

Metody regulacji szerokości toru na podkładach betonowych

Methods of adjusting track gauge on concrete sleepers



Grzegorz Stencel

Mgr inż.

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Centrala – Biuro Dróg Kolejowych

grzegorz.stencel@plk-sa.pl
ORCID: 0000-0001-6350-7907

Streszczenie: W artykule przedstawiono problematykę regulacji szerokości toru na podkładach betonowych. Zaprezentowano obecnie obowiązujące przepisy w zakresie dopuszczalnych wartości szerokości toru, a także wskazano przykłady prac remontowych z ostatnich lat, gdzie regulacja szerokości toru była wykonywana na dłuższych odcinkach linii kolejowych. Opisano także metody regulacji szerokości toru na podkładach betonowych wraz z rekomendacjami dotyczącymi możliwości ich zastosowania w zależności od warunków organizacyjnych i finansowych.

Słowa kluczowe: Nawierzchnia kolejowa; Szerokość toru; Naprawy toru

Abstract: The article presents the issue of track gauge adjustment on concrete sleepers. It presents the current regulations on permissible track gauge values and provides examples of repair work carried out in recent years, where track gauge adjustment was performed on longer sections of railway lines. It also describes methods of track gauge adjustment on concrete sleepers, together with recommendations on their possible application depending on organizational and financial conditions.

Keywords: Railway track; Track gauge; Track repairs

Wstęp

Szerokość toru, czasami potocznie nazywana prześwitem toru lub rozstawem szyn, jest podstawowym parametrem geometrycznym w utrzymaniu nawierzchni kolejowej. Sposoby regulacji szerokości toru na podkładach drewnianych są dobrze znane i opisane w polskiej literaturze [4], natomiast regulacja w torze na podkładach betonowych jest zagadnieniem rzadko opisywanym w literaturze fachowej.

Wydawać by się mogło, że masowe stosowanie podkładów betonowych i odpowiednio wytrzymałych systemów przytwierdzeń szyn wyklucza problem regulacji szerokości toru, ale wyzwania związane ze zwiększaniem prędkości pociągów na istniejących liniach świadczą, że

jest to błędne założenie. Podstawowym czynnikiem warunkującym uzyskanie w trakcie budowy toru, a następnie utrzymanie szerokości są odchyłki produkcyjne podkładów i elementów przytwierdzeń szyn, w tym rozmieszczenie elementów zakotwionych w trakcie produkcji podkładów. Dlatego ocena zgodności systemów przytwierdzeń z normą EN 13481-2 wiąże się z koniecznością sprawdzenia wpływu odchyłek wykonania elementów przytwierdzeń na szerokość toru.

W wyniku doświadczeń z eksploatacji podkładów strunobetonowych w Polsce można stwierdzić, że od momentu stosowania podkładów PS-93, PS-94 oraz PS-83 ze sprężystym systemem przytwierdzeń (czyli od ponad 30 lat) jakość początkowa toru w zakresie szerokości (oraz gra-

dientu) spełnia wymagania odbiorowe.

Trzeba jednak pamiętać, że w trakcie eksploatacji występują oddziaływania i zjawiska, które mają wpływ na zmianę szerokości toru, a wśród nich można wyróżnić:

- siły pionowe od pojazdów (doświadczenia z eksploatacji wskazują, że na prostych odcinkach toru w trakcie przejazdu, pod wpływem obciążenia, szerokość toru się zmniejsza – takie zjawisko stwierdza się porównując wyniki pomiarów wykonanych drezyną pomiarową i toromierzem ręcznym),
- siły poprzeczne od pojazdów (na łukach widoczne jest poszerzenie toru w stosunku do przylegających odcinków prostych),
- długotrwały skurcz betonu (do

produkcji podkładów struno-betonowych stosuje się betony wysokiej wytrzymałości, których skurcz w pierwszych tygodniach może wynosić ponad 1 mm/m [3],

- rozszerzalność termiczna betonu (potwierdzeniem na widoczny wpływ tego zjawiska są wyniki pomiarów szerokości toru wykonane na tych samych odcinkach w okresie letnim i zimowym).

