

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 I DROGA SZYNOWA

Wersja 1.2

Tekst ujednolicony uwzględniający:

**zmiany wprowadzone uchwałą Nr 1086/2017 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
z dnia. 13 listopada 2017 r.**

**zmiany wprowadzone uchwałą Nr 442/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z
dnia. 9 lipca 2019 r.**

Obowiązuje od 18 lipca 2019 r.

WARSZAWA 2019

WYKAZ ZMIAN

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

Spis treści

WYKAZ ZMIAN	2
Tablica powiązania punktów z typami linii	5
1. Wprowadzenie⁽²⁾	6
2. Definicje i skróty	6
3. Podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne	8
3.1 Nacisk osi	8
3.2 Obciążenie rozłożone	11
3.3 Kształtowanie profilu prędkości.....	11
3.4 Długość torów.....	11
4. Posterunki ruchu i ich funkcje	12
4.1 Rozmieszczenie posterunków	12
4.2 Układy torowe posterunków.....	14
5. Parametry fizyczne	14
6. Układ geometryczny linii	14
7. Parametry nawierzchni	14
7.1 Szerokość toru.....	14
7.2 Przechyłka.....	15
8. Konstrukcja nawierzchni	15
8.1 Klasy torów	15
8.2 Standardy konstrukcyjne nawierzchni	16
8.2.1 Konstrukcje ujednolicone – klasa 0	17
8.2.2 Konstrukcje ujednolicone – klasa 1	17
8.2.3 Konstrukcje ujednolicone – klasa 2	18
8.2.4 Konstrukcje ujednolicone – klasa 3	19
8.2.5 Konstrukcje ujednolicone – klasa 4	20
8.3 Szyny	21
8.4 Podsypka.....	22
9. Rozjazdy	22

10. Podtorze	22
10.1 Wprowadzenie.....	22
10.2 Wymagania ogólne.....	23
10.3 Kształt i wymiary podtorza.....	24
10.4 Wytrzymałość, trwałość i jednorodność podłoża.....	25
10.5 Górna część podtorza.....	25
10.6 Materiały do budowy i naprawy podtorza.....	28
10.7 Konstrukcja podtorza.....	29
10.8 Odwodnienie podtorza.....	30
10.9 Umocnienie skarp.....	31
10.10 Usytuowanie urządzeń i budowli w podtorzu.....	33
10.11 Odstępstwa od wymagań.....	33
11. Dokumenty związane	34

Tablica powiązania punktów z typami linii

Punkt	P250	P200	M200	P160	M160	P120	M120	T120	P80	M80	T80	T40
3.1	X	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	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.2	X	X	X	X	X	X	X		X			
5.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
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	X
6.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1. Wprowadzenie⁽²⁾

Podstawowym celem opracowania „Standardów technicznych – szczegółowych warunków technicznych 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)” było stworzenie w Spółce PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. przepisów określających wymagania dla modernizacji istniejących lub budowy nowych linii kolejowych, w sposób umożliwiający uzyskanie na nich standardów europejskich, obowiązujących na liniach kolejowych należących do transeuropejskich korytarzy transportowych.

Podsystem Infrastruktura, zgodnie z Dyrektywą 2008/57/WE, obejmuje następujące elementy: tor, rozjazdy, obiekty inżynieryjne (mosty, tunele, itd.), infrastruktura towarzysząca na stacjach (perony, strefy dostępu, z uwzględnieniem potrzeb osób z ograniczoną zdolnością poruszania się itd.), urządzenia bezpieczeństwa i urządzenia ochronne.

Zakres niniejszego tomu Standardów technicznych obejmuje następujące elementy podsystemu Infrastruktura:

1. tory
2. rozjazdy i skrzyżowania
3. budowle ziemne

Wymagania dotyczące drogi szynowej są określone według typów linii.

2. Definicje i skróty

1. **TSI** – techniczna specyfikacja interoperacyjności
2. **TSI HS INF** – techniczna specyfikacja interoperacyjności dla podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości
3. **TSI INF** - techniczna specyfikacja interoperacyjności dla podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych
4. **TSI HS RST** – techniczna specyfikacja interoperacyjności odnosząca się do podsystemu „tabor kolejowy” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości
5. **TSI WAG** – techniczna specyfikacja interoperacyjności odnosząca się do podsystemu „tabor kolejowy - wagony towarowe” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych
6. **Podłoże gruntowe** - grunt lub układ warstw gruntów, stanowiący podparcie budowli lub konstrukcji (np. podłoże podkładów, podłoże nasypu).

7. **Torowisko** - powierzchnia górnej części podtorza, na której ułożona jest nawierzchnia kolejowa.
8. **Pokrycie ochronne torowiska** - jedno- lub wielowarstwowe wzmocnienie lub odwodnienie górnej części podtorza, stosowane gdy grunty tej części nie stanowią dostatecznie trwałego podparcia dla nawierzchni kolejowej (w zależności od miejscowych warunków wodno-gruntowych stosuje się pokrycia ochronne filtracyjne lub szczelne).
9. **Warstwa ochronna torowiska** - pokrycie ochronne torowiska w postaci warstwy odpowiednio dobranego gruntu (np. warstwa ochronna filtracyjna, szczelna itp.).
10. **Odwadnianie** - zabezpieczanie przed napływem wód i niszczącym ich działaniem oraz zbieranie i odprowadzanie wód, w celu zapewnienia ciągłej sprawności eksploatacyjnej drogi kolejowej.
11. **Zlewnia** - obszar, z którego wody spływają do urządzenia odwadniającego.
12. **Drenaż** - urządzenie odwadniające, umożliwiające zebranie i szybkie (najczęściej grawitacyjne) odprowadzenie wód wzdłuż ustalonej trasy do sieci odprowadzającej lub bezpośrednio do odbiornika. Do drenaży zalicza się:
 - drenaże liniowe naziemne (np. rowy, rynny, wały odprowadzające),
 - drenaże liniowe podziemne (np. sączi, ciągi drenarskie rurowe),
 - drenaże płytowe (np. warstwy filtracyjne).

Stosuje się również konstrukcje pośrednie (np. sączi skarpowe, drenaże punktowe, przyporowe) oraz drenaże pionowe, w których dominuje pionowy kierunek przepływu wód.

13. **Geotekstylia (materiały geotekstylne, geosyntetyki)** - materiały z tworzyw sztucznych stosowane do wzmocnienia (zbrojenia) podtorza, zapobiegania mieszanii się różnych gruntów (separacji) i jako elementy filtracyjne. Najczęściej stosuje się materiały płaskie (np. geowłóknina, geotkanina, geosiatka, geokompozyt), rzadziej przestrzenne, takie jak georuszt lub geosiatka komórkowa.

Wskaźnik zagęszczenia gruntu I_s - wzorcowa miara zagęszczenia gruntu, będąca stosunkiem gęstości szkieletu badanego gruntu ρ_s do maksymalnej gęstości szkieletu tego gruntu ρ_{ds} uzyskanej w wyniku zagęszczania gruntu w znormalizowanych badaniach Proctora, zgodnie z warunkami technicznymi [26].

14. **Wskaźnik różnoziarnistości gruntu U** - miara nachylenia krzywej uziarnienia gruntu niespoistego, określająca możliwość jego zagęszczenia i odporność na drgania:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \text{ (średnice cząstek gruntu określa się z jego krzywej uziarnienia)}$$

15. **Wskaźnik wygięcia krzywej uziarnienia gruntu C** - miara wygięcia krzywej uziarnienia gruntu niespoistego, określająca możliwość jego zagęszczenia i odporność na drgania:

$$C = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} * d_{60}} \text{ (średnice cząstek gruntu określa się z jego krzywej uziarnienia)}$$

16. **Moduł odkształcenia podtorza lub podłoża E_o , E_e , E_{v2} ("moduł ekwiwalentny")** - nośność podtorza lub podłoża gruntowego (układu warstw gruntów) określona przy drugim statycznym obciążeniu sztywną okrągłą płytą o średnicy 0,3 m, zgodnie z warunkami technicznymi [26]

17. **Moduł odkształcenia torowiska projektowy ("moduł obliczeniowy")** - moduł odkształcenia podtorza na poziomie torowiska, przyjmowany przy wymiarowaniu (obliczaniu) jego wzmocnienia.

3. Podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne

Linia kolejowa o szerokości toru 1435 mm, przystosowana do prowadzenia ruchu dwukierunkowego po każdym torze.

Liczba torów: wynikająca z prognozowanego natężenia ruchu.

3.1 Nacisk osi

Na liniach typów P250, P200, M200, P160, M160, M120, T120, M80, T80 nominalny statyczny nacisk osi taboru pasażerskiego zgodny z:

- TSI odnoszącą do podsystemu „tabor” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (TSI HS RST),
- TSI odnoszącą się do podsystemu infrastruktura transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (p. 4.2.13.1 TSI HS INF) oraz z
- TSI odnoszącą się do podsystemu „infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (p. 4.2.2 TSI INF).

Na liniach typów P120, P80, T40 dopuszczalny nacisk osi określony indywidualnie do warunków ruchu.

Tablica 1. Nominalny statyczny nacisk osi taboru pasażerskiego przy prędkości maksymalnej (TSI HS RST, TSI HS INF, TSI INF)

Typ linii	Prędkość	Nacisk osi lokomotywy	Nacisk osi wagonu	Nacisk osi zespołu trakcyjnego
P250	250 km/h	-	-	18,0 t
	230 km/h	22,5 t	18,0 t	18,0 t
P200	200 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
M200	200 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
P160	160 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
M160	160 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
P120	120 km/h	18,0 t	18,0 t	18,0 t
M120	120 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
T120	120 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
P80	80 km/h	18,0 t	18,0 t	18,0 t
M80	80 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
T80	80 km/h	22,5 t	18,0 t	20,0 t
T40 ¹	40 km/h	20,0 t	18,0 t	20,0 t

Maksymalny statyczny nacisk osi pociągu (masa całkowita pociągu) nie może przekraczać sumy wszystkich nominalnych statycznych nacisków osi danego pociągu zwiększonej o 2%.

Maksymalny statyczny nacisk pojedynczej osi nie może być większy od nominalnego statycznego nacisku pojedynczej osi zwiększonego o 4%.

Nacisk osi taboru towarowego powinien być zgodny z TSI odnoszącą się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych oraz z TSI odnoszącą się do podsystemu „infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (p. 4.2.2 TSI INF).

Tablica 2. Nominalny statyczny nacisk osi taboru towarowego

Typ linii	Prędkość pociągu towarowego	Nacisk osi lokomotywy	Nacisk osi wagonu towarowego
P250	140 km/h	22,5 t	18,0 t
	120 km/h ¹	22,5 t	22,5 t
P200	140 km/h	22,5 t	18,0 t
	120 km/h ²	22,5 t	22,5 t
M200	140 km/h	22,5 t	18,0 t
	120 km/h	22,5 t	22,5 t
	100 km/h	22,5 t	25,0 t
P160	140 km/h	22,5 t	18,0 t
	120 km/h	22,5 t	22,5 t
M160	140 km/h	22,5 t	18,0 t
	120 km/h	22,5 t	22,5 t
	100 km/h	22,5 t	25,0 t
P120	120 km/h ³	18,0 t	18,0 t
M120	120 km/h	22,5 t	20,0 t
	100 km/h	22,5 t	22,5 t
T120	120 km/h	22,5 t	20,0 t
	100 km/h	22,5 t	22,5 t
P80	80 km/h ⁴	18,0 t	18,0 t
M80	80 km/h	22,5 t	22,5 t
T80	80 km/h	22,5 t	22,5 t
T40	40 km/h	20,0 t	20,0 t

¹ Na liniach typu P250 nie przewiduje się ruchu pociągów towarowych z prędkością poniżej 120 km/h

² Na liniach typu P200 nie przewiduje się ruchu pociągów towarowych z prędkością poniżej 120 km/h

³ Na liniach typu P120 zasadniczo nie jest przewidywany ruch towarowy

⁴ Na liniach typu P80 zasadniczo nie jest przewidywany ruch towarowy

3.2 Obciążenie rozłożone

Nominalne obciążenie rozłożone na 1 mb toru wynosi:

1. 8,0 t/m dla linii typu P250, P200, M200, P160, M160, M120, T120, M80, T80 (zgodnie z kategorią nacisku D4 według TSI odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe”)
2. 6,4 t/m dla linii typu T40 (zgodnie z kategorią nacisku C2 według TSI odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe”)
3. 5,0 t/m dla linii typu P120, P80 (zgodnie z kategorią nacisku B1 według TSI odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe”)

W przypadku linii typu M200, M160, M120, T120 zarządca infrastruktury może zastosować nacisk osi wagonu towarowego zwiększony do 25 ton przy obciążeniu rozłożonym zwiększonym do 8,8 t/m (zgodnie z kategorią nacisku E5 według TSI odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe”).

3.3 Kształtowanie profilu prędkości

Zasady kształtowania profilu prędkości wskazano w Załączniku ST-T1-A6. ⁽¹⁾

3.4 Długość torów

Minimalne długości użyteczne torów wskazano w Załączniku ST-T1-A6. ⁽¹⁾

Rozmieszczenie posterunków dostosowanych do wymaganej długości torów, oraz liczba torów o wymaganej długości użytecznej w obrębie posterunku, powinny wynikać z:

1. prognozowanego natężenia ruchu wyrażonego liczbą par pociągów na dobę,
2. struktury ruchu, w szczególności relacji między liczbą pociągów pasażerskich (krótkich) i towarowych (długich),
3. konieczności wyprzedzania i krzyżowania się pociągów,
4. zapewnienia obsługi miejscowej w zakresie przewozów towarowych.

Odległość pomiędzy posterunkami dostosowanymi do wymaganej długości torów nie może przekraczać wartości maksymalnych wskazanych w kolumnie 2 Tablicy 3.

Na dostosowanym posterunku liczba torów głównych dodatkowych spełniających wymaganą długość użyteczną nie może być mniejsza niż wartość wskazana w kolumnie 4 Tablicy 3.

Na dostosowanym posterunku, dla linii typu P i T wszystkie tory główne zasadnicze powinny spełniać wymaganą długość użyteczną, zaś dla linii typu M warunek ten należy traktować jako zalecane.

4. Posterunki ruchu i ich funkcje

4.1 Rozmieszczenie posterunków

Przesłankami rozmieszczenia posterunków ruchu i kształtowania ich układów torowych na budowanej lub modernizowanej linii kolejowej powinny być:

1. tworzenie warunków dla zwiększania przepustowości linii kolejowych w wyniku przebudowy lub budowy układów torowych,
2. tworzenie warunków dla integracji (komunikowania) rodzajów ruchu pociągów na stacjach międzywęzłowych i węzłowych, w tym także przez zagwarantowanie niezbędnej liczby połączeń torowych w obrębie posterunków ruchu,
3. obniżanie nakładów ponoszonych na utrzymanie infrastruktury torowej linii przez ograniczenie ogólnej liczby rozjazdów w torach głównych na stacjach międzywęzłowych, przy równoczesnym zwiększaniu funkcjonalności połączeń,
4. zmniejszanie zużycia energii trakcyjnej wskutek minimalizacji zmniejszeń prędkości wynikających z układu geometrycznego dróg rozjazdowych,
5. minimalizowanie strat czasowych i zakłóceń eksploatacyjnych generowanych przez roboty torowe lub roboty wykonywane w sąsiedztwie torów.

Rozmieszczenie posterunków na budowanej lub modernizowanej linii kolejowej powinno wynikać z prognozowanego natężenia ruchu wyrażonego liczbą par pociągów na dobę, ze struktury ruchu, w szczególności relacji między liczbą pociągów szybkich (pasażerskich) i wolnych (towarowych) oraz z konieczności zapewnienia obsługi miejscowej w zakresie przewozów towarowych.

Posterunki umożliwiające wyprzedzanie pociągów powinny być w miarę możliwości rozmieszczone równomiernie. Zaleca się zmniejszenie odległości między takimi posterunkami na odcinkach przyległych do dużych stacji węzłowych.

