1.
- **Wysokość h > 3,25 m.** Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, z wyjątkiem następujących wzorów:

a) Wagony motorowe spalinowe i zespoły wagonów motorowych, z wszystkimi wózkami traktowanymi jako wózki silnikowe: obowiązują wzory podane w podpunkcie 2.2.3.1 (Zespoły trakcyjne)

b) Wagony motorowe spalinowe i zespoły wagonów motorowych, traktowane jako wagony posiadające wyłącznie wózki toczne: obowiązują wzory podane w podpunkcie 2.2.3.3 (Wagony pasażerskie i wagony bagażowe)

c) Wagony motorowe spalinowe z jednym wózkiem silnikowym i jednym wózkiem tocznym: wzory do obliczenia zwężeń podane w podpunkcie 2.2.3.1 mogą albo obowiązywać w niezmienionej postaci, albo zostać zastąpione poniższymi wzorami, które w części środkowej i przy ścianach czołowych pudła przedstawiają się nieco korzystniej dla producentów.

1. Między czopami skrętu[1]

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0{,}015 \qquad (603a)$$

$$E_i = \frac{an_\mu + n_\mu^2 + \frac{p^2}{4}.\frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4}.\frac{n_\mu}{a}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{a - n_\mu}{a} + q + w_{i(250)}\frac{a - n_\mu}{a} + w'_{i(250)}\frac{n_\mu}{a} + z + x_{i>0} - 0{,}015 - 0{,}015\frac{a - n_\mu}{a} - 0{,}065k \qquad (604a)$$

$$\text{przy czym } x_i = \frac{1}{750}\left(an_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4}.\frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4}.\frac{n_\mu}{a} - 100\right) + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{a - n_\mu}{a} + \left(w'_{i(250)} - W'_{i(150)}\right)\frac{n_\mu}{a}$$

*k* i *z* = (patrz tablica 1 pkt. 2.3.2.a))

(1) Zwężenie, jakie należy zastosować dla tej samej wartości n, jest największą z wartości otrzymanych ze wzoru (603a) i (604a).

2. Poza czopami skrętu po stronie wózka silnikowego[1]

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (605b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}.\frac{n + a}{a} + \frac{p'^2}{4}.\frac{n}{a}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{n + a}{a} + q\frac{2n + a}{a} + w'_{i(250)}\frac{n}{a} + w'_{a(250)}\frac{n + a}{a} + z + x_{i>0} - 0{,}030 - 0{,}065k \qquad (606b)$$

przy czym

$$x_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 + \frac{p^2}{4}.\frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4}.\frac{n + a}{a} - (120 - 20k)\right) + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w'_{a(150)} - W'_{a(250)}\right)\frac{n + a}{a}$$

*k* i *z* = (patrz tablica 1 pkt. 2.3.2.a))

[1] Zwężenie, jakie należy zastosować dla tej samej wartości n, jest największą z wartości otrzymanych ze wzoru (603a) i (604a).

#### *2.3.1.2.2. Skrajnia kinematyczna GC*

Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, bez względu na wartość h.

### 2.3.1.3. Wagony pasażerskie i wagony bagażowe

#### *2.3.1.3.1. Skrajnie kinematyczne GA i GB*

- Wysokość h ≤ 3,25 m. Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1.
- Wysokość h > 3,25 m. Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, z wyjątkiem wzorów podanych dla przypadków a) i b) wymienionych niżej.

a) Pojazdy, dla których luz w jest niezależny od promienia położenia na torze lub zmienia się liniowo z krzywizną toru

1) Dla przekrojów leżących **między** czopami skrętu

$$\text{Dla } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(W_\infty - W_{i(250)}\right) \leq 250(1{,}465 - d) + 32{,}5k$$

$$E_i = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w + z - 0{,}015\right) \qquad (611)$$

$$\text{Dla } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500\left(w_\infty - w_{i(250)}\right) > 250(1{,}465 - d) + 32{,}5k$$

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + x_{i>0} - 0{,}015 - 0{,}065k \qquad (612)$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

*k* i *z* = (patrz tabela 2 pkt. 2.3.2.b))

2) Dla przekrojów leżących **poza** czopami skrętu

Dla

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] \leq 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + (7{,}5 + 32{,}5k)$$

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (613)$$

Dla

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500\left[\left(w_\infty - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_\infty - w_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}\right] > 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + (7{,}5 + 32{,}5k)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q\frac{2n+a}{a} + w_{i(250)}\frac{n}{a} + w_{a(250)}\frac{n+a}{a} + z + x_{a>0} - \qquad (614)$$

$$0{,}030 - 0{,}065k$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)\right) + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)}\right)\frac{n}{a} + \left(w_{a(150)} - W_{a(250)}\right)\frac{n+a}{a}$$

*k* i *z* = (patrz tablica 2 pkt. 2.3.2.b))

b) Pojazdy, dla których luz w zmienia się nieliniowo z krzywizną toru

1) Dla przekrojów leżących **między** czopami skrętu

Dla każdego punktu na pojeździe, za $E_i$ należy przyjąć największą z wartości otrzymanych w wyniku zastosowania:

- wzoru (611) podanego wyżej,
- wzorów (615) i (616) podanych niżej, w których wartość R, jakiej należy użyć, maksymalizuje część w nawiasach kwadratowych.

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - (7{,}5 + 32{,}5k)}{2R} + w_{i(R)}\right] + q + z \qquad (615)$$

przy czym $\infty > R \geq 250$ m

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)}\right] + q + z + 0{,}185 - 0{,}065k \qquad (616)$$

przy czym $250 > R \geq 150$ m

*k* i *z* = (patrz tablica 2 pkt. 2.3.2.b))

2) Dla przekrojów leżących **poza** czopami skrętu

Dla każdego punktu na pojeździe, za Ea należy przyjąć największą z wartości otrzymanych w wyniku zastosowania:

- wzoru (613) podanego wyżej,
- wzorów (617) i (618) podanych niżej, w których wartość R, jakiej należy użyć, maksymalizuje część w nawiasach kwadratowych.

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (7{,}5 - 32{,}5k)}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{n+a}{a} + q\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015 \quad (617)$$

przy czym $\infty > R \geq 250$ m

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)}{2R} + w_{i(R)}\frac{n}{a} + w_{a(R)}\frac{n+a}{a}\right] + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{n+a}{a} + q.\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}120 - 0{,}105k \quad (618)$$

przy czym $250 > R \geq 150$ m

*k* i *z* = (patrz tablica 2 pkt. 2.3.2.b))

### *2.3.1.3.2. Skrajnia kinematyczna GC*

Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, bez względu na wartość h.

## 2.3.1.4. Wagony towarowe

### *2.3.1.4.1. Skrajnie kinematyczne GA i GB*

- Wysokość $h \leq 3{,}25$ m. Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1.
- Wysokość $h > 3{,}25$ m. Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, z wyjątkiem wzorów podanych dla przypadków a) i b) wymienionych niżej.

a) Pojazdy niezamontowane na wózkach

1. Dla przekrojów **między** osiami prowadzącymi

Dla $an - n^2 \leq 7{,}5 + 32{,}5\,k$

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0{,}015 \quad (619)$$

Dla $an - n^2 \leq 7{,}5 + 32{,}5\,k$

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w + z - 0{,}030 - 0{,}065k \quad (620)$$

przy czym *k* i *z* = (patrz tablica 3 pkt. 2.3.2.c))

2. Dla przekrojów **poza** osiami prowadzącymi

Dla $an + n^2 \leq 7{,}5 + 32{,}5\,k$

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}015 \quad (621)$$

Dla $an + n^2 > 7{,}5 + 32{,}5\,k$

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w\right)\frac{2n+a}{a} + z - 0{,}030 - 0{,}065k \quad (622)$$

przy czym *k* i *z* = (patrz tablica 3 pkt. 2.3.2.c))

b) Pojazdy na wózkach

1. Dla przekrojów **między** czopami skrętu

$$\text{Dla } an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1{,}465 - d) + 32{,}5k$$

$$E_i = \frac{1{,}465 - d}{2} + q + w + z - 0{,}015 \qquad (623)$$

$$\text{Dla } an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1{,}465 - d) + 32{,}5k$$

$$E_i = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + x_{i>0} - 0{,}015 - 0{,}065k \qquad (624)$$

$$\text{przy czym } x_i = \frac{1}{750}\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100\right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

przy czym *k* i *z* = (patrz tablica 3 pkt. 2.3.2.c))

2. Dla przekrojów **poza** czopami skrętu

$$\text{Dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + (7{,}5 + 32{,}5k)$$

$$E_a = \left(\frac{1{,}465 - d}{2} + q + w_{\infty}\right)\frac{2n + a}{a} + z - 0{,}015 \qquad (625)$$

$$\text{Dla } an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1{,}465 - d)\frac{n}{a} + (7{,}5 + 32{,}5k)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1{,}465 - d}{2}.\frac{n + a}{a} + (q + w)\frac{2n + a}{a} + z + x_{a>0} - 0{,}030 - 0{,}065k \qquad (614)$$

$$\text{przy czym } x_a = \frac{1}{750}\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)\right)$$

*k* i *z* = (patrz tablica 3 pkt. 2.3.2.c))

### *2.3.1.4.2. Skrajnia kinematyczna GC*

Należy stosować te wzory, które są związane z zarysem G1, bez względu na wartość h.

## 2.3.2. Wartości parametrów *k* i *z*

a) Tablica 1

SKRAJNIA GA

- jeżeli 3,25 < h < 3,38m, k = (h - 3,25) / 0,63
- jeżeli h ≥ 3,88 m, k = 1

SKRAJNIA GB

- jeżeli 3,25 < h < 4,11m, k = (h - 3,25) / 0,86
- jeżeli h ≥ 4,11 m, k = 1

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan\left(\eta_0 - 1^\circ\right)_{>0}\right](h - h_c) + \left[\frac{s}{10}(h - h_c) - (0{,}04 - 0{,}01k)(h - 0{,}5)\right]_{>0}$$

b) Tablica 2

SKRAJNIA GA

- jeżeli 3,25 < h < 3,38m, k = (h - 3,25) / 0,63
- jeżeli h ≥ 3,88 m, k = 1

SKRAJNIA GB

- jeżeli 3,25 < h < 4,11m, k = (h - 3,25) / 0,86
- jeżeli h ≥ 4,11 m, k = 1

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan\left(\eta_0 - 1^\circ\right)_{>0}\right](h - h_c) + \left[\frac{s}{10}(h - h_c) - (0{,}04 - 0{,}01k)(h - 0{,}5)\right]_{>0}$$

c) Tablica 3

SKRAJNIA GA

- jeżeli 3,25 < h < 3,38m, k = (h - 3,25) / 0,63
- jeżeli h ≥ 3,88 m, k = 1

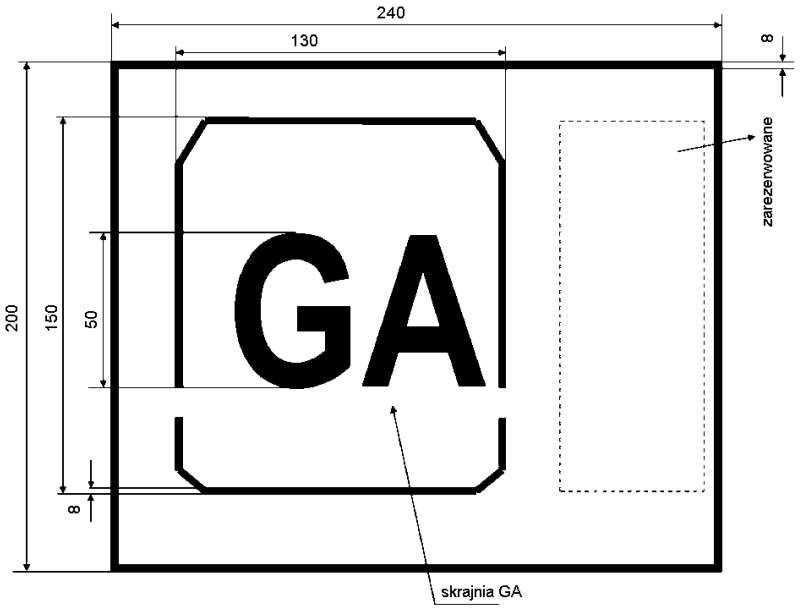
SKRAJNIA GB

- jeżeli 3,25 < h < 4,11m, k = (h - 3,25) / 0,86
- jeżeli h ≥ 4,11 m, k = 1

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan\left(\eta_0 + \arctan\frac{(J - 0{,}005) > 0}{b_G}\right)(1 + s) - 1^\circ\right]_{>0}(h - h_c)^{>0} + \left[\frac{s}{10}(h - h_c) - (0{,}04 - 0{,}01k)(h - 0{,}05)\right]_{>0}$$

### 2.3.3. Oznaczenie skrajni

Wagony budowane zgodnie ze skrajnią GA, GB lub GC będą oznaczone w następujący sposób:




## 2.4. *Skrajnie wymagające zawarcia porozumień dwustronnych lub wielostronnych*

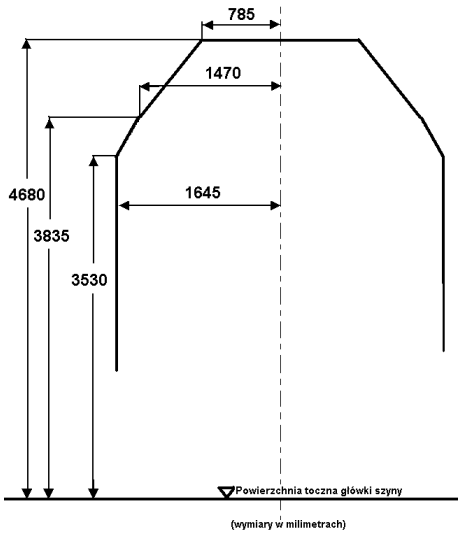
Zarządcy infrastruktury z różnych krajów mogą bez ograniczeń zawierać między sobą dwustronne i wielostronne porozumienia w celu dopuszczenia do ruchu, na całości lub części podlegających im odpowiednich linii, pojazdów innych niż zbudowane zgodnie z profilami G1, GA, GB lub GC.

W celu zawarcia takich porozumień wystarczy zdefiniować kinematyczny zarys odniesienia i związane z tym reguły.

### 2.4.1. Skrajnia G2

#### 2.4.1.1. Zarys odniesienia skrajni kinematycznej G2

Poniższy kinematyczny zarys odniesienia uważa się za ekwiwalentny w celu stosowania norm odnoszących się do zarysów kinematycznych.



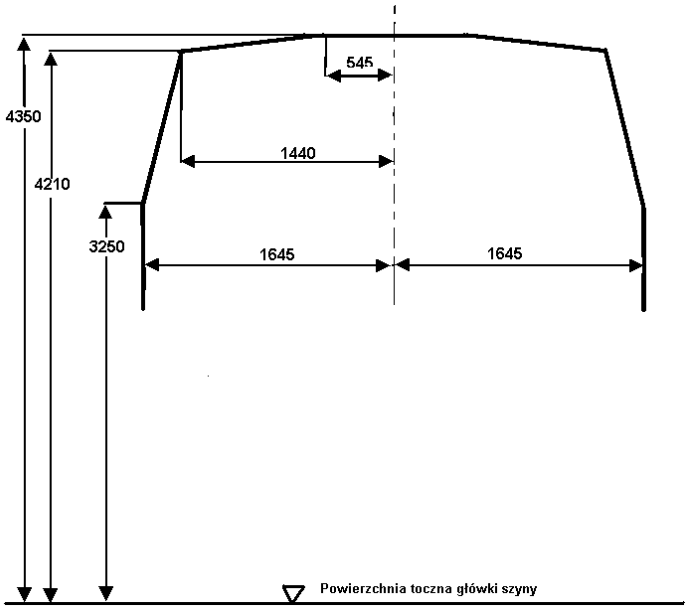

**Rys.2.6. Zarys odniesienia skrajni kinematycznej G2**

### 2.4.2. Skrajnie GB1 i GB2

Skrajnie GB1 i GB2 opracowano na podstawie pewnych wymagań ze strony transportu kombinowanego, które zaczęły się pojawiać w roku 1989.

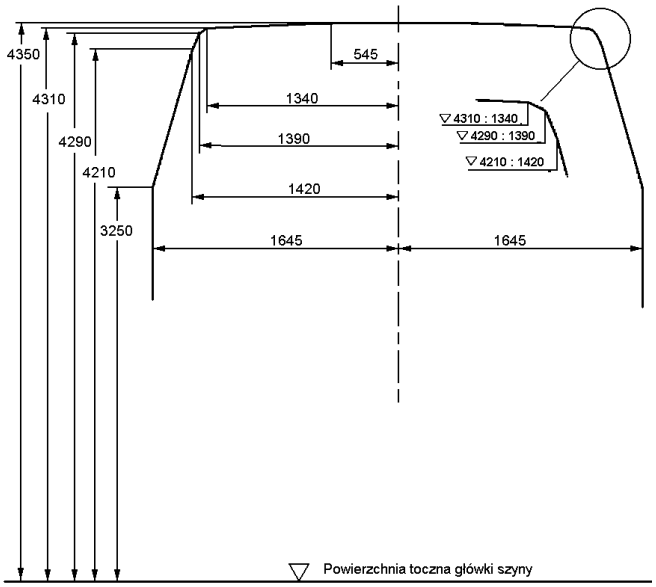
Stosowanie skrajni GB1 i GB2 podlega dwustronnym i wielostronnym porozumieniom zawieranym przez zarządców infrastruktury.

#### 2.4.2.1. Kinematyczne profile odniesienia GB1 i GB2




**Rysunek 2.7. Kinematyczny zarys odniesienia GB1**

*Uwaga*: Aż do wysokości 3 220 mm zarys odniesienia skrajni GB 1 jest identyczny z odpowiednim zarysem skrajni G1.




**Rysunek 2.8. Kinematyczny zarys odniesienia GB2**

*Uwaga*: Aż do wysokości 3 220 mm zarys odniesienia skrajni GB 2 jest identyczny z odpowiednim zarysem skrajni G1.

### 2.4.2.2. Reguły dla kinematycznych zarysów odniesienia GB 1 i GB2

Reguły, które należy stosować, są takie same, jak dla skrajni GB, z wyjątkiem reguł dla współczynnika k danego w tabelach 1 i 3, któremu należy nadać wartość podaną w tabeli poniżej:

SKRAJNIE GB1 i GB2

- jeżeli $3{,}25 < h < 4{,}21$ m, $k = (h - 3{,}25)/0{,}96$
- jeżeli $h \geq 4{,}21$ m, $k = 1$

## 2.5.*Skrajnia ładunkowa taboru*

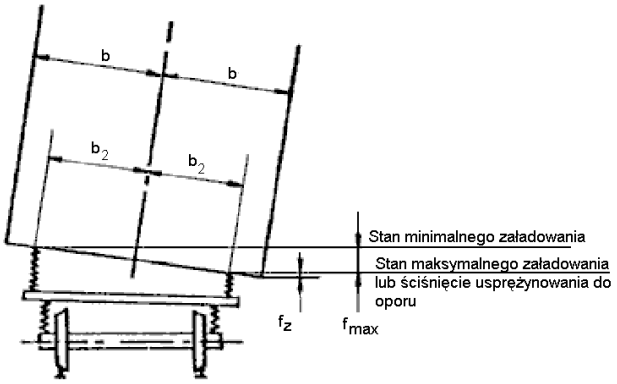
Ściśnięcie usprężynowania pojazdu w obszarach poza wielokątem podstawy B, C i D

Dla wszystkich pojazdów, w szczególności dla wagonów towarowych, może być konieczne uwzględnienie dodatkowych przesunięć pionowych $f_z$, związanych z pochyleniem pudła pojazdu (przechył, kołysanie wzdłużne) zaistniałym na przykład w wyniku nierównomiernego rozłożenia ładunku względem środka lub w następstwie ujścia gazu z zawieszenia pneumatycznego.

W celu obliczenia takich dodatkowych wartości ściśnięcia można posłużyć się następującymi, uproszczonymi wzorami:

a) Boczne: rozpatruje się strefy B i C

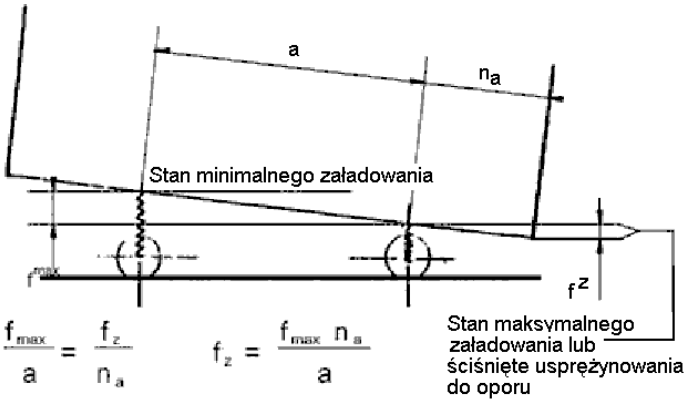
Synchroniczne ściśnięcie w obydwu wózkach i po stronie tej samej szyny.




$$\frac{f_{max}}{2b_2} = \frac{f_z}{b - b_2} \qquad f_z = \frac{f_{max}(b - b_2)}{2b_2}$$

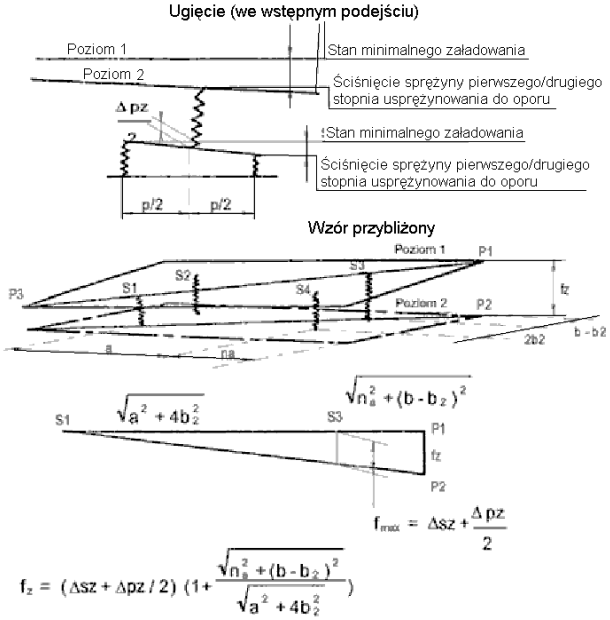
b) Wzdłużne: rozpatruje się strefy C i D

Ściśnięcie w obrębie jednego wózka lub osi




c) Odkształcenie sprężyny pierwszego stopnia usprężynowania i drugiego stopnia usprężynowania albo zawieszenie pneumatyczne bez powietrza

(przykład obliczeń w strefie C)




## 2.6. *Skrajnia ładunkowa pojazdów z systemem przechylnego nadwozia*

### 2.6.1. Część ogólna

Dopuszczenie do komunikacji międzynarodowej taboru kolejowego wyposażonego w systemy przechylania nadwozia podlega dwustronnym i wielostronnym porozumieniom między zainteresowanymi kolejami.

#### 2.6.1.1. Przedmiot

W niniejszym dodatku omówiono sposób obliczania skrajni ładunku dla pojazdów z systemem przechylania nadwozia, oznaczanych w dalszej części niniejszej publikacji skrótem TBV (ang. Tilting Body Vehicles). W punktach od 2.6.2 do 2.6.4 przedstawiono techniczną analizę obliczeń skrajni ładunku TBV. W punkcie 2.6.5 zawiera komentarze dotyczące uwarunkowań związanych z przechylaniem nadwozia i prędkością pojazdów TBV.

### 2.6.1.2. Zakres stosowania

Pojazd TBV definiuje się jako pojazd, którego pudło może pochylać się względem zespołów biegowych podczas ruchu pojazdu po łuku toru w celu skompensowania przyspieszenia odśrodkowego.

Pojawienie się i wprowadzenie do komunikacji międzynarodowej składów złożonych z pojazdów wyposażonych w systemy pochylania nadwozia wymagało przeprowadzenia pewnych modyfikacji reguł w odniesieniu do obliczeń skrajni ładunku dla pojazdów konwencjonalnych.

W niniejszym dodatku omówiono reguły obliczeń dla TBV w celu otrzymania maksymalnej skrajni ładunkowej dla konstrukcji pojazdu.

### 2.6.1.3. Podstawy

Koncepcję pojazdów TBV zaczęto rozwijać w latach 1970-80 w kilku krajach europejskich, z zamiarem wykorzystania istniejących linii do przewozów przy wyższych prędkościach, bez pogorszenia komfortu podróżowania pasażerów.

Prędkość pojazdów szynowych na łukach jest ograniczana ze względu na przyspieszenie odśrodkowe, jakie działa na pasażerów: graniczna wartość nieskompensowanego przyspieszenia jest rzędu między 1 a 1,3 $ms^{-2}$.

Zespoły TBV, zwłaszcza te, które wyposażono w systemy aktywne, mogą kursować przy wyższych wartościach nieskompensowanego przyspieszenia (na przykład z przyspieszeniem 1,82 $ms^{-2}$ w przypadku pociągu FIAT ETR 450, równoważnym niedostatkowi przechyłki o wielkości 278 mm), ponieważ przechylane pudło pozwala obniżyć wartość odczuwanych przez pasażerów przyspieszeń w kierunku poprzecznym.

### 2.6.1.4. Warunki związane z bezpieczeństwem

Producenci zespołów TBV przedstawiają dowody, że pojazdy te są zgodne z odpowiednią skrajnią ładunku we wszystkich różnorodnych przypadkach ich planowanej eksploatacji.

Oprócz obliczeń skrajni ładunku producent dostarcza także sprawozdanie dotyczące przyjętych kryteriów oraz urządzeń, od których zależy bezpieczeństwo, czyli urządzeń, które muszą być odporne na uszkodzenia i bezpieczne w razie uszkodzenia.

Przypadki odstępstw, które mogłyby powodować przekroczenie zarysu odniesienia przez zespoły TBV, są badane przez producenta. W zależności od tego, jak poważne są ich następstwa, koleje powinny przedsięwziąć specjalne środki, które mogą dotyczyć eksploatacji, alarmowania, ostrzeżeń dla maszynisty itd.

Producent gwarantuje także, że system przechylania nadwozia jest tak skonstruowany, iż w przypadku awarii tego systemu zespoły nie mogą poruszać się przy wartości nieskompensowanego przyspieszenia wyższej niż dla pojazdów konwencjonalnych.

### 2.6.1.5. Stosowane oznaczenia

W niniejszym dodatku używane są następujące oznaczenia dodatkowe:

$I_P$ - wartość niedostatku przechyłki rozpatrywana dla pojazdu TBV

$I_C$ - wartość maksymalnego niedostatku przechyłki dozwolona przez departament dróg żelaznych zarządcy infrastruktury[1]

E - wartość przechyłki

$z_P$ - przesunięcia quasi-statyczne określone stosownie do potrzeb związanych z zespołami TBV

## 2.6.2. Podstawowe warunki określania skrajni ładunku zespołów TBV

Do celów związanych z obliczaniem skrajni ładunku zespołów TBV, wszystkie warunki związane z ruchem rozpatruje się zarówno dla działającego systemu przechylania, jak i dla systemu niedziałającego.

Bada się najbardziej niekorzystne przypadki, w szczególności:

SYTUACJA 1): przypadek pojazdu poruszającego się po łuku toru o maksymalnym niedostatku przechyłki (maksymalne pochylenie nadwozia);

SYTUACJA 2): przypadek nieruchomego pojazdu stojącego na łuku. Gdy aktywny TBV zostanie zatrzymany na łuku, jego pozycja nie różni się od pozycji pojazdu konwencjonalnego, może więc być traktowana przy zastosowaniu takich samych reguł i wzorów, jakie mają zastosowanie do pojazdu konwencjonalnego.

Należy także pamiętać, że dla pewnych typów pasywnych zespołów TBV, takich jak TALGO, nie występuje quasi-statyczne pochylenie z powodowane podatnością zawieszenia, tzn. s = 0.

### 2.6.2.1. Rodzaje systemów przechylania nadwozia

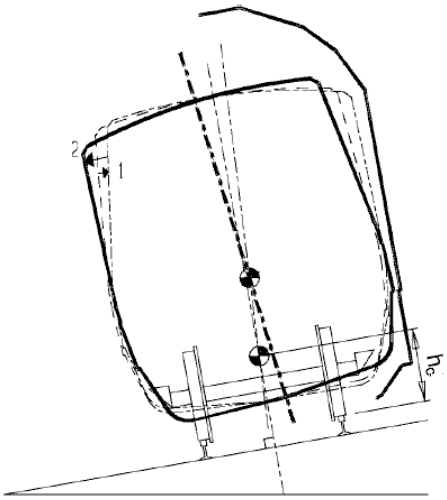
Mimo powyższego, różne konstrukcje systemów przechylania można podzielić według sposobu przechylania nadwozia.

Przechylenie to można uzyskać albo w sposób naturalny, przez równoważny moment wywracający, gdy środek obrotu nadwozia znajduje się nad środkiem ciężkości pojazdu (przechylanie pasywne), tak jak to ma miejsce w systemie TALGO, albo przy pomocy podnośników, które przechylają pudło w zależności od promienia krzywizny toru i prędkości (stosując wymuszony moment wywracający, jak w systemie FIAT).

Zbadajmy pochylenie nadwozia, jakie może występować przy różnych systemach przechylania nadwozia:

W przypadku pojazdów TBV wyposażonych w **systemy aktywne** nadwozia ulegają quasi-statycznemu pochyleniu powodowanemu przez nieskompensowane przyspieszenie. Pochylenie to nie jest jednakże takie samo, jak przechylenie nadwozia nadane oddzielnie przez system. Na rysunku 1a przedstawiono zasadę, na jakiej pojazd jest przechylany przez aktywny system przechylania.

[1] Uzasadnienie potrzeby uwzględniania tego parametru, ustalonego przez departament dróg żelaznych zarządcy infrastruktury, w obliczeniach wymiarów taboru, przedstawiono w podpunkcie 3.2.2 niniejszego dodatku.

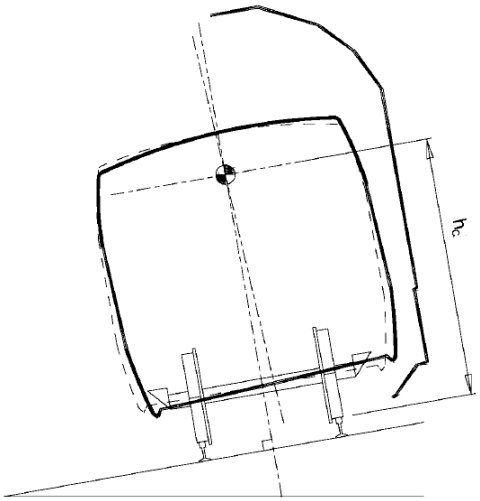



**Rysunek 1a. Aktywny system przechylania**

Rzeczywiste przesunięcia można rozłożyć na obrót spowodowany przechyłem (przesunięcie 1) i obrót wywołany działaniem systemu aktywnego (przesunięcie 2).

W przypadku **systemów pasywnych** pudło przechyla się naturalnie, pod wpływem działającej siły odśrodkowej, która jest proporcjonalna do niedostatku przechyłki.

Na rysunku 1b przedstawiono zasadę, na jakiej pojazd pochyla w sposób naturalny, czyli przy przechylaniu pasywnym.




**Rysunek 1b. Pasywny system przechylania**

## 2.6.3. Analiza wzorów

### 2.6.3.1. Podstawowe wzory

Zależnie od różnych typów pojazdów TBV podlegających badaniu (wagony pasażerskie, wagony silnikowe lub połączone zespoły wagonów silnikowych), używa się

odpowiednich wzorów dla skrajni G1, w których dokonuje się wszystkich zmian przedstawionych w niniejszym dodatku.

### 2.6.3.2. Modyfikacje wzorów w przypadku pojazdów TBV

W przypadku pojazdów TBV należy uwzględnić maksymalne pochylenie nadwozia odpowiadające maksymalnemu niedostatkowi przechyłki IP. Wobec takiego wymogu trzeba ponownie rozważyć następujące składniki wzorów służących do obliczania zwężeń:

a) Luzy poprzeczne: (1,465-d)/2, q i w [2]

Znak przy przemieszczeniach poprzecznych powinien w ogólności uwzględniać wpływ działania siły odśrodkowej. Wymagane zmiany omówiono w podpunkcie 2.6.3.2.1.

b) Przemieszczenia quasi-statyczne „z”

Składnik z obowiązuje pod warunkiem, że podczas jazdy pojazd nie napotyka na niedostatek przechyłki większy niż $I_P$ = 200 mm.

Ponieważ dla pojazdów TBV wartość ta może zostać przekroczona i ponieważ zasadniczo mogą one poruszać się przy wartościach niedostatku przechyłki większych od wartości wyspecyfikowanych przez departament dróg żelaznych ($I_C$), wzór ten wymaga wprowadzenia szeregu modyfikacji, które omówiono w podpunkcie 2.6.3.2.1.

c) Dla pewnych typów pojazdów TBV, zwłaszcza z systemem aktywnym, konieczne będzie dodanie do wzorów służących do obliczania zwężeń dodatkowego składnika uwzględniającego przechylenie wnoszone przez system (patrz 2.6.3.2.3).