Oddziaływania od pojazdów w naturalny sposób wpływają na zużycie szyny, ale również na przemieszczanie się elementów przytwierdzeń i samej szyny. Możliwość przemieszczania się wynika ze wspomnianych wcześniej odchyłek produkcyjnych elementów przytwierdzeń. Zagadnienie to było już rozpatrywane pół wieku temu przez Pana Profesora Bałucha, który przyczynił się w istot-

ny sposób w rozwój podstaw teoretycznych dróg kolejowych, a także w opracowanie praktycznych metod i narzędzi usprawniających procesy ich projektowania, budowy i utrzymania [5].

W pracach [1, 2] opisano szczegółowo odchyłki geometryczne poszczególnych elementów przytwierdzenia, uwzględniając prawdopodobieństwo ich wystąpienia. W ostatnich latach badano wpływ elementów przytwierdzeń na szerokość toru w rozjazdach oraz w łukach o małych promieniach [7, 8].

Dopuszczalne odchyłki szerokości toru

Zgodnie z obecnymi Warunkami Technicznymi Id-1 (moduł D4) obowiązuje ocena progowa jakości geometrycznej toru:

- 1) U1 Próg czujności – po przekro-

czeniu progu U1 zaleca się wykonać analizę stanu toru oraz zaplanować środki na przeprowadzenie prac utrzymaniowych.

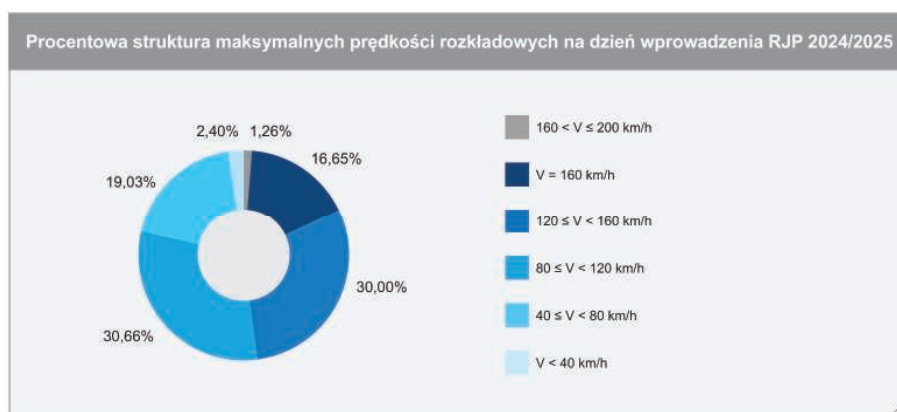
- 2) U2 Próg działań prewencyjnych – odchyłki przekraczające próg U2 zaleca się usunąć w najbliższym cyklu utrzymaniowym oraz przed osiągnięciem progu U3. Jeżeli jest to wymagane, szczegółowe zalecenia dotyczące usunięcia wadliwości określa inspektor diagnosta, biorąc pod uwagę wielkości przekroczenia odchyłek dopuszczalnych oraz stopień rozwoju wadliwości.
- 3) U3 Próg działań interwencyjnych – po przekroczeniu progu U3, należy usunąć wadliwości w najkrótszym możliwym terminie.
- 4) U4 Wartości graniczne – przekroczenie progu U4 powinno skutkować wstrzymaniem ruchu do czasu usunięcia wadliwości.

			U1							U2						
			V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	200 < V ≤ 250	V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	200 < V ≤ 250
Szerokość toru poszerzenie		[mm]	15	15	15	15	10	10	8	30	30	25	20	15	15	15
Szerokość toru zwężenie	analizować łącznie	[mm]	---	---	---	---	---	---	---	-7	-7	-5	-5	-5	-3	-3
Minimalna średnia szerokość toru		[mm]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]
			U3							U4						
			V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	200 < V ≤ 250	V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	200 < V ≤ 250
Szerokość toru poszerzenie		[mm]	32	32	32	25	20	20	18	35	35	35	35	28	28	28
Szerokość toru zwężenie	analizować łącznie	[mm]	---	---	---	---	---	---	---	-11	-11	-10	-10	-10	-7	-5
Minimalna średnia szerokość toru		[mm]	---	-7	-7	-5	-5	-5	-3	---	---	---	---	---	---	---