Podane w poniższej tabeli minimalne odległości między stacjami (lub posterunkami umożliwiającymi zmianę toru) odpowiadają wymaganiom maksymalnym określonym punktach 3 i 5 Tablicy 2 w Tomie Załącznik

Tablica 3. Rozmieszczenie posterunków i wymagania dla układów torowych na linii dwutorowej

Typ linii	Odległość między stacjami (odl. minimalna/odl. maksymalna) [km]	Odległość między posterunkami umożliwiającymi zmianę toru (odl. minimalna/odl. maksymalna) na liniach dwutorowych i wielotorowych [km]	Minimalna liczba torów głównych dodatkowych na stacjach	Liczba torów głównych z krawędziami peronowymi (zasadnicze/dod.)
P250	20/40	15/20	2	0/2
P200	20/40	10/20	1	2/1
M200	8/20	8/20	2	2/2
P160	10/20	10/20	1	2/1
M160	8/20	8/20	2	2/2
P120	15/30	8/15	1	2/1
M120	15/30	8/15	2	2/2
T120	20/40	10/20	1	2/1
P80	10/20	10/20	1	2/1
M80	10/20	10/20	1	2/1
T80	20	20	1	2/1
T40 ¹				

Rozmieszczenie posterunków na liniach jednotorowych dodatkowo powinno zapewniać:

- przeniesienie obliczeniowego obciążenia ruchem pociągów i możliwość ich krzyżowania,
- możliwość wyprzedzania pociągów wolniejszych przez szybsze.

¹ Nie określa się wymagań dla linii typu T40

Liczby torów głównych dodatkowych oraz torów głównych wyposażonych w krawędzie peronowe określone powyżej należy traktować jako minimalne. Liczby te powinny być każdorazowo dostosowywane do warunków konkretnych stacji. W szczególności przy określaniu liczby torów i krawędzi peronowych należy uwzględnić:

- liczbę pociągów zatrzymujących się na stacji,
- liczbę pociągów kończących bieg na stacji,
- liczbę pociągów rozpoczynających bieg na stacji,
- czas trwania postoju typowych pociągów poszczególnych kategorii.

4.2 Układy torowe posterunków

Wymagania w zakresie układów torowych posterunków wskazano w Załączniku ST-T1-A6.⁽¹⁾

5. Parametry fizyczne

Wymagania w zakresie dopuszczalnych wartości parametrów kinematycznych wskazano w Załączniku ST-T1-A6.⁽¹⁾

6. Układ geometryczny linii

Wymagania w zakresie dopuszczalnych wartości parametrów geometrycznych oraz zasadach ich dokumentowania wskazano w Załączniku ST-T1-A6.⁽¹⁾

7. Parametry nawierzchni

7.1 Szerokość toru

Nominalna szerokość toru na odcinkach prostych i w łukach o promieniu 250 m i większym wynosi 1435 mm.

W łukach o promieniu poniżej 250 m należy stosować poszerzenie:

1. 10 mm dla łuków o promieniu $200 \text{ m} \leq R < 250 \text{ m}$
2. 15 mm dla łuków o promieniu $180 \text{ m} \leq R < 200 \text{ m}$
3. 20 mm dla łuków o promieniu $160 \text{ m} \leq R < 180 \text{ m}$
4. 25 mm dla łuków o promieniu $R < 160 \text{ m}$.

7.2 Przechyłka

Dopuszczalne wartości oraz zasady doboru przechyłki wskazano w Załączniku ST-T1-A6.⁽¹⁾

8. Konstrukcja nawierzchni

8.1 Klasy torów

Tory na szlakach oraz tory główne i główne dodatkowe na stacjach kwalifikuje się do jednej z pięciu klas technicznych zwanych dalej klasami, do których przypisany jest wymagany standard konstrukcyjny nawierzchni oraz dopuszczalne odchyłki od wymiarów nominalnych (instrukcja Id-1) [10].

Dobór klasy torów do poszczególnych typów linii przedstawia poniższa Tablica 7.

Tablica 7. Przypisanie klas torów do poszczególnych typów linii ⁽²⁾

Typ linii	Klasa torów	Uwagi
P250	0	brak
P200	0	brak
M200	0	brak
P160	1	brak
M160	1	brak
P120	1	brak
M120	1	brak
T120	1	brak
P80	2	brak
M80	2	brak
T80	2	brak
T40	4	brak

Klasa torów głównych dodatkowych jest uzależniona od prędkości:

- przy prędkości 100 km/h – klasa 1 dla linii typów P250, P200, M200, P160, M160, klasa 2 dla linii typów P120, M120, T120
- przy prędkości 80 km/h – klasa 1 dla linii typów P250, P200, M200, P160, M160, klasa 2 dla linii typów P120, M120, T120

- przy prędkości 60 km/h – klasa 2
- przy prędkości 40 km/h – klasa 2 dla linii typów P160, M160, P120, M120, T120, klasa 3 dla linii typów P80, M80, T80, klasa 4 dla linii typu T40

Tor zakwalifikowany do danej klasy powinien posiadać konstrukcję nawierzchni odpowiadającą standardom przypisanym do danej klasy lub wyższej. W przypadku, gdy konstrukcja nawierzchni odpowiada wymogom standardu niższej klasy niż ta, do jakiej został zakwalifikowany tor, dopuszcza się, do czasu najbliższego remontu - naprawy głównej, pozostawienie toru w klasie niższej, pod warunkiem uzyskania na nim parametrów techniczno-eksploatacyjnych: dopuszczalnej prędkości pociągów oraz dopuszczalnego nacisku osi.

Należy stosować nawierzchnie bezstykowe podsypkowe w torach i rozjazdach niezależnie od promienia łuku.

W łukach o małych promieniach należy stosować środki zwiększające stateczność toru bezstykowego, na przykład podkłady typu Y lub urządzenia montowane na podkładach strunobetonowych (kaptury).

8.2 Standardy konstrukcyjne nawierzchni

Standard konstrukcyjny nawierzchni określa minimalne wymagania techniczne w zakresie materiałów konstrukcyjnych dla danej klasy torów: typ szyn, podkładów i przytwierdzeń, maksymalny rozstaw podkładów, oraz minimalną grubość warstwy podsypki pod podkładem, a także parametry techniczne wymienionych materiałów.

W każdej klasie torów dopuszcza się stosowanie wielu równorzędnych standardów konstrukcyjnych.

Standardy konstrukcyjne zawarte w tablicach (8-12) są konstrukcjami ujednoczonymi i spełniają wymagania dla odpowiednich klas torów.

Przy projektowaniu należy stosować elementy nawierzchni kolejowej dla których producent lub jego upoważniony przedstawiciel posiada dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań przepisów powszechnie obowiązujących oraz wymagań PKP Polski Linie Kolejowe S.A., stawianych względem materiałów nawierzchniowych stosowanych w podsystemie infrastruktura.⁽²⁾

Możliwe jest zastosowanie standardów konstrukcyjnych innych niż wymienione w tablicach (8-12), w tym konstrukcji nawierzchni bezpodsypkowej. Warunkiem jest wykazanie, że konstrukcje te spełniają wymagania dla odpowiednich klas torów, wynikające z TSI INF oraz uzyskanie zgody właściwego terenowo Zakładu Linii Kolejowych.