#### *2.6.3.2.1. Wyrażenie określające wartość luzów poprzecznych przy pochylonym nadwoziu*

Stan maksymalnego pochylenia nadwozia występuje tylko wtedy, gdy pojazd porusza się po łuku o maksymalnej wartości $I_P$.

Ponieważ pojazd poddawany jest działaniu bardzo dużej siły odśrodkowej skierowanej na zewnątrz łuku, należy ponownie rozpatrzyć składniki przesunięć poprzecznych.

- Luz w uwzględnia się w kierunku na zewnątrz łuku.
- Dla luzów (1,465 – d)/2 i q konieczne jest rozróżnienie między pojazdami na wózkach i pojazdami z niezależnymi kołami.

Pojazdy na wózkach, obliczenie luzu po wewnętrznej stronie łuku:

Badania podczas jazdy wykazały, że dla pojazdów na wózkach niektóre osie biegną po łuku przy obrzeżu stykającym się z szyną zewnętrzną, a niektóre nie utrzymują tego styku w sposób ciągły. W związku z tym, a także ze względów bezpieczeństwa, wspomniane wyżej luzy przyjmuje się jako równe zeru.

Pojazdy na wózkach, obliczenie luzu po zewnętrznej stronie łuku:

[2] Do celów obliczeń związanych z pojazdami TBV składnik ten musi być mierzony na wysokości hc nad powierzchnią toczną główki szyny. Może on mieć różne wartości dla tego samego pojazdu, zgodnie z realizowaną techniką przechylania i ewentualnego ponownego centrowania nadwozia.

Po zewnętrznej stronie łuku należy przyjąć luzy (1,465 – d)/2 oraz q, tak samo ze względów bezpieczeństwa.

Pojazdy z niezależnymi kołami:

Badania potwierdziły, że w kierunku na zewnątrz łuku występują luzy (1,465 – d)/2 oraz q.

### *2.6.3.2.2. Przesunięcie quasi - statyczne dla pojazdów TBV*

W celu uzyskania prześwitów od budowli, departament dróg żelaznych musi dodać pewne składniki do wymiaru zarysu odniesienia. Przesunięcia quasi-statyczne pojazdów oblicza się przy użyciu poniższego wzoru:

$(0,4/1,5) \cdot [\ E_{ou}I - 0,05\ ]_{>0} \cdot (h - 0,5)_{>0}$

Maksymalna dopuszczalna wartość dla $E_{or}$ I wynosi 200 mm.

Każdy z zarządców infrastruktury ustala dla swoich linii maksymalną wybraną przez siebie wartość dla I. Wartości używane powszechnie leżą w zakresie między 90 i 180 mm.

Pojazdy nie mogą podczas jazdy przekraczać tej maksymalnej wartości I.

Z drugiej strony zespoły TBV osiągają wyższe prędkości. To oznacza, że ich wymiary trzeba sprawdzać obliczając przesunięcia quasi-statyczne w inny sposób.

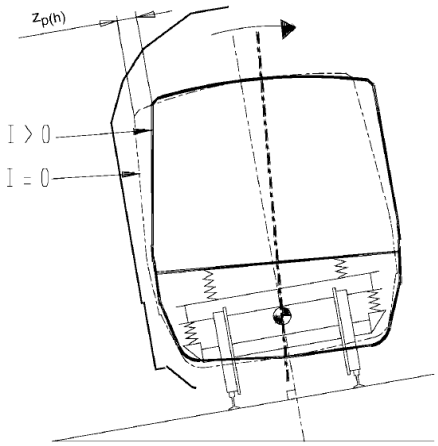
Niedostatek przechyłki wywołuje w zespołach TBV dokładnie taki sam efekt, jak w przypadku pojazdów konwencjonalnych – pochylanie nadwozia wokół pewnej osi podłużnej, rodzaj obrotu, który spowodowany jest podatnością zawieszenia. W omawianych wzorach odpowiadające temu obrotowi przesunięcia quasi-statyczne uwzględnia się w postaci składnika „z". Ponieważ pojazdy TBV mogą jeździć przy niedostatku przechyłki aż do Ip, niezbędne jest wprowadzenie zmian do sposobu obliczania tego składnika ($z_P$).

Właściwe jest wprowadzenie nowego składnika $z_P$, którego formuła uwzględnia całkowite quasi-statyczne pochylenie wywołane przez $I_P$, w odniesieniu do tej wartości, jaką uwzględnia departament dróg żelaznych, $I_C$.

Ponadto dla aktywnych systemów przechylania konieczne jest uwzględnienie dodatkowego składnika, ponieważ przechylanie nadwozia pojazdu w celu skompensowania przyspieszenia odśrodkowego jest niezależne od pochylenia spowodowanego przez przechył.

1. Wyrażenie dla quasi - statycznych przesunięć $z_P$ w przypadku zwężeń od wewnętrznej strony łuku

Pod wpływem poprzecznego przyspieszenia związanego z wartościami IP większymi od 0, pudło pojazdu, z powodu podatności zawieszenia, wychyla się na zewnątrz łuku przy stosowaniu aktywnego systemu pochylania, a nachyla do wewnątrz łuku, gdy stosowany jest system pasywny. Na poniższych rysunkach przedstawiono ten rodzaj przesunięć względem położenia dla I = 0. Ze względu na różne metody pochylania, przy systemie aktywnym przesunięcia te są największe w górnej części nadwozia pojazdu, podczas gdy przy systemie pasywnym są one największe w części dolnej.

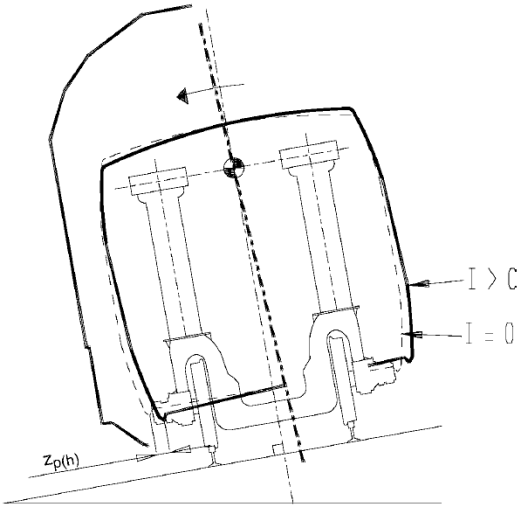



**Rysunek 2a.**

Uwaga: Na rysunku nie uwzględniono pochylenia wnoszonego przez system.

Ponieważ zarys odniesienia rozpatruje się z punktu widzenia wewnętrznej strony łuku, punkty pojazdu położone na wysokości $h > h_c$ odsuwają się od tego zarysu. Wartość tego przesunięcia w obliczeniach będzie miała znak ujemny.

Dla punktów na wysokości $h < h_c$ obowiązuje stwierdzenie przeciwne.




**Rysunek 2b.**

Ponieważ zarys odniesienia rozpatruje się z punktu widzenia wewnętrznej strony łuku, punkty pojazdu położone na wysokości $h < h_c$ odsuwają się od tego zarysu. Wartość tego przesunięcia w obliczeniach będzie miała znak ujemny.

Dla punktów na wysokości $h > h_c$ obowiązuje stwierdzenie przeciwne.

Poniżej przedstawiono przesunięcia odpowiadające różnym pochyleniom pokazanym na rysunkach 2a i 2b.

**Dla zespołu TBV z systemem aktywnym,** jadącego po łuku o niedostatku przechyłki $I_p$, przesunięcia quasi-statyczne wynoszą:

$Z_p = z_p = (s / 1{,}5) \cdot I_p \cdot (h - h_c)$ dla $\eta_0 < 1°$

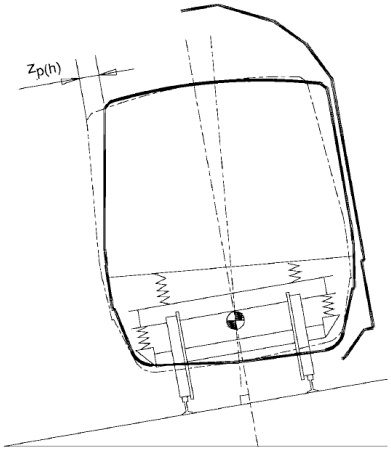
**Dla zespołu TBV z systemem pasywnym,** ulegającego wpływowi niedostatku przechyłki IP, przesunięcia quasi-statyczne wynoszą:

$Z_p = z_p = (s / 1{,}5) \cdot I_p \cdot (h - h_c)$ dla $\eta_0 < 1°$

Należy zwrócić uwagę na fakt, że wartość *s* jest specyficzna dla konkretnej sytuacji, której dotyczą obliczenia, i w związku z tym może być podatna na działanie systemu przechylania nadwozia.

2. Wyrażenie dla quasi - statycznych przesunięć $z_P$ w przypadku zwężeń po zewnętrznej stronie toru

Pod wpływem poprzecznego przyspieszenia (odpowiadającego wartościom $I_p$ >0), pudło zespołu TBV, z powodu podatności zawieszenia, wychyla się na zewnątrz łuku przy stosowaniu aktywnego systemu pochylania, a nachyla do wewnątrz łuku, gdy stosowany jest system pasywny. Podobnie jak rysunki 2a i 2b, rysunki 3a i 3b przedstawiają ten rodzaj przesunięć względem położenia dla I = 0.

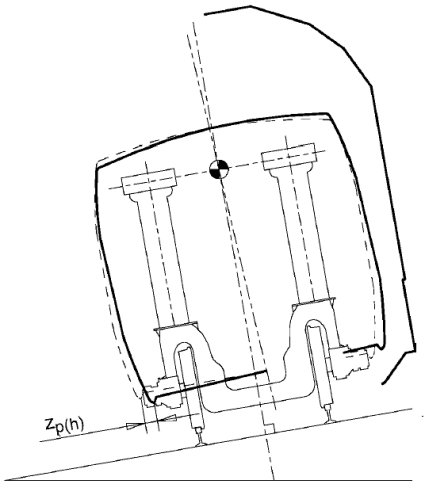



**Rysunek 3a.**

Uwaga: Na rysunku nie uwzględniono pochylenia wnoszonego przez system.

Ponieważ zarys odniesienia rozpatruje się z punktu widzenia zewnętrznej strony łuku, punkty pojazdu położone na wysokości $h > h_c$ przybliżają się do tego zarysu. Wartość tego przesunięcia w obliczeniach będzie miała znak dodatni.

Dla punktów na wysokości $h < h_c$ obowiązuje stwierdzenie przeciwne.




**Rysunek 3b.**

Ponieważ zarys odniesienia rozpatruje się z punktu widzenia zewnętrznej strony łuku, punkty pojazdu położone na wysokości $h < h_c$ przybliżają się do tego zarysu. Wartość tego przesunięcia w obliczeniach będzie miała znak dodatni.

Dla punktów na wysokości $h < h_c$ obowiązuje stwierdzenie przeciwne.

Podczas jazdy po łuku pojazdy te przesuwają się bliżej zarysu odniesienia (po stronie zewnętrznej) proporcjonalnie do wartości $I_P$. Jeśli zachodzi warunek $I_P > I_C$, odległości rozpatrywane przez departament dróg żelaznych ze względu na umiejscowienie przeszkód nie będą wystarczające. Ponieważ umiejscowienie przeszkód nie podlega dyskusji, obliczone dla pojazdu zwężenia należy w razie konieczności zwiększyć o pewną wartość, odpowiadającą różnicy między przesunięciami quasi-statycznymi wynikającymi z $I_p$ i tymi, które brane są pod uwagę przez departament dróg żelaznych albo:

System aktywny

$$z = \left[\frac{s}{1,5}.I_p.(h - h_c) - \frac{0,4}{1,5}.(I_c - 0,05).(h - 0,5)_{>0}\right]_{>0}$$

System pasywny

$$z = \left[-\frac{s}{1,5}.I_p(h - h_c) - \frac{0,4}{1,5}.(I_c - 0,05).(h - 0,5)_{>0}\right]_{>0}$$

Należy pamiętać, że:

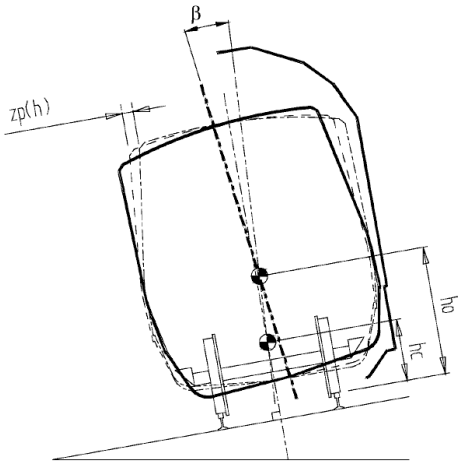
- wzory te mają zastosowanie, gdy $I_p > I_c$;
- konieczne będzie znalezienie w fazie aplikacji odpowiadającej rzeczywistemu przypadkowi takiej kombinacji $I_p$ i $I_c$, która daje wartość $z_P$ maksymalizującą to zwężenie;
- system przechylania pojazdu musi zagwarantować spełnienie następującego warunku dla pośrednich wartości $I_P$ (oznaczanych $I_P'$), którym odpowiadają pośrednie wartości niedostatku przechyłki $I_C'$:

  $I_P' \leq (I_P / I_C)\, I_C'$

### *2.6.3.2.3. Systemy aktywne: przesunięcie wywołane przechyłem nadwozia*

Gdy pojazd TBV z systemem aktywnym jedzie po łuku z taką prędkością, że $I_P > 0$, wtedy system przechylania na podstawie pomiaru pewnych parametrów (prędkość, gradient przechyłki, promień łuku) ustala wartość kąta pochylenia nadwozia β.

Kąt β nie zależy od przechyłu spowodowanego podatnością zawieszeń.




**Rysunek 4.**

Na rysunku 4 przedstawiono następujące wielkości:

$h_o$: wysokość środka obrotu nadwozia wnoszonego przez system.

β: wartość kąta pochylenia nadwozia względem płaszczyzny ułożyskowania systemu; kąt ten, wymuszony przez system, jest funkcją niedostatku przechyłki $I_P$.

Ponieważ kąt β może wynieść nawet $10^0$, nie wolno pominąć pionowej składowej tego przesunięcia, która powinna zostać uwzględniona w obliczeniach dla przypadków rzeczywistych.

Jeśli uwzględnia się tylko przesunięcia poprzeczne, wartości przybliżone można znaleźć na podstawie następującego wzoru:

$\tan \beta \, (h - h_0)$

Składnik ten, rozpatrywany pod kątem kierunku obrotu wymuszonego przez system:

- powinien nosić znak dodatni w obliczeniach dotyczących wewnętrznej strony łuku,
- powinien nosić znak ujemny w obliczeniach dotyczących zewnętrznej strony łuku.

## 2.6.4. Skojarzone reguły

a) Wzory stosuje się dla $I_p > I_c$.

b) Wyrażenie stanowiące składnik $z_P$ powinno być szczegółowe i wyjaśnione dla każdego przypadku, gdy wzory stosowane są dla każdego typu systemu, z uwzględnieniem różnych ograniczników ruchu, bieguna kołysania itd.

c) Należy podkreślić, że parametry s, $h_C$ i w, zgodne z zasadami techniki konstrukcji danego zespołu TBV, mają dla każdego konkretnego pojazdu inne wartości, zależne od rozpatrywanych przypadków obliczeniowych.

d) Maksymalne wartości zwężeń oblicza się na podstawie różnych wartości, jakie mogą prawdopodobnie przyjmować $I_P$, $I_C$ (oraz kąt β dla pojazdów TBV z systemem aktywnym). W tym celu producent pojazdu TBV powinien mieć na uwadze najbardziej wystające miejsca, których obecność w obrębie nadwozia podczas jazdy na różnorodnych odcinkach linii (tor prosty, krzywe przejściowe, łuki) jest dopuszczalna, a także możliwe tolerancje odniesione do rzeczywistego położenia pojazdu (z uwagi na zwłokę w zadziałaniu systemu, bezwładność, tarcie itd.).

e) Części pojazdu TBV, które nie są połączone z nadwoziem i z tego powodu nie pochylają się, pozostają zawsze pod wpływem nieskompensowanego przyspieszenia o wartości większej od normalnie dopuszczalnej. Dla takich pozycji (jak np. wózek, a czasami pantograf) podczas sprawdzania pochylanego nadwozia stosuje się pewien dodatkowy składnik uwzględniający związane z tym zwężenie.

Składnik ten ma postać:

$s / 1{,}5\ (I_P - I_C)\ (h - h_C)$

Oprócz tego dla części tych nie uwzględnia się wcale składnika $\tan \beta\ (h - h_0)$.

f) Niniejszy dodatek opracowano na podstawie informacji, które dotyczą obecnie eksploatowanych zespołów TBV. W przyszłości, po opracowaniu nowych typów zespołów TBV, przedmiotowe wzory mogą zostać uzupełnione o nowe przypadki hipotetyczne i zmodyfikowane.

g) Po zakończeniu badań wszystkich przypadków uznanych za najważniejsze, dokonuje się porównania różnych dopuszczalnych wielkości wymiaru połowy szerokości i – dla każdej rozpatrywanej wysokości h – wybiera się wartość najmniejszą.

## 2.6.5. Uwagi

### 2.6.5.1. Warunki związane z regulacją pochylenia (zespoły TBV z systemem aktywnym)

Aby podane w niniejszym dodatku wzory obliczania skrajni ładunku zespołów TBV mogły być miarodajne, konieczne jest, aby system pochylania gwarantował pochylanie nadwozia proporcjonalnie do zmiany niedostatku przechyłki. W systemach pasywnych warunek ten spełniany jest w sposób oczywisty, ponieważ pochylenie nadwozia powodowane jest przez małą przechyłkę.

Z drugiej strony, w zespołach TBV z aktywnym systemem pochylania, wartości przesunięć nadwozia wymuszonych przez system są ustalone przez parametry konstrukcyjne systemu lub nastawy regulacyjne.

Aby nadwozia nie przekraczały granic przepisowego zarysu, wartości te powinny spełniać następujące warunki:

a) Wartości pośrednie $I'_P$, $I'_C$ oraz E' z zakresu pomiędzy 0 a maksymalną wartością odpowiednich wymiarów powinny spełniać, z punktu widzenia regulacji systemu pochylania, następujący warunek:

$I'_P / I_P = I'_C / I_C = E' / E$

b) Oprócz tego w przypadku sprawdzania od zewnętrznej strony łuku, wobec faktu, że siła odśrodkowa wychyla pudło na zewnątrz (przesunięcie quasi-statyczne $z_p$), dla regulacji powinien być spełniony następujący warunek, biorący pod uwagę wartość βL:

$\tan \beta (h - h_0) \geq z_p$

Innymi słowy, skutek działania systemu musi być co najmniej równy wpływowi przesunięć quasi-statycznych.

### 2.6.5.2. Warunek związany z prędkością zespołów TBV

Dla pojazdów TBV, inaczej niż w przypadku innych pojazdów, dopuszczalne jest obliczanie maksymalnej prędkości na podstawie skrajni ładunku.

Należy przywołać wyrażenie, które wiąże niedostatek przechyłki z prędkością:

$I_{PorC} = 0{,}01186 \cdot (V^2_{PorC} / R) - E$

Prędkości $v_P$ i $v_C$ to – odpowiednio – wartość przyjmowana przez TBV i odpowiednia wartość dopuszczalna dla toru, zgodnie z obowiązującą prędkością dla tej linii:

Tak więc: $V_P \leq \sqrt{[(I_P + E) / (I_C + E)]} \cdot v_C$

Z tego wzoru można wyprowadzić maksymalną wartość prędkości, której nie może przekraczać pojazd TBV, posługując się wzorem:

$V_P \leq \sqrt{[(I_P + E) / (I_C + E)]} \cdot V_C$

## 2.7. *Korzystanie z istniejących prześwitów infrastruktury przez pojazdy o określonych z góry parametrach*

Przed zastosowaniem niniejszego dodatku konieczne jest zawarcie dwustronnego porozumienia.

Przykład:

Na torze prostym, w dobrym stanie utrzymania, przy zwykłych usterkach geometrii toru, kryterium decyzyjnym jest maksymalna odległość między środkami torów. Jest ona równa szerokości zarysu odniesienia powiększonej o margines na przypadkowe ruchy pojazdu wywołane usterkami w geometrii toru (D).

$$D = \sqrt{d_i^2 + d_a^2}$$

$$t_i\Big|_{i=1}^{i=5} \qquad t_a\Big|_{a=1}^{a=5}$$

$$d_{i,a} = 1{,}2\sqrt{\sum t_{i,a}^2}$$

$t_1$ - boczne przesunięcie toru

$t_2$ - wpływ przechyłki lub defekt poprzeczny 0,015 m

$t_{3i,a}$ - oscylacje skierowane do wewnątrz lub na zewnątrz

$t_4$ i $t_5$ - wpływ nierównomiernego rozłożenia ładunku i niesymetrii

$t_1 = 0{,}025 \qquad t_2 = 0{,}15\ (h/1{,}5) + 0{,}015\ (h - h_c)\ (s/1{,}5)$

$t_{3,i} = 0{,}007\ (h - h_c)\ (s/1{,}5)$

$t_{3,a} = 0{,}039\ (h - h_c)\ (s/1{,}5)$

$t_4 = 0{,}05\ (h - h_c)\ (s/1{,}5)$

$t_5 = 0{,}015\ (h - h_c)\ (s/1{,}5)$

W celu określenia marginesów (prześwitów), jakie mają zostać dodane do zarysu odniesienia G1, należy posłużyć się następującymi parametrami:

$h = 3{,}25$ m

$h_c = 0{,}5$ m

$s = 0{,}4$

Można wykorzystać z góry określone parametry badanego pojazdu, na przykład:

$h = 1{,}8$ m (wysokość pewnego przekroju nadwozia nad powierzchnią toczną główki szyny)

$h_c = 0{,}7$ m

$s = 0{,}24$

Na podstawie powyższych parametrów można otrzymać następujące wartości:

- dla zarysu G1 D = 0,113 m,
- dla pojazdu o z góry określonych parametrach D’ = 0,058 m.

Różnicę D - D' = 0,055 m można wykorzystać jako podstawę do poszerzenia pojazdu o z góry znanych parametrach.

Jeśli dodatkowy prześwit pokrywający przypadkowe przesunięcia nie jest obliczany w opisany sposób, ale określa się jednolitą wielkość łączną, i jeśli daje ona w wyniku mniejsze wymiary, wówczas powinno się ją brać pod uwagę podczas obliczania D-D’.

Przykład: SNCF, $V \leq 120$ km/h: $D_{SNCF} = 0{,}05 + 0{,}03 = 0{,}08$ m.

Pojazd o z góry znanych parametrach można by zatem poszerzyć o 0,022 m na wysokości 1,8 m.

# 3. HAŁAS I DRGANIA

## 3.1. *Hałas emitowany przez wagony towarowe*

Hałas emitowany przez wagony towarowe dzieli się na hałas przejazdu oraz hałas stacjonarny.

Na hałas przejazdu wagonu towarowego duży wpływ ma hałas, który powodowany jest przez łączną chropowatość koła i szyny oraz charakterystykę dynamiczną toru i zestawu kołowego i zależy od prędkości jazdy wagonu.

Zbiór parametrów dla charakterystyki hałasu przejazdu zawiera:

- poziom ciśnienia akustycznego, zgodnie z określoną metodą pomiaru,

- położenie mikrofonu,
- prędkość wagonu,
- chropowatość szyny,
- dynamiczne i radiacyjne zachowanie toru.

Hałas stacjonarny wagonu towarowego jest istotny jedynie wówczas, jeżeli wagon jest wyposażony w urządzenia pomocnicze, takie jak silniki, generatory, układy chłodzenia.

Wartości rzeczywiste hałasu przejazdu i hałasu stacjonarnego dla wagonów towarowych nie mogą przekraczać określonych wartości dopuszczalnych.

### 3.1.1. Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu

Wskaźnikiem hałasu przejazdu jest ciągły równoważny poziom ciśnienia akustycznego ważony względem A, $L_{pAeq,\ Tp}$, zmierzony w czasie przejazdu w odległości 7,5 m od osi toru, 1,2 m powyżej niwelaty główki szyny.

Wartości dopuszczalne $L_{pAeq,\ Tp}$ dla hałasu przejazdu wagonów towarowych podano w tablicy 3.1.

**Tablica 3.1. Wartości dopuszczalne $L_{pAeq,\ Tp}$ dla hałasu przejazdu wagonów towarowych**

| Wagony | $L_{pAeq,\ Tp}$ [dB(A)] |
|---|---|
| Nowe wagony o średniej liczbie osi na jednostkę długości (o/d) do 0,15 $m^{-1}$ przy 80 km/h | ≤ 82 |
| Odnowione lub zmodernizowane wagony zgodnie z art. 14 ust. 3 dyrektywy 2001/16/WE o średniej liczbie osi na jednostkę długości (o/d) do 0,15 $m^{-1}$ przy 80 km/h | ≤ 84 |
| Nowe wagony o średniej liczbie osi na jednostkę długości (o/d) od powyżej 0,15 $m^{-1}$ do 0,275 $m^{-1}$ przy 80 km/h | ≤ 83 |
| Odnowione lub zmodernizowane wagony zgodnie z art. 14 ust. 3 dyrektywy 2001/16/WE o średniej liczbie osi na jednostkę długości (o/d) od powyżej 0,15 $m^{-1}$ do 0,275 $m^{-1}$ przy 80 km/h | ≤ 85 |
| Nowe wagony o średniej liczbie osi na jednostkę długości (o/d) powyżej 0,275 $m^{-1}$ przy 80 km/h | ≤ 85 |
| Odnowione lub zmodernizowane wagony zgodnie z art. 14 ust. 3 dyrektywy 2001/16/WE o średniej liczbie osi na jednostkę długości (o/d) do powyżej 0,275 $m^{-1}$ przy 80 km/h | ≤ 87 |

*O/d jest liczbą osi podzieloną przez długość pomiędzy zderzakami.*

Hałas przejazdu pociągu jest mierzony przy 80 km/h i przy prędkości maksymalnej, lecz mniejszej niż 190 km/h. Wartościami, które należy porównać z wartościami dopuszczalnymi (patrz: tabela 3.1) są: maksimum zmierzonej wartości przy 80 km/h oraz wartość zmierzona przy maksymalnej prędkości, lecz odniesiona do 80 km/h za pomocą równania $L_{pAeq,\ Tp}(80\ km/h) = L_{pAeq,\ Tp}(v)-30*\log(v/80\ km/h)$. Innych prędkości wymienionych w prEN ISO 3095: 2001 nie bierze się pod uwagę.

### 3.1.2. Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego

Hałas stacjonarny opisywany jest za pomocą ciągłego równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego ważonego względem A, $L_{pAeq,\ T}$, zgodnie z prEN ISO 3095: 2001, rozdział 7.5 z odchyleniami określonymi w załączniku A do TSI „Tabor kolejowy – Hałas". Wartość dopuszczalna hałasu stacjonarnego wagonów towarowych w odległości 7,5 m od osi toru i 1,2 m powyżej górnej powierzchni szyn jest podana w tablicy 3.2. Wskaźnikiem poziomu ciśnienia akustycznego jest $L_{pAeq,\ T}$.

**Tablica 3.2. Wartości dopuszczalne $L_{pAeq,\ T}$ hałasu stacjonarnego wagonów towarowych**

| Wagony | $L_{pAeq,\ T}$ [dB(A)] |
|---|---|
| Wszystkie wagony towarowe | $\leq 65$ |

Określony poziom hałasu stacjonarnego jest średnią energetyczną wszystkich pomiarów dokonanych w punktach pomiarowych.

## 3.2. *Hałas emitowany przez lokomotywy, zespoły trakcyjne i wagony osobowe kolei konwencjonalnych*

Hałas emitowany przez lokomotywy, zespoły trakcyjne oraz wagony osobowe dzieli się na hałas stacjonarny, hałas ruszania oraz hałas przejazdu.

Na hałas stacjonarny duży wpływ mają urządzenia pomocnicze, takie jak systemy chłodzenia, klimatyzacja i sprężarki.

Hałas ruszania jest kombinacją udziałów składników trakcyjnych, takich jak silniki wysokoprężne i wentylatory chłodzące, urządzenia pomocnicze, a w niektórych wypadkach poślizg kół.

Na hałas przejazdu duży wpływ ma hałas toczenia, związany z wzajemnym oddziaływaniem koło/szyna, jako funkcja prędkości pojazdu.

Hałas toczenia jako taki jest spowodowany łączną chropowatością kół i szyn oraz zachowaniem dynamicznym toru i zestawów kołowych.

Wielkość emitowanego przez lokomotywy E i D, EMU, DMU oraz wagony pasażerskie hałasu stacjonarnego, hałasu ruszania i przejazdu nie mogą przekraczać określonych wartości dopuszczalnych.

Emitowany poziom hałasu jest charakteryzowany przez:

- poziom ciśnienia akustycznego, zgodnie z metodą pomiaru,
- położenie mikrofonu,
- prędkość wagonu,
- chropowatość szyny,
- dynamiczne i radiacyjne zachowanie toru.

Zespoły trakcyjne są stałymi składami pociągów z rozłożonym napędem lub z wagonami z wydzielonymi członami napędowymi. Zespoły trakcyjne z napędem elektrycznym określane są skrótem „EMU", natomiast z napędem Diesla określane są skrótem „DMU". Stałe składy pociągów, które składają się z dwóch lokomotyw i wagonów

osobowych, nie mogą być uważane za zespoły trakcyjne, jeżeli lokomotywa może pracować w różnych konfiguracjach pociągów.

### 3.2.1. Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego

Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego są określone w odległości 7,5 m od osi toru, 1,2 m powyżej górnej powierzchni szyn. Warunki pomiaru są określone przez normę prEN ISO 3095: 2001 z odchyleniami określonymi w załączniku A do TSI „Tabor kolejowy – Hałas". Wskaźnikiem poziomu ciśnienia akustycznego jest $L_{pAeq,\,T}$.

Wartości dopuszczalne emisji hałasu przez pojazdy w warunkach wymienionych powyżej podano w tablicy 3.3.

**Tablica 3.3. Wartości dopuszczalne $L_{pAeq,\,T}$ hałasu stacjonarnego lokomotyw E i D, EMU, DMU oraz wagonów pasażerskich**

| Pojazd | $L_{pAeq,\,T}$ [dB(A)] |
|---|---|
| Lokomotywa elektryczna | 75 |
| Lokomotywa Diesla | 75 |
| EMU | 68 |
| DMU | 73 |
| Wagon pasażerski | 65 |

Poziom określony dla hałasu stacjonarnego jest średnią energetyczną ze wszystkich wartości zmierzonych w punktach pomiarowych.

### 3.2.2. Wartości dopuszczalne hałasu ruszania

Wartości dopuszczalne hałasu ruszania są określone w odległości 7,5 m od osi toru, 1,2 m powyżej górnej powierzchni szyn. Wskaźnikiem poziomu dźwięku jest $L_{pAFmax}$. Wartości dopuszczalne hałasu ruszania pojazdów w warunkach podanych powyżej podano w tablicy 3.4.

**Tablica 3.4. Wartości dopuszczalne $L_{pAFmax}$ hałasu ruszania lokomotyw E i D, EMU, DMU**

| Pojazdy | $L_{pAFmax}$ [dB(A)] |
|---|---|
| Lokomotywy elektryczne – P < 4 500 KW na obwodzie kół | 82 |
| Lokomotywy elektryczne – P ≥ 4 500 KW na obwodzie kół | 85 |
| Lokomotywy Diesla – P < 2 000 KW na wale | 86 |
| Lokomotywy Diesla – P ≥ 2 000 KW na wale | 89 |
| EMU | 82 |
| DMU – P < 500 kW/silnik | 83 |
| DMU – P ≥ 500 kW/silnik | 85 |

### 3.2.3. Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu

Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu są określone w odległości 7,5 m od osi toru, 1,2 m powyżej górnej powierzchni szyn dla prędkości pojazdu 80 km/h. Wskaźnikiem dla równoważnego ciągłego poziomu dźwięku ważonego względem A jest $L_{pAeq, Tp}$.

Pomiary przeprowadzane są zgodnie z prEN ISO 3095: 2001 z odchyleniami podanymi w załączniku A do TSI „Tabor kolejowy – Hałas". Tor odniesienia ma być udostępniony w sposób niedyskryminacyjny.

Hałas przejazdu pociągu jest mierzony przy 80 km/h i przy prędkości maksymalnej, lecz mniejszej niż 190 km/h. Inne prędkości wymienione w prEN ISO 3095: 2001 nie są brane pod uwagę. Wartością, która ma być porównana z wartościami dopuszczalnymi jest większa z wartości zmierzonych przy 80 km/h oraz wartość zmierzona przy prędkości maksymalnej, lecz znormalizowana do 80 km/h za pomocą równania:

$$L_{pAeq, Tp}(80 \text{ km/h}) = L_{pAeq, Tp}(v) - 30 * \log(v/80 \text{ km/h}).$$

Wartości dopuszczalne emisji hałasu lokomotyw E i D, EMU, DMU oraz wagonów pasażerskich w warunkach podanych powyżej zamieszczono w tablicy 3.5.