1. Dopuszczalne odchyłki szerokości torów. Legenda:

--- nie podlega ocenie przy danym progu

[x] – w nawiasach kwadratowych podano wartości pomocnicze służące do konfiguracji oprogramowania



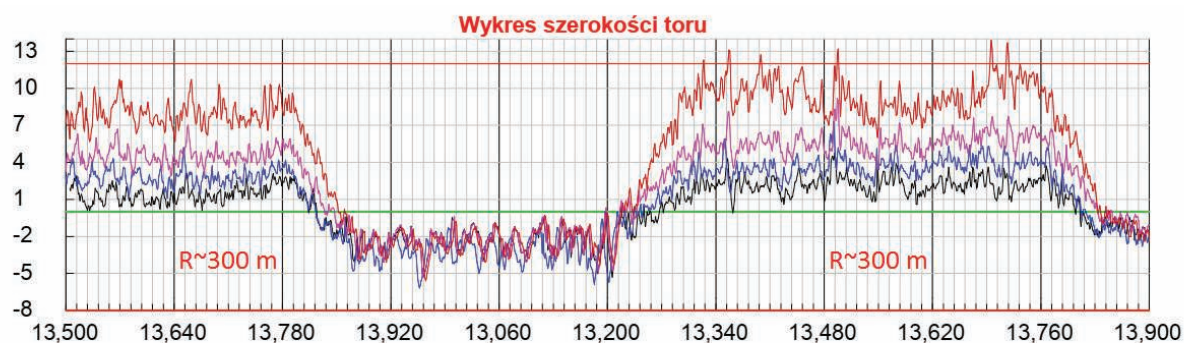
2. Procentowa struktura prędkości rozkładowych na sieci PLK SA (źródło: Raport Roczny PKP PLK S.A. 2024)

Na rysunku 1 przedstawiono dopuszczalne odchyłki szerokości torów (zmierzonej pod obciążeniem) w zależności od prędkości maksymalnej obowiązującej na danym torze (źródło: Id-1, moduł D4, załącznik 1).

Na sieci PLK SA obecnie na prawie 50 % torów obowiązuje prędkość maksymalna o wartości co najmniej 120 km/h (rys. 2). Zgodnie z tablicą 1 dopuszczalna szerokość toru, przy której teoretycznie nie trzeba podejmować żadnych działań naprawczych w odniesieniu do tych torów zawiera się w przedziale 1430÷1455 mm. Jednakże są przykłady, gdzie występuje koincydencja czynników, a poprawa szerokości toru jest jednym z wymaganych działań w celu poprawy warunków utrzymania nawierzchni.

Przykłady konieczności regulacji

W jednej z prac Instytutu Kolejnictwa [8] wskazano przykłady wyników pomiarów szerokości torów położonych w łukach o małych promieniach. Na



Nr	Oznaczenie	Data pomiaru	Wadliwość	Wartość średnia	σ	Wartość		Stopnie		
						max	min	Sp	Spm	Si
1	—	03.12.2015r.	0	.37	2.07	4.8	-5.3		0	.19
2	—	21.11.2016r.	0	1.03	2.98	7.3	-6.2		0	.28
3	—	06.11.2017r.	0	2.55	3.43	9.2	-5.3		0	.35
4	—	08.03.2022r.	1.07	4.87	5.14	13.9	-5.6	1.08	1.16	.54
5	—									

3. Wykres szerokości toru [8]

rysunku 3 przedstawiono przykład z odcinka toru z łukami o promieniu rzędu 300 m. Widać wyraźnie znaczne poszerzenie toru, które na przestrzeni kilku lat eksploatacji wzrosło od wartości kilku do nawet kilkunastu milimetrów. Jednocześnie widać zwężenie toru na odcinku prostym, które osiąga wartość kilku milimetrów.

Biorąc pod uwagę obecnie obowiązujące odchyłki dopuszczalne szerokości można od razu stwierdzić, że wbrew pozorom działania naprawcze związane z poprawą szerokości toru powinny zostać wykonane na odcinku prostym, gdzie dla prędkości 80 km/h występują przekroczenia progu U2 (zwężenie przekraczające -5 mm).