8.2.1 Konstrukcje ujednolicone – klasa 0

Zastosowanie:

Tory szlakowe i główne zasadnicze na liniach typów P250, P200, M200

Tablica 8. Konstrukcje ujednolicone dla torów klasy 0⁽²⁾

Wariant	Szyny	Typ podkładów	Rozstaw podkładów [m]	Typ przytwierdzenia szyn	Grubość warstwy podsypki [m]
0.1	60E1 nowe	PS-93 PS-94	0,60	SB, W14	0,35
0.2	60E1 nowe	drew. twarde kształt. E1 gr. 2 (IB) drew. twarde kształt. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skł, K	0,30

Uwaga: wariant 0.2 powinien być stosowany tylko wyjątkowo, gdy nie ma możliwości ułożenia nawierzchni na podkładach betonowych

8.2.2 Konstrukcje ujednolicone – klasa 1

Zastosowanie:

Tory szlakowe i główne zasadnicze na liniach typów P160, M160, P120, M120, T120

Tory główne dodatkowe do prędkości 100 km/h oraz 80 km/h na liniach typów P250, P200, M200, P160, M160, P120, M120, T120

Tablica 9. Konstrukcje ujednolicone dla torów klasy 1⁽²⁾

Wariant	Szyny	Typ podkładów	Rozstaw podkładów [m]	Typ przytwierdzenia szyn	Grubość warstwy podsypki [m]
1.1	60E1 nowe 60E1 reprofilowane klasy 1	PS-93 PS-94	0,60	SB, W14	0,35
1.2	60E1 nowe 60E1 reprofilowane klasy 1	drew. twarde kształt. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skl, K	0,30
1.3	49E1 nowe 49E1 reprofilowane klasy 1	PS-93 PS-94 PS-83	0,60	SB, W14	0,30
1.4	49E1 nowe 49E1 reprofilowane klasy 1	drew. twarde kształt. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skl, K	0,25

Uwaga: warianty 1.2 i 1.4 powinny być stosowane tylko wyjątkowo, gdy nie ma możliwości ułożenia nawierzchni na podkładach betonowych

Uwaga: warianty 1.3 i 1.4 mogą być stosowane tylko na linii typu P120.

Uwaga: dla wariantu 1.1 i 1.2 dopuszcza się szyny reprofilowane tylko dla linii typu M120

8.2.3 Konstrukcje ujednolicone – klasa 2

Zastosowanie:

Tory szlakowe i główne zasadnicze na liniach typów P80, M80, T80

Tory główne dodatkowe do prędkości 60 km/h

Tory główne dodatkowe do prędkości 40 km/h na liniach typów P160, M160, P120, M120, T120

Tablica 10. Konstrukcje ujednoczone dla torów klasy 2⁽²⁾

Wariant	Szyny	Typ podkładów	Rozstaw podkładów [m]	Typ przytwierdzenia szyn	Grubość warstwy podsypki [m]
2.1	60E1 nowe 60E1 reprofilowane klasy 1	PS-83 INBK 7M	0,60	SB	0,30
2.2	60E1 nowe 60E1 reprofilowane klasy 1	drew. twarde kształt. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skł, K	0,25
2.3	49E1 nowe 49E1 reprofilowane klasy I	PS-83 INBK 7M	0,60	SB	0,30
2.4	49E1 nowe 49E1 reprofilowane klasy I	drew. miękkie kształt. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skł, K	0,25

Uwaga: warianty 2.2 i 2.4 powinny być stosowane tylko wyjątkowo, gdy nie ma możliwości ułożenia nawierzchni na podkładach betonowych

8.2.4 Konstrukcje ujednoczone – klasa 3

Zastosowanie:

Tory główne dodatkowe do prędkości 40 km/h na liniach typów P80, M80, T80

Tablica 11. Konstrukcje ujednolicone dla torów klasy 3⁽²⁾

Wariant	Szyny	Typ podkładów	Rozstaw podkładów [m]	Typ przytwierdzenia szyn	Grubość warstwy podsypki [m]
3.1	60E1 reprofilowane lub regenerowane	PS-83 INBK 7M	0,60	SB Skl, K	0,30
3.2	60E1 reprofilowane lub regenerowane	drew. twarde ksz. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skl, K	0,25
3.3	60E1 reprofilowane lub regenerowane	Drew. miękkie ksz. E1 gr. 4 (IIB)	0,60	Skl, K	0,25
3.4	49E1 reprofilowane lub regenerowane	PS-83, INBK 7 INBK 8	0,60	SB Skl, K	0,25

8.2.5 Konstrukcje ujednolicone – klasa 4

Zastosowanie:

Tory szlakowe, główne zasadnicze i główne dodatkowe na liniach typu T40

Tablica 12. Konstrukcje ujednolicone dla torów klasy 4⁽²⁾

Wariant	Szyny	Typ podkładów	Rozstaw podkładów [m] ⁽²⁾	Typ przytwierdzenia szyn	Grubość warstwy podsypki [m]
4.1	49E1 reprofilowane lub regenerowane	PS-83 INBK 7M, PBS 1 INBK 8, INBK 3 INBK 4	0,60	SB Skl, K	0,25
4.2	49E1 reprofilowane lub regenerowane	drew. miękkie kształt. E1 gr. 6 (IIIB)	0,60	Skl, K	0,20

Uwaga: zaleca się stosowanie w torach klasy 4 podkładów betonowych staroużytecznych

8.3 Szyny

Szyny nowe wbudowywane w tory powinny być zgodne z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych [27].

Szyny staroużyteczne wbudowywane w tory powinny być zgodne z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Szyn Kolejowych Staroużytecznych [9].

Łączenie szyn w torze należy wykonywać metodą zgrzewania zgrzewarkami torowymi, zgodnie z warunkami technicznymi Id-1 [10] oraz normą EN 14587-2 [23].

Dopuszcza się stosowanie spawania termitowego szyn w miejscach niedostępnych dla elektrod zgrzewarki. Spawanie należy wykonywać zgodnie z Instrukcją Id-5 (D-7) [8].

Szyny odwalcowane w długościach 25; 30; 70 m należy przed zabudową zgrzać w zakładzie stacjonarnym w szynę 200 lub 210 m zgodnie z WTWiO [28] oraz EN 14587-1 [22].

Szyny po zabudowie powinny być poddane szlifowaniu. Szlifowanie należy przeprowadzać w torach szlakowych oraz głównych zasadniczych i dodatkowych, przeznaczonych do prowadzenia ruchu z prędkością $V \geq 80$ km/h, a także leżących w tych torach rozjazdach.

Szlifowanie powinno być przeprowadzone po przeniesieniu obciążenia 3 – 10 Tg, ale nie później niż w ciągu 24 miesięcy po oddaniu torów i rozjazdów do eksploatacji.

8.4 Podsypka

Zasady stosowania podsypki poszczególnych klas i gatunków w torach podano w tabeli. W przypadku braku materiału wskazanego w tablicy należy stosować materiał lepszy (wyższej klasy lub gatunku).

Tablica 13. Zasady doboru podsypki

Typy linii	Klasa podsypki	Gatunek podsypki
P250, P200, M200	I	1
P160, M160	I	1
P120, M120, T120	I	1 lub 2
P80, M80, T80	II	1 lub 2
T40	II lub III	2 lub 3
Pozostałe tory	III	2 lub 3

Przy prędkościach $v > 200$ km/h zaleca się uwzględnienie wymagania dotyczącego ścieralności określanej metodą mikro-Devala.

Zawartość pyłów w podsypce stosowanej na liniach z prędkościami $v \geq 160$ km/h oraz w tunelach nie powinna przekraczać 0,3%.

9. Rozjazdy

Zasady doboru konstrukcji rozjazdów wskazano w Załączniku ST-T1-A9.⁽²⁾

10. Podtorze

10.1 Wprowadzenie

1. Podane w tej części wymagania dotyczą podtorza gruntowego na kolejach normalnotorowych użytku publicznego zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., na których eksploatowana jest nawierzchnia konwencjonalna (szyny, podkłady, podsypka).
2. W przypadku nawierzchni niekonwencjonalnych (bezpodsypkowych), górne części podtorza projektuje się według wymagań i zaleceń producenta stosowanej nawierzchni.

3. Wymagania dla podtorza należy przyjmować dla najmniej korzystnych warunków jego eksploatacji, tzn. maksymalnych prędkości pociągów, maksymalnych nacisków osi taboru oraz prognozowanych natężeń przewozów brutto.