**Tablica 3.5. Wartości dopuszczalne $L_{pAeq, Tp}$ hałasu przejazdu lokomotyw E i D, EMU, DMU oraz wagonów pasażerskich**

| Pojazdy | $L_{pAeq, Tp}$ [dB(A)] |
|---|---|
| Lokomotywy elektryczne | 85 |
| Lokomotywy Diesla | 85 |
| EMU | 81 |
| DMU | 82 |
| Wagony pasażerskie | 80 |

## 3.3. *Hałas emitowany przez pojazdy kolei dużych prędkości*

Hałas emitowany przez tabor dzieli się na hałas stacjonarny, hałas ruszania oraz hałas przejazdu.

Na hałas stacjonarny duży wpływ mają urządzenia pomocnicze, takie jak systemy chłodzenia, klimatyzacja i sprężarki.

Hałas ruszania jest kombinacją udziałów składników trakcyjnych, takich jak silniki wysokoprężne i wentylatory chłodzące, urządzenia pomocnicze, a w niektórych wypadkach poślizg kół.

Na hałas przejazdu duży wpływ ma hałas toczenia, związany z wzajemnym oddziaływaniem koło/szyna, będący funkcją prędkości pojazdu, a przy wyższych prędkościach — hałas od zjawisk aerodynamicznych.

Hałas toczenia jako taki jest spowodowany łączną chropowatością kół i szyn oraz zachowaniem dynamicznym toru i zestawów kołowych.

Wielkość hałasu stacjonarnego, hałasu ruszania oraz hałasu przejazdu ograniczone są przez określone wartości dopuszczalne.

### 3.3.1. Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego

Wartości dopuszczalne hałasu stacjonarnego określa się dla odległości 7,5 m od osi toru, 1,2 m powyżej górnej powierzchni szyn. Badany pojazd musi znajdować się w trybie odstawienia serwisowego, co oznacza wyłączenie wentylacji rezystorów, wyłączenie sprężarki hamulca powietrznego ciśnieniowego, normalne włączenie wysokiego napięcia pr. przem. (nie w trybie przygotowania wstępnego) i pozostawienie całego pozostałego wyposażenia w normalnym stanie załączenia. Warunki pomiaru są określone przez normę EN ISO 3095: 2005 z odchyleniami określonymi w załączniku N do TSI „Tabor HS". Parametrem określającym poziom ciśnienia akustycznego jest $L_{pAeq,T}$. Wartości dopuszczalne emisji hałasu przez pojazdy w warunkach wymienionych powyżej podano w tablicy 3.6.

**Tablica 3.6. Wartości dopuszczalne $L_{pAeq}$, $L_{pAeq,T}$ dla hałasu stacjonarnego taboru. Poziom określony dla hałasu stacjonarnego jest średnią energetyczną ze wszystkich wartości zmierzonych w punktach pomiarowych określonych w załączniku N 1.1.**

| Pojazdy | $L_{pAeq,T}$ [dB(A)] | |
|---|---|---|
| | Klasa 1 | Klasa 2 |
| Lokomotywy elektryczne | | 75 |
| Lokomotywy spalinowe | | 75 |
| Pociągi zespołowe elektryczne | 68 | 68 |
| Pociągi zespołowe spalinowe | | 73 |
| Wagony pasażerskie | | 65 |

### 3.3.2. Wartości dopuszczalne hałasu ruszania

Wartości dopuszczalne hałasu ruszania określa się dla odległości 7,5 m od osi toru, 1,2 m powyżej górnej powierzchni szyn. Warunki pomiaru są określone przez normę prEN ISO 3095: 2005 z odchyleniami określonymi w załączniku N.1.2. do TSI „Tabor HS" Wskaźnikiem poziomu dźwięku jest $L_{pAFmax}$. Wartości dopuszczalne hałasu ruszania pojazdów w warunkach podanych powyżej podano w tablicy 3.7.

**Tablica 3.7. Wartości dopuszczalne $L_{pAFmax}$ dla hałasu ruszania taboru.**

| Pojazdy | $L_{pAeq,T}$ [dB(A)] |
|---|---|
| Lokomotywy elektryczne – P ≥ 4 500 kW na obwodzie kół | 85 |
| Lokomotywy elektryczne – P < 4 500 kW na obwodzie kół | 82 |
| Lokomotywy spalinowe | 89 |
| Pociągi zespołowe elektryczne Klasy 1 | 85 |
| Pociągi zespołowe elektryczne Klasy 2 | 82 |
| Pociągi zespołowe spalinowe | 85 |

### 3.3.3. Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu

Wartości dopuszczalne hałasu przejazdu określa się dla odległości 25 m od osi toru, 3,5 m powyżej górnej powierzchni szyn dla prędkości pojazdu przedstawionych w tabeli 3.8. Wskaźnikiem dla równoważnego ciągłego poziomu dźwięku ważonego względem A jest $L_{pAeq,Tp}$.

Pomiary przeprowadzane są zgodnie z prEN ISO 3095: 2005 z odchyleniami podanymi w załącznikach N1.3 i N1.4 do TSI „Tabor HS".

Pociąg użyty do prób musi składać się z:

— w przypadku pociągu zespołowego − z samego pociągu zespołowego,

— w przypadku lokomotywy − z badanej lokomotywy oraz czterech wagonów osobowych. Hałas przejazdu $L_{pAeq,Tp}$ tych czterech wagonów, mierzony 7,5 m od osi toru 1,2 m nad główki szyny i przy prędkości 200 km/h na torze referencyjnym nie może przekraczać 92 dB(A). Alternatywnie można wykorzystać dwie lokomotywy takiego samego typu i 8 wagonów osobowych w dowolnej konfiguracji,

— w przypadku wagonów osobowych, z czterech badanych wagonów i jednej lokomotywy. Hałas przejazdu $L_{pAeq,Tp}$ lokomotywy, mierzony 7,5 m od osi toru 1,2 m nad główki szyny i przy prędkości 200 km/h na torze referencyjnym nie może przekraczać 97 dB(A). Alternatywnie można wykorzystać dwie lokomotywy takiego samego typu i 8 wagonów osobowych w dowolnej konfiguracji.

Dwa ostatnie przypadki określa się w niniejszej sekcji jako „ zmienne zestawienie".

Dopuszczalne wartości dla emisji hałasu $L_{pAeq,Tp}$ całego badanego pociągu, na 25 m i 3,5 m powyżej główki szyny przedstawiono w tablicy 3.8.

**Tablica 3.8. Wartości dopuszczalne $L_{pAeq,Tp}$ dla hałasu przejazdu taboru**

| Tabor | | Prędkość [km/h] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 200 | 250 | 300 | 320 |
| Klasa 1 | Pociąg zespołowy | | 87 dB(A) | 91 dB(A) | 92 dB(A) |
| Klasa 2 | Pociąg zespołowy lub klasyczny | 88 dB(A) | | | |

Dla wartości podanych w tabeli 18 dopuszcza się niezgodność 1 dB (A)

Ocena wpływu na środowisko przedsięwzięć związanych z projektowaniem linii budowanych specjalnie dla dużych prędkości lub realizowanych z okazji modernizacji linii w celu dostosowania ich do dużych prędkości uwzględnia charakterystyki emisji hałasu zgodne z TSI „Tabor" dla kolei dużych prędkości przy maksymalnej dozwolonej lokalnie prędkości.

W badaniach w tym zakresie należy uwzględnić także inne pociągi jadące tą linią, aktualną jakość toru oraz ograniczenia topologiczne i geograficzne.

### 3.4. *Drgania*

Funkcjonowanie transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych nie może powodować osiągnięcia niedopuszczalnego poziomu drgania gruntu w odniesieniu do działań i obszarów położonych w pobliżu infrastruktury i będących w normalnym stanie utrzymania.

Poziomy drgań spodziewane wzdłuż nowej lub zmodernizowanej infrastruktury podczas przejazdu pociągów zgodnych z TSI „Tabor" dla kolei dużych prędkości nie powinny przekroczyć poziomów drgań określonych w obowiązujących przepisach krajowych.

## 4. UKŁADY HAMULCOWE

Układ hamulcowy pociągu musi zapewniać:

- możliwość regulacji jego prędkości
- zatrzymanie go na dopuszczalnej, i nie przekraczalnej drodze hamowania

Zasadniczymi czynnikami mającymi wpływ na proces hamowania są:

- dysponowana moc hamowania,
- przyczepność na styku koło szyna
- masa pociągu,
- prędkość pociągu,
- długość dopuszczalnej drogi hamowania
- pochylenie toru na drodze hamowania.

Skuteczność hamowania pociągu albo pojazdu jest wynikiem dostępnej mocy hamowania, która powinna zmniejszyć prędkość pociągu w określonych granicach, oraz wszystkich czynników związanych z konwersją i rozpraszaniem energii, łącznie z oporem ruchu pociągu. Skuteczność hamowania dla pojedynczego pojazdu zdefiniowano tak, aby na tej podstawie można było określić ogólną skuteczność hamowania całego pociągu

### 4.1. *Wymagania zasadnicze dla wagonów towarowych przewidzianych do ruchu w sieci transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych*

Pojazdy powinny być wyposażone w hamulce samoczynne i zespolone. Hamulec jest zespolony, jeżeli umożliwia przekazywanie sygnałów i energii z centralnego układu sterowania do całego pociągu. Hamulec zespolony jest samoczynny, jeżeli uruchamia się natychmiast w całym pociągu w przypadku każdego niezamierzonego przerwania linii sterowania pociągu, np. przewodu hamulcowego. Tam, gdzie stwierdzenie stanu układu hamulcowego nie jest możliwe, po obu stronach wagonu powinien znajdować się wskaźnik informujący o stanie układu. Zasobniki energii dla układu hamulcowego (np. zbiorniki zasilające w systemach pośrednich pneumatycznego systemu hamulcowego, sprężone powietrze dla przewodu hamulcowego) oraz energia służąca do wytwarzania siły hamowania (np. powietrze z siłowników hamulców w pośrednich pneumatycznych systemach hamulcowych) powinny być używane tylko do hamowania.

### 4.1.1. Specyfikacja funkcjonalna i techniczna

Specyfikacja funkcjonalna i techniczna układu hamulcowego wagonów towarowych podana jest w TSI WAG (8.12.2006 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 344)

#### 4.1.1.1. Linia sterowania hamowaniem pociągu

Minimalna prędkość propagacji sygnału hamowania powinna wynosić 250 m/s.

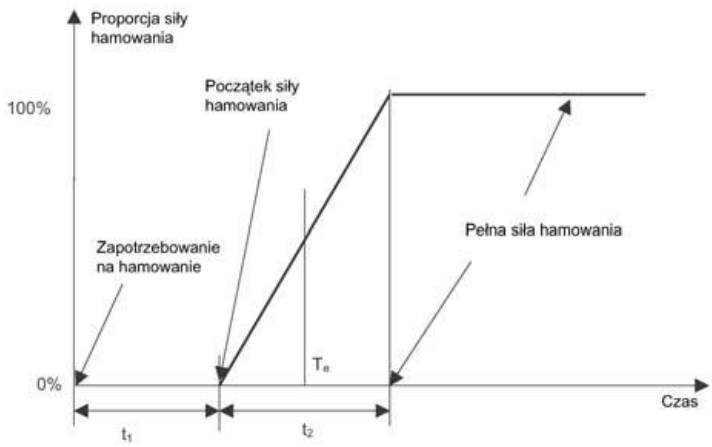
#### 4.1.1.2. Składniki skuteczności hamowania

Skuteczność hamowania powinna uwzględniać średni czas uruchamiania, opóźnienie chwilowe, masę i prędkość początkową. Skuteczność hamowania powinna być określona przez profile opóźnienia oraz przez procentowy współczynnik masy hamującej.

**Profil opóźnienia:**

Profil opóźnienia opisuje przewidywane chwilowe opóźnienie pojazdu (na poziomie pojazdu) albo pociągu (na poziomie pociągu) w warunkach normalnych. Znajomość indywidualnego profilu opóźnienia pojazdu umożliwia obliczenie całkowitego profilu opóźnienia pociągu.
Profil opóźnienia uwzględnia:

a) czas reakcji między sygnałem zapotrzebowania na hamowanie a osiągnięciem pełnej siły hamowania;

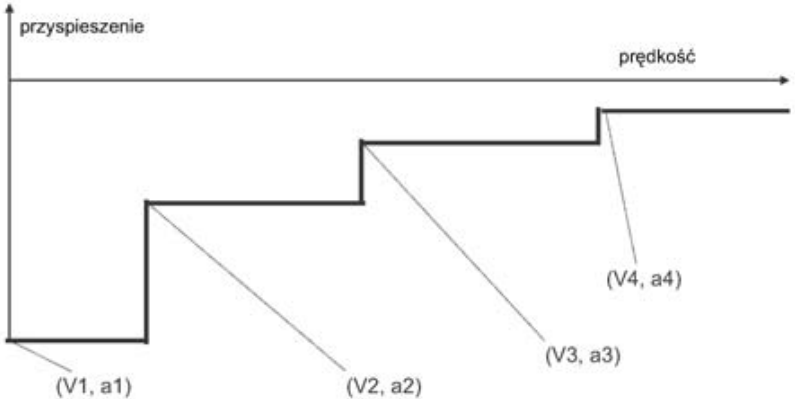



$T_e$ jest ekwiwalentnym czasem narastania i jest definiowany jako:

$$T_e = t_1 + (t_2/2)$$

Dla hamulca pneumatycznego koniec czasu $t_2$ odpowiada osiągnięciu 95 % nacisku generowanego przez ciśnienie w siłowniku hamulca.

b) odpowiednią funkcję (***opóźnienie = F(prędkości)***), którą zdefiniowano jako ciąg odcinków o stałym opóźnieniu.




UWAGA: „a” oznacza opóźnienie chwilowe; „V” oznacza prędkość chwilową

**Względna masa hamująca:**

Względna masa hamująca (lambda) jest ilorazem sumy mas hamujących pojazdów przez sumę mas pojazdów.

Metoda ustalania współczynnika (procentowego) masy hamującej powinna nadal być stosowana w uzupełnieniu metody profilu opóźnienia. Wielkości te powinien dostarczyć producent. Informacje te muszą zostać wpisane do rejestru taboru.

Moc hamowania dla pojedynczego pojazdu powinna być określona w hamowaniu nagłym dla każdego dostępnego w pojeździe trybu hamowania (tzn. G, P, R, P + ep) i dla kilku warunków obciążenia, w tym przynajmniej dla wagonu próżnego i całkowicie załadowanego.

**Tryb hamowania G**: tryb hamowania stosowany dla pociągów towarowych z określonym czasem uruchomienia hamulców i czasem zwolnienia hamulców.

**Tryb hamowania P**: tryb hamowania stosowany dla pociągów towarowych z określonym czasem uruchomienia hamulców i czasem zwolnienia hamulców oraz z określoną względną masą hamującą.

**Tryb hamowania R**: tryb hamowania dla pociągów pasażerskich i szybkich pociągów towarowych, z określonym czasem uruchomienia hamulców i czasem zwolnienia hamulców jak dla trybu hamowania P oraz z określoną minimalną względną masą hamującą.

**Hamulce Ep (pośredni hamulec elektropneumatyczny)**: hamulec pomocniczy dla pośredniego hamulca pneumatycznego, w którym zastosowano sygnały elektryczne w pociągu i zawory elektropneumatyczne w pojeździe, dzięki czemu hamulec ten rozpoczyna funkcjonowanie szybciej, lecz z mniejszym szarpaniem, niż konwencjonalny hamulec pneumatyczny.
**Hamowanie nagłe**: Hamowanie nagłe jest sygnałem dla układu hamulcowego, które zatrzymuje pociąg dla zapewnienia określonego poziomu bezpieczeństwa bez jakiegokolwiek pogorszenia stanu układu hamulcowego.
Minimalna skuteczność hamowania dla trybów hamowania G i P powinna być zgodna z tabelicą poniżej:

**Tablica 4.1. Minimalna skuteczność hamowania G i P.**

| Tryb hamowania zakres $T_e$ | Typ wagonu | Urządzenie sterownicze | Obcią-żenie | Wymagane przy 100 km/h | | Wymagane przy 120 km/h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Max. | Min. | Max. | Min. |
| hamowanie P $1{,}5 \leq T_e \leq 3$ s | Wszystkie | Wszystkie | Próżny | **S = 480 m**<br>λ= 100 % ([1])<br>γ= 0,91 m/s$^2$ ([1]) | **Przypadek A – klocki kompozytowe :**<br>**S = 390 m,** λ = 125 %, γ =1,15 m/s2<br>**Przypadek B – inne przypadki:**<br>**S = 380 m,** λ = 130 %, γ =1,18 m/s2 | **S = 700 m**<br>λ = 100 %<br>γ = 0,88 m/s2 | **Przypadek A – klocki kompozytowe :**<br>**S = 580 m,** λ = 125 %, γ = 1,08 m/s2<br>**Przypadek B – inne przypadki:**<br>**S = 560 m,** λ = 130 %, γ =1,13 m/s2 |
| | „S1" ([2]) | Urządzenie przełączające „próżne-załadowane" | Ładunek częściowy | **S = 810 m**<br>λ = 55 %<br>γ = 0,51 m/s$^2$ | **Przypadek A – klocki kompozytowe :**<br>**S = 390 m,** λ = 125 %, γ = 1,15 m/s2<br>**Przypadek B – inne przypadki:**<br>**S = 380 m,** λ = 130 %, γ =1,18 m/s2 | | |
| | | | ŁADOWNY maks. 22,5t/oś | **S = 700 m**<br>λ = 65 %<br>γ = 0,60 m/s$^2$ | **Przypadek A – Hamulce tylko na kołach (klocki hamulcowe) :**<br>S = większy z (**S = 480 m**, λ= 100 %, γ = 0,91 m/s$^2$)<br>albo (**S otrzymane ze średniej siły opóźniającej 16,5 kN na oś** ([5]))<br>**Przypadek B – Inne przypadki:**<br>**S = 480 m,** λ = 100 %, γ =0,91 m/s$^2$ | | |
| | „S2"([3]) | Przekładnik z ciągłą regulacją hamowności | ŁADOWNY maks. 22,5t/oś | **S = 700m**<br>λ = 65 %<br>γ = 0,60 m/s$^2$ | **Przypadek A – Hamulce tylko na kołach (klocki hamulcowe) :**<br>S = większy z (**S = 480 m**, λ= 100 %, γ = 0,91 m/s$^2$)<br>albo<br>(**S otrzymane ze średniej siły opóźniającej 16,5 kN na oś** ([5])).<br>**Przypadek B – Inne przypadki:**<br>**S = 480m,** λ = 100 %, γ =0,91 m/s2 | | |
| | „SS" ([4]) | Przekładnik z ciągłą regulacją hamowności | ŁADOWNY maks. 22,5t/oś | | | **Przypadek A – Hamulce tylko na kołach (klocki hamulcowe) :**<br>S = większy z (**S = 700m**, λ = 100 %, γ = 0,88 m/s$^2$) albo<br>(**S otrzymane ze średniej siły opóźniającej 16 kN naoś** ([6])).<br>**Przypadek B – Inne przypadki:**<br>**S = 700m,** λ = 100 %, γ = 0,88 m/s$^2$ | |
| hamowanie G $9 \leq T_e \leq 15$ s | | | | Moc hamowania wagonów w położeniu G nie powinna być oceniana oddzielnie. Masa hamowna wagonu w położeniu G powinna być taka sama, jak masa hamowna w położeniu P. | | | |

([1]) S jest otrzymywane według załącznika S, „λ" = ((C/S)-D) według załącznika S, „γ" = ((prędkość (km/h))/3,6)2)/(2 × (S - ((Te) × (prędkość (km/h)/3,6)))), dla Te = 2 s.
([2]) Wagon „S1" jest wagonem z urządzeniem przełączającym „próżne-załadowane".
([3]) Wagon „S2" jest wagonem z przekładnikiem z ciągłą regulacją hamowności.
([4]) Wagon „SS" powinien być wyposażony w przekładnik z ciągłą regulacją hamowności.
([5]) Maksymalna dopuszczalna średnia siła opóźnienia (przy 100 km/h) wynosi 18 × 0,91 = 16,5 kN/oś. Wielkość ta jest pochodną maksymalnej dopuszczalnej energii hamowania przyłożonej do koła hamowanego zaciskowo z nominalną nową średnicą w zakresie [920 mm; 1 000 mm] podczas hamowania (masa hamująca powinna być ograniczona do 18 ton). Koła o nominalnej nowej średnicy (< 920 mm) i/lub z hamulcami naciskowymi powinny być dopuszczane zgodnie z zasadami obowiązującymi w danym kraju.
([6]) Maksymalna dopuszczalna średnia siła opóźnienia (przy 120 km/h) wynosi 18 × 0,88 = 16 kN/oś. Wielkość ta jest pochodną maksymalnej dopuszczalnej energii hamowania przyłożonej do koła hamowanego zaciskowo z nominalną nową

średnicą w zakresie [920 mm; 1 000 mm] podczas hamowania (masa hamująca powinna być ograniczona do 18 ton). Koła o nominalnej nowej średnicy (< 920 mm) i/lub hamulcami naciskowymi powinny być dopuszczane zgodnie z zasadami obowiązującymi w danym kraju.

Tablica ta zawiera dane dla prędkości odniesienia 100 km/h i obciążenia na oś 22,5 t oraz prędkości 120 km/h i obciążenia na oś 22,5 t. Większe obciążenie na oś może zostać dopuszczone w konkretnych warunkach eksploatacyjnych zgodnie z zasadami obowiązującymi w danym kraju. Dopuszczalne największe obciążenie na oś powinno być zgodne z wymogami infrastruktury.

Jeżeli wagon jest wyposażony w urządzenia przeciwpoślizgowe kół (WSP), to podane powyżej osiągi powinny być osiągane bez aktywacji urządzeń przeciwpoślizgowych kół i zgodnie z warunkami określonymi w załączniku S. TSI WAG (8.12.2006 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 344).

Inne tryby hamowania (np. tryb hamowania R) są dopuszczalne zgodnie z zasadami obowiązującymi w danym kraju i z obowiązkowym zastosowaniem WSP, jak określono w podpunkcie 4.2.4.1.2.6. TSI WAG (8.12.2006 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 344).

**Zawór przyspieszacza opróżniania przewodu hamulcowego**

Jeżeli przyspieszacz opróżniania przewodu hamulcowego jest oddzielnie instalowany w wagonie, to powinno być możliwe jego odcinanie od przewodu hamulcowego za pomocą specjalnego urządzenia. Wagon powinien być wyraźnie oznakowany w celu wskazania urządzenia odcinającego, albo urządzenie to powinno być zabezpieczone plombą w położeniu „otwarte”.

### 4.1.1.3. Części mechaniczne

Części hamulca powinny być zmontowane w sposób zapobiegający jakiemukolwiek częściowemu albo całkowitemu odłączeniu tych części.

**— Regulator luzu hamulcowego**

Powinno być zainstalowane urządzenie do automatycznego utrzymywania luzu konstrukcyjnego wewnątrz pary ciernej.

Powinien być zachowany minimalny luz wynoszący 15 mm między obwiednią regulatora luzu hamulcowego a innymi częściami.

Odpowiednie rozwiązania powinny zawsze zapewniać niezbędne prześwity dla skrajnych położeń regulatora luzu hamulcowego i przyłączy.

Nie jest wymagana specjalna obwiednia dla regulatora luzu hamulcowego w wózku. Jednakże dla wszystkich warunków projektowych należy zapewnić minimalny wymagany prześwit między regulatorem luzu hamulcowego a innymi komponentami, dla zapobiegania stykowi. Gdyby wymagane były mniejsze prześwity, należy wykazać, dlaczego nie dojdzie do styku.

**— Półsprzęg pneumatyczny**

Otwór głowicy sprzęgu samoczynnego hamulca pneumatycznego powinien być skierowany w lewo, patrząc w kierunku końca pojazdu. Otwór głowicy sprzęgu głównego zbiornika powinien być skierowany w prawo, patrząc w kierunku końca wagonu.

Pojazdy powinny być wyposażone w urządzenia umożliwiające zawieszenie nieużywanych sprzęgów na wysokości przynajmniej 140 mm nad poziomem szyny, aby zapobiec uszkodzeniom oraz – w miarę możliwości – przedostawaniu się ciał obcych do wnętrza sprzęgu.

#### 4.1.1.4. Zbiornik energii

Zbiornik energii powinien być wystarczający dla uzyskania maksymalnej siły hamowania podczas hamowania nagłego przy prędkości maksymalnej, niezależnie od stanu załadowania wagonu, bez żadnego dodatkowego zaopatrzenia w energię (np. dla pośredniego układu hamulca pneumatycznego: tylko przewód hamulcowy bez uzupełnienia przez przewód zbiornika głównego). W przypadku, gdy wagon jest wyposażony w WSP, powyższy warunek dotyczy WSP w pełni funkcjonującego (tzn. system WSP pobiera powietrze z układu zasilania).

#### 4.1.1.5. Ograniczenia energetyczne

Układ hamulcowy powinien być skonstruowany tak, aby pojazd mógł poruszać się na wszystkich istniejących liniach transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych.

Układ hamulcowy powinien zatrzymać wagon załadowany i utrzymać prędkość wagonu bez jakichkolwiek uszkodzeń termicznych albo mechanicznych w następujących warunkach:

1. Dwa kolejne hamowania nagłe od prędkości maksymalnej do zatrzymania na torze prostym i poziomym, przy minimalnym wietrze i suchych szynach.
2. Utrzymanie prędkości 80 km/h na zboczu o przeciętnym nachyleniu 21 ‰ i długości 46 km. (Zboczem referencyjnym jest południowe zbocze linii St. Gothard między Airolo a Biasca.)

#### 4.1.1.6. Zabezpieczenie przed poślizgiem kół (WSP)

System zabezpieczenia przed poślizgiem kół (WSP) jest systemem skonstruowanym dla zapewnienia pełnego użytku z dostępnej przyczepności poprzez kontrolowaną redukcję i przywracanie siły hamowania, aby zapobiec blokowaniu i niekontrolowanemu poślizgowi zestawów kołowych, co służy optymalizacji drogi hamowania. Układ WSP nie powinien zmieniać funkcjonalnej charakterystyki hamulców. Urządzenia pneumatyczne wagonu powinny być dobrane tak, aby zużycie powietrza przez WSP nie wpływało negatywnie na skuteczność hamulca pneumatycznego. W procesie konstrukcyjnym WSP należy uwzględnić fakt, że WSP nie może mieć ujemnego wpływu na części składowe pojazdu (hamulce, powierzchnia toczna koła, maźnice itd.).

W WSP powinny być wyposażone następujące typy wagonów:

a) wyposażone w klocki hamulcowe ze staliwa albo materiału spiekanego, dla których maksymalne średnie wykorzystanie przyczepności (δ) jest większe od 12 % (Lambda ≥ 135 %). Maksymalne średnie wykorzystanie przyczepności jest przedstawiane przez obliczenie średniej przyczepności (δ) na podstawie dróg hamowania otrzymanych z zakresu możliwych mas pojazdu. Parametr δ jest zatem związany ze zmierzonymi

drogami hamowania niezbędnymi dla określenia skuteczności hamowania (δ = f(V, Te, droga zatrzymania)).

b) wyposażone tylko w hamulce tarczowe, dla których maksymalne średnie wykorzystanie przyczepności (definicja maksymalnego średniego wykorzystania przyczepności (δ) – patrz wyżej) jest większe od 11 % i mniejsze od 12 % (125 < Lambda ≤ 135 %).

c) o maksymalnej prędkości eksploatacyjnej ≥ 160 km/h.

### 4.1.1.7. Zasilanie w sprężone powietrze

Wagony towarowe powinny być skonstruowane z możliwością pracy ze sprzężonym powietrzem zgodnie przynajmniej z klasą 4.4.5 według definicji w normie ISO 8573-1.

### 4.1.1.8. Hamulec postojowy

Hamulec postojowy służy do zapobiegania ruchowi zaparkowanego taboru w określonych warunkach, z uwzględnieniem miejsca, wiatru, nachylenia terenu i stanu załadowania taboru, aż do czasu umyślnego zwolnienia tego hamulca.

Nie ma obowiązku wyposażenia wszystkich wagonów w hamulec postojowy. Zasady eksploatacyjne uwzględniające fakt, że nie wszystkie wagony w pociągu są wyposażone w takie hamulce, są opisane w TSI „Ruch kolejowy”.

Jeżeli wagon jest wyposażony w hamulec postojowy, to powinien on spełniać następujące wymogi:

Energia dla postojowego wysiłku hamowania powinna pochodzić z innego źródła niż dla samoczynnego hamulca służbowego/bezpieczeństwa.

Hamulec postojowy powinien działać na przynajmniej połowę zestawów kołowych, przy minimum 2 zestawach kołowych na wagon.

W przypadku, gdy nie ma możliwości wizualnego sprawdzenia stanu hamulca postojowego, na zewnątrz pojazdu po obu stronach powinien znajdować się wskaźnik ukazujący stan tego hamulca.

Hamulec postojowy wagonu powinien być dostępny i obsługiwany z ziemi albo na pojeździe. Uruchamianie hamulca postojowego powinno być wykonywane uchwytem albo kołem, lecz do obsługi z ziemi mogą być używane tylko koła. Hamulce postojowe, które są dostępne z ziemi, powinny być dostępne po obydwu stronach pojazdu. Uchwyty albo koła powinny uruchamiać hamulec, gdy są obracane w prawo.

W przypadku, gdy elementy sterowania hamulca postojowego są umieszczone wewnątrz pojazdu, powinny być one dostępne z obu stron pojazdu. W przypadku, gdy na działanie hamulca postojowego może nakładać się działanie innych rodzajów hamulców, czy to podczas jazdy, czy na postoju, urządzenia wagonu powinny być w stanie wytrzymać przykładane obciążenia przez cały okres żywotności wagonu.

Powinna istnieć możliwość ręcznego zwalniania hamulca postojowego w sytuacjach awaryjnych na postoju.

Hamulec postojowy powinien spełniać następujące wymagania:

**Tablica 4.2. Wymagania dla hamulca postojowego**

| | |
|---|---|
| Wagon nie wymieniony poniżej. | Przynajmniej 20 % wagonów powinno posiadać hamulec postojowy obsługiwany z wagonu (pomost albo korytarz) albo z ziemi. |
| Wagony zbudowane specjalnie do transportu wymienionych poniżej ładunków wymagających środków bezpieczeństwa lub/i zgodnie z dyrektywą Rady 96/49/WE (RID): żywe zwierzęta; ładunki łatwo tłukące się; gazy sprężone albo skroplone, materiały wydzielające łatwopalne gazy w kontakcie z wodą i mogące być przyczyną zapłonu; kwasy; płyny korodujące albo zapalne; ładunki mogące ulec samozapłonowi, łatwopalne albo wybuchowe. | Jeden na wagon, obsługiwany z wagonu (pomost albo korytarz) |
| Wagony, w których specjalne akcesoria do mocowania ładunku powinny być traktowane z ostrożnością, tzn. wagony na butle szklane w oplocie, słoje albo beczki; cysterny aluminiowe; zbiorniki wykładane ebonitem albo emaliowane; wagony z żurawiami (lub/i zgodnie z dyrektywą Rady 96/49/WE (RID)) | Jeden na wagon, obsługiwany z wagonu (pomost albo korytarz) |
| Wagony z nadbudową do specjalistycznego transportu pojazdów drogowych, w tym wagony piętrowe do transportu samochodów osobowych. | Jeden na wagon, obsługiwany z wagonu (pomost albo korytarz), oraz 20 % wagonów wyposażonych w hamulec postojowy również obsługiwany z podłogi wagonu. |
| Wagony do transportu zdejmowanych kontenerów typu „swap body” do przeładunku poziomego. | Jeden na wagon, obsługiwany z ziemi |
| Wagony składające się z kilku jednostek sprzężonych na stałe. | Przynajmniej dwie osie (jedna oś na jedną jednostkę) |

Hamulec postojowy powinien być skonstruowany tak, aby utrzymać całkowicie załadowane wagony na stoku o nachyleniu 4,0 % z maksymalną przyczepnością 0,15 przy braku wiatru.

## 4.2. *Wymagania zasadnicze dla taboru o maksymalnej prędkości wynoszącej co najmniej 190 km/h*

### 4.2.1. Minimalna skuteczność hamowania

a) Pociągi powinny być wyposażone w system kontroli hamowania z jednym lub kilkoma poziomami opóźnienia. Zalecane poziomy skuteczności określające minimalną moc hamowania podane są w tablicach 4.3 i 4.4. Należy wykazać całkowite spełnienie tych wymaganych parametrów pracy oraz bezpieczeństwo pracy układu hamowania.

b) Należy podkreślić, że wartości w tablicy 4.3 poniżej są właściwe dla taboru i nie mogą być interpretowane jako bezwzględne wartości parametrów do celów definiowania krzywych drogi hamowania wymaganych przez podsystem „Sterowanie".

c) Skuteczność: pociąg powinien charakteryzować się możliwością uzyskania minimalnego średniego opóźnienia w obrębie każdego niżej wymienionego zakresu prędkości.