Tymczasem na łukach wartości szerokości wciąż mieszczą się w zakresie odchyłek dopuszczalnych (poszerzenie nie przekracza 15 mm). Oczywiście w takich przypadkach należy również przeanalizować stan techniczny elementów przytwierdzeń na odcinkach w łuku. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że przy tym poszerzeniu wkładki przyszynowe mogą być uszkodzone i powinny być wymienione.

Doświadczenia z eksploatacji torów wskazują, że obecnie większym problemem jest nadmierne zwężenie toru niż poszerzenie. Dlatego w TSI Infrastruktura od 2014. roku są

ujęte wymagania dla podkładów wskazujące, że nominalna projektowa szerokość toru powinna wynosić 1437 mm. Przy zastosowaniu tego typu podkładów w przypadku odcinka prostego przedstawionego na rysunku 2, wartość średniej odchyłki szerokości byłaby bliższa 0 mm. Z uwagi na przypadek szczególny dla sieci polskiej (wymaganie 1437 mm dotyczy linii o prędkości powyżej 250 km/h), do dziś na naszych liniach stosuje się podkłady o szerokości projektowej 1435 mm.

Nadmierne zwężenie toru w to-

rach o prędkości powyżej 100 km/h może być czynnikiem sprzyjającym tzw. wężkowaniu pojazdu, co wynika ze zbyt wysokiej wartości stożkowatości ekwiwalentnej. Wartość stożkowatości ekwiwalentnej zależy również od rozstawu i profilu kół oraz profilu szyny, jednak regulacja szerokości toru najczęściej wydaje się być najprostszym sposobem na złagodzenie problemu wężkowania. W literaturze [6] wskazuje się, że występowanie szerokości toru poniżej 1434 mm znacznie sprzyja wzrostowi wartości stożkowatości ekwiwalentnej.



4. Nawierzchnia kolejowa z podkładami typu INBK-7 (materiały własne Autora)



5. Ściąg szynowy [9]

W celu oceny szerokości toru pod względem możliwości występowania problemów ze zwiększoną stożkowatością ekwiwalentną przepisy Id-1 na progu U3 określają dopuszczalne wartości średniej szerokości toru, liczonej na odcinkach o długości 100 m (rys. 3).

W ostatnich dwóch latach na polskiej sieci kolejowej przeprowadzono szereg prac naprawczych, w wyniku których na stosunkowo długich odcinkach linii przywrócono pierwotną prędkość rozkładową. Przykładem może być linia nr 27 na odcinku Nasielsk – Sierpc oraz linia nr 276 Wrocław Główny – Międzyziesie na całej długości. W obu przypadkach na zdecydowanej większości linii pozostawiono zabudowane tam podkłady strunobetonowe typu INBK-7 (rys. 4).

Sposoby regulacji szerokości toru na podkładach betonowych

Bez względu na typ podkładu betonowego oraz zastosowany system przytwierdzeń można wyróżnić cztery podstawowe metody regulacji szerokości toru:

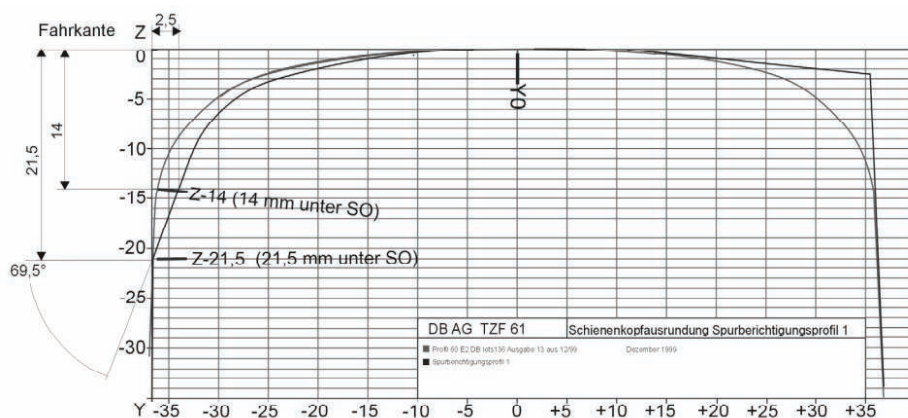
- 1) Regulacja z wykorzystaniem ściągów szynowych (rys. 5) – z wymianą lub ze zdjęciem i założeniem elementów przytwierdzeń (np. odkręcenie i dokręcenie śrub stopowych lub wkrętów albo odpięcie i napięcie łapki). W tej metodzie możliwa jest jednoczesna wymiana pojedynczych elementów systemu przytwierdzenia, np. śrub stopowych lub wkładek przyszynowych. Ze względu na pracochłonność metoda zalecana raczej w przypadku lokalnych przekroczeń odchyłek szerokości toru;
- 2) Regulacja poprzez pojedynczą wymianę podkładów – przed