10.2 Wymagania ogólne

1. Zakres rozpoznania warunków wodno-gruntowych dla budowy nowego podtorza powinien być uzależniony od kategorii geotechnicznej wg PN-B-02479:1998 [13]. Przy ustalaniu kategorii geotechnicznej należy uwzględnić zwłaszcza wysokości projektowanych nasypów, głębokości przekopów i możliwości odwodnienia podtorza.
2. Rozpoznanie podtorza przed modernizacją powinno umożliwić określenie jego przydatności do eksploatacji w zmienionych warunkach, a w razie nieprzydatności - zebranie danych do projektowania, w tym określenie możliwości powtórnego wykorzystania miejscowych materiałów.
3. Zakres rozpoznania ustala się każdorazowo, w zależności od celu i zakresu planowanych robót, zasięgów i przyczyn wad lub zagrożeń, miejscowych warunków i etapu prac projektowych, ze szczególnym uwzględnieniem:
 - a) podtorza na odcinkach z wadami i zagrożeniami,
 - b) podłoża podkładów,
 - c) odwodnienia podtorza,
 - d) terenu robót.
4. Stan podłoża, podtorza oraz właściwości gruntów określa się według [26] oraz [13], [14], [15], [16], [17] i [18].
5. Wyniki badań dla budowy nowego podtorza, badań przedmodernizacyjnych oraz dokumentacje powykonawcze podlegają trwałej archiwizacji.
6. Materiały i technologie stosowane przy budowie i modernizacji podtorza oraz jego elementów powinny posiadać Aprobaty Techniczne lub Certyfikaty Zgodności wydane przez Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa lub inne upoważnione jednostki.
7. Nowe materiały i technologie stosowane eksperymentalnie w celach badawczych muszą uzyskać pozytywną opinię instytucji naukowo-badawczej oraz akceptację Centrali Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

10.3 Kształt i wymiary podtorza

1. Typowy przekrój poprzeczny podtorza na prostej i łuku w nasypie i przekopie, należy przyjmować zgodnie z wymaganiami zamieszczonymi w części dotyczącej nawierzchni kolejowej, przy czym:
 - a) na łukach należy uwzględniać korekty szerokości torowiska zgodnie z postanowieniami normy [12] i warunków technicznych [10],
 - b) przekrój poprzeczny podtorza może być modyfikowany w zależności od miejscowych warunków wodno-gruntowych.
2. Szerokość torowiska powinna umożliwiać:
 - a) ułożenie nawierzchni kolejowej z międzytorzem odpowiednim dla danej prędkości oraz zabudowę wymaganych urządzeń,
 - b) uzyskanie łąw torowisk o szerokościach nie mniejszych niż podane w tabelicy 26, uwzględniających wymagane poszerzenia na łukach poziomych.

Tablica 26. Minimalne szerokości łąw torowisk

Typy linii	v_{\max} [km/h]	Szerokość łąwy e [m]
		podtorze nowobudowane (dobudowywane) i modernizowane
P80, M80, T80, T40	$v_{\max} \leq 80$	0,60
P120, M120, T120	$80 > v_{\max} \leq 120$	
P160, M160	$120 > v_{\max} \leq 160$	
P250, P200, M200	$160 > v_{\max} \leq 250$	
Na stacjach wszystkich kategorii linii		1,00

3. Torowisko powinno być wykonane ze spadkami poprzecznymi. Zaleca się przyjmowanie 5% w kierunku możliwego odpływu wód (skarpa, rów, drenaż podziemny), przy czym na równiach stacyjnych podtorze pod ochronną warstwą filtracyjną może mieć spadki zmniejszone do 3%.
4. Przejście z przekroju poprzecznego torowiska na szlaku do przekroju poprzecznego jak na stacji musi być uzyskane stopniowo na długości nie mniejszej niż 5 m, w odległości min. 5 m przed stykiem przediglicowym rozjazdu wejściowego na stację, przewidywanego dla układu docelowego torów na tej stacji.

10.4 Wytrzymałość, trwałość i jednorodność podłoża

1. Podtorze należy projektować przy założeniu trwałości równej 100 lat, przy czym jeśli podtorze ma spełniać funkcje wymagające trwałości większej, np. funkcje hydrotechniczne, to należy to uwzględnić.
2. Stateczność podtorza należy określić zgodnie z PN-EN 1997-1 Eurokod 7 uwzględniając obciążenia wynikające z przepisów techniczno-budowlanych (wynikające z PN-EN 1991 w projektowaniu oraz z PN-EN 15528 przy sprawdzaniu budowli istniejących) wraz z odpowiednimi współczynnikami częściowymi, przy czym:
 - a) należy stosować podejście obliczeniowe 3 w rozumieniu Eurokodu 7,
 - b) stosunek sił utrzymujących do sił powodujących osunięcie powinien wynosić co najmniej 1.5 dla podtorza nowobudowanego lub przebudowywanego.
3. Prognoza osiadań budowanego lub dobudowywanego podtorza powinna obejmować wartości osiadań w eksploatacji oraz ocenę możliwości usuwania skutków tych osiadań poprzez regulację położenia toru (ocena wg PN-03020:1981 [16]).

Jeśli nie określono innych wymagań, dopuszczalne różnice osiadań torowiska należy przyjmować równe 4 mm/rok na długości 30 m lub 10 mm/rok na długości 200 m. Jeśli przyjęte wymagania nie mogą być spełnione, należy zastosować odpowiednie wzmocnienie podtorza lub podłoża.
4. Moduły odkształceń podtorza nie powinny być mniejsze niż:
 - a) 45 MPa - w przypadku gruntów spoistych,
 - b) 60 MPa - w przypadku gruntów piaszczystych i żwirowych.
5. Zagęszczenie podtorza powinno spełniać wymagania podane w warunkach technicznych [26].
6. W celu zmniejszenia różnic osiadań torowiska i zapewnienia stopniowej zmiany sztywności podtorza, przy obiektach inżynierskich należy stosować odcinki przejściowe; wymaganie to dotyczy:
 - a) podtorza nowobudowanego dla prędkości większych od 120 km/h,
 - b) podtorza modernizowanego, dostosowywanego do prędkości większych od 160 km/h.

10.5 Górna część podtorza

1. Górną część podtorza, na której jest ułożona nawierzchnia, należy projektować przy założeniu jej trwałości równej 20 - 50 lat, zależnie od parametrów eksploatacyjnych linii.

2. Górna część podtorza powinna spełniać następujące wymagania:

- a) minimalne moduły odkształceń podtorza E_o mierzone na torowisku nie powinny być mniejsze od podanych w tabelicy 27.

Tablica 27. Minimalne wartości modułów odkształceń podtorza mierzonych na torowisku E_o [MPa]

Typ linii	Prędkość v_{max} [km/h]	Natężenie przewozów T [Tg/rok]			
		$T \geq 25$	$10 \leq T < 25$	$3 \leq T < 10$	$T < 3$
P250	$200 < v_{max} \leq 250$	120 (80)	120 (80)	120 (80)	110 (70)
P200, M200	$160 < v_{max} \leq 200$	120 (80)	120 (70)	110 (60)	100 (55)
P160, M160	$120 < v_{max} \leq 160$	120 (70)	110 (60)	100 (50)	90 (45)
P120, M120, T120	$80 < v_{max} \leq 120$	110 (60)	100 (55)	90 (45)	80 (40)
P80, M80, T80, T40	$v_{max} \leq 80$	100 (50)	90 (45)	80 (40)	80 (40)

Objaśnienia:

- wartości modułów przed nawiasami są wartościami wymaganymi dla podtorza nowo budowanego i dobudowywanego, jak również podtorza przystosowywanego (modernizowanego) do prędkości $v_{max} > 160$ km/h,
- przy dostosowywaniu podtorza do prędkości nie przekraczających 160 km/h należy przyjmować wartości modułów jak dla podtorza nowo budowanego i traktować je jako projektowe (obliczeniowe), a nie wymagane (jako wartości wymagane przyjmuje się w takich przypadkach moduły nie mniejsze niż dla linii eksploatowanych, uwzględniając możliwości uzyskania tych modułów w warunkach wodno-gruntowych występujących na danej linii),
- wartości modułów w nawiasach są wartościami wymaganymi dla podtorza linii eksploatowanych; wartości te należy stosować przy ocenie potrzeby wzmocnienia torowisk oraz projektowaniu ich napraw.

- b) w górnych warstwach podtorza nie mogą wystąpić naprężenia większe od dopuszczalnych dla znajdujących się tam gruntów i innych materiałów - wymaganie to należy sprawdzać, gdy:

- 1) występują złe lub skomplikowane warunki wodno-gruntowe,

- 2) ponad 5% przewozów dokonywanych jest z naciskami osi taboru większymi od 221 kN (22,5 t)).