**Tablica 4.3. Minimalne poziomy skuteczności hamowania**

| Tryb hamowania | $t_e$ [s] | Minimalne średnie opóźnienie zmierzone od końca czasu $t_e$ do osiągnięcia prędkości | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 350− 300 | 300− 230 (km/h) | 230− 170 (km/h) | 170− 0 (km/h) |
| Przypadek A − Hamowanie awaryjne z wyłączeniem niektórych urządzeń | 3 | 0,75 | 0,9 | 1,05 | 1,2 |
| Przypadek B − Hamowanie awaryjne z wyłączeniem niektórych urządzeń i przy niekorzystnych warunkach meteorologicznych | 3 | 0,60 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |

$t_e$ [s] = Czas równoważny uruchomieniu hamulców: suma zwłoki i połowy czasu wytwarzania siły hamowania, gdzie czas wytwarzania siły hamowania definiowany jest jako czas potrzebny do osiągnięcia 95 % wymaganej siły hamowania.

Przypadek A

— Tor poziomy i pociąg normalnie obciążony, jak określono w pkt 4.2.3.2, na suchych szynach (1) oraz niżej określony tryb najbardziej obniżonej sprawności:

— Jeden hamulec dynamiczny, który może funkcjonować niezależnie od pozostałych hamulców dynamicznych, jest wyłączany, jeżeli jest niezależny od przewodu jezdnego, lub wszystkie hamulce dynamiczne są wyłączane, jeżeli są zależne od napięcia przewodu jezdnego.

— Lub nie działa jeden niezależny moduł układu hamulcowego, który rozprasza energię kinetyczną poprzez nagrzewanie szyn, jeżeli układ ten jest niezależny od hamulca dynamicznego.

Przypadek B

Jak w przypadku A, oraz:

— Wyłączany jest jeden zawór rozdzielczy lub równoważne samopodtrzymujące urządzenie sterujące działające na hamulec cierny z jednego lub dwóch wózków.

oraz:

— Zmniejszona jest przyczepność koła do szyny

oraz:

— Współczynnik tarcia okładzin hamulcowych/klocków hamulcowych ulega zmniejszeniu z powodu wilgoci.

Pełny proces oceny zamieszczono w załączniku P. TSI HS RST (26.3.2008 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 84)

*Uwaga 1:* W ramach istniejącej infrastruktury zarządcy infrastruktury mogą zdefiniować dalsze wymagania ze względu na różne systemy BKJP Klasy B w ich części transeuropejskiej sieci kolei dużych prędkości (patrz rejestr infrastruktury), np. dodatkowe układy hamowania lub zmniejszone prędkości eksploatacyjne dla danych długości drogi hamowania.

*Uwaga 2:* Normalne warunki hamowania zasadniczego zdefiniowano w punkcie 4.2.4.4. TSI HS RST (26.3.2008 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 84)

d) Długość drogi do zatrzymania: Długość drogi do zatrzymania „ S” obliczona jako funkcja minimalnego opóźnienia zdefiniowanego powyżej z zastosowaniem następującego wzoru:

$$S = V_0 \times t_e + (V_0^2 - V_1^2)/2ab_1 + (V_1^2 - V_2^2)/2ab_2 + \ldots + Vn^2/2ab_{n+1}$$

gdzie:

$V_0$ - prędkość początkowa (m/s)

$V_1 \cdots Vn$ - prędkość określona w tablicy 4.3 (m/s)

$ab_1 \cdots ab_{n+1}$ - opóźnienie określone dla danego zakresu prędkości ($m/s^2$)

$t_e$ - czas równoważny uruchomieniu hamulców

Na przykład, w tablicy 4.4, przy użyciu danych z tablicy 4.3, określono następujące drogi do zatrzymania od poszczególnych prędkości początkowych:

**Tablica 4.4. Maksymalne drogi do zatrzymania**

| Tryb hamowania | $t_e$ [s] | Droga do zatrzymania nie powinna przekroczyć [m] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 350− 300 (km/h) | 300− 230 (km/h) | 230− 170 (km/h) | 170− 0 (km/h) |
| Przypadek A − Hamowanie awaryjne z wyłączeniem niektórych urządzeń | 3 | 5360 | 3650 | 2430 | 1500 |
| Przypadek B − Hamowanie awaryjne z wyłączeniem niektórych urządzeń i przy niekorzystnych warunkach meteorologicznych | 3 | 6820 | 4690 | 3130 | 1940 |

e) Warunki dodatkowe:

Dla przypadków A i B, gdy brane jest pod uwagę hamowanie awaryjne:

Udział elektrycznych hamulców dynamicznych uwzględnia się w obliczaniu wyżej określonej skuteczności tylko wtedy, gdy:

- ich działanie jest niezależne od obecności napięcia w sieci trakcyjnej, lub
- jest to dopuszczone przez państwo członkowskie

Przy obliczaniu skuteczności hamowania awaryjnego dopuszcza się uwzględnienie udziału układów hamowania, które rozpraszają energię kinetyczną poprzez nagrzewanie szyn, zgodnie z warunkami określonymi w pkt 4.2.4.5. TSI HS RST (26.3.2008 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 84)

Hamulce elektromagnetyczne, które stykają się z szyną nie mogą być stosowane przy prędkościach większych niż 280 km/h. Przy ocenie skuteczności hamowania awaryjnego na wszystkich liniach dopuszcza się uwzględnienie w hamowaniu udziału hamulców elektromagnetycznych niezależnych odprzyczepności koła do szyny, jako środków zapewniających odpowiednią skuteczność hamowana.

### 4.2.2. Graniczne współczynniki przyczepności między kołem hamującym a szyną

Przy projektowaniu pociągu oraz obliczaniu skuteczności hamowania nie należy zakładać wartości współczynników przyczepności koło/szyna wyższych niż niżej podane. Dla prędkości poniżej 200 km/h największy zakładany współczynnik przyczepności koło/szyna w warunkach hamowania nie może przekraczać 0,15. Dla prędkości powyżej 200 km/h zakłada się, że współczynnik maksymalny przyczepności koło/szyna maleje liniowo do wartości 0,1 przy prędkości 350 km/h.

Do obliczeń mających na celu sprawdzenie skuteczności hamowania przyjmuje się pociąg w pełnej gotowości eksploatacyjnej z normalnym obciążeniem (określonym w pkt. 4.2.3.2) TSI HS RST (26.3.2008 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 84).

### 4.2.3. Wymagania dotyczące układu hamulcowego

Układ hamulcowy powinien być sprawdzony pod kątem spełniania warunków bezpieczeństwa określonych w dyrektywie 96/48/WE. Wymaganie to jest spełnione np. poprzez zastosowanie układów spełniających wymagania UIC.

Układ hamulcowy powinien spełniać następujące wymagania:

Dla całego pociągu:

- Użycie hamulca awaryjnego, niezależnie od powodu, musi automatycznie odcinać całe zasilanie trakcji, bez możliwości ponownego włączenia zasilania trakcji podczas działania hamulca awaryjnego;
- Maszynista w normalnej pozycji do jazdy musi mieć możliwość uruchomienia hamulca awaryjnego w każdej sytuacji;
- Pojazdy muszą być wyposażone w urządzenia zapobiegające poślizgowi w warunkach hamowania, w celu opanowania poślizgu kół w przypadku zmniejszonej przyczepności koła do szyny;
- Uruchomienie hamulca awaryjnego przez maszynistę za pomocą zaworu hamującego lub innego elementu sterującego hamulcem awaryjnym, jak również za pomocą urządzeń do monitorowania prędkości, powinno mieć skutek natychmiastowy i równoczesny.
  - Nagły spadek ciśnienia w głównym przewodzie hamulcowym do $\leq$ 2 bar. Kabina maszynisty powinna być wyposażona w zawór hamulca dla maszynisty oraz w dodatkowy element sterujący hamulcem awaryjnym, jako element zapasowy.
  - Przerwanie ponownego napełniania głównego przewodu hamulcowego

W przypadku pociągów krótszych niż 250 m oraz spełnienia warunku czasu równoważnego uruchomieniu hamulców $t_e$ = 3 s lub mniej, nie jest wymagane przerywanie ponownego napełniania głównego przewodu hamulcowego.

  - Uruchomienie hamulca elektropneumatycznego (hamulec ep), jeżeli jest zainstalowany

W przypadku pociągów krótszych niż 250 m oraz spełnienia warunku czasu równoważnego uruchomieniu hamulców te = 3 s lub mniej, nie jest wymagane sterowanie hamulca elektropneumatycznego.

- Uruchomienie pełnej siły hamowania w odniesieniu do skuteczności określonej w pkt 4.2.1.
- Odcięcie zasilania trakcji.

- Hamowanie zasadnicze: uruchomienie pełnego hamowania zasadniczego powinno powodować odłączenie trakcji bez automatycznego przywrócenia zasilania trakcji.
- Pełne hamowanie zasadnicze jest definiowane jako hamowanie wynikające z zastosowania maksymalnej siły hamowania dostępnej w zakresie hamowania zasadniczego, poniżej siły hamowania awaryjnego

Hamowanie elektryczne:

- Udział hamulców elektrycznych powinien być zgodny z wymaganiami określonymi w pkt. 4.2.4.1.e. (TSI HS RST 26.3.2008 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 84)
- Jeśli instalacje elektroenergetyczne (podstacje) są do tego przystosowane, oddawanie energii elektrycznej wytwarzanej podczas hamowania jest dopuszczalne, ale nie może powodować przekroczenia wartości granicznych napięcia określonych w normie EN 50163:2004, pkt. 4.1.

Wszystkie pojazdy szynowe powinny być wyposażone w możliwość odłączania hamulców i sygnalizację stanu hamulców.

Oprócz tego, pociągi o prędkości maksymalnej większej niż 200 km/h należy wyposażyć w układ diagnostyki awarii układu hamulcowego.

### 4.2.4. Skuteczność hamowania zasadniczego

Oprócz warunków technicznych wymaganych w pkt 4.2.1 „Minimalna skuteczność hamowania”, pociągi muszą uzyskiwać średnie opóźnienia w warunkach eksploatacyjnych określone w tablicy 4.5.

**Tablica 4.5. Minimalne średnie poziomy opóźnienia dla hamowania zasadniczego**

| Tryb hamowania | $t_e$ [s] | Minimalne średnie opóźnienie zmierzone od końca czasu $t_e$ do osiągnięcia prędkości docelowej [m/s$^2$] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 350− 300 (km/h) | 300− 230 (km/h) | 230− 170 (km/h) | 170− 0 (km/h) |
| Hamowanie zasadnicze | 2 | 0,30 | 0,35 | 0,6 | 0,6 |

$t_e$ [s] = równoważny czas uruchomienia

Opóźnienia te powinny być uzyskiwane przez pociąg jadący po torze poziomym, w składzie określonym w pkt. 4.2.1, Przypadek A.

### 4.2.5. Hamulce wiroprądowe

Niniejszy ustęp dotyczy powiązań podsystemu „ Infrastruktura” związanych z wykorzystaniem szynowych hamulców wiroprądowych.

Jak wyszczególniono w TSI „ Infrastruktura" dla kolei dużych prędkości, wyd. 2006, zastosowanie tego typu hamulca, działającego niezależnie od przyczepności, na liniach (które mają zostać wybudowane, zmodernizowanych lub łączących) transeuropejskiej sieci kolei dużych prędkości jest dozwolone na następujących warunkach:

- Do hamowania awaryjnego na wszystkich liniach oprócz niektórych określonych linii łączących wymienionych w rejestrze infrastruktury.
- Do pełnego lub normalnego hamowania zasadniczego na odcinkach linii, gdzie zezwala na to zarządca infrastruktury. W tym przypadku warunki ich stosowania powinny być zamieszczone w rejestrze infrastruktury.

Pociągi wyposażone w tego typu hamulce muszą spełniać następujące wymagania techniczne:

- Hamulce niezależne od przyczepności kół do szyn są dopuszczone do stosowania od prędkości maksymalnej do 50 km/h. ($V_{max} \geq V \geq 50$ km/h)
- Maksymalne średnie opóźnienie musi być mniejsze od 2,5 $m/s^2$ (wartość ta, związana z wzdłużną wytrzymałością toru, musi zostać spełniona przy zastosowaniu wszystkich hamulców).
- W najmniej korzystnym przypadku, tj. dla wielu trakcyjnych pociągów zespołowych połączonych w trakcji wielokrotnej w pociąg o największej dopuszczalnej długości, największa wzdłużna siła hamowania wywierana na tor przez hamulec wiroprądowy nie może przekraczać:
- 105 kN dla hamowania z siłą niższą niż 2/3 pełnego hamowania zasadniczego
- Wartości zmiennych liniowo od 105 kN do 180 kN dla hamowania z siłą od 2/3 do pełnego hamowania zasadniczego
- 180 kN dla pełnego hamowania zasadniczego
- 360 kN podczas hamowania awaryjnego

Dopuszcza się uwzględnienie udziału hamulców niezależnych od przyczepności koło/szyna w obliczaniu skuteczności hamowania, jak w pkt. 4.2.1 Przyjmuje się przy tym, że zapewniona jest bezpieczna praca tego typu hamulców i ich skuteczność nie ulega gwałtownemu pogorszeniu przy awarii pojedynczego elementu.

### 4.2.6. Zabezpieczenie unieruchomionego pociągu

W przypadku przerwania zasilania sprężonym powietrzem lub awarii zasilania elektrycznego, musi być zapewniona możliwość utrzymania na postoju pociągu z normalnym obciążeniem (określonym w pkt. 4.2.3.2 TSI HS RST 26.3.2008 PL Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 84) na torze o nachyleniu 35 %, poprzez zastosowanie wyłącznie hamulca ciernego, nawet w przypadku wyłączenia jednego zaworu rozdzielczego, przez co najmniej dwie godziny.

Musi być zapewniona możliwość utrzymania przez nieograniczony czas na postoju pociągu z normalnym obciążeniem na torze o nachyleniu 35 %. Jeżeli hamulec postojowy nie jest wystarczający do tego celu, pociąg powinien mieć na pokładzie inne środki zapewniające spełnienie tego warunku.

### 4.2.7. Skuteczność hamowania na torach o dużym nachyleniu

Skuteczność termiczna hamowania powinna umożliwić jazdę po torze o maksymalnym nachyleniu, określonym w pkt. 4.2.5 TSI „ Infrastruktura" dla kolei dużych prędkości, wyd. 2006, z prędkością równą co najmniej 90 % maksymalnej prędkości eksploatacyjnej pociągu. Skuteczność termiczna hamowania jest wykorzystywana do obliczania granicznego dopuszczalnego nachylenia toru, przy którym pociąg może jechać z prędkością maksymalną.

Stosowane są te same warunki obciążania pociągu, środków służących do hamowania oraz stanu toru, jak do przypadku A hamowania awaryjnego, określonego w pkt. 4.2.1 c i e. Spełnienie tego wymagania należy potwierdzić obliczeniowo.

### 4.2.8. Wymagania dla hamulców do celów ratowniczych

Wymagania dotyczące pneumatycznych urządzeń hamulcowych pociągów dużych prędkości dla celów holowania są następujące:

1. Czas napełniania cylindra hamulca do 95 % ciśnienia maksymalnego: 3− 5 sekund, 3− 6 sekund z systemem hamowania pod obciążeniem.
2. Czas uwolnienia ciśnienia z cylindra do 0,4 bara: minimum 5 sekund.
3. Zmniejszenie ciśnienia w przewodzie hamulcowym w celu uzyskania maksymalnego ciśnienia w cylindrze hamulcowym: 1,5 ± 0,1 bar (wartość ta pochodzi o ciśnienia znamionowego w przewodzie hamulcowym równego 5,0 ± 0,05 bar).
4. Wrażliwość hamulca na powolny spadek ciśnienia powinna być taka, aby hamulec nie został uruchomiony, gdy normalne ciśnienie robocze spadnie o 0,3 bara w ciągu jednej minuty.
5. Wrażliwość hamulca na powolny spadek ciśnienia powinna być taka, aby hamulec został uruchomiony w czasie 1,2 sekundy, gdy normalne ciśnienie robocze spadnie o 0,6 bara w ciągu 6 sekund.
6. Każdy hamulec, w tym także hamulec postojowy, powinien być wyposażony w wyłącznik.
7. Zmiana ciśnienia w przewodzie hamulcowym powinna umożliwiać uzyskanie co najmniej pięciu stopni siły hamowania.
8. Należy zapewnić sygnalizację stanu hamulców (uruchomione/zwolnione), w tym także hamulca postojowego.

Jeżeli pokładowy system hamulcowy jest inicjowany przez systemy inne niż pneumatyczne, informacje o systemie pneumatycznym podawane na sprzęgu powinny powodować działanie równoważne z wyżej opisanym.

# 5. OZNACZENIE CZOŁA I KOŃCA POCIĄGU

Przewoźnik kolejowy musi zapewnić wyposażenie pociągów w środki umożliwiające identyfikację przodu i końca pociągu.

Interfejs ten dotyczy wymagań technicznych odnośnie chromatyczności oraz jaskrawości świateł głównych pojazdu, w celu zapewnienia właściwej widoczności przytorowych znaków odblaskowych oraz odzieży odblaskowej.

## 5.1. *Oznaczenie czoła pociągu*

Przewoźnik kolejowy musi zagwarantować, by zbliżający się pociąg był wyraźnie widoczny i rozpoznawalny jako taki, poprzez obecność i rozmieszczenie zapalonych białych świateł przednich. Ma to umożliwić odróżnienie zbliżającego się pociągu od znajdujących się w pobliżu pojazdów drogowych oraz innych poruszających się obiektów.

Zwrócony w kierunku jazdy przód pojazdu czołowego musi być wyposażony w trzy światła, tworzące kształt trójkąta równoramiennego. Światła te muszą być zawsze włączone, gdy pociąg ciągnięty jest z tej strony.

Światła przednie muszą zapewniać optymalną widoczność pociągu, umożliwiać odpowiednią widoczność maszyniście pociągu w nocy oraz w warunkach złej widoczności, a także nie mogą oślepiać maszynistów pociągów nadjeżdżających z przeciwka.

### 5.1.1. Tabor dużych prędkości

#### *5.1.1.1.* Reflektor przedni

Na czole pociągu należy zapewnić dwa białe światła, umieszczone w poziomej linii na tej samej wysokości względem poziomu szyn, rozstawione symetrycznie względem osi pojazdu i oddalone o co najmniej 1 300 mm. W sytuacjach, gdy zaostrzona część dziobowa nie pozwala uzyskać rozstawu 1 300 mm, dopuszczalne jest zmniejszenie tego wymiaru do 1000 mm. Lampy muszą być zainstalowane na pojeździe w taki sposób, aby znajdowały się na wysokości od 1 500 do 2 000 mm nad poziomem szyn oraz natężenie oświetlenia na poziomie szyn w odległości większej lub równej 100 m było mniejsze niż 0,5 luksa.

Każdy reflektor przedni powinien być źródłem światła białego i mieć średnicę 170 mm. Dopuszczalne jest używanie nieokrągłych lamp głównych, w których minimalna powierzchnia oświetlona powinna być równa 22 000 mm$^2$, a jej najmniejszy wymiar powinien być równy 110 mm.

##### *5.1.1.1.1. Wymagania fotometryczne*

Światłość reflektorów przednich, zmierzona w osi reflektora przedniego, powinna być równa wartościom w tablicy 5.1.

**Tablica 5.1. Światłość lamp głównych**

| Wagony | Lampa główna przyciemniona | Lampa przednia z pełną mocą |
|---|---|---|
| Światłość [cd] w osi lampy | 12 000 ÷ 16 000 | > 40 000 |
| Światłość [cd] przy każdym kącie w zakresie $5^0$ od osi po każdej stronie osi w płaszczyźnie poziomej | > 3 000 | > 10 |

### *5.1.1.2.* Światła sygnałowe

Na czole pociągu należy zapewnić trzy białe światła sygnałowe. Dwa światła sygnałowe muszą być umieszczone w poziomej linii na tej samej wysokości względem poziomu szyn, rozstawione symetrycznie względem osi pojazdu, natomiast trzecie światło sygnałowe musi być umieszczone centralnie powyżej dwóch wspomnianych dolnych świateł.

Widmo barwne emitowanego światła jest w przeważającej części odpowiedzialne za rozpoznawanie kolorów znaków. Wszystkie źródła światła powinny zapewniać brak znaczących zniekształceń koloru w trakcie rozpoznawania kolorów znaków i innych obiektów.

Każda lampa czołowa powinna być źródłem światła białego i mieć średnicę przynajmniej 170 mm. Dopuszczalne jest używanie nieokrągłych lamp czołowych, w których minimalna powierzchnia oświetlona powinna być równa 22 000 mm$^2$, a jej najmniejszy wymiar powinien być równy 110 mm.

#### *5.1.1.2.1. Wymagania fotometryczne*

Lampy zainstalowane w pojeździe powinny osiągać światłość podaną w tablicach 5.2 i 5.3, mierzoną wzdłuż osi lampy czołowej.

**Tablica 5.2. Światłość lamp czołowych**

| | **Przyciemniona dolna lampa czołowa** | **Dolna lampa czołowa z pełną mocą** |
|---|---|---|
| Światłość [cd] w osi lampy | Minimum 100 | 300 ÷ 700 |
| Światłość [cd] przy każdym kącie pod kątem 45$^0$ od osi po każdej stronie osi w płaszczyźnie poziomej | 20 ÷ 40 | |

**Tablica 5.3. Światłość górnych lamp czołowych**

| | **Przyciemniona dolna lampa czołowa** | **Przyciemniona dolna lampa czołowa** |
|---|---|---|
| Światłość [cd] w osi lampy | Minimum 50 | 150 ÷ 350 |

### 5.1.1.3. Wymagania kolorymetryczne i widmowe

Kolor światła emitowanego przez lampy główne i pozycyjne powinien być zgodny z wymaganiami zawartymi w tablicy 5.4.

**Tablica 5.4. Punkty przecięcia współczynników koloru**

| **Kolor świateł** | **Współrzędne barw w punktach przecięcia w systemie CIE (1931)** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Białe klasy A | Punkt przecięcia | I | J | K | L |
| | x | 0,300 | 0,440 | 0,440 | 0,300 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | y | 0,342 | 0,432 | 0,382 | 0,276 |

#### *5.1.1.3.1. Widmo barwne emitowanego światła*

Widmo barwne emitowanego światła jest w przeważającej części odpowiedzialne za rozpoznawanie kolorów znaków. Wszystkie źródła światła powinny zapewniać brak znaczących zniekształceń koloru w trakcie rozpoznawania kolorów znaków i innych obiektów.

W celu przedstawienia zgodności z tymi wymaganiami należy stosować współczynnik $k_{colour}$ między całym zakresem światła widzialnego a poszczególnymi barwami w widmie.

## 5.2. *Oznaczenie końca pociągu*

### 5.2.1. Mocowanie lamp końcowych pociągu

Wszystkie pojazdy ciągnione powinny mieć dwa uchwyty na lampy na każdym końcu.

Uchwyty lamp końcowych powinny być umieszczone w takim położeniu, aby lampy po zainstalowaniu nie były zasłonięte i były łatwo dostępne.

Powinny one być tak rozmieszczone, aby:

- znajdowały się w miarę możliwości między zderzakami a narożnikami pojazdu;
- odległość między nimi wynosiła nie mniej niż 1 300 mm;
- główna oś otworów mocujących była prostopadła do głównej osi wagonu;
- górna krawędź uchwytu lampy znajdowała się na wysokości mniejszej niż 1 600 mm nad poziomem szyny. W wagonach wyposażonych w stałe elektryczne lampy końcowe oś lamp powinna znajdować się na wysokości mniejszej niż 1 800 mm nad poziomem szyny.

### 5.2.2. Tabor dużych prędkości

Na tyle pociągu należy zapewnić dwa czerwone światła, umieszczone w poziomej linii na tej samej wysokości względem poziomu szyn, rozstawione symetrycznie względem osi pojazdu i oddalone o co najmniej 1 300 mm. W sytuacjach, gdy zaostrzona część dziobowa nie pozwala uzyskać rozstawu 1 300 mm, dopuszczalne jest zmniejszenie tego wymiaru do 1 000 mm.

Lampy sygnału końca pociągu muszą być zamontowane na wysokości od 1 500 do 2 000 mm nad poziomem szyn.

Każda lampa powinna być źródłem światła czerwonego i mieć średnicę przynajmniej 170 mm. Dopuszczalne jest używanie nieokrągłych lamp ogonowych, w których minimalna powierzchnia oświetlona powinna być równa 22 000 $mm^2$, a jej najmniejszy wymiar powinien być równy 110 mm.

#### 5.2.2.1. Wymagania fotometryczne

Natężenie światła lamp końca pociągu, powinno być zgodne z wartościami w tablicy 5.5 poniżej.

**Tablica 5.5. Natężenie światła dla lamp końca pociągu**

| | **Lampa końca pociągu** |
|---|---|
| Natężenie światła (cd) w osi lampy na osi lampy | 15 ÷ 40 |
| Natężenie światła (cd) pod kątem 7,5° od osi po każdej stronie w płaszczyźnie poziomej | Minimum 10 |
| Natężenie światła (cd) pod kątem 2,5° od osi po każdej stronie w płaszczyźnie pionowej | Minimum 10 |

### 5.2.2.2. Wymagania kolorymetryczne

Kolor światła emitowanego przez lampy końca pociągu powinien być zgodny z wymaganiami zawartymi w tablicy 5.6.

**Tablica 5.6. Zakres barw w punkach przecięcia**

| **Kolor świateł** | **Współrzędne barw w punktach przecięcia w systemie CIE (1931)** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Czer-wony | Punkt przecięcia | A | B | C | D |
| | x | 0,690 | 0,705 | 0,705 | 0,720 |
| | y | 0,295 | 0,295 | 0,280 | 0,280 |

## 5.3.*Sterowanie światłami pociągów dużych prędkości*

Maszynista musi mieć możliwość sterowania sygnałami czoła pociągu i światłami sygnałowymi ze swojej normalnej pozycji podczas jazdy. Muszą być możliwe następujące funkcje sterowania:

i) Wyłączenie wszystkich lamp,

ii) Ściemnianie lamp sygnałowych (w porze dziennej i porze nocnej w złych warunkach pogodowych),

iii) Pełne rozjaśnienie lamp sygnałowych (w porze dziennej i w porze nocnej w normalnych warunkach pogodowych),

iv) Przyciemnienie sygnałów czoła pociągu (w porze dziennej i w porze nocnej według uznania maszynisty),

v) Pełne rozjaśnienie sygnałów czoła pociągu (w porze dziennej i w porze nocnej według uznania maszynisty). Sygnały czoła pociągu należy przyciemniać podczas mijania pociągów, przejeżdżania przez przejazdy kolejowe i stacje.

Sygnały końca pociągu z tyłu pociągu muszą się automatycznie włączać po wybraniu opisanych wyżej funkcji ii), iii), iv) albo v).

# 6. URZĄDZENIA CIĘGŁOWO – ZDERZNE

## 6.1. *Standardowy sprzęg śrubowy*

Wagony powinny posiadać sprężynujące zderzaki i urządzenia sprzęgowe na obydwu końcach. Składy, które zawsze są eksploatowane jako jednostka, dla celów tego wymogu są uważane za pojedynczy wagon. Połączenia między tymi wagonami powinny obejmować sprężynujący system sprzęgowy, który jest zdolny do wytrzymania sił wynikających z zamierzonych warunków funkcjonowania.

Pociągi, które zawsze są eksploatowane jako jednostka, dla celów tego wymogu są uważane za pojedynczy wagon. One również powinny zawierać sprężynujący system sprzęgowy jak powyżej. Jeżeli nie zawierają standardowego sprzęgu śrubowego i zderzaków, powinny mieć urządzenie do mocowania awaryjnego sprzęgu na obydwu końcach.

### 6.1.1. Specyfikacje funkcjonalne i techniczne

#### 6.1.1.1. Zderzaki

Jeżeli zderzaki są zainstalowane, to każdy koniec wagonu powinien zostać zaopatrzony w dwa identyczne zderzaki. Zderzaki powinny być ściśliwe. Wysokość osi urządzeń zderzakowych powinna wynosić między 940 mm a 1 065 mm nad poziomem szyny we wszystkich warunkach obciążenia.

Standardowa odległość między osiami zderzaków powinna wynosić nominalnie 1 750 mm i powinna być rozłożona symetrycznie w stosunku do osi wagonu towarowego.

Zderzaki powinny mieć takie wymiary, aby na łukach poziomych i podczas jazdy wstecz na łukach wagon nie miał możliwości zablokowania zderzaków. Minimalna dopuszczalna zakładka powinna wynosić 50 mm.

Parametry minimalnego promienia łuku i zakrętu w jeździe wstecz określono w TSI „Infrastruktura”.

Wagony wyposażone w zderzaki ze skokiem powyżej 105 mm powinny być wyposażone w cztery identyczne zderzaki (systemy sprężyste, skok) wykazujące taka samą charakterystykę konstrukcyjną.

Jeżeli wymagana jest zamienność zderzaków, to na pasie czołowym powinno być przewidziane wolne miejsce dla płyty montażowej. Zderzak powinien być przymocowany do pasa czołowego wagonu czterema elementami złącznymi M24 z zabezpieczeniem przed odkręcaniem; powinny one być takiej klasy jakości, która zapewnia granicę plastyczności przynajmniej 640 N/mm$^2$.

Charakterystyka zderzaka:

- Zderzaki powinny mieć skok przynajmniej 105 mm $^{0}_{-5}$ mm i zdolność absorpcji energii dynamicznej przynajmniej 30 kJ.
- Tarcze zderzaków powinny być wypukłe, promień krzywizny sferycznej części wypukłej 2 750 mm ± 50 mm.

- Minimalna wysokość tarczy zderzaka powinna wynosić 340 mm, równomiernie rozłożona względem osi zderzaka.
- Zderzaki powinny być opatrzone znakiem identyfikacyjnym. Znak identyfikacyjny powinien zawierać przynajmniej informacje o skoku zderzaka w „mm" oraz o wielkości energii absorbowanej przez zderzak.

### 6.1.1.2. Urządzenia sprzęgowe

Standardowe urządzenia sprzęgowe między wagonami powinny być rozłączne i zawierać sprzęg śrubowy na -stałe przymocowany do haka, hak cięgłowy i sprzęg z systemem sprężystym.

Wysokość osi haka cięgłowego powinna wynosić między 920 mm a 1 045 mm nad poziomem szyny we wszystkich warunkach obciążenia.

Każdy koniec wagonu powinien posiadać urządzenie do podparcia sprzęgu, gdy nie jest on używany. Żadna część zespołu sprzęgu nie powinna znajdować się niżej niż 140 mm nad poziomem szyny, gdy znajduje się w najniższym położeniu ze względu na zużycie i ugięcie zawieszenia.

Charakterystyka urządzenia sprzęgowego:

- System sprężysty urządzenia sprzęgowego powinien mieć minimalną statyczną zdolność absorbowania energii 8 kJ.
- Hak cięgłowy i sprzęg powinny wytrzymać siłę 1 000 kN bez rozerwania.
- Sprzęg śrubowy powinien wytrzymać siłę 850 kN bez rozerwania. Wytrzymałość na rozerwanie sprzęgu śrubowego powinna być niższa niż wytrzymałość na rozerwanie innych części urządzenia sprzęgowego.
- Maksymalna masa sprzęgu śrubowego nie powinna przekraczać 36 kg.
- Długość sprzęgu zmierzona od wnętrza strony czołowej kabłąka sprzęgu do osi trzpienia dyszla powinna wynosić:
  - 986 mm $^{+10}_{-5}$ mm ze sprzęgiem całkowicie wykręconym
  - 750 mm $^{\pm 10}$ mm ze sprzęgiem całkowicie wkręconym

### 6.1.1.3. Współdziałanie urządzeń sprzęgowych i zderzaków

Charakterystyka zderzaków i urządzeń sprzęgowych powinna umożliwiać bezpieczną jazdę na łukach toru o promieniu 150 m.

Dwa wagony z wózkami sprzężone na prostym torze i ze stykającymi się zderzakami powinny generować siłę ściskającą nie wyższą od 250 kN na łuku o promieniu 150 m.

Nie ma szczególnych wymogów dla wagonów dwuosiowych.

Charakterystyka urządzeń sprzęgowych i zderzaków:

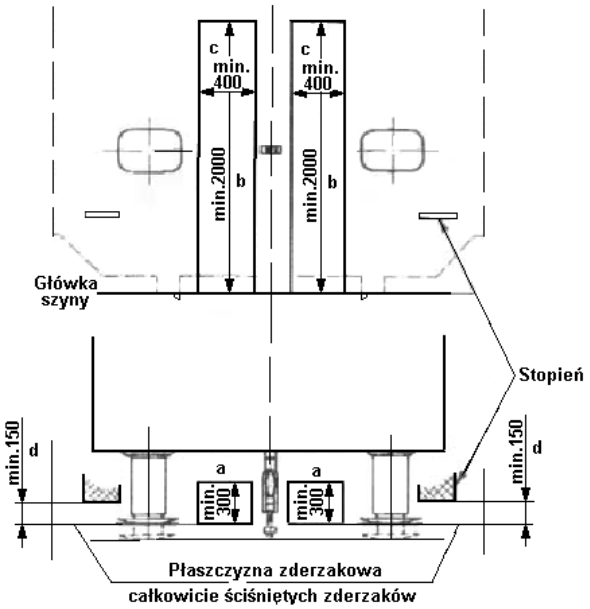
Odległość między przednią krawędzią otworu haka cięgłowego a powierzchnią czołową całkowicie wysuniętych zderzaków powinna wynosić 355 mm $^{+45}_{-20}$ mm w nowym wyrobie.

