

STANDARDY TECHNICZNE

szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h

TOM I

DROGA SZYNOWA

Wersja 1.4

Tekst ujednolicony uwzględniający:

- 1) zmiany wprowadzone uchwałą Nr 1086/2017 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 13 listopada 2017 r.
- 2) zmiany wprowadzone uchwałą Nr 442/2019 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 9 lipca 2019 r.
- 3) zmiany wprowadzone uchwałą Nr 251/2021 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 20 kwietnia 2021 r.

OBOWIAZUJE OD DNIA 27 KWIETNIA 2021 R.

WARSZAWA 2021

WYKAZ ZMIAN

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

SPIS TREŚCI

1	Wprowadzenie⁽²⁾	6
2	Definicje i skróty	6
3	Podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne	8
3.1	Nacisk osi ⁽³⁾	8
3.2	Obciążenie rozłożone ⁽³⁾	10
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
9	Rozjazdy	15
10	Podtorze⁽³⁾	15
10.1	Wprowadzenie	15
10.2	Wymagania ogólne	15
10.3	Kształt i wymiary podtorza	16
10.4	Wytrzymałość, trwałość i jednorodność podtorza ⁽³⁾	17
10.5	Materiały do budowy i przebudowy podtorza	19

10.6	Wymagania dotyczące górnej części podtorza.....	20
10.7	Konstrukcja podtorza	23
10.8	Odwodnienie podtorza	23
10.9	Umocnienie skarp	24
10.10	Usytuowanie urządzeń i budowli w podtorzu.....	26
10.11	Odstępstwa od wymagań.....	26

TABLICA POWIĄZANIA PUNKTÓW Z TYPMI 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	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

Podstawowym celem opracowania „Standardów technicznych – szczegółowych warunków technicznych dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h” 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. **Podłoże gruntowe - grunt** lub układ warstw gruntów, stanowiący podparcie budowli lub konstrukcji (strefa gruntu rodzimego lub nasypowego poniżej spodu konstrukcji nawierzchni kolejowej, strefa gruntu rodzimego poniżej spodu budowli ziemnej).⁽³⁾
3. **Podtorze** – kolejowa budowla ziemna wykonywana w gruncie albo z gruntu naturalnego, ewentualnie ulepszanego dodatkami wraz z urządzeniami ją zabezpieczającymi i odwadniającymi, podlegająca oddziaływaniom eksploatacyjnym, wpływom klimatycznym oraz wpływom podłoża gruntowego zalegającego bezpośrednio pod podtorzem i w najbliższym jego otoczeniu.⁽³⁾
4. **Torowisko - powierzchnia** górnej części podtorza, na której ułożona jest nawierzchnia kolejowa.
5. **Podbudowa** - dolna część konstrukcyjna, służąca do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże; podbudowa może składać się z warstwy górnej i warstwy dolnej podbudowy, Górna część podbudowy, spełnia funkcje nośne w konstrukcji, dolna część

podbudowy; oprócz funkcji nośnych zabezpiecza nawierzchnię przed działaniem wody, mrozu i przenikania cząstek podłoża, może składać się z warstw mrozoochronnej, odsączającej i odcinającej.⁽³⁾

6. **Konstrukcja nośna torów** - układ warstw usytuowany pod podporami szynowymi. W skład konstrukcji nośnej mogą wchodzić warstwy podbudowy (jedno lub wielowarstwowe warstwy ochronne/filtracyjne), przygotowane podtorze, struktura gruntowa i grunt posadowienia.⁽³⁾
7. **Warstwa chroniąca przed mrozem** – warstwa ochronna, warstwa chroniąca przed niekorzystnym wpływem mrozu na podłoże.⁽³⁾
8. **Warstwa filtrująca** - warstwa oddzielająca warstwę mrozoodporną od przygotowanego podłoża w przypadku problemów z gradacją materiału.⁽³⁾
9. **Ustabilizowane, przygotowane podtorze** – warstwa/y utworzone przez materiały gruntowe stabilizowane wapnem, cementem lub innymi spoiwami hydraulicznymi.⁽³⁾
10. **Odwadnianie** - zabezpieczanie przed napływem wód i niszcącym 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. sączki, ciągi drenarskie rurowe),
 - drenaże płytowe (np. warstwy filtracyjne).Stosuje się również konstrukcje pośrednie (np. sączki skarpowe, drenaże punktowe, przyporowe) oraz drenaże pionowe, w których dominuje pionowy kierunek przepływu wód.
13. **Geosyntetyki** - produkty polimerowe, charakteryzujące się wysoką trwałością, wbudowywane w podłoże gruntowe w celu rozwiązywania problemów geotechnicznych, pełnią funkcje m.in. zbrojenia podtorza, zapobiegania mieszaniu się różnych gruntów (separacji) i jako elementy filtracyjne.⁽³⁾

14. **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 [Id-3].