Jeśli dopuszczalne naprężenia dla gruntów są przekroczone, to przyjmuje się pośrednie grubości pokryw ochronnych torowisk; nie większe od określonych na podstawie naprężeń i nie mniejsze od wynikających z modułów odkształceń.

c) grunty górnych warstw podtorza powinny być:

- 1) łatwo zagęszczalne i odporne na rozgęszczanie w eksploatacji (tablica 28),

Tablica 28. Wskaźniki różnoziarnistości U i wygięcia krzywych uziarnienia gruntu C

Prędkości v_{max} [km/h]	Minimalne wskaźniki różnoziarnistości ^{*) **)}	Graniczne wartości wskaźników wygięcia krzywej uziarnienia ^{*)}
$200 < v_{max} \leq 250$	≥ 7 (≥ 6)	1 ÷ 3 (0,7 ÷ 4,0)
$160 < v_{max} \leq 200$	6 ÷ 7 (5 ÷ 6)	1 ÷ 3 (***)
$0 < v_{max} \leq 160$	5 ÷ 6 (3 ÷ 5)	*** (***)

Objaśnienia:

^{*)} wartości przed nawiasami dotyczą linii nowo budowanych i modernizowanych, natomiast wartości w nawiasach - linii eksploatowanych

^{**)} minimalne wartości U dla prędkości pośrednich można interpolować

^{***)} wartości nie określa się

- 2) niewysadzinowe (sprawdzenie wg zał. 1 warunków technicznych [26]),
- 3) stabilne mechanicznie na stykach poszczególnych warstw, tzn. nie mieszające się z innymi przylegającymi materiałami – warunek ten musi być spełniony zwłaszcza dla styku z podsypką, natomiast nie wymaga się jego spełnienia dla styków z materiałami o trwałej strukturze, które nie ulegają sufozji, np. grunt stabilizowany (sprawdzenie wg zał. 1 warunków technicznych [26]),
- 4) odpowiednio wodoprzepuszczalne; wskaźnik wodoprzepuszczalności k_{10} gruntu powinien wynosić:
- $k_{10} \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s - gdy grunt warstwy ochronnej musi przepuszczać wody opadowe (np. warstwa filtracyjna na równi stacyjnej),

- $k_{10} < 1 \times 10^{-6}$ m/s - gdy konieczne jest zapobieżenie infiltracji wód opadowych w grunty podtorza (torowisko musi być wtedy dostatecznie utwardzone i wyprofilowane z nachyleniami poprzecznymi w kierunku drenażu).
- 5) uniemożliwiać migrację drobnych cząstek z podtorza w podsypkę (wymaganie to spełniają materiały zawierające 10 - 20% ziaren mniejszych od 0,2 mm).
 - 6) odporne na wodę, tzn. nie zawierać substancji rozpuszczalnych, np. soli,
 - 7) o zawartości części organicznych nie większej niż 0,2%,
 - 8) o zawartości siarczanów nie większej niż 0,2%,
3. W przypadku linii nowobudowanych i przystosowywanych do prędkości $v \geq 160$ km/h oraz wzmocnienia torowisk przy użyciu specjalistycznych maszyn (np. AHM 800-R), zaleca się stosowanie materiałów spełniających również dodatkowe wymagania podane w zał. 23 warunków technicznych [26].
4. Jeśli wymagania dla górnej części podtorza nie są spełnione, podtorze zabezpiecza się jedno- lub wielowarstwowym pokryciem ochronnym, umożliwiającym spełnienie wszystkich wymagań.
5. Wskaźniki zagęszczenia I_s gruntów górnych warstw podtorza (pokryć ochronnych torowisk) nie powinny być mniejsze niż:
- a) 1,03 - w przypadku budowy lub dobudowy podtorza,
 - b) 0,97 - w przypadku modernizacji podtorza istniejącego.

10.6 Materiały do budowy i naprawy podtorza

1. Grunty do budowy i naprawy podtorza powinny spełniać wymagania podane w warunkach technicznych [26].
2. Odpady i materiały z recyklingu, takie jak odsiewki, kamień dołowy, żużle wielkopieczowe, popioły lotne i paleniskowe oraz gruz, mogą być stosowane po stwierdzeniu, że spełniają wszystkie wymagania dotyczące podtorza oraz że mogą współpracować z elementami infrastruktury kolejowej. Odpady mogą być stosowane pod warunkiem spełnienia obowiązków wynikających z przepisów dotyczących odpadów, w szczególności odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami.
3. Stosowane geosyntetyki powinny:

- a) mieć trwałość wynoszącą co najmniej 25 lat i być dobrane wg PN-EN 13250:2002 stosownie do wymaganych funkcji: S - rozdzielanie (separacja), F- filtracja (odwodnienie), R - zbrojenie (wzmocnienie),
 - b) spełniać minimalne wymagania: podane w warunkach technicznych [26]
4. Beton do produkcji prefabrykowanych elementów odwodnieniowych powinien spełniać następujące wymagania:
- a) wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach powinna odpowiadać co najmniej klasie C30/37 zgodnie z normą PN-EN 12390-3:2002,
 - b) nasiąkliwość wagowa nie może przekraczać 5% zgodnie z normą PN-EN 13369:2005,
 - c) stopień mrozoodporności powinien odpowiadać co najmniej klasie F150.

10.7 Konstrukcja podtorza

1. Dolne warstwy nasypów na terenach zawilgoconych należy budować z materiału filtracyjnego o grubości warstwy równej co najmniej 0,5 m, stosując w razie potrzeby odpowiednie drenaże zapobiegające dopływowi wód do podstawy nasypu (odpływ wód z warstwy filtracyjnej może być polepszony przez zastosowanie materiału geotekstylnego).
2. Przy budowie nasypu na zboczu ze spadkiem większym niż 1 : 5 względem osi podłużnej nasypu, na zboczu należy wyciąć stopnie o wysokości 0,5÷1,0 m, szer. 1÷2,5 m i spadkach górnych powierzchni ok. 4% w kierunku zgodnym ze spadkiem zbocza.
3. Poszerzenia istniejących nasypów należy wykonywać w sposób gwarantujący właściwe połączenie części dobudowanych z częściami istniejącymi (schodkowo) i uniemożliwiający tworzenie się zastoi wód opadowych, zarówno przy nasypach, jak i w ich wnętrzach (odpowiednie spadki i wodoprzepuszczalności gruntów).
4. W przypadku potrzeby niewielkiego poszerzenia istniejącego torowiska w pierwszej kolejności rozważyć należy następujące rozwiązania:
 - a) zmiana położenia istniejącego toru (poprzeczne przesunięcie toru),
 - b) obudowa rowu bocznego ziemnego korytkami,
 - c) zastąpienie rowu bocznego drenażem podziemnym (rozwiązanie takie jest korzystne w przypadku zlewni wód powierzchniowych węższych niż kilkadziesiąt metrów i niewielkich spływów wód z górnych partii drenażu).
5. Grunty i inne materiały należy wbudowywać w podtorzu wg zasad podanych w PN-B-06050:1999 [19], w taki sposób, aby

- a) nasypy nie powodowały spiętrzeń wód i nie mogły się w nich lub przy nich zbierać wody opadowe oraz wody spływające z przyległego terenu,
- b) możliwe było odprowadzenie - a w razie potrzeby także przepuszczenie - niewielkich ilości wód opadowych spływających po powierzchni terenu lub podtorza,
- c) niemożliwa była infiltracja wód opadowych i podziemnych w podtorze (np. podsiąkanie),
- d) zapewniony był odpływ wód znajdujących się w podtorzu.

W przypadku niespełnienia tych wymagań należy przewidzieć odpowiednie urządzenia odwadniające.

6. Wymiary największych ziaren wbudowywanego materiału należy uzależniać od stosowanego sprzętu do rozścielania i zagęszczania; w przypadku sprzętu typowego wymiary ziaren materiału nie powinny przekraczać połowy grubości układanej warstwy oraz:
- a) 0,60 m - w przypadku korpusu nasypu,
 - b) 0,20 m - w przypadku górnych części podtorza (nie dotyczy to pokryć ochronnych torowisk),
 - c) 0,10 m - przy obiektach.