### 6.1.2. Bezpieczny dostęp oraz opuszczanie taboru

Pojazdy powinny być tak skonstruowane, aby personel nie był narażony na nadmierne ryzyko podczas sprzęgania i rozprzęgania. Jeżeli używane są sprzęgi śrubowe i zderzaki boczne, to niezbędna przestrzeń pokazana na rysunku 6.1. powinna być wolna od stałych części. W tej przestrzeni mogą znajdować się kable połączeniowe i węże elastyczne. Pod zderzakami nie powinny znajdować się żadne urządzenia, które by utrudniały dostęp do tej przestrzeni.

Jeżeli zainstalowany został kombinowany sprzęg samoczynny i sprzęg śrubowy, to dla głowicy automatycznego sprzęgu dopuszczalne jest naruszenie prostokąta berneńskiego z lewej strony, gdy jest on schowany i gdy używany jest sprzęg śrubowy.

Na końcach wagonu nie powinny znajdować się żadne stałe części w obrębie 40 mm od pionowej płaszczyzny umieszczonej na końcu całkowicie ściśniętych zderzaków.




**Rysunek 6.1. Wolna przestrzeń na krańcach pojazdu**

## 6.2. *Centralny sprzęg automatyczny*

Klasa 1: Tabor o maksymalnej prędkości wynoszącej co najmniej 250 km/h.

Klasa 2: Tabor o maksymalnej prędkości wynoszącej co najmniej 190 km/h, lecz mniej niż 250 km/h.

Pociągi klasy 1 powinny być wyposażone na każdym końcu w automatyczny centralny zderzak-sprzęg zgodny z definicją podaną w punkcie 6.2.1. Ma to na celu umożliwienie udzielenia pomocy takim pociągom przez inny pociąg klasy 1 w przypadku awarii.

Pociągi klasy 2 powinny być wyposażone na każdym końcu albo w:

- automatyczny centralny zderzak-sprzęg zgodny z definicją podaną w punkcie 6.2.1
- albo w urządzenia zderzakowe i ciągnące zgodne z punktem 6.1.1.
- albo łącznik stały spełniający wymagania

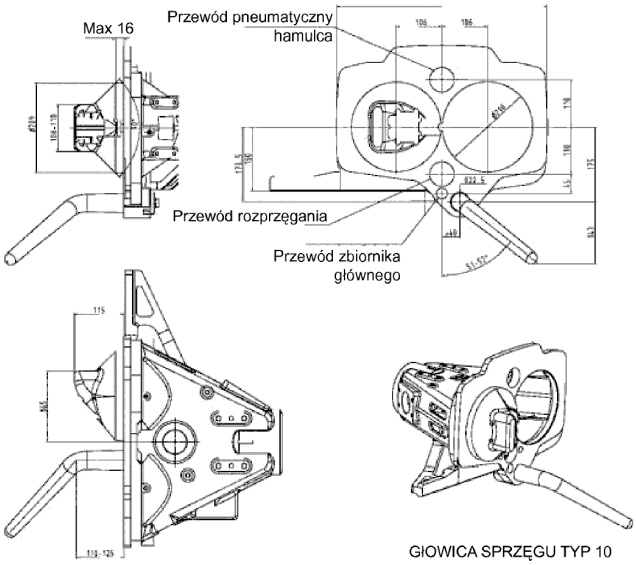
- punktu 6.2.1
- albo punktu 6.1.1.

Wszystkie pociągi wyposażone w automatyczne centralne zderzaki – sprzęgi zgodne z wymaganiami punktu 6.2.1 powinny być zaopatrzone w sprzęg holowniczy zgodny z definicją podaną w punkcie 6.2.2 przewożony na pokładzie. Ma to na celu umożliwienie ratowania lub asekuracji takich pociągów w przypadku awarii przez pojazdy trakcyjne lub inne pociągi wyposażone w urządzenia zderzakowe i ciągnące, zgodne z punktem 6.1.1.

Środki do zapewnienia akcji ratowniczych dla pociągów klasy 1 i 2 w przypadku utknięcia podczas jazdy są wymagane tylko ze strony pojazdu trakcyjnego lub innego pociągu z automatycznymi centralnymi zderzakami-sprzęgami zgodnymi z wymaganiami punktu 6.2.1 lub z urządzeniami zderzakowymi i ciągnącymi, zgodnymi z punktem 6.1.1.

## 6.2.1. Automatyczny centralny zderzak – sprzęg

Automatyczne centralne zderzaki-sprzęgi powinny być geometrycznie i funkcjonalnie zgodne z automatycznym zatrzaskującym centralnym zderzakiem-sprzęgiem typu 10 (nazywanym także „systemem Scharfenberga”) pokazanym na rysunku 6.2.




**Rysunek 6.2. Wymiary sprzęgu**

Środek sprzęgu końcowego powinien znajdować się na wysokości 1 025 mm $^{+15\ mm}_{-5\ mm}$ nad powierzchnią jezdną, dla pustego pojazdu w stanie gotowym do jazdy i z nowymi kołami.

## 6.2.2. Sprzęg holowniczy do akcji naprawczych i ratowniczych

### 6.2.2.1. Definicje pojęć

Pojazdy ratownicze (lokomotywy, pociągi) są określane terminem „**pojazd ratowniczy**”.

Sprzęg stosowany do celów ratowniczych, awaryjnych i naprawczych w pojeździe ratowniczym objętym przez ten punkt jest określany terminem „**sprzęg holowniczy”**.

Automatyczny system sprzęgający powinien być geometrycznie i funkcjonalnie kompatybilny z automatycznym zatrzaskującym centralnym zderzakiem-sprzęgiem Typ 10 (znanym także jako system Scharfenberga) i jest określany terminem „**sprzęg automatyczny**".

Termin „**hak ciągnący**" dotyczy haku ciągnącego o kształcie i wymiarach zgodnych z punktem 6.1.1; poziom odniesienia – wysokość nad poziomem szyny jest zdefiniowana jako 1025 mm $^{+15\ mm}_{-5\ mm}$ dla pustego pojazdu w stanie gotowym do jazdy i na nowych kołach.

Termin „**półsprzęg**" przyjmuje się dla opisania sprzęgów hamulcowych, dołączanych do przewodów sprężonego powietrza między pojazdem a sprzęgiem ratowniczym (główny przewód sprężonego powietrza dla hamulców i główny przewód sprężonego powietrza).

### 6.2.2.2. Warunki ogólne

1. Prędkość

Dopuszczalne prędkości w trakcie holowania pociągów wynoszą:

| | **Prędkość minimalna** | **Prędkość zalecana** |
|---|---|---|
| Holowanie | 30 km/h | 100 km/h |
| Pchanie | 30 km/h | |

2. Hamulce

Holowany/pchany pociąg powinien być połączony z przewodem hamulcowym pojazdu ratowniczego i hamowany z tego pociągu.

3. Ogólne złącze pneumatyczne

Wszystkie pociągi powinny być zdolne do bezpiecznego poruszania i hamowania, gdy są połączone tylko z przewodem hamulcowym. Połączenie z przewodem głównego zbiornika powietrza jest dozwolone tylko wtedy, gdy dopuszcza to szczególna procedura zdefiniowana przez operatora holowanego/pchanego pojazdu. Dla przypadku, gdy połączenie z przewodem głównego zbiornika powietrza nie jest możliwe, powinny istnieć zasady postępowania umożliwiające kontynuowanie zapewnienie bezpieczeństwa pasażerom.

4. Proces sprzęgania

Pociąg ratowniczy powinien całkowicie zatrzymać się przed pojazdem do odholowania. Następnie, w celu złączenia dwóch sprzęgów, pociąg ratowniczy powinien poruszać się z szybkością maksymalną 2 km/h.

5. Warunki rozsprzęgania

Dopuszczalne jest rozprzęganie ręczne albo automatyczne.

### 6.2.2.3. Holowanie z użyciem sprzęgu holowniczego pociągu wyposażonego w sprzęg automatyczny

1. Warunki ogólne

Gdy pociąg wyposażony w automatyczny sprzęg jest holowany przez jednostkę napędową wyposażoną w urządzenia zderzakowe i ciągnące oraz w sprzęg holowniczy, to

sprzęg holowniczy powinien jako minimum być w stanie wytrzymać bez trwałego odkształcenia poniższe siły statyczne:

- siła rozciągająca 300 kN
- siła ściskająca na sprzęgu 250 kN

2. Warunki sprzęgania

a) Połączenie mechaniczne

Sprzęg holowniczy należy tak zaprojektować, aby możliwe było zainstalowanie go przez dwie osoby w maksymalnym czasie 15 minut, jego maksymalna masa nie powinna przekraczać 45 kg.

Mechaniczne połączenie między sprzęgiem pociągu a sprzęgiem holowniczym przymocowanym do pojazdu ratowniczego powinno zostać wykonane automatycznie.

Należy zapewnić, że sprzęg holowniczy przymocowany do pojazdu z urządzeniami zderzakowymi i ciągnącymi będzie w stanie złączyć się z automatycznym sprzęgiem w innym pojeździe, aby pociąg mógł jechać po poziomych łukach o promieniu $R \geq 150$ m lub na pionowych łukach o promieniu $R \geq 600$ m na wzniesieniu albo $R \geq 900$ m w zagłębieniu.

Gotowość do holowania powinna być zapewniona przez zahaczenie sprzęgu holowniczego za hak ciągnący pojazdu ratowniczego i przymocowanie go do haku ciągnącego.

Sprzęg holowniczy powinien być przymocowany w taki sposób, aby, nie mogąc ulec poluzowaniu przez jakikolwiek ruch względny, nie mógł ograniczyć swobody ruchów haka ciągnącego.

Sprzęg holowniczy powinien być zaopatrzony we wszystkie części niezbędne do zainstalowania, ponadto do zainstalowania nie będą potrzebne żadne dodatkowe narzędzia.

Po zainstalowaniu sprzęgu holowniczego na haku ciągnącym pojazdu,

- sprzęg holowniczy powinien umożliwiać ręczne przestawienie go do pozycji centralnej na haku ciągnącym
- nie należy ograniczać normalnego luzu poziomego haka holowniczego
- nie należy ograniczać normalnego luzu pionowego haka holowniczego
- pionowe mocowanie na sprzęgu holowniczym powinno być łatą czynnością
- wszelki mechanizm przechyłu powinien być wyłączony.

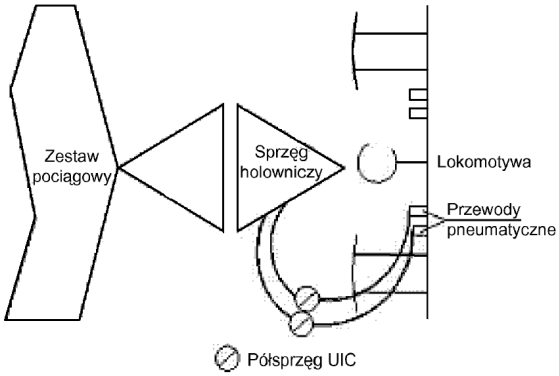
Aby nie przekraczać wytrzymałości mechanicznej sprzęgów holowniczych, różnica poziomów między punktami centralnymi centralnego sprzęgu holowniczego i sprzęgu w holowanym pojeździe nie powinna przekraczać 75 mm.

b) Złącze pneumatyczne

Przewody powietrzne (główny przewód hamulcowy i główny przewód powietrzny) powinny być połączone następująco:

Węże powietrzne w pojeździe ratowniczym powinny być przyłączone do odnośnych złączy pneumatycznych na sprzęgu z użyciem półsprzęgów (patrz rysunek 6.3).

W procesie łączenia należy zapewnić swobodę poruszania się przewodów powietrznych wzdłuż ich osi podłużnych.




**Rysunek 6.3. Złącze pneumatyczne między sprzęgiem a ratowniczą jednostką silnikową**

W przypadku wyposażenia w automatyczne sprzęgi, dopuszczalne jest dodatkowe wyposażenie pojazdów klasy 1 i klasy 2 w dodatkowe złącza pneumatyczne do bezpośredniego łączenia przewodów pneumatycznych z pojazdem ratowniczym.

#### 6.2.2.4. Holowanie pociągu wyposażonego w hak ciągnący z zastosowaniem sprzęgu holowniczego

Wszystkie wymagania zawarte w pkt. 6.2.2.3 powinny być stosowalne z wzięciem pod uwagę następujących modyfikacji, które wynikają w zainstalowania sprzęgu holowniczego.

1. Warunki przetrzymywania

a) Połączenie mechaniczne

Mechaniczne połączenie między sprzęgiem pociągu a sprzęgiem holowniczym przymocowanym do pojazdu ratowniczego powinno zostać wykonane automatycznie.

b) Złącze pneumatyczne

Przewody powietrzne (główny przewód hamulcowy i główny przewód powietrzny należy przyłączyć poprzez odpowiednie przewody główne. Przyłączenie zasilania powietrznego do linii wyprzęgających nie ma podstawowego znaczenia.

# 7. AERODYNAMIKA

## 7.1. *Pociągi dużych prędkości*

### 7.1.1. Siły aerodynamiczne działające na pracowników torowych na poboczu toru

Pociąg o pełnej długości jadący w otwartej przestrzeni z prędkością 300 km/h, albo ze swoją maksymalną prędkością eksploatacyjną $v_{tr,max}$, jeśli ta jest mniejsza niż 300 km/h, nie może powodować wzrostu prędkości powietrza na poboczu toru ponad wartość $u_{2\sigma}$ podaną w tablicy 7.1, na wysokości 0,2 m ponad główkę szyny i w odległości 3,0 m od osi toru, w czasie przejazdu całego pociągu (łącznie ze strumieniem nadążającym).

**Tablica 7.1. Maksymalna dopuszczalna prędkość powietrza na poboczu toru**

| Maksymalna prędkość pociągu | Maksymalna dopuszczalna prędkość powietrza na poboczu toru (wartości graniczne dla $u_{2\sigma}$ [m/s]) |
|---|---|
| Od 190 do 249 | 20 |
| Od 250 do 300 | 22 |

### 7.1.2. Siły aerodynamiczne działające na pasażerów na peronie

Pociąg o pełnej długości jadący w otwartej przestrzeni z prędkością referencyjną $v_{tr}$ = 200 km/h, albo ze swoją maksymalną prędkością eksploatacyjną $v_{tr,max}$, jeśli ta jest mniejsza niż 200 km/h, nie może powodować wzrostu prędkości powietrza ponad wartość $u_{2\sigma}$ = 15,5 m/s, na wysokości 1,2 m ponad peronem i w odległości 3,0 m od osi toru, w czasie przejazdu całego pociągu (łącznie ze strumieniem nadążającym).

#### 7.1.2.1. Warunki badania

Oceny należy dokonać albo

- na peronie o wysokości 240 mm powyżej poziomu główki szyny, albo niższym, jeżeli taki jest dostępny,
- albo wnioskodawca musi wybrać w celu przeprowadzenia oceny peron o najniższej wysokości spośród wszystkich peronów, obok których będzie przejeżdżał pociąg.

Wysokość peronu wykorzystanego do przeprowadzenia oceny musi zostać zapisana w rejestrze taboru. Jeżeli ocena jest pomyślna dla wysokości peronu 240 mm lub mniejszej, pociąg uważa się za dopuszczony dla wszystkich linii.

### 7.1.3. Obciążenie ciśnieniem na otwartym terenie

Pociąg o pełnej długości jadący w otwartej przestrzeni z daną prędkością (przypadek referencyjny) nie może powodować przekroczenia przez maksymalne międzyszczytowe zmiany ciśnienia wartości $\Delta p_{2\sigma}$ podanych w tablicy 7.2 w całym zakresie wysokości od 1,5 m do 3,3 m ponad wierzchołkiem główki szyny i w odległości 2,5 m od osi toru, w czasie przejazdu całego pociągu (łącznie z przejazdem czoła pociągu, sprzęgów i tyłu pociągu).

Maksymalne międzyszczytowe zmiany ciśnienia zestawiono w tablicy 7.2.

**Tablica 7.2. Maksymalne dopuszczalne zmiany ciśnienia na wolnej przestrzeni**

| Pociąg | Referencyjna prędkość pociągu | Maksymalna dopuszczalna zmiana ciśnienia $\Delta p_{2\sigma}$ |
|---|---|---|
| Klasa 1 | 250 km/h | 795 Pa |
| Klasa 2 | Przy maksymalnej prędkości | 720 Pa |

### 7.1.4. Wiatr boczny

Krytycznym wydarzeniem poddanym rozważaniom jest przewrócenie się pociągu pod wpływem działania wiatru bocznego. Pociągi interoperacyjne powinny posiadać podstawowy poziom bezpieczeństwa przeciwko temu krytycznemu zdarzeniu.

Uznaje się, że pociąg spełnia wymagania ze względu na wiatry boczne, jeżeli jego charakterystyczne krzywe wiatrowe (CWC – *Characteristic Wind Curves*), dla tego pojazdu/wagonu w jego składzie, który jest najbardziej czuły na wiatr, są korzystniejsze lub co najmniej równoważne zestawowi referencyjnych charakterystycznych krzywych wiatrowych (CRWC – *Characteristic Reference Wind Curves*).

Zdefiniowano podejście do oceny stabilności przy poprzecznym wietrze dla pociągów klasy 1, natomiast wartości graniczne i odpowiednie metody dla pociągów klasy 1 z systemem przechylania nadwozia i pojazdów klasy 2 stanowią punkt otwarty.

### 7.1.5. Maksymalne zmiany ciśnienia w tunelach

Tabor musi być pod względem aerodynamiki zaprojektowany w taki sposób, że dla danej kombinacji (przypadek referencyjny) prędkości pociągu i przekroju tunelu, w przypadku jazdy solo w prostym, nienachylonym tunelu podobnym do rury (bez żadnych szybów itd.) musi być spełnione wymaganie dla charakterystycznej zmiany ciśnienia. Wymagania te podano w tablicy 7.3.

**Tablica 7.3. Wymagania dla interoperacyjnego pociągu w jeździe solo w nienachylonym tunelu podobnym do rury**

| Rodzaj pociągu | Przypadek referencyjny | | Kryteria dla przypadku referencyjnego | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{tr}$ [km/h] | $A_{tu}$ [$m^2$] | $\Delta p_N$ [Pa] | $\Delta p_N + \Delta p_{Fr}$ [Pa] | $\Delta p_N + \Delta p_{Fr} + \Delta p_T$ [Pa] |
| $v_{tr,max} < 250$ km/h | 200 | 53,6 | $\leq 1\,750$ | $\leq 3\,000$ | $\leq 3\,700$ |
| $v_{tr,max} \geq 250$ km/h | 250 | 63,0 | $\leq 1\,600$ | $\leq 3\,000$ | $\leq 4\,100$ |

**gdzie:** $v_{tr}$ jest prędkością pociągu, a $A_{tu}$ jest powierzchnią przekroju poprzecznego tunelu.

Zgodność należy wykazać na podstawie prób w pełnej skali, przeprowadzane przy prędkości referencyjnej lub wyższej, w tunelu mającym pole powierzchni przekroju poprzecznego zbliżone maksymalnie do przypadku referencyjnego.

Podczas oceniania zgodności całych pociągów lub pociągów zespołowych, należy dokonywać oceny przy maksymalnej długości pociągu lub sprzężonych składów wagonów długości do 400 m.

Podczas oceniania zgodności lokomotyw lub wagonów sterowniczych, należy dokonać oceny na podstawie dwóch dowolnie zestawionych składów pociągu o długości co najmniej 150 m - jeden z czołową lokomotywą lub wagonem sterowniczym (do sprawdzenia $\Delta p_N$) i drugi z lokomotywą na końcu (do sprawdzenia $\Delta p_T$) $\Delta p_{Fr}$ ustala się na 1250 Pa (dla pociągów o $v_{tr,max} < 250$ km/h) albo na 1400 Pa (dla pociągów o $v_{tr,max} \geq 250$ km/h).

Oceniając zgodność tylko samych wagonów, oceny dokonuje się na podstawie jednego pociągu o długości 400 m. $\Delta p_N$ ustala się na 1750 Pa i $\Delta p_T$ to 700 Pa (dla pociągów o $v_{tr,max} < 250$ km/h) albo na 1600 Pa i 1100 Pa (dla pociągów o $v_{tr,max} \geq 250$ km/h).

# 8. ZESTAWY KOŁOWE

## 8.1. *Oś*

### 8.1.1. TSI WAG CR

TSI WAG CR ujmuje następujące wymagania techniczne:

a) projektowanie osi

- wyliczenia wytrzymałościowe (sił i momentów sił w przekrojach osi) oraz dobór wymiarowy i tolerancje osi
- dobór geometrii oraz kształtów osi
- dobór gatunku stali
- obliczenie naprężeń dopuszczalnych
  - dla osi pełnej –
  1) 200 N/mm$^2$ bez pasowania wciskowego
  2) 120 N/mm$^2$ z pasowaniem wciskowym
  - dla osi wydrążonej
  1) 200 N/mm$^2$ bez pasowania wciskowego
  2) 110 N/mm$^2$ z pasowaniem wciskowym (poza czopem osi)
  3) 94 N/mm$^2$ z pasowaniem wciskowym na czopie osi
  4) 80 N/mm$^2$ dla powierzchni wydrążenia

b) ocena wyrobu

- statyczna próba wytrzymałościowa
  - $Re_H \geq 320$, N/mm$^2$
  - $Rm \geq 550$ N/mm$^2$
  - $A_5 \geq 22$ %
- udarność
  - próby podłużne KU $\geq$ 30 J
  - próby poprzeczne KU $\geq$ 20 J
- mikrostruktura
  - ferrytyczno-perlityczna o wielkości ziarna V wg ISO 643
- czystość materiału (wielkość wtrąceń niemetalicznych) - określona wg ISO 4967

metoda A

-dla wtrąceń grubych

1) A (siarczki) - max 1,5

2) B (gliniany) – max 1,5

3) C (krzemiany) – max 1,5

4) D (tlenki ziarniste) – max 1,5

5) B + C + D – max 3,0

- spójność wewnętrzna materiału określona podstawie badania ultradźwiękowego
  - standardowy defekt w postaci płaskodennego otworu 3,0 mm
    - nie powinno występować tłumienie echa większe niż 4 dB od defektów wewnętrznych osi
- przepuszczalność ultradźwięków materiału
  - po skalibrowaniu aparatu echo badanej osi nie powinno mieć amplitudy większej niż 50 % wysokości ekranu. Wysokość szumu tła winna być niższa niż 10 % wysokości ekranu defektoskopu.
- wykończenie powierzchni osi
  - chropowatość powierzchni winna być w granicach 0,8 – 3,2 µm w zależności od obszaru osi tabela M4 TSI WAG CR
- spójność powierzchni
  - winno być sprawdzone przy pomocy badań magnetycznych
- tolerancje geometryczne i wymiarowe
  - wymagane tolerancje geometryczne i wymiarowe podano w tabeli M5 i M6 TSI WAG CR
- zabezpieczenie antykorozyjne
  - zgodnie z dokumentacją zestawu kołowego

### 8.1.2. Wg PN EN 13261:2004(E) – pozostałe wymagania

- maksymalna zawartość pierwiastków chemicznych w materiale na osie
  - C=0,40%; Si=0,50; Mn=1,20%; P=0,020%; S=0,020%; Cr=0,30%; Cu=0,30%; Mo=0,08; Ni=0,30%; V=0,06%
- wytrzymałość zmęczeniowa wg PN EN 13261:2004 punkt. 3.2.3
- czystość materiału wg punktu 3.4
- naprężenia szczątkowe powierzchniowe wg punktu 3.6
  - na powierzchni osi naprężenia winny być $\leq +100$ N/mm$^2$

- 2 mm pod powierzchnią naprężenie w dwóch różnych punktach winno być $\leq 40$ N/mm$^2$

- ochrona przed korozją powierzchni wg PN EN 13261:2004

### 8.1.3. Wg KARTY UIC CODE 811-1 OR :1987 (zastąpiona przez PN-EN 13261:2004)

- gatunki stali na osie zestawów kołowych
  - A1; A2; A3; A4; EA5
- czystość dźwięku osi
  - materiał bez wad wewnętrznych
- makrostruktura osi
  - bez wad ujawniona metodą odbitki Baumanna i porównanie z odbitkami wzorcowymi dopuszczającymi stosowanie
- wykonanie osi
  - stal odgazowana próżniowo, osie kute lub walcowane w stanie bez obróbki, normalizowane lub ulepszane cieplnie
- oznakowanie osi
  - znak producenta, numer wytopu, gatunek stali, data produkcji, znak Inspektora

### 8.1.4. Wg, PN-K-91047:1993, PN-K-91048:1992, PN-H-84027-03:1991

- gatunki stali oraz wymagania wytrzymałościowe dla tych gatunków (tabela 1 i 2 normy PN-H-84027-03:1991)
  - gat. P35; P45; P25HMA
- makrostruktura osi (PN-K-91048:1992)
  - próba głębokiego trawienia nie powinna wykazywać nieciągłości materiałowych w postaci jamy usadowej, płatków, pęcherzy, pęknięć, rozwarstwień oraz wtrąceń niemetalicznych
- typy osi (PN-K-91048:1992)
  - w zależności od wymiarów oraz kształtu osi typ A, B, C, D i E
  - pakowanie i transport
  - zabezpieczenie powierzchni obrabianych przed działaniem korozji i uszkodzeniami mechanicznymi

## 8.2.*Koło*

### 8.2.1. TSI WAG CR

TSI WAG CR ujmuje następujące wymagania techniczne:

a) parametry konstrukcyjne koła

- zgodności geometrycznej ( zgodność z torem i osią)
- zgodności termomechanicznej ( zdolność absorpcji energii cieplej na skutek eksploatacji)
- zgodności mechanicznej (obciążenie zestawu, prędkość jazdy, parametry toru)

Warunki spełnienia powyższych wymagań zawarto w punktach L.1.2, L.1.3, L.1.4 i L.1.5 TSI WAG CR

b) ocena wyrobu

- próba rozciągania z wieńca i tarczy (wymagania podano w tabeli L1 TSI)
- minimalna twardość Brinella dla gatunków stali
  - gat. ER6 – 225 HBW
  - gat. ER7 – 235 HBW
  - gat. ER8 – 245 HBW
- udarność materiału wieńca ( wymagania podano w tablicy L4 TSI)
- minimalna odporność materiału na pękanie (podano w tablicy L6 TSI)
  - gat. ER6 – 100 $N/mm^2\sqrt{m}$ dla pojedyńczej próbki – 80 $N/mm^2\sqrt{m}$
  - gat. ER7 – 80 $N/mm^2\sqrt{m}$ dla pojedyńczej próbki – 70 $N/mm^2\sqrt{m}$
  - gat. ER8 – 70 $N/mm^2\sqrt{m}$ dla pojedyńczej próbki – 70 $N/mm^2\sqrt{m}$
- czystość materiału (wielkość wtrąceń niemetalicznych) - określona wg ISO 4967 metoda A

| -dla wtrąceń grubych | dla wtrąceń cienkich |
|---|---|
| 1) A (siarczki) - max 1,5 | - max 2 |
| 2) B (gliniany) – max 1,5 | - max 2 |
| 3) C (krzemiany) – max 1,5 | - max 2 |
| 4) D (tlenki ziarniste) – max 1,5 | - max 2 |
| 5) B + C + D – max 3,0 | - max 4 |

- spójność wewnętrzna materiału określona podstawie badania ultradźwiękowego
  - standardowy defekt w postaci płaskodennego otworu 3,0 mm

- nie powinno występować tłumienie echa większe niż 4 dB od defektów wewnętrznych koła

- jakość powierzchni określona wielkością Ra
  - powierzchnie gotowe do montażu – 0,8 – 3,2 µm
  - powierzchnie po obróbce wykańczającej - ≤ 12,5 µm
- spójność powierzchni
  - winno być sprawdzone przy pomocy badań magnetycznych
- tolerancje geometryczne koła (podano w tabeli L9 TSI)
- niewyważenie statyczne
  - dla pojazdów v ≤ 120 km/h ≤ 120 g m
  - dla pojazdów 120< v ≤200 km/h ≤ 75 g m
- ochrona przed korozją
  - zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną koła

### 8.2.2. Wg PN-EN 13262:2007

- gat. stali na koła
- ER6, ER7, ER8, ER9 ( składy chemiczne podano w tabeli 1 ww. normy), z oznaczeniem wodoru)
- właściwości wytrzymałościowe dla gat. ER9 oraz pozostałych w tabeli 2 normy
- twardość Brinella dla gat. ER9 oraz gatunków pozostałych podano w tablicy 3
- udarność dla gat. ER9 oraz gatunków pozostałych podano w tablicy 4 ww. normy
- badanie wytrzymałości zmęczeniowej podano w punkcie 3.2.4 normy
- rozrzut twardości wieńca koła
  - nie powinien być większy niż 30 HBW
- czystość materiału

  wymagania wielkości wtrąceń niemetalicznych cienkich i grubych podano w tabeli 6 ww. normy
- spójność wewnętrzna koła określona badaniem ultradźwiękowym
  - metodę badań przedstawiono w punkcie 3.4.2 ww. normy
- pomiar naprężeń szczątkowych (podano w punkcie 3.5 ww. normy)
- niewyważanie statyczne dla zakresu prędkości v ≤ 120 do v >250 km/h i symbol podano w tabeli 10
- oznakowanie koła
  - znak producenta, numer wytopu, gatunek stali, miesiąc i dwie ostatnie cyfry

roku produkcji, niewyważenie statyczne lub symbol, numer serii po obróbce cieplnej

### 8.2.3. Wg PN-K-91018:1992 i PN-K-92019:1992

- materiał stal węglowa w gatunku P52 o składzie chemicznym max C=0,52%, Si=0,40%, Mn=0,80%, P i S=0.035%, Cr=0,30%, Cu=0,30%, Mo=0,08%, Ni=0,30%,V=0,05%, Cr+Mo+Ni =0,50
- jakość wykonania kół podano w punkcie 3.3 normy PN-K-91018:1992
- typy kół bezobręczowych i wymiary podano w normie PN-K-91019:1992
- atest na wyrób zgodnie z życzeniem klienta (punkt 5.3.2)

## 8.3.*Zestaw kołowy*

### 8.3.1. TSI WAG CR

TSI WAG CR ujmuje następujące wymagania techniczne:

a) - montaż zestawu

- elementy zestawu winne odpowiadać wymaganiom geometrycznym i wymiarowym, łożyska na czopie osi montować zgodnie z instrukcją producenta
- nierównowaga statyczna winna występować w tej samej płaszczyźnie
- w przypadku braku parametrów pasowania z wciskiem stosuje się pasowanie „j" podane w mm
  - pasowanie skurczowe $0{,}0009 \text{ dm} \leq j \leq 0{,}0015 \text{ dm}$
  - pasowanie wciskowe $0{,}0010 \text{ dm} \leq j \leq 0{,}0015 \text{ dm} + 0{,}06$

    gdzie dm jest średnią średnicą podpiaścia w mm
- rejestracja wykresu siła - przemieszczenie jest dowodem prawidłowego pasowania wciskowego

  $0{,}85\ F <$ końcowa siła wtłaczania $< 1{,}45\ F$

b) - charakterystyka zestawu kołowego

- sprawdzenie prawidłowości osadzenia koła na osi (przy braku wymaganej siły wtłaczania)
  - przyłożenie siły F (MN)w czasie 30 s – bez zmiany położenia koła

    $F = 4 \times 10^{-3}$ dm gdzie dm $0{,}8 \text{ dm} < L < 1{,}1 \text{ dm}$

    dm – średnia średnica osadzenia w mm

    L – długość połączenia wtłaczanego w mm

- wymiary i tolerancje zestawu kołowego podano w tabeli K18 TSI
- zwis koła poza podpiaście winien wynosić od 2 – 7 mm od strony części środkowej osi
- ochrona antykorozyjna zestawu winna być zgodna z wymaganiami konstrukcyjnymi

### 8.3.2. Wg PN-EN 13260:2004

- właściwości wytrzymałościowe zestawu
  - właściwości wytrzymałości zmęczeniowej zestawu podano w punkcie 3.2.2 (obliczenie maksymalnych dopuszczalnych obciążeń osi)
  - niewyważenie zestawu kołowego

  dla prędkości $120 < v \leq 200$ km/h max niewyważenie 75 g m

  $v > 200$ km/h max niewyważenie 50 g m
  - rezystancja elektryczna mierzona między dwoma powierzchniami tocznymi nie powinna przekraczać 0,01Ω
- tolerancje wymiarowe dla koła, osi z osadzeniami tarcz hamulcowych oraz kół zębatych podano w tabeli 3, 4, 5, 6 i 7 niniejszej normy
  - naprężenia szczątkowe na rozciąganie na głębokości 0,1 mm na osadzeniach osi w środku i na jednym końcu powinny być $\leq 100$ N/mm$^2$
  - znakowanie – typ zestawu, numer seryjny, znak zakładu montującego, datę montażu, znaki właściciela

### 8.3.3. Wg PN-K-91045:2002, PN-K-91020:1992

a) - zestaw z kołami obręczowanymi (PN-K-91045:2002)

- wyważanie kół i tarcz hamulcowych dla prędkości do 120 i 160 km/h
  - kół bosych, obręczowanych, bezobręczowych zestawów tocznych podano w tabeli 1 normy PN-K-91045:2002
    - tarcz hamulcowych – 0,015 kg x m
    - kół bosych napędnych – 0,125 kg x m
    - kół zębatych – 0,050 kg x m
- osadzanie obręczy
  - temperatura osadzenia obręczy – 250 - 300ºC
  - zawalcowywanie pierścienia zaciskowego w temp. 80 - 200ºC
  - studzenie po osadzeniu obręczy w temperaturze otoczenia
- siła wtłaczania

- siła P = D x K gdzie D - średnica połączenia w mm

K – współczynnik podano w tabeli 2

- proces wtłaczania podano punkcie 2.2.4 ww. normy
- obróbkę zamontowanych zestawów kołowych podano w punkcie 2.3
- niewyważenie statyczne i dynamiczne zestawu kołowego dla prędkości do

120 km/h, 200 km/h i powyżej 200 km/h podano w tabeli 4 - próbę trwałości połączenia wtłaczanego podano w punkcie 2.8

- opis badań obręczowanego i monoblokowego zestawu podano w punkcie 3.2
- znakowanie zestawu – znak producenta, miesiąc i dwie ostatnie cyfry roku wykonania, znak kontroli jakości producenta, znak odbiorcy, numer inwentarzowy zestawu

b) - typy zestawów kołowych w zależności od typu osi i kół bezobręczowych (wg PN-K-91020:1992)

- typ A-920/185a
- typ A-1000/185a
- typ B-920/200s
- typ C-920/185s
- typ D-929/185s
- typ E-920/185s

oraz podstawowe wymiary z wyszczególnieniem części zestawu podano w normie PN-K-91020:1992

# 9. RAMY WÓZKÓW

## 9.1. *WSTĘP*

Wymagania dotyczące wytrzymałości ram wózków powinny być określone przed etapem projektowania i przedstawione producentowi w formie specyfikacji technicznej. Obowiązkiem producenta jest zaprojektowanie ramy zgodnie ze specyfikacja techniczną.