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

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

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

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

17. **Moduł odkształcenia podłoża gruntowego E_{o_1} , E_{e_1} , E_{v2} ("moduł ekwiwalentny")** - nośność podłoża gruntowego) określona przy drugim statycznym obciążeniu sztywną okrągłą płytą o średnicy 0,3 m, zgodnie z warunkami technicznymi [Id-3]

18. **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.

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 ²	22,5 t	22,5 t
P200	140 km/h	22,5 t	18,0 t
	120 km/h ³	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 ⁴	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 ⁵	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

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, T40 (zgodnie z kategorią nacisku D4 według TSI odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy – wagony towarowe”)
2. 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.

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

Typ linii	Maksymalna odległość między stacjami na liniach [km]		Maksymalna odległość między posterunkami umożliwiającymi zmianę toru na liniach dwutorowych[6] [km]	Minimalna liczba torów głównych dodatkowych na stacjach na linii dwutorowej	Minimalna liczba torów głównych z krawędziami peronowymi na linii dwutorowej (zasadnicze/dod.)	Minimalna liczba torów głównych dodatkowych na stacjach na linii jednotorowej	Minimalna liczba torów głównych z krawędziami peronowymi na linii jednotorowej (zasadnicze/dod.)
	jednotorowych	dwutorowych ²⁾					
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
P250	9	17	13	2	0/2	2	0/2
P200	11	21	16	1	2/1	1	1/1
M200	10	20	15	2	2/2	2	1/2
P160	13	26	20	1	2/1	1	1/1
M160	12	23	17	2	2/1	2	1/2
P120	15	29	22	1	2/1	1	1/1
M120	13	25	19	2	2/1	2	1/2
T120	15	29	22	1	2/1	1	1/1
P80	15	30	23	1	2/1	1	1/1
M80	14	27	20	1	2/1	2	1/2
T80	15	29	22	1	2/1	1	1/1
T40 ¹⁾	---	---	---	---	---	---	---

1) Nie określa się wymagań dla linii typu T40

2) Wymagane rozmieszczenie posterunków na liniach wielotorowych zawsze wyznacza się indywidualnie

Rozmieszczenie posterunków na liniach jednotorowych dodatkowo powinno zapewniać:

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

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.

W przypadku jeśli przeprowadzone analizy ruchowe wykażą, że wskazana w Tablicy 3 liczba torów głównych dodatkowych na stacjach nie znajduje uzasadnienia w zapotrzebowaniu, liczba ta może ulec zmniejszeniu po każdorazowym uzyskaniu zgody biur Centrali właściwych do strategii oraz eksploatacji, a także właściwych miejscowo Zakładu Linii Kolejowych oraz Ekspozytury Centrum Zarządzania Ruchem Kolejowym.

Dla stacji węzłowych należy przewidzieć możliwość jednoczesnego przyjęcia lub wyprawienia pociągów (z wyjątkiem pasażerskich) ze wszystkich kierunków. Dla stacji węzłowych należy przewidzieć możliwość jednoczesnego przyjęcia lub wyprawienia pociągów pasażerskich ze wszystkich kierunków przewidzianych do obsługi w ruchu pasażerskim, a w przypadku kierunków aktualnie nieprzewidywanych do obsługi pasażerskiej należy zapewnić rezerwy terenowe na zabudowę odpowiedniej liczby peronów w przyszłości. Układ peronów powinien zapewniać sprawną realizację skomunikowań pociągów pasażerskich. Rezygnacja z rezerwy terenowej pod przyszłościową zabudowę peronów jest dopuszczalna tylko w przypadku stacji na których nigdy (także w przyszłości) nie przewiduje się możliwości obsługi ruchu pasażerskiego, za zgodą biur Centrali właściwych ds. strategii oraz eksploatacji.