10.8 Odwodnienie podtorza

- 1. Odwodnienie podtorza i urządzenia odwadniające powinny spełniać wymagania określone w warunkach technicznych [26].
- 2. Obniżone poziomy wód gruntowych przyjmuje się równe co najmniej:
 - a) 1,5 m w przypadku linii modernizowanych i nowobudowanych,
 - b) 1,2 m na liniach eksploatowanych,od główek szyn, nie płycej jednak niż 0,5 m poniżej wszystkich instalacji elektrycznych.
- 3. Na liniach nowobudowanych i przystosowywanych do $v > 160$ km/h rowy boczne powinny być:
 - a) obudowane (na pozostałych liniach obudowa rowów jest zalecana ze względów utrzymaniowych),
 - b) budowane z odsadzką od strony skarpy o szerokości minimum 0,2 m lub zastępowane drenażem podziemnym,

- c) umacniane roślinnością.
4. Przy budowie i modernizacji podtorza w przekopach na terenach niezurbanizowanych należy każdorazowo rozważyć celowość zastąpienia rowów bocznych drenażami wgłębnymi lub rowami krytymi, ułatwiającymi migrację drobnych zwierząt, ale nie utrudniającymi utrzymania odwodnienia.
 5. Na krótkich odcinkach (np. na długości peronu) dopuszcza się budowę podziemnych drenaży bez studzienek pod warunkiem:
 - a) spełnienia wszystkich wymagań zapewniających sprawne funkcjonowanie drenażu, oraz
 - b) uzyskania zgody upoważnionego organu.
 6. W przypadku długich zlewni, spływ wód opadowych zaleca się określać metodą natężeń granicznych, pozwalającą zmniejszyć przekroje poprzeczne projektowanych ciągów odwadniających (w metodzie tej przyjmuje się, że natężenie miarodajnego opadu odpowiada czasowi spływu wody z najdalszego punktu zlewni, oraz że natężenie każdego opadu zależy od czasu jego trwania, np. długie opady mają mniejsze natężenie).
 7. Odwadniające rowy boczne należy obsiać mieszanką traw wykształcających dobrze rozwinięty i gęsty system korzeniowy, o której mowa w pkt 10.9 ust.1.1 lit. b.

10.9 Umocnienie skarp

1. Powierzchnie skarp podtorza powinny być umocnione roślinnością lub obudowane.
 - 1.1. Proces umocnienia powierzchni skarp poprzez obsianie nasionami traw polega na:
 - a) wytworzeniu na skarpie warstwy ziemi urodzajnej (humusowanie),
 - b) obsianiu warstwy ziemi urodzajnej kompozycjami nasion traw (z dopuszczalną domieszką roślin motylkowych i bylin), w ilości od 20 g/m² do 30 g/m², dobranych odpowiednio do warunków siedliskowych (rodzaju podłoża, pochylenia skarpy).

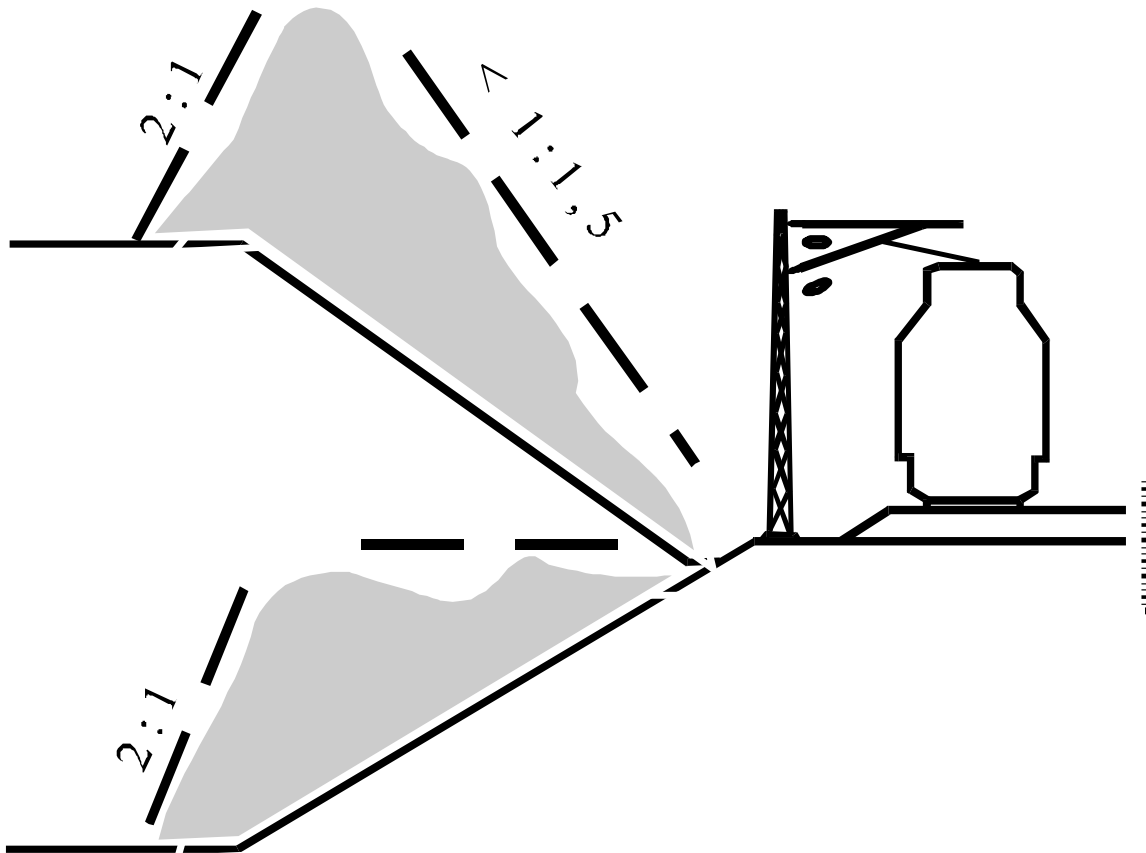
Przykłady składu mieszanek traw:

- 1) kostrzewa czerwona Aniset 40%, kostrzewa czerwona Samanta 15%, kostrzewa czerwona Casanova 15%, kostrzewa owcza Cantona 25%, wiechlina łąkowa Panduro 5%;
- 2) kostrzewa szczeciniasta Ridu 15%, kostrzewa czerwona Nimba 20%, kostrzewa czerwona Gondolin 30%, wiechlina łąkowa Limerick 5%;

- 3) kostrzewa szczeciniasta Bornito 15%, kostrzewa czerwona Nimba 20%, kostrzewa czerwona Adio/Areta 60%, wiechlina łąkowa Limerick 5%.

W przypadku braku możliwości zakupu gotowej mieszanki traw o wyżej określonym składzie, należy wykonać mieszankę na zamówienie lub zakupić gotową mieszankę o składzie najbardziej zbliżonym do zalecanego i zawierającym gatunki wieloletnie; naniesieniu tymczasowej warstwy przeciwozyjnej.

- c) Zakrzewienia skarp dopuszcza się pod warunkiem utrzymywania roślinności w granicach pokazanych na rys. 1.



Rys. 1. Kształtowanie roślinności w przekroju poprzecznym drogi kolejowej (z wyjątkiem odcinków na których przewidziano pasy przeciwożarowe)

2. Pozostawianie drzew na obszarze już zalesionym lub zadrzewionym dopuszcza się, gdy spełnione są następujące warunki:
- odległość przewodu trakcyjnego o napięciu 3 kV do koron drzew wynosi co najmniej 22,5 m,
 - stan drzew, ich wysokości i odległości od torów nie wskazują na możliwość zagrożenia bezpieczeństwa ruchu pociągów (odległości drzew od najbliższych torów nie powinny być mniejsze od półtorakrotnej wysokości drzew).

3.1. W miejscach wycinanych drzew i krzewów zalecane jest stosowanie mieszanek traw w celu ograniczenia wzrostu samosiewów

3. Żywopłoty zakłada się zgodnie z zasadami podanymi rozporządzeniu [6] i instrukcji [7].

