

Koncepcja zmiany warunków technicznych utrzymania nawierzchni kolejowej Id-1 (D-1) w zakresie oceny jakości geometrycznej torów

Concept of changes in technical conditions for railway tracks maintenance Id-1 (D-1) in the field of track geometry quality assessment



Michał Migdal

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Biuro Dróg Kolejowych

Streszczenie: W artykule opisano przyczyny wpływające na konieczność wprowadzenia zmian w przepisach wewnętrznych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w zakresie oceny jakości geometrycznej torów. Przedstawiono nowe wartości odchyłek dopuszczalnych parametrów określających jakość geometryczną toru oraz zaproponowano progowy sposób ich oceny. Ponadto w artykule omówiono możliwości wprowadzenia dodatkowych kryteriów kontroli jakości geometrycznej toru, w tym również innowacyjne podejście do oceny wchrowatości toru.

Słowa kluczowe: Nierówności geometrii toru; Diagnostyka; Jakość geometryczna toru; Wartości dopuszczalne

Abstract: The article describes reasons for the need of introducing changes in the internal PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. regulations in the field of track geometry quality assessment. It presents the new threshold limits of parameters determining the quality of the track geometry, with proposing a threshold method of their evaluation. In addition, the article discusses possibility of introducing further parameters of track geometry quality assessment, including an innovative approach to inspection of track twist.

Keywords: Inequalities track geometry; Diagnostics; Quality of geometric Track limits

Jakość geometryczna toru jest jednym z najistotniejszych elementów determinujących stan linii kolejowej. Właściwy dobór zestawu mierzonych parametrów oraz ich tolerancji wymiarowych zapewnia możliwość użytkowania linii kolejowej w sposób bezpieczny, przy racjonalnym wydatkowaniu środków utrzymaniowych. Zarządcy infrastruktury dobierają kryteria oceny jakości geometrycznej toru, kierując się przede wszystkim swoim doświadczeniem i stanem współczesnej wiedzy [5], przy czym duży wpływ na ostateczny kształt przepisów mają również takie czynniki jak: przyjęta polityka utrzymania, aktualny stan infrastruktury, posiadane środki finansowe, dostępność pojazdów pomiarowych oraz maszyn przeznaczonych do robót utrzymaniowych.

W artykule przedstawiono wybrane

zagadnienia dotyczące oceny jakości geometrycznej toru, ujęte w projekcie zmiany Warunków Technicznych Utrzymania Nawierzchni Kolejowej Id-1 (D-1) [20]. Koncepcja powstała w oparciu o dotychczasowe doświadczenia PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. w zakresie utrzymania nawierzchni kolejowej przy uwzględnieniu kryteriów oceny stosowanych przez innych europejskich zarządców infrastruktury, które przedstawiono w raporcie [7].

Dodatkowego wyjaśnienia wymaga użyte w tytule artykułu pojęcie **jakości geometrycznej toru**, (ang. *track geometry quality*), którą to zgodnie z [13] można zdefiniować jako: ocenę odchyłek wartości zmierzonych (obliczonych) od wartości średniej lub nominalnej wykonaną dla zbioru parametrów określających położenie toków szynowych w płaszczyźnie pionowej oraz poziomej, ma-

jących wpływ na bezpieczeństwo lub spokojność jazdy. Pojęcie to w kraju jest dotychczas mało rozpowszechnione, pojawia się m.in. w [3], [8]. W opinii autora definicja jakości geometrycznej toru powinna wejść na stałe do terminologii kolejowej, jako określenie stanowiące iloczyn diagnostyki nawierzchni kolejowej [1] oraz układu geometrycznego toru [2].

Przyczyny wprowadzenia zmian

Wprowadzenie zmian w podejściu do oceny nierówności toru stało się koniecznością przede wszystkim z uwagi na dużą dezaktualizację obecnych wymagań oraz potrzebę dostosowania wewnętrznych aktów prawnych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. do przepisów prawa powszechnego, w szczególności [18]. Dotychczasowe zasady oceny jakości geometrycznej toru zo-



1. Historia nowelizacji przepisów w zakresie oceny jakości geometrii toru

stały określone około roku 1986, kiedy to wdrożono do eksploatacji drezyny pomiarowe EM-120 oraz przyjęto do stosowania „Tymczasowe wytyczne pomiarów i oceny stanu torów przy pomocy drezyn pomiarowych EM-120”. W kolejnych latach zasady oceny nie podlegały większym zmianom, a jedynie rozszerzano zakres ich stosowania o coraz większe prędkości. Początkowo w roku 1991 r., wraz z pojawieniem się „Instrukcji o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów D-75” do prędkości $V \geq 140$ km/h, a następnie w roku 1997 przy okazji kolejnej nowelizacji ww. instrukcji do prędkości $V \leq 200$ km/h. Kolejne nowelizacje przepisów nie wprowadziły zmian w ocenie jakości geometrii toru, (rys. 1).