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

Wymagania w zakresie szerokości toru wskazano w Załączniku ST-T1-A8.⁽¹⁾

7.2 Przechyłka

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

8 Konstrukcja nawierzchni

Wymagania w zakresie standardów konstrukcji nawierzchni kolejowej wskazano w Załączniku ST-T1-A8.⁽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 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 jednostkowo lub indywidualnie.
3. Do projektowania należy przyjmować najmniej korzystne spośród występujących na danym odcinku warunki, uwzględniające m.in. maksymalne prędkości pociągów, maksymalne naciski osi taboru, prognozowane natężenia przewozów brutto, rodzaj i cechy gorszego materiału oraz stwierdzone podczas badań warunki gruntowo-wodne, w tym ryzyka powodziowe.

10.2 Wymagania ogólne

1. Zakres badań niezbędnych do oceny warunków wodno-gruntowych dla budowy podtorza powinien być uzależniony od kategorii geotechnicznej, ustalonej według [Igo-1]. Przy projektowaniu nowych budowli ziemnych należy zapewnić parametry gruntu pod warstwą ochronną torowiska zgodnie z wymaganiami [UIC 719].
2. 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.
3. Stan podtorza oraz właściwości gruntów określa się według [Id-3], [Igo-1] oraz [PN-EN-1991-2], [PN-EN-1997-1], [PN-EN-1997-2], [PN-EN-13242], [PN-EN-14227-1], [PN-EN ISO 14688-1], [PN-EN ISO 14688-2].⁽³⁾
 4. Wyniki badań przedmodernizacyjnych oraz dokumentacje powykonawcze podlegają trwałej archiwizacji.
 5. Zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych wszystkie stosowane materiały do budowy i przebudowy podtorza powinny posiadać dokumenty potwierdzające ich wprowadzenie do obrotu (Deklaracje Właściwości Użytkowych).
 6. Nietypowe (niekonwencjonalne) materiały mogą zostać dopuszczone do stosowania przy budowie/przebudowie podtorza pod warunkiem uzyskania Krajowej Oceny Technicznej, pozytywnej opinii instytucji naukowo-badawczej oraz rekomendacji 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 [PN-EN 15273-3] i warunków technicznych [Id-1],
 - 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 tablicy 4, uwzględniających wymagane poszerzenia na łukach poziomych.

Tablica 4 Minimalne szerokości ław torowisk

Typy linii	v_{\max} [km/h]	Szerokość ławy 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. Powierzchnia torowiska powinna być wykonana ze spadkami poprzecznymi 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 podtorza⁽³⁾

1. Podtorze projektuje się przy założeniu jego 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], przy czym:
 - a) należy stosować podejście obliczeniowe DA3 wraz z odpowiednimi współczynnikami częściowymi A2 "+" M2 "+" R3 wg [PN-EN 1997-1],
 - b) Obciążenie stałe:
 - Przy projektowaniu oraz sprawdzaniu podtorza należy uwzględnić obciążenie stałe nawierzchni kolejowej działające na podtorze. Ciężar objętościowy materiałów budowlanych określa się na podstawie [PN-EN 1991-1-1]
 - c) Obciążenie ruchem:

- Przy projektowaniu podtorza (dla potrzeb budowy, przebudowy jako równoważne obciążenie pionowe wywołane ruchem kolejowym należy przyjąć model obciążenia LM71 wg [PN-EN 1997-1] jako model podstawowy, oraz jego najmniej korzystne ustawienie (LM71 = 52,08 kPa)
- Przy sprawdzaniu podtorza istniejącego (np. dla potrzeb certyfikacji) jako równoważne obciążenie pionowe wywołane ruchem kolejowym należy przyjąć uniwersalny model obciążenia E6 wg [PN-EN 15528] jako model podstawowy, oraz jego najmniej korzystne ustawienie (E6 = 33,33 kPa), o ile zamawiający nie określił innego modelu obciążeń (np. D4)
- Każdorazowo przy projektowaniu oraz sprawdzaniu podtorza obciążenie pionowe wywołane ruchem kolejowym należy powiększyć o współczynnik klasyfikacyjny α wynoszący standardowo:
 - $\alpha = 1,21$ – dla linii (torów) przewidziany do eksploatacji w klasach obciążeń D lub mniejszych ($Q \leq 22,5$ t/oś) wg. [PN-EN 15528] naciskami, wówczas obciążenie charakterystyczne wynosi: $\alpha \cdot LM71 = 63,02$ kPa lub $\alpha \cdot E6 = 40,33$ kPa,
 - $\alpha = 1,33$ – dla linii (torów) przewidziany do eksploatacji w klasach obciążeń E ($Q = 25,0$ t/oś) wg. [PN-EN 15528].
- Jak obciążenie wyjściowe do obliczeń należy stosować obciążenie obliczeniowe od ruchu kolejowego równe ilorazowi właściwego współczynnika częściowego [PN-EN 1997-1] ($\gamma_Q = 1,30$), współczynnika klasyfikacyjnego ($\alpha = 1,21$) oraz obciążenia wywołanego właściwym modelem obciążenia.

d) W każdym przypadku wskaźnik wykorzystania nośności musi spełniać zależność (1)

$$\mu = \frac{E_d}{R_d} < 1,0 \quad (1)$$

gdzie:

E_d – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań, wg [PN-EN 1997-1],

R_d – wartość obliczeniowa oporu przeciw oddziaływaniu, wg [PN-EN 1997-1].