naprawą konieczne jest zlokalizowanie i oznaczenie podkładów do wymiany, na których szerokość toru przekracza dopuszczalne odchyłki. W tej metodzie po wymianie podkładów konieczne jest uzupełnienie podsypki oraz podbicie toru podbijarką, żeby uzyskać odpowiednią jakość geometryczną toru po wykonanych robotach;

- 3) Regulacja poprzez wymianę szyn w łukach – można stosować w przypadkach zbyt dużej szerokości w torze z szynami o dużym zużyciu bocznym. Ze względów ekonomicznych metoda do zastosowania w przypadkach, gdy wartości zużycia bocznego (lub kąta) są bliskie wartościom dopuszczalnym;
- 4) Regulacja poprzez szlifowanie/frezowanie szyn (rys. 6) – metoda do zastosowania w przypadku, gdy konieczne jest uzyskanie większej wartości szerokości toru. Szlifowanie/frezowanie wykonuje się w celu uzyskania specjalnego profilu, a w efekcie ścięcie pierwotnego profilu do 2,5 mm na wysokości 14 mm poniżej powierzchni tocznej główki szyny (rys. 7). Dzięki takiemu zabiegowi można więc zwiększyć szerokość toru o nawet 5 mm. Profil taki został opisany w standardzie kolei niemieckich i ma zastosowanie zarówno do szyn 60E1 (UIC60), jak i 49E1 (S49). Zaznaczyć należy, że zgodnie z modułem D5 Instrukcji Id-1 dopuszczalne zużycie pionowe i boczne wynosi 10 mm (próg U1 dla prędkości do 250 km/h), a kąt zużycia: powinien być nie mniejszy niż 55°, więc taki zabieg utrzymaniowy nie powoduje znacznego skrócenia okresu eksploatacji szyn. Metoda poprzez szlifowanie/frezowanie jest najefektywniejszą metodą regulacji szerokości toru, szczególnie, gdy konieczne jest zwiększenie szerokości na dłuższych odcinkach,



6. Maszyna do szlifowania szyn (materiały własne Autora)



7. Profil szyny wg standardu Richtlinie 824.4005A02 [10]

Tab. 1. Zasadność stosowania metod regulacji szerokości toru przy różnych problemach utrzymaniowych

	Wymiana elementów przytwierdzeń	Wymiana pojedynczych podkładów	Ciągła wymiana podkładów	Wymiana szyn	Reprofilacja
Lokalne zwężenia toru	x	x			
Lokalne poszerzenia toru	x	x			
Zwężenie na dłuższych odcinkach			x		x
Poszerzenie na dłuższych odcinkach			x	x	

np. kilka lub kilkanaście kilometrów. Jednocześnie prace można wykonać w stosunkowo krótkim czasie (w tempie do kilku godzin na 1 km) i stosunkowo niedrogo (kilkadziesiąt tysięcy złotych za 1 km toru), szczególnie w porównaniu z ciągłą wymianą podkładów, która na kilkukilometrowym odcinku trwa kilka tygodni i może kosztować kilka mln zł za 1 km toru.

Podsumowanie

Regulacja szerokości toru jest zabiegiem utrzymaniowym, który nierzadko trzeba stosować również w przypadku nawierzchni na podkładach betonowych. Doświadczenia z ostatnich lat wskazują, że częściej zdarzają się przypadki, w których wymagane jest zwiększenie szerokości toru, czasem na długości nawet kilkunastu kilometrów. Dotyczy to szczególnie podkładów ponad 30-letnich, na których od momentu zabudowy szerokość toru ma wartość o kilka mm mniejszą niż 1435 mm.