Brak wprowadzenia większych zmian przez ostatnie 30 lat spowodował, że obecnie stosowane tolerancje eksploatacyjne dla prędkości większych od 120 km/h stanowią zbiór bardzo restrykcyjnych wartości, które są niespotykane u większości zarządców infrastruktury w Europie [7].

Ponadto dla ww. prędkości wartości odchyłek dopuszczonych w eksploatacji niewiele różnią się od wartości odchyłek odbiorowych, przez co nie jest możliwe uzyskanie pomiędzy kolejnymi cyklami napraw odpowiednio długiego czasu eksploatacji, tabela 1.

Tak „ostre” odchyłki spełniały doskonale swoją rolę w czasach, kiedy kolej była jedną organizacją, działającą w oparciu o własne przepisy oraz ich interpretacje, łącząc role: zarządcy infrastruktury, przewoźnika oraz organów kontrolnych. Obecnie funkcje kolei zostały rozdzielone, co wiąże się z koniecznością opracowania zbioru odchyłek, które z jednej strony zapewniałyby osiągnięcie wymaganego poziomu bezpieczeństwa oraz spokojność jazdy, a respektowanie tych wymagań byłoby monitorowane przez zewnętrzne organy nadzorcze. Z drugiej strony wartości odchyłek powinny pozwolić zarządcy infrastruktury uzyskać możliwość sprawnego

planowania prac utrzymaniowych, przy optymalnym wykorzystaniu posiadanych zasobów. Przy czym w obu przypadkach należy wykorzystać możliwości współczesnej diagnostyki. Przedstawiona poniżej propozycja zmiany przepisów ma na celu wdrożenie rozwiązania uwzględniającego powyższe aspekty.

Progowa ocena nierówności toru

Obecnie podczas pomiarów automatycznych dla każdego parametru wyznaczane są trzy klasy odchyłek: A, B i C. Odchylenia przekraczające wartości klas A i B są zaliczane do celów statystycznych [11], a więc nie mają bezpośredniego zastosowania w diagnostyce. Dlatego jedną z istotnych zmian ujętych w koncepcji jest wprowadzenie wieloprogowej oceny jakości geometrycznej toru mającej znaczenie praktyczne. Podejście takie znane z [14], zostało z powodzeniem wdrożone przez wielu europejskich zarządców infrastruktury [7]. Po analizie przepisów jedenastu zarządców infrastruktury oraz uwzględnieniu własnych możliwości zostały zaproponowane cztery progi oceny, których definicje oraz odniesienie do [14] przedstawiono w tabeli 2.

Przedstawione w tabeli 2 progi oceny pozwalają na utworzenie modelu diagnostyki jakości geometrycznej toru, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 2. W przedstawionym modelu, bezpośrednio po odbiorze robót (ODB), rozpoczyna się okres eksploatacji toru, który trwa niezakończony, aż do momentu przekroczenia progu U1. Po przekroczeniu progu U1 odcinek toru pozostaje dalej w stanie pełnej zdatności eksploatacyjnej ($V=V_{max}$), ale zaleca się wykonać analizę pomiarów oraz w przypadkach koniecznych ująć odcinek toru w harmonogramie planowanych prac, co powinno skutkować zabezpieczeniem środków finansowych na najbliższy okres budżetowy. W zakresie progu U1 najistotniejszą informacją docelowo będą stanowić wielkości odchyłek standardowych obliczane na odcinkach o dł. 200 m dla nierówności pro-

Tab. 1. Parametry toru

Prędkość [km/h]	Nierówności pionowe [mm]		Nierówności poziome [mm]		Wichrowatość toru [%]		Poszerzenie toru [mm]		Zwężenie toru [mm]	
	Eksp.	Odb.1)	Eksp.	Odb. 1)	Eksp.	Odb. 1)	Eksp.	Odb. 1)	Eksp.	Odb. 1)
200	4	2/2	3	3/3	1,0	0,6/0,8	4	2/3	3	2/2
180	5	---	4	---	1,2	---	5	---	3	---
160	6	3/4	6	4/5	1,6	1,0/1,2	6	2/5	4	2/3
140	7	4/6	8	5/6	2,0	1,0/1,6	8	3/6	5	3/4