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-EN-1997-1]).

4. 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.
5. Podtorze i nawierzchnia w sąsiedztwie przyczółków powinna posiadać wzmocnioną konstrukcję uniemożliwiającą zróżnicowane osiadania wywołane różnicą ustrojów konstrukcyjnych oraz sprężystości podłoża.:
6. W przypadku linii budowanych i przystosowywanych do prędkości $v \geq 160$ km/h m.in. poprzez wykonanie górnych warstw podtorza (m.in. warstwa ochronna) przy użyciu specjalistycznych maszyn (np. AHM 800-R), stosuje się mieszanki niezwiązane o uziarnieniu ciągłym 0/31,5 mm wg [PN-EN 13242].

10.5 Materiały do budowy i przebudowy podtorza

1. Do budowy podtorza należy zastosować grunty i inne materiały sklasyfikowane wg ich jakości i przydatności zgodnie z [Id-3].
2. Do budowy górnej części podtorza (warstwa ochronna) należy zastosować mieszankę kruszyw niezwiązanych o uziarnieniu ciągłym 0/31,5 mm o parametrach określonych w [Id-3 Załącznik 23], z przyjęciem równoważnych właściwości (kategorii) określonych w normie [PN-EN 13242].
3. Materiały takie m.in. jak odsiewki, kamień dołowy, mogą być stosowane po wykazaniu, że spełniają wszystkie wymagania dotyczące przydatności do budowy i/lub modernizacji podtorza oraz że mogą współpracować z elementami infrastruktury kolejowej.
4. Dodatkowo materiały uznawane jako odpadowe mogą być stosowane pod warunkiem spełnienia obowiązków wynikających z przepisów dotyczących gospodarki odpadami w szczególności odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami.
5. Geosyntetyki, o trwałości wynoszącej co najmniej 25 lat, dobrane wg [PN-EN 13250] stosownie do wymaganych funkcji: S - rozdzielanie (separacja), F- filtracja (odwodnienie), R - zbrojenie (wzmocnienie) oraz spełniać minimalne wymagania podane w warunkach technicznych [Id-3].
6. Elementy odwodnieniowe powinny spełniać następujące wymagania:
 - a) Prefabrykaty powinny być wykonane z betonu o parametrach: klasa min C30/37 zgodnie z normą PN-EN 206, o nasiąkliwości wagowej nie przekraczającej 6%

i stopniu mrozoodporności odpowiadającemu co najmniej klasie F150, wg [PN-B-06250].⁽³⁾

7. Materiały stosowane do budowy dolnych warstwy podtorza powinny umożliwić uzyskanie modułów odkształcenia dla podtorza nie mniejszych niż:
 - a) 45 MPa w przypadku gruntów spoistych,
 - b) 60 MPa w przypadku pozostałych gruntów

10.6 Wymagania dotyczące górnej części 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 odkształcenia podtorza E_o mierzone na torowisku, określone przy drugim obciążeniu płytą [Id-3 Załącznik 2] nie powinny być mniejsze od podanych w tabelicy 5.

Tablica 5 Minimalne wartości modułów odkształceń podtorza mierzonych na torowisku E_o [MPa]

Typ linii	Prędkość v_{max}	Natężenie przewozów T [Tg/rok]			
	[km/h]	$T \geq 25$	$10 \leq T < 25$	$3 \leq T < 10$	$T < 3$
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 przy projektowaniu podtorza budowanego i przebudowywanego (w tym m.in. dobudowywanego),

- 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),

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 pokryć ochronnych torowisk; nie większe od określonych na podstawie naprężeń i nie mniejsze od wynikających z modułów odkształceń.