### 9.1.1. Specyfikacja techniczna

Specyfikacja techniczna powinna zawierać miedzy innymi podstawowe informacje takie jak: kategoria ramy, przewidywany czas eksploatacji oraz średni roczny przebieg,

informacje dotyczące powiązań z pudłem pojazdu takie jak:

obciążenia działające na ramę oraz sposób połączenia z wózka pudłem,

masa i geometria wagonu,

rodzaj systemu hamulcowego,

przenoszenie napędu,

system przechyłowy,

informacje dot. eksploatacji:

warunki załadunku, maksymalny nacisk na oś, maksymalna prędkość, częstotliwość hamowań, przyśpieszenia,

informacje dotyczące linii:

promienie łuków

ilość łuków,

wichrowatości,

informacje dot. warunków otoczenia:

warunki klimatyczne (temperatura, wilgotność, opady śniegu, deszczu, siła wiatru),

czynniki agresywne (korozja, zanieczyszczenia),

informacje dot. warunków obsługi:

opis, częstotliwość.

### 9.1.2. Potwierdzenie projektu

Projekt ramy wózka powinien być potwierdzony przez zamawiającego, że jest on zgodny ze specyfikacja techniczną. Dodatkowo potwierdzone, że rama jest wykonana zgodnie z projektem i w trakcie jej eksploatacji nie wystąpią defekty takie jak: pęknięcia oraz trwałe i widoczne odkształcenia.

Potwierdzenie projektu powinno być zgodne z procedurą potwierdzającą wytrzymałość ramy wózka – składającą się z następujących pozycji:

obliczenia,

stanowiskowe badania statyczne,

stanowiskowe badania zmęczeniowe,

badania eksploatacyjne.

Dla wagonów, co do których przewiduje się, że ogólna liczba nie przekroczy stu, odbiorca może pominąć stanowiskowe badania zmęczeniowe – jeśli wagony te nie będą podlegały ciężkim obciążeniom.

## 9.2.*PRÓBY STATYCZNE PRZY OBCIĄŻENIACH WYSTĘPUJĄCYCH WYJATKOWO W EKSPLOATACJI*

### 9.2.1. Definicje zastosowanych obciążeń

Zastosowane obciążenia składają się z następujących elementów:

— obciążenia pionowe i poprzeczne,

— obciążenia wynikające z toczenia,

— obciążenia wynikające z hamowania,

— obciążenia od wichrowatości toru.

### 9.2.2. Obciążenia pionowe i poprzeczne

Obciążenia pionowe i poprzeczne oblicza się w odniesieniu do znamionowej nośności wózka (na przykład dla wózka o obciążeniu osi 20 t lub 22,5 t).

W celu uwzględnienia maksymalnego obciążenia dynamicznego:

— Zastosowane obciążenie pionowe na łożysko czopu skrętu będzie wynosiło:

— $F_z$ max = 1,5 $F_z$, przy $F_z = 4Qo - m^+g$ (dla wózków dwuosiowych)

— $F_z$ max = 1,5 $F_z$, przy $F_z = 6Qo - m^+g$ (dla wózków trzyosiowych)

Jeżeli symulowane będzie tylko obciążenie pionowe wynikające z podskoków, zastosowane będzie tylko obciążenie 2 Fz na łożysko czopu skrętu.

Zastosowane obciążenie poprzeczne wózka będzie wynosiło:

— $F_y$ max= 2 (10 + $2Q^0/3$) kN (dla wózków dwuosiowych)

— $F_y$ max=8/3(10 +$2Q^0/3$) kN (dla wózków trzyosiowych)

Wskazówka: Obciążenia poprzeczne wózków trzyosiowych podane są na podstawie rozkładu obciążeń w trakcie próbnych jazd przeprowadzonych podczas kwalifikacji wózka typu 714. Dla innego typu wózków należy uwzględnić rozkład obciążeń zarejestrowany podczas jazd próbnych dla danego wózka.

### 9.2.3. Obciążenia wynikające z toczenia

Współczynnik toczenia α przyjmuje się jako równy 0,3 dla odległości między ślizgami bocznymi wynoszącej 1 700 mm (standardowe wózki dwuosiowe).

Jeżeli odległość między ślizgami bocznymi (2 bg) różni się od 1 700 mm, wartość α będzie równa:

$$\alpha = 0{,}3(1700/2bg)$$

### 9.2.4. Obciążenia wynikające z hamowania

Obciążenia wynikające z hamowania $F_B$ odpowiadają 120 % sił powstających przy hamowaniu awaryjnym.

W badanym wózku obciążenia wynikające z hamowania $F_B$ powodują:

— obciążenia hamowania,

— obciążenia stykowe,

— obciążenia przykładane do cięgieł hamulcowych.

### 9.2.5. Obciążenia od wichrowatości toru

Obciążenia ramy wózka od wichrowatości toru, gdy wózek wraz z zawieszeniem poddawany jest skręceniu o maksymalnej wartości 10 ‰.

### 9.2.6. Procedura badania

Tensometry oraz rozety tensometryczne umieszczane są na ramie wózka w punktach poddawanych największym naprężeniom, zwłaszcza w strefach koncentracji naprężeń. Umiejscowienie czujników może być ustalone na przykład za pomocą: lakieru wskaźnikowego, obliczeń wykonanych metodą elementów skończonych .

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z rysunkiem 1 oraz tabelą J5 (dla wózków dwuosiowych) lub zgodnie z rysunkiem 2 i tabelą J6 (dla wózków trzyosiowych).

Obciążenia próbne należy przykładać w sposób stopniowy. Przed przyłożeniem pełnego obciążenia należy przykładać obciążenia odpowiadające 50 % i 75 % obciążenia maksymalnego.

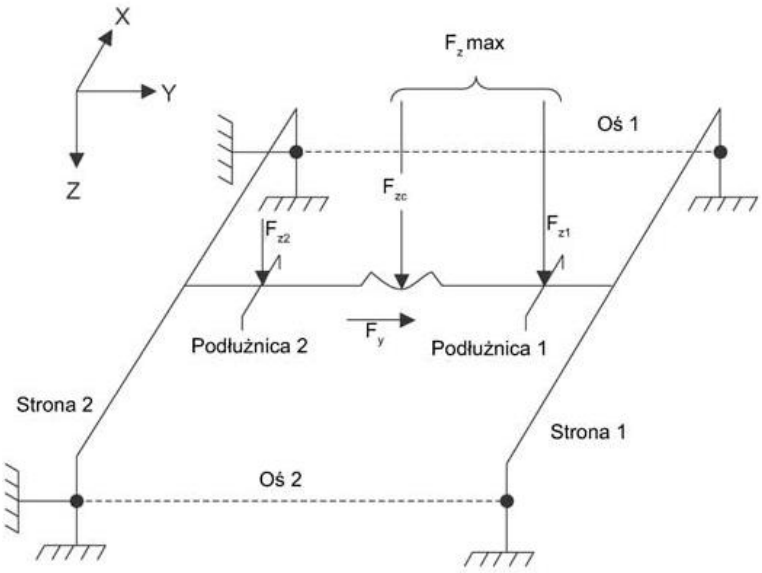
### 9.2.7. Oczekiwane wyniki

Granica plastyczności materiału nie powinna być przekroczona przy żadnym z przykładanych obciążeń.

Po zdjęciu obciążenia próbnego nie może być żadnych śladów trwałego odkształcenia.

### 9.2.8. Próby statyczne przy obciążeniach występujących wyjątkowo w eksploatacji – wózki dwuosiowe

*Rysunek J1*




*Tablica J5*

| Przypadek obciążenia | Obciążenia | | | | Wichrowa-tość torów $g^+$ | Siły hamowania |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pionowe | | | Poprzeczne | | |
| | Ślizg boczny 2 $F_{z2}$ | Łożysko czopu skrętu $F_{zc}$ | Ślizg boczny 1 $F_{z1}$ | $F_y$ | | |
| 1 | | $2F_z$ | | | | |
| 2 | 0 | $(1-\alpha)$ $F_z$ max | $\alpha$ $F_z$ max | | 10 ‰ | |
| 3 | 0 | $(1-\alpha)$ $F_z$ max | $\alpha$ $F_z$ max | $F_y$ max | | |
| 4 | $\alpha$ $F_z$ max | $(1-\alpha)$ $F_z$ max | 0 | $-F_y$ max | | |
| 5 | 0 | 1,2 $F_z$ | 0 | | | $F_B$ |

$F_z = 4Q_0 - m^+g$

$F_z\text{max} = 1{,}5F_z$

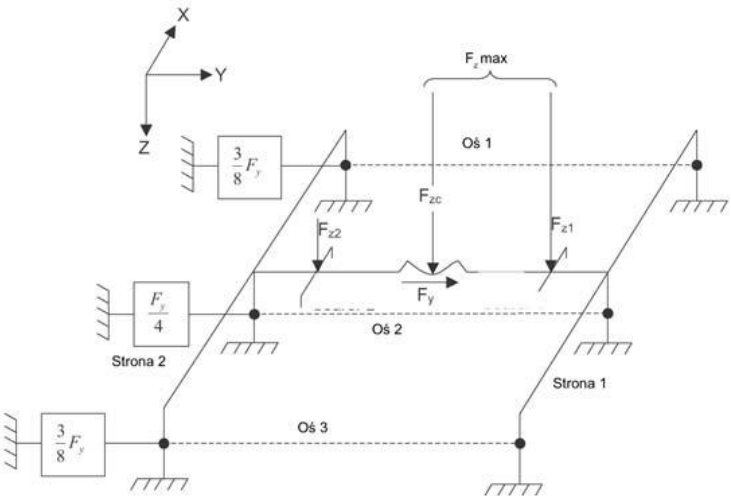
$\alpha = 0{,}3(1700/2b_g)$

$F_y\text{max} = 2(10 + 2Q^0/3)$

$F_B$= Siły hamowania

### 9.2.9. Próby statyczne przy obciążeniach występujących wyjątkowo w eksploatacji – wózki trzyosiowe

*Rysunek J2*




*Tablica 6*

| Przypadek obciążenia | Obciążenia | | | | Wichrowa-tość torów $g^+$ | Siły hamowania |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pionowe | | | Poprzeczne | | |
| | Ślizg boczny 2 $F_{z2}$ | Łożysko czopu skrętu $F_{zc}$ | Ślizg boczny 1 $F_{z1}$ | $F_y$ | | |
| 1 | | $2F_z$ | | | | |
| 2 | 0 | (1-α) $F_z$ max | α $F_z$ max | | 10 ‰ | |
| 3 | 0 | (1-α) $F_z$ max | α $F_z$ max | $F_y$ max | | |
| 4 | α $F_z$ max | (1-α) $F_z$ max | 0 | $-F_y$ max | | |
| 5 | 0 | 1,2 $F_z$ | 0 | | | $F_B$ |

$F_z = 6Q_0 - m^+g$

$F_z\text{max} = 1{,}5F_z$

$\alpha = 0{,}3(1700/2b_g)$

$F_y\text{max} = 8/3\times(10 + 2Q^0/3)$

$F_B$= Siły hamowania

## 9.3. *PRÓBY STATYCZNE W WARUNKACH NORMALNYCH OBCIĄŻEŃ EKSPLOATACYJNYCH*

### 9.3.1. Definicje zastosowanych obciążeń.

Zastosowane obciążenia składają się z następujących elementów:

— obciążenia pionowe przyłożone do łożyska czopu skrętu oraz ślizgów bocznych,

— obciążenie poprzeczne,

— obciążenia wynikające z hamowania,

— obciążenia od wichrowatości.

### 9.3.2. Obciążenia pionowe i obciążenia wynikające z toczenia

Obciążenia pionowe przyłożone do łożyska czopu skrętu oraz do ślizgów bocznych należy obliczać w odniesieniu do znamionowego obciążenia wózka. Zależą one od następujących czynników:

— $F_z$ – obciążenie statyczne wywierane przez nadwozie wagonu na każdy wózek

— α – współczynnik toczenia

— β – współczynnik podskoku

Współczynnik toczenia α przyjmuje się jako równy 0,2 dla odległości między ślizgami bocznymi wynoszącej 1 700 mm (standardowe wózki dwuosiowe).

Jeżeli odległość między ślizgami bocznymi (2 $b_g$) różni się od 1 700 mm, wartość α będzie równa:

$\alpha = 0{,}2(1700/2b_g)$

Współczynnik podskoku β, który odpowiada pionowemu ruchowi dynamicznemu wózka, należy przyjąć jako równy 0,3 (normalna wartość dla wózków wagonowych).

### 9.3.3. Obciążenie poprzeczne

Obciążenie poprzeczne będzie wynosiło:

— $F_y = 0{,}4 \times 0{,}5\ (F_z + m^+g)$ (dla wózków dwuosiowych)

— $Fy = 0{,}53 \times 0{,}5\ (Fz_{\ þ}\ m^+g)$ (dla wózków trzyosiowych)

### 9.3.4. Obciążenia wynikające z hamowania

Obciążenia wynikające z hamowania odpowiadają 100 % sił powstających przy hamowaniu awaryjnym.

W badanym wózku obciążenia wynikające z hamowania powodują przykładanie następujących obciążeń:

— obciążenia hamowania,

— obciążenia stykowe,

— obciążenia przykładane do cięgieł hamulcowych.

### 9.3.5. Obciążenia od wichrowatości

Wichrowatość toru, odniesiona do rozstawu osi wózka, przyjmuje się jako równą 5‰.

Wichrowatość g+ można symulować poprzez przesuwanie podpór albo przykładanie odpowiednio obliczonych sił reakcji.

### 9.3.6. Procedura badania

Czujniki oraz rozety tensometryczne umieszczane są na ramie wózka w punktach poddawanych największym naprężeniom, zwłaszcza w strefach koncentracji naprężeń.

Próba obejmuje przykładanie różnych obciążeń do ramy wózka, które mają na celu symulowanie:

— jazdy po torze prostym,

— jazdy po łukach torów,

— dynamicznych zmian obciążeń wynikających z toczenia oraz podskoków,

— hamowania,

— wichrowatości torów.

Poszczególne przypadki przykładanych obciążeń opisane są na rysunku 3 i w tabeli 7 (dla wózków dwuosiowych) oraz na rysunku 4 i w tabeli 8 (dla wózków trzyosiowych).

Po zastosowaniu pierwszych siedmiu przypadków obciążeń bez symulacji wichrowatości toru, cztery kolejne próby należy przeprowadzić poprzez powtarzanie obciążeń 4, 5, 6 i 7 z nakładającą się wichrowatością toru (wartości odpowiednie dla danego wózka i zawieszenia).

Dla każdego z tych czterech nowych przypadków obciążeń, obciążenia wynikające z wichrowatości toru należy przykładać najpierw w jednym kierunku, a następnie w drugim.

Wprowadzanie wichrowatości toru nie powinno zmieniać sumy sił pionowych.

Próby z przykładaniem obciążeń odpowiadających obciążeniom wynikającym z hamowania należy przeprowadzić wtedy, gdy wyniki prób przy obciążeniach występujących wyjątkowo w eksploatacji wskazują na konieczność ich wykonania (przekroczenie granicy plastyczności podczas prób).

### 9.3.7. Oczekiwane wyniki

W każdym punkcie pomiarowym należy zanotować naprężenia $\sigma_1 \ldots \sigma_n$ dla każdego zdefiniowanego powyżej przypadku obciążenia.

Z tych n wartości przyjmuje się wartość minimalną $\sigma_{min.}$ oraz maksymalną $\sigma_{max.}$ w celu określenia:

$\sigma_{mean} = (\sigma_{max} + \sigma_{min})/2$

$\Delta\sigma = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$

Badanie zachowanie materiałów, w tym spoin spawanych oraz innych rodzajów mocowań, pod obciążeniami zmęczeniowymi, należy wykonać na podstawie aktualnych norm międzynarodowych i krajowych lub źródeł alternatywnych o równoważnym statusie, takich jak oparte na raporcie RPI7 Komisji ERRI B12, o ile źródła takie są dostępne.

Odpowiednie dane powinny ogólnie wykazywać następujące cechy charakterystyczne:

wysokie prawdopodobieństwo przetrwania (tzn. najlepiej 97,5 %, ale co najmniej 95 %);

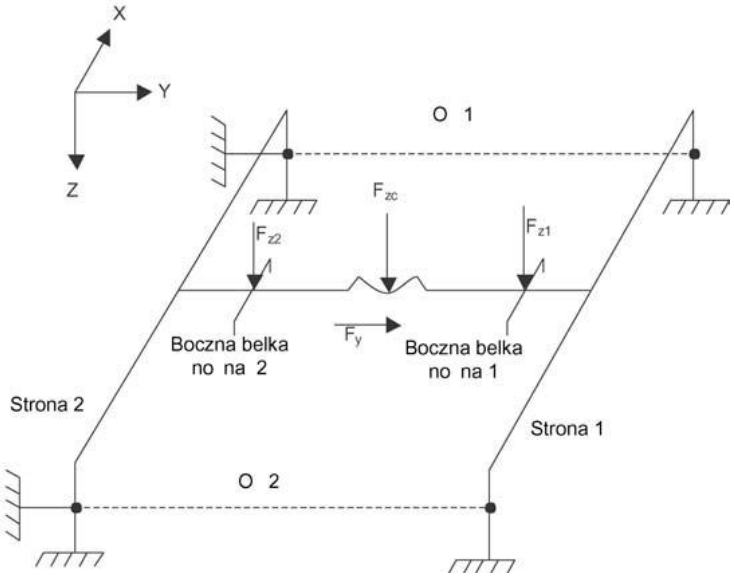
klasyfikacja szczegółów zgodnie z geometrią elementów lub spoin (łącznie z koncentracją naprężeń);

pozyskiwanie wartości granicznych z próbek w pomniejszonej skali, przy użyciu właściwych technik badania oraz na podstawie wcześniejszych doświadczeń, które zagwarantują ich zastosowanie do elementów o rzeczywistej wielkości.

Jeżeli granice naprężeń, jakie mają być przestrzegane, podane są w wykresach naprężeń zamieszczonych w raporcie RPI7 Komisji ERRI B12, dopuszczalne jest przekroczenie tych granic o maksimum 20 % przy ograniczonej liczbie punktów pomiarowych, co należy monitorować ze szczególną starannością podczas prób zmęczeniowych. Jeżeli podczas próby nie są widoczne początki pęknięć, naprężenia przekraczające zarejestrowane podczas prób statycznych wartości graniczne należy zaakceptować i dopuścić dany wózek do użytkowania.

### 9.3.8. Próby statyczne w warunkach normalnych obciążeń eksploatacyjnych – wózki dwuosiowe

*Rysunek J3*




*Tablica J7*

| Przypadek obciąże-nia | Obciążenia | | | | Siły hamowania |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pionowe | | Poprzeczne | | |
| | Ślizg boczny 2 Fz2 | Łożysko czopu skrętu Fzc | Ślizg boczny 1 Fz1 | Fy | |
| 1 | 0 | Fz | 0 | | |
| 2 | 0 | (1+β) Fz | 0 | | |
| 3 | 0 | (1-β) Fz | 0 | | |
| 4 | 0 | (1-α)(1+β) Fz | α(1+β) Fz | Fy | |
| 5 | α(1+β) Fz | (1-α)(1+β) Fz | 0 | - Fy | |
| 6 | 0 | (1-α)(1-β) Fz | α(1-β) Fz | Fy | |

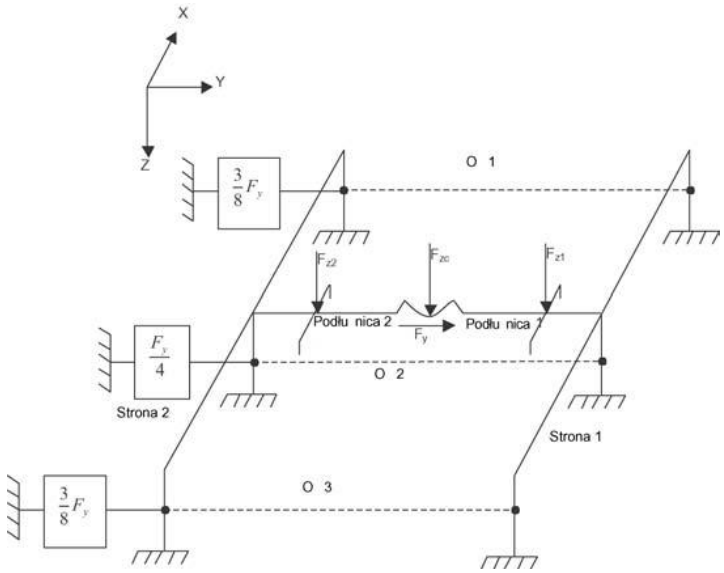
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | α(1-β) Fz | (1-α)(1-β) Fz | 0 | - Fy | |
| 8 | 0 | Fz | 0 | | FB |

$F_z = 4Q_0 - m^+g$ $\beta = 0{,}3$

$\alpha = 0{,}2(1700/2b_g)$ $F_y = 0{,}4\times0{,}5\times(F_z + m^+g)$

### 9.3.9. Próby statyczne w warunkach normalnych obciążeń eksploatacyjnych – wózki trzyosiowe

*Rysunek J4*




*Tablica J8*

| Przypadek obciąże-nia | Obciążenia | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pionowe | | | Poprzeczne | Siły hamowania |
| | Ślizg boczny 2 Fz2 | Łożysko czopu skrętu Fzc | Ślizg boczny 1 Fz1 | Fy | |
| 1 | 0 | Fz | 0 | | |
| 2 | 0 | (1+β) Fz | 0 | | |
| 3 | 0 | (1-β) Fz | 0 | | |
| 4 | 0 | (1-α)(1+β) Fz | α(1+β) Fz | Fy | |
| 5 | α(1+β) Fz | (1-α)(1+β) Fz | 0 | - Fy | |
| 6 | 0 | (1-α)(1-β) Fz | α(1-β) Fz | Fy | |
| 7 | α(1-β) Fz | (1-α)(1-β) Fz | 0 | - Fy | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0 | Fz | 0 | | FB |

$F_z = 6Q_0 - m^+g$ $\beta = 0,3$

$\alpha = 0,2(1700/2b_g)$ $F_y max = 0,53 \times 0,5 \times (F_z + m^+g)$

## 9.4. *PRÓBY ZMĘCZENIOWE*

### 9.4.1. Definicje zastosowanych obciążeń

Zastosowane obciążenia składają się z następujących elementów:

— obciążenia pionowe przyłożone do łożyska czopu skrętu oraz do ślizgów bocznych,

— obciążenie poprzeczne,

— obciążenia wynikające z hamowania,

— obciążenia od wichrowatości toru.

### 9.4.2. Obciążenia pionowe i obciążenia wynikające z przechyłów

Obciążenia pionowe przyłożone do łożyska czopu skrętu oraz do ślizgów bocznych należy obliczać w odniesieniu do znamionowego obciążenia wózka. Zależą one od następujących czynników:

— $F_z$ – obciążenie statyczne wywierane przez nadwozie wagonu na każdy wózek,

— współczynnik toczenia $\alpha = 0,2$,

— współczynnik podskoku $\beta = 0,3$.

$F_z$ jest obciążeniem statycznym. Obciążenia wynikające ze współczynnika α uważane są za „quasi-statyczne”. Obciążenia wynikające ze współczynnika β uważane są za „dynamiczne”.

Współczynnik toczenia α przyjmuje się jako równy 0,2 dla odległości między ślizgami bocznymi wynoszącej 1 700 mm (standardowe wózki dwuosiowe). Jeżeli odległość między ślizgami bocznymi (2 $b_g$) różni się od 1 700 mm, wartość α będzie równa:

$\alpha = 0,2(1700/2b_g)$

### 9.4.3. Obciążenia poprzeczne

Obciążenia poprzeczne składają się z dwóch elementów:

Wózki dwuosiowe:

— obciążenie quasi-statyczne: $F_{yq} = 0,1(F_z + m^+g)$

— obciążenie dynamiczne: $F_{yd} = 0,1(F_z + m^+g)$

Wózki trzyosiowe:

— obciążenie quasi-statyczne: $F_{yq} = 0,133(F_z + m^+g)$

— obciążenie dynamiczne: $F_{yd} = 0,133(F_z + m^+g)$

### 9.4.4. Obciążenia wynikające z hamowania

Obciążenia wynikające z hamowania odpowiadają 100 % sił powstających przy hamowaniu awaryjnym.

W badanym wózku obciążenia wynikające z hamowania powodują przykładanie następujących obciążeń:

— obciążenia hamowania,

— obciążenia stykowe,

— obciążenia przykładane do cięgieł hamulcowych.

### 9.4.5. Obciążenia od wichrowatości

Wichrowatość toru, odnoszona do rozstawu osi, powinna wynosić 5‰.

### 9.4.6. Procedura badania

Próby zmęczeniowe składają się z naprzemiennych prób obciążeń quasi-statycznych i dynamicznych, odpowiadających jeździe po łukach w prawo i w lewo.

Jeżeli próby statyczne wykazały, że wichrowatość toru wywołuje naprężenia tylko w niektórych strefach ramy wózka, gdzie naprężenia powodowane przez obciążenia pionowe i poprzeczne są niewielkie, w pierwszym etapie próbę zmęczeniową należy wykonać tylko przy obciążeniach pionowych i poprzecznych.

W takim przypadku pionowe oraz poprzeczne obciążenia quasi-statyczne i dynamiczne będą zmieniały się w czasie w sposób przedstawionych na wykresach zamieszczonych jako rysunki 3, 5, 6 i 7 (dla wózków dwuosiowych) lub rysunki 5, 6, 7 i 8 (dla wózków trzyosiowych).

Każda sekwencja odpowiada łukowi w prawo lub w lewo, a liczba cykli dynamicznych w pionie i w poziomie będzie wynosiła 20.

Dynamiczne zmiany obciążeń pionowych i poprzecznych powinny mieć taką samą częstotliwość i fazę, jak przedstawiono na wykresach. Liczba sekwencji symulujących łuki w prawo i w lewo w próbie powinna być taka sama.

W pierwszym etapie próby liczba cykli zmian obciążeń dynamicznych powinna wynosić $6 \times 10^6$.

Drugi etap powinien obejmować $2 \times 10^6$ cykli; stosowane w nim siły statyczne powinny pozostać niezmienione, natomiast siły quasi-statyczne i dynamiczne należy pomnożyć przez współczynnik 1,2.

Trzeci etap próby także powinien składać się z $2 \times 10^6$ cykli i należy go wykonywać tak samo, jak etap drugi, ale z zastosowaniem mnożnika 1,4 zamiast 1,2.

Próby z przykładaniem obciążeń odpowiadających obciążeniom wynikającym z hamowania należy przeprowadzić wtedy, gdy wyniki próby wg punktu 2 wskazują na konieczność ich wykonania (przekroczenie granicy plastyczności podczas prób).

### 9.4.7. Obciążenia od wichrowatości

W sumie stosuje się $10^6$ cykli przemiennych obciążeń od wichrowatości:

— $6 \times 10^5$ podczas pierwszego etapu,

— $2 \times 10^5$ podczas każdego z dwóch następnych etapów.

Przy definiowaniu prób obciążeń od wichrowatości należy uwzględnić wyniki prób statycznych oraz możliwości stanowisk próbnych.

Jeżeli próby statyczne wykazały, że rama wózka nie ulega odkształceniu od wichrowatości toru, obciążeń tych nie uwzględnia się.

Jeżeli próby statyczne podane w załączniku B wykazały, że wpływ obciążeń od wichrowatości toru jest wyraźnie różny od efektów działania sił pionowych i poprzecznych (np. naprężenia występują w innych strefach), można zastosować próbę $6 \times 10^5$ plus dwa razy $2 \times 10^5$ cykli obciążeń skrętnych, oddzielnie dla obciążeń pionowych i poprzecznych. W przeciwnym razie układ próbny należy przystosować do jednoczesnego przykładania obciążeń pionowych, poprzecznych oraz wichrowatości toru.

Obciążenia symulujące wpływ wichrowatości toru powinny odpowiadać obciążeniom występującym w przypadku działania zawieszenia z amortyzacją.

### 9.4.8. Oczekiwane wyniki

Po zastosowaniu $6 \times 10^6$ cykli w pierwszym etapie próby nie mogą być widoczne żadne pęknięcia. Należy to zweryfikować poprzez wykonanie kontroli nieniszczącej (próba penetracji cząstek magnetycznych lub barwnika) po każdych $1 \times 10^6$ cyklach.

Po zakończeniu drugiego etapu dopuszczalne jest występowanie jedynie małych pęknięć, które nie wymagałyby natychmiastowej naprawy, gdyby powstały w trakcie eksploatacji.

Podczas próby zmęczeniowej należy monitorować rozwój naprężeń w miejscach występowania najsilniejszych naprężeń stwierdzonych podczas próby statycznej (podpunkt 6.1.1.2.1.3) przy użyciu czujników tensometrycznych. W szczególności dotyczy to miejsc, gdzie naprężenia przekraczające wartości dopuszczalne były tolerowane zgodnie z podpunktem 6.1.1.2.1.3.

### 9.4.9. Próby zmęczeniowe wózków dwuosiowych

Schemat obciążenia przedstawia rysunek J3.

**Obciążenia działające na ramę trakcie prób zmęczeniowych**

**Obciążenie łożyska czopu skrętu, obciążenie ślizgów bocznych**

Wykresy obciążeń: łożyska czopu skrętu (pionowe i poprzeczne), ślizgów bocznych, zamieszczone są w [5] na rysunkach: J5, J6 i J7. Wielkości obciążeń zamieszczono pod wykresami.

### 9.4.10. Próby zmęczeniowe wózków trójosiowych

Schemat obciążenia przedstawia rysunek J8.

**Obciążenia działające na ramę trakcie prób zmęczeniowych**

**Obciążenie łożyska czopu skrętu, obciążenie ślizgów bocznych**

Wykresy obciążeń: łożyska czopu skrętu (pionowe i poprzeczne), ślizgów bocznych, zamieszczone są w [5] na rysunkach: J5, J6 i J7. Wartości obciążeń zamieszczono pod rysunkiem J8.

## 9.5.*OZNACZENIA*

$Q_o$ = statyczna siła pionowa na poziomie koła, dla wagonu obciążonego (kN)

$m^+$ = masa wózka (t)

$F_z$ = statyczna siła pionowa działająca na wózek, dla wagonu obciążonego (kN)

$F_z$ = 4Qo- m+g (dla wózków dwuosiowych)

$F_z$ = 6Qo- m+g (dla wózków trzyosiowych)

g = przyspieszenie ziemskie (9,8 $m/s^2$)

$F_y$ = siła poprzeczna (kN)

$F_B$ = siły hamowania (kN)

$g^+$ = wichrowatość toru przykładana do osi wózka ( ‰)

α = współczynnik odpowiadający wpływowi toczenia

Współczynnik ten jest funkcją odstępu $2b_g$

β = współczynnik odpowiadający wpływowi podskoku

$2b_g$ = odstęp ślizgów bocznych (mm)

## 9.6.*PODSUMOWANIE I OGÓLNE WYTYCZNE*

Próby można podzielić na trzy grupy:

— Próby statyczne w warunkach skrajnych obciążeń eksploatacyjnych

Próby te mają na celu sprawdzenie, czy istnieje ryzyko trwałego i widocznego odkształcenia ramy wózka w wyniku nakładania się maksymalnych obciążeń, jakie mogą występować w trakcie eksploatacji.