Istnieje wiele metod regulacji szerokości toru, a ich wybór powinna poprzedzać analiza ekonomiczna uwzględniająca prognozowane koszty i korzyści dla różnych wariantów robót.

Metoda regulacji z wykorzystaniem ściągów szynowych jest dosyć pracochłonna jeśli do wykonania są prace na dłuższym odcinku toru, gdyż wymaga ona założenia ściągu co kilka metrów, a następnie demontaż elementów przytwierdzeń, ustawienie szyn za pomocą ściągu i ponowny montaż elementów przy-

twierdzeń.

Metoda regulacji poprzez pojedynczą wymianę podkładów ma zastosowanie w przypadkach, gdy na danym odcinku znajdują się nieznaczne (do kilku procent) przypadki przekroczeń dopuszczalnych odchylek szerokości. Przed wymianą należy się upewnić, że metoda z wykorzystaniem ściągów jest w danym przypadku nieskuteczna.

Metoda regulacji poprzez wymianę szyn w przypadku dużego zużycia bocznego jest bezwzględnie konieczna. W przypadku gdy zużycie nie osiąga dopuszczalnych granic, należy sprawdzić czy wkładki przyszynowe nie są uszkodzone. Czasami wymiana uszkodzonych wkładek może również wpłynąć pozytywnie na poprawę szerokości toru w łuku.

Metoda regulacji poprzez reprofilację jest metodą do zastosowania praktycznie w każdym przypadku, pod warunkiem odpowiedniego stanu technicznego nawierzchni, tzn. braku uszkodzeń poszczególnych elementów toru oraz odpowiedniej jakości geometrycznej (w innym razie reprofilacja może się okazać niemożliwa do wykonania).

Tabela 1 zawiera zasadność stosowania poszczególnych metod w przypadku występowania różnych problemów utrzymaniowych.

W przypadku konieczności zmiany szerokości w torach wybudowanych stosunkowo niedawno, w pierwszej kolejności powinno się rozważyć metody polegające na regulacji związanej z wymianą elementów przytwierdzeń lub poprzez szlifowanie szyn. W przypadku torów bardziej wyeksploatowanych można prze-

analizować zasadność ciągłej wymiany podkładów, a odzyskany materiał przeznaczyć na naprawy w torach o niższej prędkości rozkładowej. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bałuch H.: Diagnostyka nawierzchni kolejowej. Warszawa, WKŁ, 1978.
- [2] Basiewicz T., Bałuch H.: Statystyczna analiza wymiarowa odchylek szerokości toru. Przegląd Kolejowo-Drogowy 1964 r., nr 2.
- [3] Gruszczyński M., Kijania M., Kłos M.: Skurcz betonów wysokowartościowych – analiza przypadku. Dni Betonu 2025.
- [4] Kędra Z.: Technologia Robót Torowych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2017.
- [5] Massel A.: Kluczowe zagadnienia dróg kolejowych w pracach prof. Henryka Bałucha. Problemy Kolejnictwa – Zeszyt 200. Warszawa 2023. DOI: 10.36137/2004P.
- [6] Sobaś M.: Ekwiwalentna stożkowatość styku koło-szyna i jej znaczenie we współczesnej analizie własności dynamicznych pojazdu szynowego. Pojazdy Szynowe, nr 1 /2025.
- [7] Stencel G.: Ocena jakości geometrycznej torów i rozjazdów na zmodernizowanych liniach kolejowych. Zeszyty Naukowo-Techniczne Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, Nr 3(99)/2012. Kraków 2012.
- [8] https://spawalnictwoszyn.pl/download/pobieranie/o-konferencji/warsztaty_warszawa_2023/4.-Stencel_Poszerzenie.pdf (dostęp 07.12.2025), str. 6.
- [9] https://robel.com/wp-content/uploads/2025/02/LP_pl_01-25.pdf (dostęp 07.12.2025), str. 61.
- [10] Richtlinie 824.4005A02 Schienenkopfausrundung Spurberechtigungsprofil 1. DB-Regelwerk, 01.07.2003.