10.10 Usytuowanie urządzeń i budowli w podtorzu

1. Budowle i urządzenia podziemne, z wyjątkiem urządzeń przeznaczonych do bezpośredniego współdziałania z torem, nie mogą wchodzić w obrys skrajni budowli ograniczonej liniami pionowymi w odległościach po 2,2 m od osi toru w obie strony i linią poziomą na głębokości 1,5 m poniżej główki szyny.
2. Usytuowanie budowli i urządzeń podziemnych w podtorzu (np. kabli, fundamentów słupów trakcyjnych) nie może zmniejszać stateczności podtorza oraz tras i drożności urządzeń odwadniających.
3. Na ławach torowisk na szlakach nie należy zabudowywać kanałów kablowych.
4. Fundamenty likwidowanych żurawi wodnych powinny być rozebrane do głębokości co najmniej 0,5 m mierzonej od powierzchni torowiska.

Likwidacja żurawia wodnego powinna uwzględniać ew. potrzebę przeprojektowania istniejących urządzeń związanych z żurawiem (doprowadzeń i odprowadzeń wody do żurawia, drenaży podziemnych które odprowadzały wody do studni żurawia, itp.).

10.11 Odstępstwa od wymagań

1. Ze względów ekonomicznych za zgodą organu upoważnionego można odstąpić od modernizacji podtorza na odcinkach, na których po wykonaniu innych prac modernizacyjnych (np. nawierzchniowych) spełnione zostaną następujące warunki:
 - a) stateczność podtorza w zmienionych warunkach eksploatacyjnych jest nie mniejsza od stateczności wymaganej dla podtorza eksploatowanego (brak objawów wskazujących na występowanie wad istniejącego podtorza, potwierdzenie stateczności w zmienionych warunkach eksploatacyjnych);
 - b) szerokość torowiska umożliwia lokalizację wszystkich elementów infrastruktury (słupy trakcyjne, korytka kablowe, itp.);
 - c) szerokość ławy torowiska spełnia wymagania dla podtorza eksploatowanego;
 - d) poziom wód jest stale niższy niż poziom dopuszczalny dla linii eksploatowanej;
 - e) moduł odkształcenia podtorza na poziomie projektowanego torowiska jest nie mniejszy niż wymagany na liniach eksploatowanych;

- f) grunty podtorza znajdujące się pod podsypką na poziomie projektowanego torowiska spełniają wymagania w zakresie stabilności mechanicznej na styku z podsypką, odporności na mróz oraz drgania dla podtorza eksploatowanego;
- g) przy obiektach inżynieryjnych na liniach przewidzianych dla $v > 160$ km/h nie występują "zjawiska progowe".

2. Na odcinkach, na których nie przewiduje się modernizacji podtorza, należy:

- a) wykonać niezbędne prace odwodnieniowe,
- b) ujednorodnić podparcie podkładów na długości toru, w tym na długości rozjazdów i przejazdów (doprowadzić warstwę podsypki do jednakowej grubości);
- c) polepszyć spływ wód opadowych z górnych warstw podtorza (oczyścić podsypkę z odpowiednio nachyloną belką podtorową, w tym na długości rozjazdów, przejazdów, przy obiektach, wyprofilować ławy torowisk itp.);
- d) umocnić (utwardzić) ławy torowisk warstwą z materiału przepuszczalnego lub w inny sposób nie pogarszający warunków odpływu wód z górnych warstw podtorza.

11. Dokumenty związane

- [1] Dyrektywa 2008/57/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 czerwca 2008 roku w sprawie interoperacyjności kolei we Wspólnocie. (Dz.U. L 191 z 18.07.2008 r. s./1 z późn. zm.)
- [2] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 roku w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych (Dz.U. L 164 z 30.04.2004 r. s. 44 z późn. zm.)
- [3] Decyzja Komisji z dnia 20 grudnia 2007 r. dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu Infrastruktura transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (2008/217/WE), (notyfikowana jako dokument nr C(2007) 6440), (Dz.U. L 77 z 19.3.2008, str. 1—105)
- [4] Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej (Dz.U. L 356 z 12.12.2014 r. s. 1 z późn. zm.)
- [5] Decyzja Komisji z 21 lutego 2008 roku dotycząca technicznej specyfikacji interoperacyjności podsystemu Tabor transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (2008/232/WE Dz.U. L 84/132),

- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 sierpnia 2008 r. w sprawie wymagań i warunków dopuszczających usytuowanie drzew lub krzewów, elementów ochrony akustycznej i wykonywania robót ziemnych w sąsiedztwie linii kolejowej, a także sposobu urządzania i utrzymywania zasłon odśnieżnych oraz pasów przeciwpożarowych (tekst jedn. Dz. U. 2014 poz. 1227).
- [7] Instrukcja o zapewnieniu sprawności kolei w zimie Ir17 (Załącznik do uchwały nr 763/2016 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 9 sierpnia 2016 r.)
- [8] Instrukcja spawania szyn termitem Id-5 (D-7). (Załącznik do zarządzenia Nr 4 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 10 marca 2005 r. z późn. zm.)
- [9] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru szyn kolejowych staroużytecznych uzyskanych przez regenerację, reprofilację oraz zgrzanie w zakładach stacjonarnych. Wymagania i badania Id-107 (Załącznik do zarządzenia nr 24/2010 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 25 października 2019 r.)
- [10] Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1). (Załącznik do zarządzenia nr 14 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 18 maja 2005 r. z późn. zm.)
- [11] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru podsypki tłuczniowej naturalnej i z recyklingu stosowanej w nawierzchni kolejowej Id-110. Załącznik do uchwały nr 1237/2016 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 13 grudnia 2016 r.)
- [12] PN-EN 15273-3 Kolejnictwo - Skrajnie – Część 3: Skrajnie budowli
- [13] PN-B-02479:1998 Geotechnika - Dokumentowanie geotechniczne - Zasady ogólne
- [14] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział i opis gruntów (częściowo wycofana, w zakresie załącznika 1 zastąpiona przez PN-B-02481:1998)
- [15] PN-B-02481:1998 Geotechnika - Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar
- [16] PN-B-03020:1981 Grunty budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli - Obliczenia statyczne i projektowanie
- [17] PN-B-04481: 1988Grunty budowlane - Badania próbek gruntu
- [18] PN-B-04452:2002 Geotechnika - Badania polowe
- [19] PN-B-06050:1999 Geotechnika - Roboty ziemne - Wymagania ogólne
- [20] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 1: Oznaczanie i opis

- [21] PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania
- [22] EN 14587-1 Zastosowania kolejowe - Tor – Doczołowe zgrzewanie iskrowe szyn - Część 1: Nowe szyny typu R220, R260, R260Mn i R350HT w instalacji nieruchomej.
- [23] EN 14587-2 Zastosowania kolejowe - Tor - Zgrzewanie doczołowe iskrowe szyn - Część 2: Łączenie szyn typu R220, R260, R260Mn i R350HT przy użyciu mobilnych zgrzewarek w lokalizacjach poza zakładem produkcyjnym
- [24] PN-EN 14363:2005 Badania własności dynamicznych przed dopuszczeniem pojazdów szynowych - Badania własności biegowych i próby stacjonarne
- [25] Earthworks and track bed for railway lines. Code 719 R (3rd edition). International Union of Railways 2008
- [26] Id-3 Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego . Załącznik do Zarządzenia nr 9 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 4 maja 2009 r.
- [27] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru szyn kolejowych Id-106. Załącznik do zarządzenie nr 24/2010 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 25 października 2016 r.)
- [28] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru zgrzein w szynach kolejowych nowych łączonych zgrzewarkami stacjonarnymi – Wymagania i badania Id-112 (Załącznik do zarządzenia nr 26/2013 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 12 listopada 2013 r.)
- [29] PN-EN 13145:2002 Kolejnictwo. Tor. Podkłady i podrozjazdnice drewniane
- [30] PN-EN 13230 Kolejnictwo. Tor. Podkłady i podrozjazdnice betonowe