— Próby statyczne symulujące normalne obciążenia eksploatacyjne

Próby te mają na celu sprawdzenie, czy istnieje ryzyko wystąpienia pęknięć zmęczeniowych w wyniku nakładania się obciążeń, jakie mogą występować w trakcie eksploatacji.

— Próby zmęczeniowe

Celem przeprowadzenia prób zmęczeniowych jest określenie czasu trwałości ramy wózka oraz wykrycie ewentualnych słabych punktów – w szczególności w miejscach, gdzie nie jest możliwe umieszczenie czujników tensometrycznych – oraz ocena marginesu bezpieczeństwa.

### 9.6.1. Ogólne warunki przeprowadzania prób na stanowisku badawczym

Próby należy przeprowadzić przy użyciu stanowiska badawczego, która umożliwia przykładanie oraz rozkład obciążeń dokładnie w tych samych miejscach, gdzie występują one w eksploatacji, jednocześnie prawidłowo symulując luzy oraz swobodę elementów zawieszenia i elementów łączących wózek z nadwoziem.

Próby te można przeprowadzać z zawieszeniem lub bez. Urządzenia tłumiące zawieszenia (amortyzatory) należy odłączyć, aby uniknąć wpływu tarcia.

Przy określaniu sposobu przykładania obciążeń oraz działania sił reakcji na ramę wózka należy uwzględnić charakterystykę konstrukcyjną wózka.

# 10.MOCOWANIE ŁADUNKÓW

## 10.1. *Wagony towarowe do ruchu kombinowanego*

### 10.1.1.Zamocowanie kontenerów i nadwozi wymiennych

Kontenery ISO i nadwozia wymienne powinny być mocowane na pojazdach szynowych za pomocą urządzeń, które są zaczepiane o naroża mocujące kontenerów ISO – odlewane klocki lub płyty narożne. Do urządzeń używanych obecnie w tym celu zalicza się trzpienie mocujące i koziołki oporowe.

### 10.1.2.Wymagania wytrzymałościowe dla urządzeń do zamocowania kontenerów/nadwozi wymiennych

Urządzenia do zamocowania kontenerów/nadwozi wymiennych, związane z nimi zaczepy i elementy posadowienia na pojeździe muszą być zdolne do wytrzymywania przyspieszeń, nadawanych maksymalnej masie całkowitej kontenera/nadwozia wymiennego.

Urządzenie mocujące powinno wytrzymać obciążenie 150 kN pionowe skierowane ku górze i działające wzdłuż jego osi, nie ulegając przy tym odkształceniu, które dyskwalifikowałyby go z eksploatacji.

### 10.1.3.Rozmieszczenie urządzeń do mocowania kontenera/nadwozia wymiennego

#### *10.1.3.1. Położenie wzdłużne*

Trzpienie mocujące należy rozmieścić na wagonie tak, aby ich położenie odpowiadało długościom kontenerów/nadwozi wymiennych, do których przewożenia został przewidziany. W zamieszczonej poniżej tablicy 11.1 wyszczególniono odległości wzdłużne pomiędzy parami urządzeń mocujących dla odpowiednich długości kontenerów i nadwozi wymiennych.

**Tablica 11.1. Odległości wzdłużne pomiędzy parami urządzeń mocujących dla odpowiednich długości kontenerów i nadwozi wymiennych.**

| Kod rozmiaru kontenera/ | Długość kontenera/ nadwozia wymiennego | Odległość wzdłużna między |
|---|---|---|

| **nadwozia wymiennego** | mm | stopy i cale | **trzpieniami mocującymi (mm)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 991 | 10’ | 2 787 ± 2 |
| 2 | 6 058 | 20’ | 5 853 ± 3 |
| 3 | 9 125 | 30’ | 8 918 ± 4 |
| 4 | 12 192 | 40’ | 11 985 ± 5 |
| A | 7 150 | | 5 853 ± 3 |
| B | 7 315 | 24’ | 5 853 ± 3 |
| C | 7 420 | | 5 853 ± 3 |
| D | 7 430 | 24’6” | 5 853 ± 3 |
| E | 7 800 | | 5 853 ± 3 |
| F | 8 100 | | 5 853 ± 3 |
| G | 12 500 | 41” | 11 985 ± 5 |
| H | 13 106 | 43” | 11 985 ± 5 |
| K | 13 600 | | 11 985 ± 5 |
| L | 13 716 | 45” | 11 985 ± 5 |
| M | 14 630 | 48” | 11 985 ± 5 |
| N | 14 935 | 49” | 11 985 ± 5 |
| P | 16 154 | | 11 985 ± 5 |

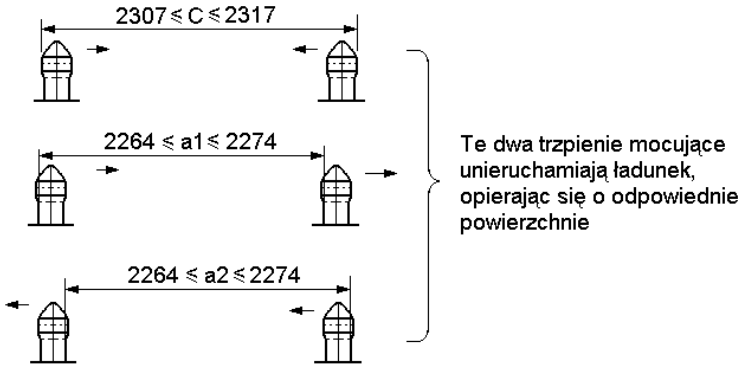
### *10.1.3.2. Rozmieszczenie poprzeczne*

a) Trzpienie mocujące stałe

Stałe trzpienie mocujące powinny być rozmieszczone na wagonie przy rozstawie poprzecznym 2 259 $^{\pm 2}$ mm jeden od drugiego.

b) Trzpienie mocujące odchylne

Wymiary funkcjonalne (a1, a2 i C) pary trzpieni mocujących po wyeliminowaniu luzu w kierunku wskazanym przez strzałki. Podane wymiary funkcjonalne należy zachować w eksploatacji, niezależnie od typu konstrukcji trzpieni mocujących (odchylne lub stałe).




**Rysunek 11.1. Rozmieszczenie poprzeczne trzpieni mocujących**

## 10.2. *Wymagania dla innego wyposażenia do unieruchomienia ładunku*

Minimalne wymagania pod względem naprężeń próbnych dla napinaczy, taśm do unieruchamiania ładunku i pierścieni do wiązania ładunku są następujące:

- napinacze używane z taśmami do unieruchamiania ładunku powinny być w stanie wytrzymać obciążenie 76 kN,
- taśmy używane do unieruchomienia ładunku powinny mieć nominalną wytrzymałość wynoszącą co najmniej 45 kN

Pozostałe wymagania podano w poniższej tablicy 11.2, w charakterze przykładów dla szeregu wagonów towarowych używanych obecnie w Europie.

**Tablica 11.2. Przykładowe wymagania unieruchomienia ładunku dla różnych typów wagonów towarowych**

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| Typy 1 i 3 Dwuosiowe wagony kryte<br>14,02 m | Gbs | 18 pierścieni umocowanych zawiasowo albo nieruchomych zaczepów z prętów stalowych na każdej ścianie bocznej, przy czym 8 sztuk w górnym rzędzie (1,1 m nad podłogą) i 10 sztuk w dolnym rzędzie (0,35 m nad podłogą) | Pierścienie do wiązania powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 14 mm |
| | | Jeśli wagony wyposażone są w urządzenia do mocowania ładunku znajdujące się na podłodze wagonu, należy wzdłuż każdej ściany bocznej zamontować po 6 równo rozmieszczonych urządzeń (ogółem 12) | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 85 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do osi wagonu |

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| Typ 2 Dwuosiowe wagony kryte<br>10,58 m | Gs | 14 pierścieni umocowanych zawiasowo albo nieruchomych zaczepów z prętów stalowych, na każdej ścianie bocznej, przy czym 6 sztuk w górnym rzędzie i 8 sztuk w dolnym rzędzie | Pierścienie do wiązania powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 14 mm |
| | | Jeśli wagony wyposażone są w urządzenia do mocowania ładunku znajdujące się na podłodze wagonu, należy wzdłuż każdej ściany bocznej zamontować po 4 równo rozstawione urządzenia (ogółem 8) | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 85 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do osi wagonu |
| Typy 3 Dwuosiowe wagony kryte<br>14,02 m | Hbfs | 18 pierścieni umocowanych zawiasowo albo nieruchomych zaczepów z prętów stalowych, na każdej ścianie bocznej, przy czym 8 sztuk w górnym rzędzie (1,1 m nad podłogą) i 10 sztuk w dolnym rzędzie (0,35 m nad podłogą) | Pierścienie do wiązania powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 14 mm |
| | | Jeśli wagony wyposażone są w urządzenia do mocowania ładunku znajdujące się na podłodze wagonu, należy wzdłuż każdej ściany bocznej zamontować po 4 równo rozstawione urządzenia (ogółem 8) | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 85 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| Wagon węglarka dwuosiowa<br>10,0m | Es | Aby umożliwić plandekowanie lub unieruchomienie ładunku, urządzenia do mocowania należy przytwierdzić na zewnętrznej stronie pudła pojazdu, po 8 na każdej ścianie bocznej | Powinny być wykonane ze okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| Platformy dwuosiowe 13,86 m | Ks | Pręty do lub pierścienie wykorzystywane przy plandekowaniu.<br>24 sztuki na zewnętrznej stronie burt bocznych odejmowanych lub odchylanych i 8 sztuk na zewnętrznej stronie burt czołowych odejmowanych lub odchylanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| | | 8 pierścieni lub zaczepów z prętów stalowych służących do mocowania (po 4 na ścianę boczną), wpuszczonych równo z wewnętrzną powierzchnią burt bocznych odejmowanych lub opuszczanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 12 urządzeń do mocowania osadzonych w podłodze, rozmieszczonych równo wzdłuż każdej ściany bocznej | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 170 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do osi wagonu |
| Dwuosiowa węglarko-platforma 13,86 m | Os | Pierścienie do plandekowania przymocowane do zewnętrznej krawędzi podłogi – 12 wzdłuż każdej ściany bocznej i 4 wzdłuż każdej ściany czołowej | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | Do tej samej krawędzi wzdłuż każdej ściany czołowej należy przymocować 4 pierścienie do wiązania | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| Typ 1 Wagony kryte na wózkach 16,52 m | Gas/Gass | 16 pierścieni umocowanych zawiasowo albo nieruchomych zaczepów z prętów stalowych służących do mocowania, tj. po 8 na każdej ścianie bocznej. Urządzenia te powinny być zamontowane 0,35 m nad powierzchnią podłogi i nie mogą wystawać. | Nie wyspecyfikowano żadnych wymagań wytrzymałościowych |
| Typ 2 Wagony kryte na wózkach 21,7 m | Gabs/Gabss | 14 urządzeń do mocowania umieszczonych na ścianach bocznych, po jednym w każdym końcu ściany bocznej, po jednym na każdym słupku drzwiowym i po jednym na środku każdej ściany. Urządzenia te powinny zostać umieszczone około 1,5 m nad poziomem podłogi. Muszą być wpuszczone równo z powierzchnią ściany. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą 40 kN wywieraną równolegle do wzdłużnej osi wagonu. |
| Typ 1 Wagony | Eas/Eaos | 13 pierścieni do wiązania na każdej ścianie bocznej przymocowanych na | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o |

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| węglarki na wózkach<br>14,04 m | | zewnątrz pudła.<br>2 pierścienie do wiązania na każdej ścianie czołowej przymocowane na zewnętrznej stronie pudła. | średnicy co najmniej 16 mm |
| Typ 2 Wagony węglarki na wózkach<br>15,74 m | Eanos | 6 pierścieni do wiązania na każdej ścianie bocznej przymocowanych na wewnętrznej stronie pudła.<br>2 pierścienie do wiązania na każdej ścianie czołowej przymocowane na wewnętrznej stronie pudła.<br>Urządzenia te powinny zostać w miarę możliwości umieszczone równomiernie około 0,2 m nad poziomem podłogi i muszą być wpuszczone równo z powierzchnią ściany, jeśli nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 40 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| | | 14 pierścieni do wiązania na każdej ścianie bocznej przymocowanych na zewnętrznej stronie pudła.<br>2 pierścienie do wiązania na każdej ścianie czołowej przymocowane na zewnętrznej stronie pudła. | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| Typ 1 Wagony platformy na wózkach (bez burt bocznych odejmowa-nych lub odchylanyc h) 19,9 m | Rs/Res | 36 pierścieni na ostojnicach | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 8 pierścieni na zewnętrznej stronie ścian czołowych odchylanych lub odejmowanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 18 haków na ostojnicach wzdłużnych | Każdy hak powinien mieć przekrój poprzeczny co najmniej równoważny średnicy 40 mm |
| Typ 1 Wagony platformy na wózkach (z burtami bocznymi | Rns/Re ns | 36 pierścieni na ostojnicach | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 8 pierścieni na zewnętrznej stronie burt czołowych odchylanych lub odejmowanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| odejmowa-nymi lub odchyla-nymi) 19,9 m | | 18 zaczepów z prętów stalowych służących do mocowania wpuszczonych równo z powierzchnią burt bocznych/ czołowych odchylanych lub odejmowanych, na ich wewnętrznej stronie | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 18 urządzeń do mocowania ładunku umieszczonych w podłodze rozmieszczonych w jednakowych odstępach na całej długości, które nie mogą wystawać ponad poziom podłogi, jeśli nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 170 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| Typ 2 Wagony platformy na wózkach (bez ścian bocznych odejmowa-nych lub odchylanyc h) 14,04m | Rmms/ Rmmn s | 24 pierścienie na ostojnicach | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 8 pierścieni na zewnętrznej stronie ścian czołowych odchylanych lub odejmowanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 14 haków na ostojnicach | Każdy hak powinien mieć przekrój poprzeczny co najmniej równoważny średnicy 40 mm |
| Typ 2 wagony platformy na wózkach (bez ścian bocznych odejmowa-nych lub odchylanyc h) 19,9 m | Remm s/ Remm ns | 24 pierścienie na ostojnicach | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 8 pierścieni na zewnętrznej stronie burt czołowych odchylanych lub odejmowanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 12 zaczepów z prętów stalowych służących do mocowania wpuszczonych równo z wewnętrzną powierzchnią burt bocznych/ czołowych odchylanych lub odejmowanych | Powinny być wykonane z okrągłego pręta stalowego o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | 12 urządzeń do mocowania ładunku umieszczonych w podłodze, rozmieszczonych w jednakowych odstępach na całej długości, które nie mogą wystawać ponad powierzchnię podłogi, jeśli nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 170 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| Wagon na wózkach, z otwieranym dachem<br>14,04 m – 14,29 m | Taems | Może być wyposażony w 6 urządzeń do mocowania ładunku, równomiernie rozmieszczonych z każdego boku wagonu (łącznie 12). Jeśli urządzenia takie są zamontowane, to gdy nie są one używane, muszą być wpuszczone w podłogę równo z jej powierzchnią i muszą spełniać wymagania wytrzymałościowe wyszczególnione w sąsiedniej kolumnie. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 170 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| Typ 1 Wagony na wózkach, kryte z suwanymi ścianami<br>21,7 m | Habiss | Zaleca się, aby podłogę tego typu wagonu wyposażyć w 16 urządzeń do mocowania. Jeśli takie urządzenia zostaną zamontowane, powinny w kierunku wzdłużnym zostać rozmieszczone w odstępach<br>4 370 mm/600 mm/4 200 mm/<br>1 000 mm/4 200 mm/600 mm/<br>4 370 mm. W kierunku poprzecznym urządzenia należy umieścić w odległości 970 mm od wzdłużnej linii centralnej wagonu. Gdy nie są używane, nie mogą wystawać nad podłogę. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 85 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| Typ 2A wagony na wózkach, kryte z suwanymi ścianami<br>24,13 m | Habbins | Wagon należy wyposażyć w 16 urządzeń do mocowania ładunku umieszczonych w podłodze. Należy je rozmieścić w jednakowych odstępach wzdłuż każdej ze ścian bocznych. Nie mogą one wystawać nad podłogę, jeśli nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 85 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| | | Każda ze ścian czołowych wagonu powinna zostać wyposażona w 4 elementy do mocowania, umieszczone po 2 w pobliżu każdego słupka narożnego wewnątrz wagonu, na wysokościach około 0,75 i 1,5 m nad podłogą. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 30 kN działającą we wszystkich kierunkach, gdy siła ta jest wywierana jednocześnie na dwa elementy znajdujące się na tej samej wysokości. |

| Typ wagonu i długość ze zderzakami | Ozna-czenie | Rodzaj, liczba i rozmieszczenie wymaganych urządzeń do mocowania ładunku | Rodzaj obciążenia (lub rozmiary) dla wszystkich urządzeń do mocowania |
|---|---|---|---|
| Dwuosiowe wagony kryte z suwanymi ścianami typy 1A i 2A odpowiedni o 14,2 m i 15,5 m | Hbins/ Hbbins | Wagon należy wyposażyć w 12 urządzeń do mocowania ładunku umieszczonych w podłodze. Należy je rozmieścić w jednakowych odstępach wzdłuż każdego boku. Nie mogą one wystawać nad podłogę, jeśli nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 85 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do wzdłużnej osi wagonu |
| | | Każda ze ścian czołowych wagonu powinna zostać wyposażona w 4 elementy do mocowania, umieszczone po 2 w pobliżu każdego słupka narożnego wewnątrz wagonu, na wysokościach około 0,75 i 1,5 m nad podłogą. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 30 kN działającą we wszystkich kierunkach, gdy siła ta jest wywierana jednocześnie na dwa elementy znajdujące się na tej samej wysokości. |
| Wagony platformy na wózkach wyposażone w mechanizm do plandeko-wania Odpowiedni o 19,9m i 20,09 | Rils/Ri lns | Zaleca się zamocowanie 10 chowanych pierścieni mocujących. Pierścienie te powinny być równo rozstawione w kierunku wzdłużnym i wpuszczone w podłogę równo z jej powierzchnią, gdy nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 170 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do pionowej płaszczyzny osi wzdłużnej wagonu |
| | | Zaleca się, aby zamocować 4 pierścienie do wiązania na wewnętrznych powierzchniach ścian czołowych. | Nie wyspecyfikowano żadnych wymagań wytrzymałościowych |
| Wagony platformy z 2 trzyosiowy mi wózkami 16,4m | Samm ns | Do podłużnic należy przymocować 26 okrągłych stalowych pierścieni. | Powinny być wykonane z okrągłego pręta o średnicy co najmniej 16 mm |
| | | Należy umocować w podłodze 12 pierścieni do wiązania ładunku umieszczonych w podłodze, które należy rozmieścić w jednakowych odstępach wzdłuż każdego boku wagonu, i które powinny być wpuszczone w podłogę równo z jej powierzchnią, gdy nie są używane. | Powinny być w stanie wytrzymać siłę rozciągającą o wartości 170 kN przyłożoną pod kątem $45^0$ do powierzchni podłogi i pod kątem $30^0$ do pionowej płaszczyzny osi wzdłużnej wagonu |

# 11.ODPORNOŚĆ ZDERZENIOWA TABORU

## 11.1. *Wagony towarowe*

Odporność zderzeniową wagonów towarowych przeprowadza się podczas próby nabiegania z wagonami próżnymi i załadowanymi. Polegają one na tym, że niezahamowany wagon towarowy stojący na poziomym, prostym torze, musi być zdolny – zarówno w stanie próżnym, jak i załadowanym – do wytrzymania taranu spowodowanego przez nabiegający wagon towarowy załadowany do masy brutto 80 t i wyposażony w zderzaki boczne o zdolności pochłaniania energii ≥ 30 kJ.

### 11.1.1.Próby nabiegania z wagonami próżnymi

Próby te należy przeprowadzać przy prędkościach wzrastających do 12 km/h, jeśli nie postanowiono inaczej w warunkach standardowych i kontrakcie. W szczególności dla pewnych typów wagonów, dla których nie dopuszcza się przetaczania na górkach rozrządowych i manewrowania odrzutem (tj. dla typu F-II), prędkość podczas nabiegania można ograniczyć do 7 km/h.

### 11.1.2.Próba nabiegania z wagonami załadowanymi

W celu przeprowadzenia tej próby, wagon powinien zostać załadowany do maksymalnej ładowności. Kierunek uderzenia odwraca się po każdym nabieganiu z wyjątkiem przypadku, gdy próbom poddaje się wagony cysterny. Badań zderzeniowych nie trzeba przeprowadzać dla konwencjonalnych wagonów platform.

### 11.1.3.Wagony ze zderzakami bocznymi

Próby wstępne należy przeprowadzać przy wzrastającej prędkości nabiegania. Próby wstępne kontynuuje się aż do chwili, gdy jeden z dwóch parametrów (prędkość albo siła) osiągnie ustaloną wartość graniczną.

### 11.1.4.Wagony wyposażone w sprzęg samoczynny

We wszystkich przypadkach należy uzyskać prędkość nabiegania 12 km/h.

### 11.1.5.Ocena wyników przeprowadzonych nabiegań

Wymienione różne warianty próby nabiegania nie powinny wywołać żadnych widocznych trwałych odkształceń.

Otrzymane wyniki powinny spełniać następujące warunki:

- skumulowane odkształcenia resztkowe, powstałe w wyniku przeprowadzenia próby wstępnej i serii 40 nabiegań, powinny być mniejsze niż 2‰ i powinny ustabilizować się przed przeprowadzeniem trzydziestego nabiegania z tej serii. Warunku tego nie stosuje się jednakże do tych elementów konstrukcji, których dotyczą postanowienia szczególne,
- zmiany podstawowych wymiarów wagonu nie powinny obniżać jego przydatności eksploatacyjnej.

## 11.2. *Pociągi dużych prędkości*

Statyczna i dynamiczna wytrzymałość nadwozi pojazdów na obciążenia musi zapewniać wymagany poziom bezpieczeństwa osobom w nich przebywającym.

System bezpieczeństwa kolei oparty jest na bezpieczeństwie biernym i czynnym, zdefiniowanym jak poniżej:

a) bezpieczeństwo czynne – systemy ograniczające prawdopodobieństwo zaistnienia wypadku lub dotkliwość skutków wypadku,

b) bezpieczeństwo bierne – systemy, które zmniejszają konsekwencje wypadku w razie jego zaistnienia.

Systemów bezpieczeństwa biernego nie można używać w celu zastąpienia nimi brakującego bezpieczeństwa czynnego w sieci kolejowej, lecz mają one mieć charakter uzupełniający bezpieczeństwo czynne i mają uzupełniać braki w systemie bezpieczeństwa osobistego, w razie gdy zawiodą inne środki.

### 11.2.1.Zasady – wymagania funkcjonalne

W przypadku zderzenia czołowego opisanego w poniższych scenariuszach, konstrukcja mechaniczna pojazdów powinna:

- ograniczać wartości opóźnienia,
- utrzymywać strefę przeżycia i integralność struktury w obszarach zajmowanych przez osoby,
- zmniejszać niebezpieczeństwo wykolejenia,
- zmniejszać niebezpieczeństwo poprzecznego zaczepienia się zderzaków.

Odkształcenia należy kontrolować w taki sposób, aby — jako minimum — zaabsorbować energię związaną z projektowanymi scenariuszami kolizji. Odkształcenie powinno następować stopniowo, bez powodowania ogólnych niestateczności i awarii, i powinno występować tylko w określonych strefach zgniotu. Strefami zgniotu mogą być:

- odnawialne i nieodnawialne części urządzeń zderzakowych/sprzęgów podatne na odkształcenie;
- urządzenia nie stanowiące struktury nośnej;
- strefy zgniotu nadwozia;
- albo dowolna kombinacja powyższych.

Strefy zgniotu powinny być zlokalizowane albo w obszarach niezajmowanych przez pasażerów, blisko końców każdego pojazdu, przed kabiną maszynisty i w przejściach międzywagonowych, a jeśli to nie jest możliwe, w przyległych obszarach zajmowanych tymczasowo (na przykład toaletach i przedsionkach wejściowych) lub kabinach. Niedozwolone jest umieszczanie stref zgniotu w obszarze miejsc siedzących dla pasażerów, łącznie z obszarami, w których znajdują się siedzenia odchylne.

### 11.2.2. Proste przypadki obciążenia i projektowane scenariusze kolizji

Elementy strukturalne nadwozia każdego pojazdu muszą być w stanie wytrzymać, jako minimum, wzdłużne i pionowe obciążenia statyczne działające na nadwozia odpowiadające kategorii PII określonej w normie PN-EN 12663:2002.

Do bezpieczeństwa biernego należy zastosować cztery projektowane scenariusze kolizji, które uwzględniają wszystkie kombinacje konfiguracji przedniego końca (w prostej linii, bez hamowania):

— **Scenariusz 1**

Kolizja między dwoma identycznymi pociągami (zestaw złożony z identycznych jednostek albo zdefiniowana formacja) przy prędkości względnej 36 km/godz.

— **Scenariusz 2**

Kolizja między pociągiem (zestaw złożony z identycznych jednostek albo zdefiniowana formacja) a pojazdem kolejowym wyposażonym w zderzaki boczne przy prędkości 36 km/godz. Pojazd kolejowy powinien być czteroosiowym wagonem towarowym o masie 80 ton, jak określono w punkcie 11.2.5.1.

— **Scenariusz 3**

Kolizja przy prędkości 110 km/godz. na poziomym skrzyżowaniu, z przeszkodą będącą odpowiednikiem samochodu ciężarowego o masie 15 t, jak określono w punkcie 11.2.5.2.

— **Scenariusz 4**

Kolizja z małą lub niską przeszkodą, taką jak samochód osobowy albo zwierzę, którą należy zająć się poprzez określenie parametrów odchylacza przeszkód.

### 11.2.3. Szczegółowa specyfikacja dla bezpieczeństwa biernego

We wszystkich scenariuszach obszary pasażerskie nie powinny doznać żadnych deformacji albo wsunięcia, które pogorszyłoby zaprojektowaną strefę przetrwania oraz strukturalną integralność części pasażerskiej.

Na froncie pociągu należy przymocować odchylacz przeszkód w celu zredukowania prawdopodobieństwa, że wykolejenie spowodują obiekty, takie jak samochody osobowe lub duże zwierzęta.

### 11.2.4. Ochrona przed niskimi przeszkodami

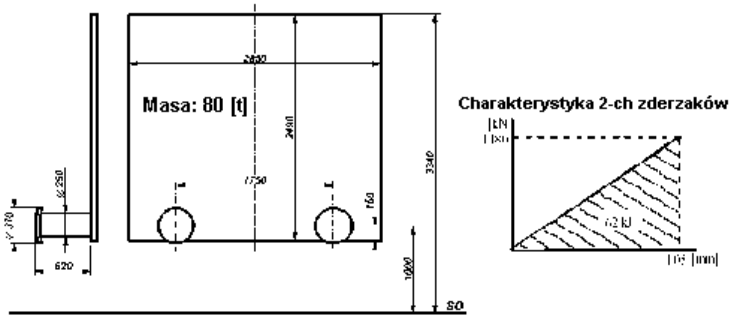
Odchylacz przeszkód, mający dolną krawędź tak nisko, jak to umożliwia rozstaw szyn, powinien być przymocowany na przednim końcu pociągu i weryfikowany za pomocą następujących wymagań statycznych dotyczących długości, które należy spełnić z osobna:

- 300 kN na osi pociągu,
- 250 kN w odległości 750 mm od osi pociągu.

## 11.2.5. Definicje przeszkód

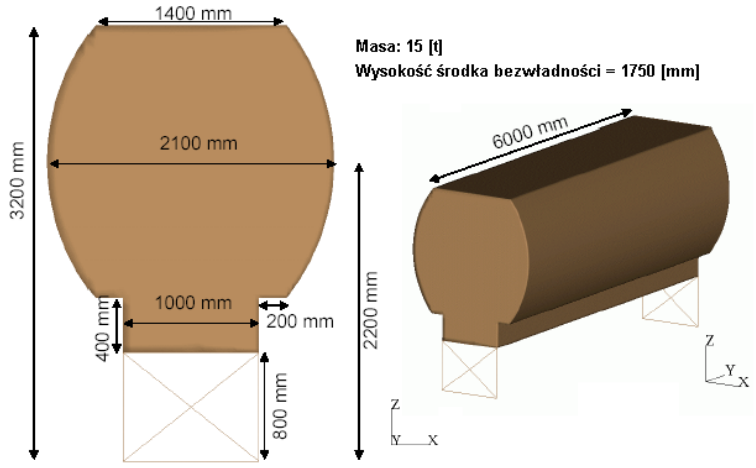
### *11.2.5.1. Dla kolizji między pociągiem a wagonem o masie 80 ton ze zderzakami bocznymi:*

Wagon o masie 80 ton powinien być zunifikowanym wagonem kolejowym z wózkami wyposażonym w zderzaki boczne (jak zdefiniowano w pkt. 6.1.1.1) o skoku 105 mm. Definicja przeszkody (wagonu) podana jest na poniższych rysunkach:




### *11.2.5.2. Dla kolizji między pociągiem a ciężką przeszkodą na poziomym skrzyżowaniu*

Należy użyć numerycznego ekwiwalentu odkształcalnej przeszkody o masie 15 000 kg (jak określono na rysunkach poniżej). Symulację należy wykonać dla kompletnego modelu numerycznego z zastosowaniem specjalnego oprogramowania dla zderzeń.



# 12. NIEZRÓWNOWAŻENIE NACISKÓW W TABORZE Z OKREŚLENIEM DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI GRANICZNYCH

## 12.1. *Masa pojazdu*

Dla eksploatacji na liniach istniejących obciążenie na oś powinno wynosić co najmniej 5 t, chyba że siła hamowania wytwarzana jest przez klocki hamulcowe, a w takim przypadku obciążenie na oś powinno wynosić co najmniej 3,5 t.

Dla eksploatacji na liniach nowych i modernizowanych obciążenie na oś powinno wynosić co najmniej 3,5 t.

## 12.2. *Pociągi dużych prędkości*

### 12.2.1. Statyczny nacisk osi

Nominalny statyczny nacisk osi na tor (Po) musi spełniać poniższe wymagania wprowadzone w celu ograniczenia sił wywieranych przez pociąg na tor. Pomiarów należy dokonywać w następujących normalnych warunkach obciążenia: z normalnym obciążeniem użytecznym, z personelem pociągu, wszystkimi materiałami koniecznymi do eksploatacji (np. środkami smarnymi, czynnikami chłodzącymi, wyposażeniem cateringowym, substancją do spłukiwania toalet itd.) i materiałami zużywalnymi w ilości 2/3 (np. paliwo, piasek, żywność itd.).

Zastosowanie będzie miała następująca definicja obciążenia użytecznego, zależnie od rodzaju pojazdu lub obszaru:

- obszary zajmowane przez pasażerów w wagonach restauracyjnych, łącznie z siedzeniami: liczba pasażerów pomnożona przez 80 kg (stoły (niskie i wysokie), poręcze i środki do podpierania się podczas stania nie są klasyfikowane jako siedzenia),
- obszary zajmowane na krótki okres (np. przedsionki wejściowe, przejścia międzywagonowe, toalety): nie należy brać pod uwagę obciążenia wynikającego z obecności pasażerów,
- inne przedziały niedostępne dla pasażerów, mieszczące bagaż, ładunek: maksymalne obciążenie użyteczne w usługach komercyjnych

Nominalny statyczny nacisk jednej osi (Po) powinien być taki, jak podano w tablicy 12.1. (1 tona (t) = 1 000 kg).

**Tablica 12.1. Statyczny nacisk osi**

| | Maksymalna prędkość eksploatacyjna V [km/h] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 190 ≤ V ≤ 200 | 200 < V ≤ 230 | 230 < V < 250 | V = 250 | V > 250 |
| Klasa 1 | | | | ≤ 18 t | ≤ 17 t |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Klasa 2 lokomotywy i napędowe pojazdy czołowe | ≤ 22,5 t | | ≤ 18 t | nie dotyczy | nie dotyczy |
| Klasa 2 zespoły trakcyjne | ≤ 20 t | ≤ 18 t | | nie dotyczy | nie dotyczy |
| Klasa 2 wagony ciągnione przez lokomotywę | ≤ 18 t | | | nie dotyczy | nie dotyczy |

a) Maksymalny całkowity statyczny nacisk osi pociągu (masa całkowita pociągu) nie może przekraczać:

- (suma wszystkich nominalnych statycznych nacisków osi danego pociągu) x 1,02.

Całkowita masa pociągu nie może przekraczać 1 000 ton.

b) Maksymalny statyczny nacisk pojedynczej osi dla jakiejkolwiek z osi nie może być większy od:

- (nominalny statyczny nacisk pojedynczej osi) x 1,04.

Różnica statycznego nacisku koła w porównaniu z jakimkolwiek innym kołem tego samego wózka lub zespołu biegowego nie może przekraczać 6 % przeciętnego nacisku koła tego wózka lub zespołu biegowego.