3. Dostateczną trwałość górnej części podtorza zapewnia się poprzez wbudowanie gruntów lub materiałów niespoistych:

- a) dobrze uziarnionych tj. dobrze zagęszczających się i nieulegających rozgęszczeniu pod wpływem drgań – warunkiem jest spełnienie wymagań dotyczących kształtu krzywej uziarnienia podanych w Tabelicy 6

Tablica 6 Wskaźniki różnoziarnistości U i wygięcia krzywych uziarnienia gruntu C

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

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

- b) nieulegających degradacji podczas eksploatacji
- odpornych na wodę,
 - zawartość części organicznych nie więcej niż 0,2%,
 - zawartość siarczanów nie więcej niż 0,2%
- c) niewysadzinowych (sprawdzenie wg [Id-3 Załącznik 1]),
- d) 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 [Id-3 Załącznik 1]),
- e) dostatecznie wodoprzepuszczalnych; wskaźnik wodoprzepuszczalności k_{10} gruntu powinien wynosić:

$k_{10} \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s - gdy grunt warstwy ochronnej musi przepuszczać wody opadowe (m.in. 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).

- f) uniemożliwiać migrację drobnych cząstek z podtorza w podsypkę (wymaganiem to spełniają materiały zawierające 10 - 20% ziaren mniejszych od 0,2 mm).

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 geosyntetyku).
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 zastoisk wód opadowych, zarówno przy nasypach, jak i w ich wnętrzach (zachowując odpowiednie spadki i wodoprzepuszczalności materiałów).
4. W przypadku poszerzenia istniejącego torowiska należy uwzględnić:
 - a) zmianę położenia istniejącego toru (poprzeczne przesunięcie toru),
 - b) wykonanie rowu bocznego
 - c) lub 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).

10.8 Odwodnienie podtorza

1. Odwodnienie podtorza i urządzenia odwadniające powinny spełniać wymagania określone w [Id-3].
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 budowanych 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,
4. Przy budowie i modernizacji podtorza w przekopach na terenach niezurbanizowanych należy uwzględnić 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 należy określić indywidualnie i uwzględnić w dokumentacji.

10.9 Umocnienie skarp

1. Powierzchnie skarp podtorza powinny być umocnione roślinnością lub obudowane.
 - 1.1. Umocnienie skarp należy realizować poprzez:
 - a) obsianie nasionami traw, proces ten polega na:
 - rozłożeniu na powierzchni skarpy ziemi urodzajnej (humusowanie),
 - obsianiu kompozycjami nasion traw w ilości od 20 g/m² do 30 g/m², dobranych odpowiednio do warunków siedliskowych (położenia skarpy i jej pochylenia).

Przykłady składu mieszanek traw:

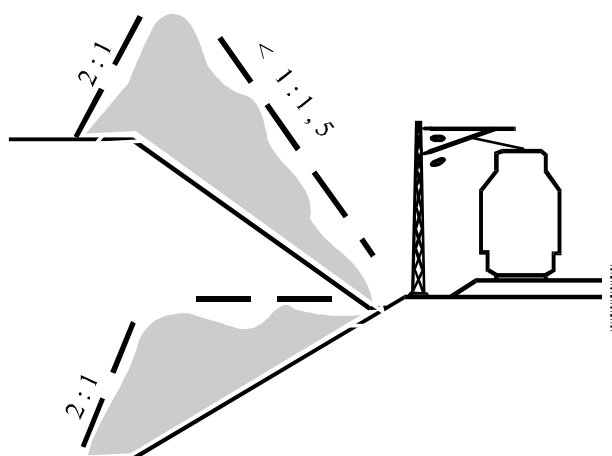
- 1) kostrzewa czerwona Aniset 40%, kostrzewa czerwona Samanta 15%, kostrzewa czerwona Casanova 15%, kostrzewa owcza Cantona 25%, wiechlina łąkowa Panduro 5%;

- 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%.

b) Wykonanie umocnienia:

- elementami prefabrykowanymi ażurowymi lub innymi przeznaczonymi do umocnień na skarpach,
- geokratami komórkowymi z wypełnieniem humusem i obsianiem mieszanką traw
- georusztami z wypełnieniem kruszywem,

2. 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 przeciwpożarowe)

3. Pozostawianie drzew na obszarze już zalesionym lub zadrzewionym dopuszcza się, gdy spełnione są następujące warunki:
 - a) odległość przewodu trakcyjnego o napięciu 3 kV do koron drzew wynosi co najmniej 22,5 m,
 - b) 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).
4. Żywopłoty zakłada się zgodnie z zasadami podanymi rozporządzeniu [Dz. U. 2014 poz. 1227] i instrukcji [Ir-17].

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 1,5 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. 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.