Przed procesem ważenia dopuszcza się centrowanie nadwozia wagonu względem osi symetrii wózków.

Naciski statyczne poszczególnych osi nie mogą być mniejsze od 5 t.

# 13. PRZEWÓZ TOWARÓW, W TYM TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH

Przewoźnik kolejowy musi zagwarantować, aby:

- przewożony ładunek był rozmieszczony w sposób zapewniający równomierny nacisk na tor wszystkich osi i kół pojazdu. W przypadku, gdy jest to niemożliwe ze względu na rozmiary lub kształt ładunku, przewoźnik kolejowy musi zapewnić szczególne warunki transportu ładunku na całej trasie,
- pojazdy nie były ładowane ponad dopuszczalny nacisk osi i kół,
- pojazdy nie były załadowane ponad dopuszczalny nacisk osi i kół obowiązujący na jakimkolwiek odcinku planowanej trasy (chyba że odpowiedni zarządca lub zarządcy infrastruktury zezwolą na taki przejazd),
- ładunek oraz wszelki nieużywany sprzęt do zabezpieczania ładunku znajdujący się wewnątrz pojazdów lub na nich był zabezpieczony tak, aby zapobiec jego niepożądanemu przemieszczaniu się podczas transportu,
- skrajnia kinematyczna każdego pojazdu (łącznie z ładunkiem) wchodzącego w skład pociągu musi mieścić się w granicach dozwolonych dla danego odcinka trasy,
- jakiekolwiek materiały wykorzystane do przykrycia ładunku na pojeździe były bezpiecznie przymocowane do pojazdu lub do ładunku. Przykrycia muszą być wykonane z materiałów odpowiednich do przykrycia danego ładunku, przy uwzględnieniu działania sił, na których działanie będą wystawione podczas przewozu.

## 13.1. *Ładunki niebezpieczne*

Przewoźnik kolejowy musi zdefiniować procedury nadzoru nad transportem ładunków niebezpiecznych.

Procedury te muszą obejmować:

- istniejące normy europejskie, zgodnie z dyrektywą WE 96/49, dotyczące identyfikacji ładunków niebezpiecznych na pokładzie pociągu;
- informowanie maszynisty o obecności i umiejscowieniu na pokładzie ładunków niebezpiecznych;
- informacje, których wymaga zarządca infrastruktury w przypadku transportu ładunków niebezpiecznych;
- ustalenie, wspólnie z zarządcą infrastruktury, kanałów komunikacji oraz zaplanowanie środków szczególnych w sytuacjach kryzysowych dotyczących ładunków.

Wagony przewożące towary niebezpieczne powinny spełniać zarówno wymagania niniejszego punktu, jak i wymagania RID.

### 13.1.1. Przepisy prawne dotyczące taboru do transportu towarów niebezpiecznych

| | |
|---|---|
| Tabor | Dyrektywa Rady 96/49/WE wraz z aktualnymi załącznikami |
| Oznakowanie i etykiety | |
| Zderzaki | |
| Ochrona przed iskrami | |
| Użytkowanie wagonów do transportu towarów niebezpiecznych w długich tunelach | Trwa badanie przez grupy robocze w ramach mandatu przyznanego przez Komisję Europejską (AEIF i RID) |

### 13.1.2. Dodatkowe przepisy dotyczące cystern

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cysterna | Dyrektywa Wspólnoty Europejskiej 1999/36/WE z dnia 29 kwietnia 1999r. w sprawie ciśnieniowych urządzeń transportowych zmienionej: Dyrektywą Wspólnoty Europejskiej 2001/2/WE z dnia 4 stycznia 2001r. oraz Dyrektywą Wspólnoty Europejskiej 2002/50/WE z dnia 6 czerwca 2002r. dostosowującą do postępu technicznego dyrektywę 1999/36/WE. | | | |
| Badanie, kontrola i oznakowanie cystern | Lp. | Norma | Zastosowanie obowiązkowe dla cystern zbudowanych | Zastosowanie dozwolone dla cystern zbudowanych |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1. | EN 12972:2001 (z wyjątkiem zał. D i E) | między 1 stycznia 2009 i 31 grudnia 2010 (A) | od stycznia 2003 do 31 grudnia 2008 |
| | 2. | EN 12972:2007 | od stycznia 2011 | przed 1 stycznia 2011 |

Gdzie: (A) – o ile zastosowanie innych norm nie jest dozwolone w kolumnie (4) dla tych samych celów dla cystern w tym samym czasie.

### 13.1.3. Zasady utrzymania

Utrzymanie cystern/wagonów towarowych powinno być zgodne z następującymi Normami Europejskimi i dyrektywami Rady:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Badanie i kontrola | Lp. | Norma | Zastosowanie obowiązkowe dla cystern zbudowanych | Zastosowanie dozwolone dla cystern zbudowanych |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1. | EN 12972:2001 (z wyjątkiem zał. D i E) | między 1 stycznia 2009 i 31 grudnia 2010 (A) | od stycznia 2003 do 31 grudnia 2008 |
| | 2. | EN 12972:2007 | od stycznia 2011 | przed 1 stycznia 2011 |
| Utrzymanie cystern i ich urządzeń | Dyrektywa Wspólnoty Europejskiej 96/49/WE z dnia 23 lipca 1996r. w sprawie zbliżania ustawodawstw Państw Członkowskich w zakresie kolejowego transportu towarów niebezpiecznych zmienionej: Dyrektywą | | | |

| | |
|---|---|
| Wzajemne umowy w sprawie inspekcji cystern | Wspólnoty Europejskiej 96/87/WE z dnia 13 grudnia 1996r., Dyrektywą Wspólnoty Europejskiej 1999/48/WE z dnia 21 maja 1999r., Dyrektywą Wspólnoty Europejskiej 2001/6/WE z dnia 29 stycznia 2001r. oraz Dyrektywą Wspólnoty Europejskiej 2003/29/WE z dnia 7 kwietnia 2003r. |

Gdzie: (A) – o ile zastosowanie innych norm nie jest dozwolone w kolumnie (4) dla tych samych celów dla cystern w tym samym czasie.

## 13.2. *Ochrona przeciwpożarowa*

Towary przewożone w wagonach towarowych nie powinny być uwzględniane ani jako pierwotne źródło zapłonu, ani jako substancje rozprzestrzeniające ogień. W przypadku przewożenia wagonami towarowymi towarów niebezpiecznych, we wszystkich aspektach bezpieczeństwa przeciwpożarowego powinny być stosowane wymagania RID.

Towary w wagonach towarowych powinny być chronione przed przewidywalnymi źródłami zapłonu w pojeździe.

### 13.2.1. Definicje

a) Odporność ogniowa

Zdolność separującego elementu konstrukcyjnego, wystawionego na działanie ognia po jednej stronie, do zapobiegania przejściu przez ten element płomieni, gorących gazów i innych czynników ognia albo pojawieniu się płomieni po stronie nie narażonej na ogień.

b) Izolacja termiczna

Zdolność separującego elementu konstrukcyjnego do zapobiegania nadmiernej transmisji ciepła.

### 13.2.2. Utrzymanie środków ochrony przeciwpożarowej

Stan środków zapewnienia odporności ogniowej i izolacji termicznej (np. zabezpieczenia podłogi, ochrony kół przed iskrami) należy sprawdzać przy każdym przeglądzie okresowym oraz w okresach pośrednich, odpowiednio do rozwiązań konstrukcyjnych i doświadczenia eksploatacyjnego.

# 14. WYMAGANIA DLA PRZEJAZDU PRZEZ TUNELE

## 14.1. *Definicje*

### 14.1.1. Tabor kolejowy kategorii A

1) Tabor kolejowy do tuneli o długości do 5 km

Tabor kolejowy, który jest projektowany i produkowany pod kątem funkcjonowania w podziemnych odcinkach linii kolejowych i tunelach o długości nie przekraczającej 5 km, wyposażony w możliwość ewakuacji bocznej, określa się jako należący do kategorii A. W przypadku uruchomienia alarmu pożarowego pociąg będzie kontynuował jazdę do obszaru bezpiecznego oddalonego o nie więcej niż 4 minuty jazdy, przy założeniu, że pociąg może

jechać z prędkością 80 km/h. Po osiągnięciu obszaru bezpiecznego pasażerowie i obsługa pociągu mogą ewakuować się na zewnątrz. Jeżeli pociąg nie może kontynuować jazdy, zostanie ewakuowany przy użyciu infrastruktury ewakuacyjnej istniejącej w tunelu.

2) Tabor kolejowy w tunelach z podziemnymi stacjami

Jeżeli na linii kolejowej występują stacje podziemne, które są wyznaczone w planie awaryjnym jako miejsca ewakuacji, i jeżeli odległości między kolejnymi stacjami podziemnymi oraz między najbliższą taką stacją a wjazdem/wyjazdem do/z tunelu wynoszą mniej niż 5 km, pociągi powinny spełniać wymagania kategorii A.

### 14.1.2. Tabor kolejowy kategorii B

Tabor kolejowy, który jest zaprojektowany i produkowany pod kątem eksploatacji we wszystkich tunelach sieci transeuropejskiej, określa się jako należący do kategorii B. Zastosowane przegrody ogniowe mają na celu ochronę pasażerów i obsługi przed skutkami działania wysokiej temperatury i dymu na pokładzie palącego się pociągu przez 15 minut. Przegrody przeciwpożarowe oraz dodatkowe środki zapewniające utrzymanie pociągu w ruchu pozwalają takiemu pociągowi opuścić tunel o długości 20 km i dojechać do obszaru bezpiecznego, przy założeniu, że pociąg może jechać z prędkością 80 km/h. Jeżeli pociąg nie może opuścić tunelu, zostanie ewakuowany przy użyciu infrastruktury ewakuacyjnej istniejącej w tunelu.

## 14.2. *Wymagania szczegółowe*

### 14.2.1. Właściwości materiałów konstrukcyjnych taboru

1) Tabor pasażerski

Przy wyborze materiałów i elementów należy uwzględniać ich zachowanie podczas pożaru.

Do czasu opublikowania normy EN 45545− 2 lub załącznika do TSI HS RST, zgodność z wymaganiami będzie uznana za spełnioną poprzez weryfikację zgodności materiałów z wymaganiami bezpieczeństwa pożarowego zawartymi w zatwierdzonych przepisach krajowych (przy zastosowaniu właściwej kategorii eksploatacji) pochodzących z następujących pakietów norm:

- norma brytyjska BS6853, GM/RT2120 wyd. 2 i AV/ST9002 wyd. 1;
- normy francuskie NF F 16− 101:1988 i NF F 16− 102/1992;
- norma niemiecka DIN 5510− 2:2003, włącznie z pomiarem toksyczności, kategoria 2 bezpieczeństwa pożarowego (norma jest aktualnie uzupełniana przez wymagania dotyczące toksyczności; można zastosować wymagania dotyczące toksyczności z innych norm, aż do zakończenia procesu uzupełniania),
- normy włoskie UNI CEI 11170− 1:2005 i UNI CEI 11170− 3:2005,
- normy polskie PN-K-02511:2000 i PN-K-02502:1992.

2) Tabor towarowy

W poniższej tabeli wymienione są parametry zastosowane do zdefiniowania wymagań i ich charakterystyk. Podano również, czy wielkość w tabeli jest wielkością minimalną czy maksymalną dla zgodności.

| Metoda badawcza | Parametr | Jednostki | Określenie wymogi |
|---|---|---|---|
| EN ISO 4589-2 [1] | LOI | % tlenu | minimum |
| ISO 5658 [2] | CFE | $KW/m^2$ | minimum |
| EN ISO 5659-2 [3] | $D_{s\ max}$ | bezwymiarowe | maksimum |

a) Krótkie wyjaśnienie metody badawczej:

**— EN ISO 4589-2 [1] Oznaczanie zapalności metodą wskaźnika tlenowego**

Badanie to określa metodę oznaczania minimalnego stężenia tlenu, w mieszaninie z azotem, która będzie podtrzymywać spalanie małych pionowych próbek w określonych warunkach badania. Wyniki badań są zdefiniowane jako wskaźnik tlenowy w procentach objętościowych.

**— ISO 5658-2 [2] Reakcja na próby ogniowe. Rozprzestrzenianie płomienia**

**Część 2: Rozprzestrzenianie boczne na produktach w konfiguracji pionowej**

Badanie to określa metodę pomiaru bocznego rozprzestrzeniania się płomienia wzdłuż powierzchni próbki ustawionej pionowo. Badanie zapewnia dane umożliwiające porównanie zachowania zasadniczo płaskich materiałów, kompozytów albo zespołów, które są stosowane przede wszystkim jako powierzchnie ścian wystawione na działanie ognia.

**— EN-ISO 5659-2 [3] Wytwarzanie dymu. Część 2: Określanie gęstości optycznej pojedynczym badaniem w komorze.**

Próbka produktu jest ustawiona poziomo w komorze, a jej górna powierzchnia zostaje wystawiona na działanie promieniowania cieplnego o stałym natężeniu 50 $kW/m^2$ przy braku płomienia zapalającego.

b) Wymagania minimalne

Części albo materiały o powierzchni mniejszej niż podana poniżej powinny być badane przy wymaganiach minimalnych.

| Metoda badawcza | Parametr | Jednostka | Wymaganie |
|---|---|---|---|
| EN ISO 4589-2 [1] | LOI | % tlenu | $\geq 26$ |

Wymagania dla materiału użytego jako powierzchnia.

| Metoda: Warunki Parametr | Parametr | Jednostka | Wymaganie |
|---|---|---|---|
| ISO 5658-2 [2] CFE | CFE | $kWm^{-2}$ | $\geq 18$ |
| EN ISO 5659-2 [3] $50kWm^{-2}$ | $D_{s\ max}$ | bezwymiarowe | $\leq 600$ |

c) Klasyfikacja powierzchni

Wszystkie użyte materiały powinny spełniać wymagania minimalne, o ile powierzchnia materiału/detal jest mniejsza od 0,25 $m^2$ oraz

- na suficie:

— maksymalny wymiar w dowolnym kierunku na powierzchni jest mniejszy od 1 m i

— odstęp od innej powierzchni jest większy niż maksymalny wymiar tej powierzchni (mierzony poziomo w dowolnym kierunku na powierzchni).

- na ścianie:

— maksymalny wymiar w kierunku pionowym jest mniejszy od 1 m i

— odstęp od innej powierzchni jest większy niż maksymalny wymiar tej powierzchni (mierzony pionowo).

Jeżeli powierzchnia jest większa od 0,25 $m^2$, to obowiązują wymagania jak dla materiału użytego na powierzchnię.

d) Wymagania dotyczące kabli

Kable używane do instalacji elektrycznej w wagonach towarowych powinny być zgodne z normą EN 50355. Dla celów ochrony przeciwpożarowej należy uwzględnić wymagania dla poziomu zagrożenia 3.

### 14.2.2. Gaśnice dla taboru pasażerskiego

Tabor musi być wyposażony w odpowiednią ilość wystarczająco wydajnych gaśnic zawierających wodę z domieszkami, zgodnych z wymaganiami norm EN3− 3:1994, EN3− 6:1999 i EN3− 7:2004, rozmieszczonych w odpowiednich miejscach.

### 14.2.3. Ochrona przeciwpożarowa pociągów towarowych

#### 14.2.3.1. Zdolność ruchu

Brak specjalnych wymagań odnośnie do zapewnienia możliwości jazdy jednostek trakcyjnych lub wagonów towarowych z pożarem na pokładzie (poza specyfikacjami TSI Wagony Towarowe), jednak dążenie do umożliwienia wyprowadzenia takiego pociągu z tunelu dotyczy także pociągów towarowych. W jednostkach trakcyjnych należy przewidzieć pokładowe czujki pożarowe, podobnie jak w przypadku pasażerskich jednostek napędowych.

#### 14.2.3.2. Ochrona maszynisty

Minimalne wymagania ochrony przeciwpożarowej dla maszynisty: Jednostki trakcyjne należy wyposażyć w przegrody ogniowe, chroniące kabinę maszynisty. Przegrody ogniowe powinny spełniać wymagania dotyczące szczelności przez co najmniej 15 minut. Próbę wytrzymałości ogniowej należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami normy EN 1363-1 Próba przegrody.

#### 14.2.3.3. Ochrona przeciwpożarowa pociągów przewożących pasażerów, i towary lub pojazdy drogowe

W przypadku pociągów przewożących pasażerów oraz towary lub pojazdy drogowe, wagony pasażerskie powinny spełniać wymagania zawarte w punkcie 14.2. Przepisy krajowe mogą określać dodatkowe wymagania eksploatacyjne, mające na celu uwzględnienie dodatkowych zagrożeń występujących w tego rodzaju pociągach, o ile wymagania te nie uniemożliwią ruchu pociągów zgodnych z dyrektywą 2001/16/WE, zmienioną dyrektywą 2004/50/WE. (Wyjątki dotyczące umów krajowych, dwustronnych, wielostronnych lub międzypaństwowych podane są w punkcie 7.4 CR TSI SRT). Jednostki trakcyjne powinny spełniać wymagania dotyczące lokomotyw pasażerskich. Odnośnie do wagonów towarowych stosuje się właściwe TSI.

### 14.2.4. Przegrody ogniowe dla taboru pasażerskiego

W celu uzyskania kategorii B bezpieczeństwa pożarowego, tabor musi być wyposażony w odpowiednią ilość barier ogniowych i przegród w odpowiednich miejscach:

Zgodność z tymi wymaganiem stwierdza się po pozytywnej weryfikacji spełnienia następujących wymagań:

- Tabor musi posiadać przegrody zamykające całkowicie przekrój poprzeczny w obszarach dla pasażerów/załogi w każdym pojeździe, odległe od siebie o co najwyżej 28 metrów, które muszą spełnić wymaganie integralności konstrukcji dla co najmniej 15-minutowego okresu (przy założeniu, że pożar może rozpocząć się po każdej z dwóch strony przegrody),
- Tabor musi być wyposażony w bariery ogniowe, które muszą spełnić wymaganie integralności konstrukcji i izolacji cieplnej dla co najmniej 15 minutowego okresu.
  - Między kabiną maszynisty i przedziałem za jej tyłem (przy założeniu, że pożar rozpocznie się w tym tylnym przedziale),
  - Między silnikiem spalinowym a sąsiednimi obszarami dla pasażerów/załogi (przy założeniu, że pożar powstaje w silniku spalinowym),
  - Między przedziałem zasilania i/lub napędu elektrycznego i obszarem dla pasażerów/załogi (przy założeniu, że pożar powstaje w tym przedziale zasilania/napędu elektrycznego).

Badania przeprowadza się zgodnie z wymaganiami normy EN 1363− 1:1999 Badanie odporności ogniowej przegród.

### 14.2.5. Dodatkowe środki dla utrzymania zdolności ruchu taboru pasażerskiego z pożarem na pokładzie

#### 14.2.5.1. Ogólne przepisy i wymagania dotyczące zdolności do ruchu pociągów pasażerskich

Niniejszy punkt zawiera opis środków, jakie należy zapewnić w celu zachowania zdolności do jazdy pociągu pasażerskiego z pożarem na pokładzie przez następujący okres:

- 4 minuty dla taboru o bezpieczeństwie pożarowym kategorii A. Warunek ten uważa się za spełniony w przypadku spełnienia wymagań dotyczących hamulców,
- 15 minut dla taboru o bezpieczeństwie pożarowym kategorii B. Warunek ten uważa się za spełniony w przypadku spełnienia wymagań dotyczących hamulców i trakcji .

W przypadku tuneli o długości większej niż 20 km należy rozważyć potrzebę zastosowania dodatkowych środków bezpieczeństwa dotyczących infrastruktury oraz ruchu kolejowego. Pociąg o bezpieczeństwie pożarowym kategorii B spełniający wymagania właściwych TSI może być eksploatowany w tunelach o długości większej niż 20 km.

### 14.2.5.2. Wymagania dotyczące hamulców

Hamulce nie mogą włączyć się automatycznie i zatrzymać pociąg w wyniku awarii układu spowodowanej pożarem, przy założeniu, że pożar istnieje w technicznym przedziale albo szafie, hermetycznym lub nie, z urządzeniami zasilania i/lub napędu elektrycznego lub w obszarze technicznym z silnikiem spalinowym.

### 14.2.5.3. Wymagania dotyczące trakcji

W celu zachowania zdolności jezdnych w awaryjnym trybie musi być zapewniona rezerwa 50 % mocy trakcyjnej przy założeniu, że pożar istnieje w technicznym przedziale albo szafie, hermetycznym lub nie, z urządzeniami zasilania i/lub napędu elektrycznego lub w obszarze technicznym z silnikiem spalinowym. Jeżeli to wymaganie dotyczące rezerwy nie może być spełnione z powodów leżących po stronie architektury napędu (na przykład napęd umieszczony w jednym miejscu w pociągu), należy zapewnić automatyczna instalację gaśniczą.

## 14.2.6. Pokładowe czujki pożarowe

Obszary w taborze o dużym zagrożeniu pożarowym muszą być wyposażone w system, który potrafi wykryć pożar we wczesnym stadium i umożliwia zainicjowanie odpowiednich samoczynnych działań mających na celu ograniczenie do minimum zagrożenia dla pasażerów i załogi pociągu powstałego w konsekwencji pożaru.

Wymaganie to uważa się za spełnione, jeżeli zostanie stwierdzona zgodność z następującymi wymaganiami:

- tabor musi być wyposażony w system wykrywania pożaru, który potrafi wykryć pożar we wczesnym stadium w następujących obszarach:

  – w przedziałach lub szafach technicznych, hermetycznych i niehermetycznych, zawierających urządzenia zasilania i/lub napędu,

  – w obszarze technicznym z silnikiem spalinowym,

  – w wagonach sypialnych, przedziałach sypialnych, przedziałach służbowych, przejściach międzywagonowych i w sąsiadujących z nimi urządzeniach do ogrzewania za pomocą spalin.

- po zadziałaniu systemu wykrywania w obszarze technicznym, wymagane są następujące działania automatyczne:

  – powiadomienie maszynisty pociągu,

− odcięcie wymuszonej wentylacji i wysokiego napięcia/paliwa do urządzeń dotkniętych pożarem, które mogłyby spowodować rozwój pożaru.

- po zadziałaniu systemu wykrywania w przedziale sypialnym, wymagane są następujące działania automatyczne:

− powiadomienie maszynisty pociągu i kierownika pociągu odpowiedzialnego za dotknięty obszar,

− dla danego przedziału sypialnego − włączenie lokalnego alarmu dźwiękowego w dotkniętym obszarze wystarczająco głośnego, aby obudzić pasażerów.

### 14.2.7. Środki łączności w pociągach

Urządzenia te muszą pozostawać w stanie gotowości i funkcjonować niezależnie od głównego źródła zasilania przez co najmniej trzy godziny.

System łączności musi być zaprojektowany w taki sposób, aby w razie uszkodzenia jednego z elementów nadawczych zachować ciągłość pracy co najmniej połowy głośników (rozmieszczonych w całym pociągu), w przeciwnym razie muszą być zapewnione inne sposoby powiadamiania pasażerów.

Oprócz alarmu włączanego przez pasażerów do kontaktowania się pasażerów z personelem pociągu nie przewiduje się żadnych innych specjalnych środków.

### 14.2.8. Blokada ręcznego hamulca bezpieczeństwa

Układy zainstalowane w taborze (na przykład automatyczne uruchamianie hamulca) muszą umożliwić maszyniście ingerowanie w proces hamowania w taki sposób, aby był w stanie wybrać miejsce, w którym pociąg się zatrzyma.

Po zatrzymaniu pociągu maszynista musi być w stanie wznowić jazdę tak szybko, jak to tylko możliwe, jeżeli uzna, że wznowienie jazdy jest bezpieczne. Zadziałanie jednego albo więcej niż jednego alarmu nie może mieć żadnych dodatkowych skutków, gdy personel pociągu nie przywrócił jeszcze pierwszego do stanu wyjściowego.

W końcu, łączność pomiędzy kabiną maszynisty i personelem pociągu powinna także umożliwiać maszyniście zbadanie z własnej inicjatywy powodów, dla których sygnał awaryjny został włączony. Jeżeli podczas normalnej eksploatacji nie jest obecny żaden personel, musi być dostępne urządzenie umożliwiające komunikowanie się pasażerów z maszynistą na wypadek awarii.

### 14.2.9. System oświetlenia awaryjnego w pociągach

W celu zapewnienia ochrony i bezpieczeństwa na pokładzie pociągu w sytuacji awaryjnej należy wyposażyć pociągi w system oświetlenia awaryjnego. System ten musi zapewniać odpowiednie natężenie oświetlenia w obszarach przeznaczonych dla pasażerów i obsługi, i spełniać następujące wymagania:

- minimalny czas działania wynosi 90 minut od chwili utraty głównego zasilania,

- natężenie światła na poziomie podłogi wynosi co najmniej 5 luksów.

Wartości dla konkretnych obszarów oraz metody pomiaru określone są w pkt. 5.3 normy EN 13272:2001 i muszą być spełnione.

W przypadku pożaru system oświetlenia awaryjnego powinien podtrzymywać działanie co najmniej 50 % oświetlenia w pojazdach, które nie ucierpiały od pożaru, przez czas co najmniej 20 minut. Wymaganie to uważa się za spełnione poprzez pomyślny wynik analizy trybu awaryjnego.

### 14.2.10. Wyłączanie klimatyzacji w pociągach

Personel pociągu musi mieć możliwość minimalizacji rozprzestrzeniania i wdychania oparów powstałych w wyniku pożaru. W tym celu musi być zapewniona możliwość wyłączenia lub zamknięcia wszystkich dróg dopływu powietrza z zewnątrz oraz wyłączenia klimatyzacji. Dopuszczalne jest uruchamianie tych działań w pociągu za pomocą zdalnego sterowania lub na poziomie pojedynczych pojazdów szynowych.

### 14.2.11. Projektowanie dróg ewakuacji dla taboru pasażerskiego

#### 14.2.11.1. Wyjścia ewakuacyjne dla pasażerów

a) Rozmieszczenie:

Wyjścia awaryjne muszą być zgodne z następującymi zasadami:

- odległość od każdego miejsca do siedzenia do wyjścia awaryjnego musi być zawsze mniejsza od 16 m,

- w każdym pojeździe mieszczącym do 40 pasażerów muszą znajdować się co najmniej dwa wyjścia awaryjne. W każdym pojeździe mieszczącym więcej niż 40 pasażerów muszą znajdować się trzy wyjścia awaryjne lub więcej. Umieszczenie wszystkich wyjść awaryjnych wyłącznie po jednej stronie pojazdu jest niedozwolone.

- minimalne wymiary otworu wyjść awaryjnych muszą wynosić 700 mm x 550 mm. Dopuszcza się umieszczenie siedzeń w tym obszarze.

b) Działanie

Jako wyjścia awaryjne powinny być używane przede wszystkim drzwi wejściowe. Jeżeli to nie jest możliwe, musi istnieć możliwość wykorzystania w charakterze dróg ewakuacji, albo osobno, albo w połączeniu:

- oznakowanych okien, po wypchnięciu okna lub szyby albo lub zbiciu szyby,

- drzwi przedziałów lub przejść międzywagonowych, po szybkim wyjęciu drzwi lub zbiciu szyby,

- drzwi wejściowych, po wypchnięciu ich lub zbiciu szyby.

c) Oznakowanie

Wyjścia awaryjne muszą być oznakowane odpowiednimi znakami zrozumiałymi dla pasażerów i ekip ratowniczych.

### 14.2.11.2. Dostępność drzwi wejściowych dla pasażerów

Sterowanie otwieraniem drzwi: Pasażerowie muszą mieć dostęp do zwykłych urządzeń lub elementów sterujących umożliwiających otwieranie drzwi zarówno z zewnątrz, jak i od wewnątrz pojazdu.

Wszystkie drzwi należy wyposażyć w jeden z następujących mechanizmów, z których każdy musi być jednakowo dopuszczalny dla wszystkich państw członkowskich:

− osobne urządzenie otwierające dostępne dla pasażerów, w celu umożliwienia awaryjnego otwarcia tych drzwi od wewnątrz wyłącznie przy prędkościach poniżej 10 km/h,

albo

− osobne urządzenie otwierające dostępne dla pasażerów, w celu umożliwienia awaryjnego otwarcia tych drzwi od wewnątrz. Działanie tego urządzenia musi być niezależne od jakiegokolwiek sygnału prędkości. Urządzenie musi być uruchamiane przez wykonanie kolejno co najmniej dwóch czynności.

Urządzenie takie nie może mieć wpływu na „drzwi zablokowane nieczynne”. W takim przypadku drzwi te muszą zostać odblokowane jako pierwsze.

Każde drzwi należy wyposażyć w osobne urządzenie do awaryjnego otwierania z zewnątrz dostępne dla personelu ratowniczego, aby można było otworzyć te drzwi z powodów wymaganych względami bezpieczeństwa. Urządzenie takie nie może mieć wpływu na „drzwi zablokowane nieczynne”. W takim przypadku drzwi te muszą zostać odblokowane jako pierwsze.

### 14.2.12. Informowanie i dostęp dla służb ratowniczych

Należy zaopatrzyć służby ratownicze w opis taboru kolejowego, który pozwoli im na przygotowanie postępowania w sytuacjach kryzysowych. W szczególności należy dostarczyć informacje dotyczące sposobów dostania się do wnętrza taboru kolejowego.

# 15.BIBLIOGRAFIA

a) Zastosowane w opracowaniu *Decyzje Komisji* dotyczące technicznej specyfikacji interoperacyjności kolei konwencjonalnej i dużych prędkości:

- **„Tabor" HS (2008/232/WE) 21 luty 2008r.:**

Decyzja Komisji z dnia 21 lutego 2008 r. dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Tabor" transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (2008/232/WE).

- **„Sterowanie" (2006/860/WE) 7 listopada 2006r.:**

Decyzja Komisji z dnia 7 listopada 2006 r. dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Sterowanie" transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości oraz zmieniająca załącznik A do decyzji 2006/679/WE z dnia 28 marca 2006 r. dotyczącej specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Sterowanie" transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2006/860/WE).

- **„Ruch kolejowy" (2006/920/WE) 11 sierpień 2006r.:**

Decyzja Komisji z dnia 11 sierpnia 2006 r. w sprawie specyfikacji technicznej dla interoperacyjności w zakresie podsystemu „Ruch kolejowy" transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2006/920/WE).

- **„Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych" (2008/163/WE) 20 grudnia 2007r.:**

Decyzja Komisji z dnia 20 grudnia 2007 r. dotycząca technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie aspektu „Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych" transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (2008/163/WE).

- **„Tabor kolejowy – hałas" (2006/66/WE) 23 grudnia 2005r.:**

Decyzja Komisji z dnia 23 grudnia 2005 r. dotycząca technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – hałas" transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2006/66/WE).

- **„Infrastruktura" HS (2008/217/WE) 20 grudnia 2007r.:**

Decyzja Komisji z dnia 20 grudnia 2007 r. dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura" transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (2008/217/WE).

- **„Tabor kolejowy – wagony towarowe" (2006/861/WE) 28 lipca 2006r.:**

Decyzja Komisji z dnia 28 lipca 2006 r. dotycząca technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe" transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2006/861/WE).

b) Normy PN, PN-EN, karty UIC i ERRI:

1. PN-EN 13261:2004(E) Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Osie – Wymagania dotyczące wyrobu.
2. UIC 811-1 Technical specification for the supply of axles for tractive and trailing stock.

3. UIC 812-3 Technical specification for the supply of solid wheels in rolled non-alloy steel for tractive and trailing stock.
4. PN-K-91046:1993 Pojazdy trakcyjne – Osie zestawów kołowych – Wymagania i badania.
5. PN-K-91047:1993 Wagony – Osie zestawów kołowych – Wymagania i badania.
6. PN-K-91048:1992 Wagony – Osie zestawów kołowych.
7. PN-EN 13262:2007 Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Koła – Wymagania dotyczące wyrobu.
8. PN-K-91018:1992 Tabor kolejowy. Koła bezobręczowe. Wymagania i badania.
9. PN-K-92019:1992 Wagony – Koła bezobręczowe – Typy i wymiary.
10. PN-EN 13260:2006 Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Zestawy kołowe – Wymagania dotyczące wyrobu.
11. PN-K-91045:2002 Tabor kolejowy – Zestawy kołowe – Wymagania i metody badań.
12. PN-K-91020:1992 Wagony – Zestawy kołowe z kołami bezobręczowymi.
13. PN-H-84027-03:1991 Stal dla kolejnictwa – Osie zestawów kołowych do pojazdów szynowych – Gatunki.
14. UIC Code 510-3 Wagons – Strength testing of 2 and 3-axle bogies on test rig 1.7.94.
15. UIC Code 515-4 Passenger rolling stock – Trailer bogies – Running gear - Bogie frame structure strength tests 1.1.93.
16. UIC Code 615-4 Motive power units – Trailer bogies – Running gear – Bogie frame structure strength tests – February 2003.
17. PN–EN 13749 Kolejnictwo – Zestawy Kołowe I wózki – Metody określania wymagań konstrukcyjnych dla ram wózków – Lipiec 2005.
18. ERRI B12/RP17 (8th Editio) Question B12 Wagons – Utrecht, April 1997.