1) .../... - wartości dopuszczalne odchyłek przy odbiorze ostatecznym odpowiednio: po modernizacji / po naprawie bieżącej

Tab. 2. Definicje i odniesienie do [14]

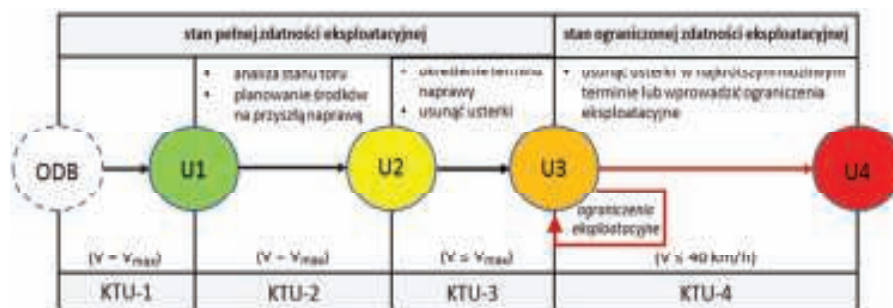
Próg	Opis progu	Odniesienie do [14]
U1	Próg czujności - po przekroczeniu progu U1 zaleca się wykonać analizę stanu toru oraz zaplanować środki na przeprowadzenie prac utrzymaniowych.	AL. (ang. Alert Limit)
U2	Próg działań prewencyjnych – usterki przekraczające próg U2 zaleca się usunąć w najbliższym cyklu utrzymaniowym oraz przed osiągnięciem progu U3. Szczegółowe zalecenia określa inspektor diagnosta, biorąc pod uwagę wielkości przekroczenia odchyłek dopuszczalnych oraz stopień rozwoju usterek.	IL (ang. Interventional Limit)
U3	Próg działań interwencyjnych – po przekroczeniu progu U3, należy usunąć usterki w najkrótszym możliwym terminie lub wprowadzić ograniczenie eksploatacyjne.	IAL-1 (ang. Immediate Action Limit)
U4	Wartości graniczne - przekroczenie progu U4 powinno skutkować wstrzymaniem ruchu do czasu usunięcia usterki.	IAL-2 (ang. Immediate Action Limit)

nowych, poziomych oraz przechyłki.

Wartości parametrów przekraczające próg U2, z uwagi na wielkość usterek oraz możliwość wystąpienia ich koincydencji, mogą wpływać na spokojność jazdy, a w skrajnych przypadkach nawet na bezpieczeństwo. Czynniki te powodują że poprawna interpretacja tych wartości jest kluczowa z punktu widzenia utrzymania toru, a zarazem jest to najtrudniejszy etap diagnostyki jakości geometrycznej toru. Dlatego też zalecenia odnośnie dalszych warunków eksploatacji toru przekraczającego usterek progu U2 wydaje inspektor diagnosta, a więc osoba znająca rozpatrywany odcinek toru oraz posiadającą niezbędną wiedzę i doświadczenie. Zasadniczo, po przekroczeniu progu U2, przewiduje się, że tor pozostaje w stanie pełnej zdolności eksploatacyjnej ($V=V_{max}$), a zadaniem inspektora diagnosty jest wskazanie najwłaściwszego, w jego ocenie, terminu usunięcia usterek. W wyjątkowych przypadkach, np. występowania niespokojnej jazdy stwierdzonej podczas objazdu, dopuszcza się wprowadzenie ograniczeń eksploatacyjnych ($V < V_{max}$).

Przekroczenie wartości usterek wskazanych dla kolejnego progu U3, wymusza konieczność usunięcia usterek w najkrótszym możliwym terminie, tj. dla:

- wchrowatości toru - 7 dni, a w przypadku braku możliwości ich usunięcia należy wstrzymać ruch lub w przypadkach uzasadnionych, w celu minimalizacji skutków potencjalnego wykolejenia, wprowadzić ograniczenie do prędkości 20 km/h, Uwaga: Ograniczenie prędkości na odcinkach toru z dużą wartością wchrowatości sprzyja wykolejeniu z uwagi na wzrost współczynnika tarcia w warunkach quasistatycznych;
- szerokości toru, nierówności pionowych oraz poziomych – 14 dni, a w przypadku braku możliwości ich usunięcia w wyznaczonym terminie, do czasu ich usunięcia należy wprowadzić ograniczenie prędkości do klasy prędkości, dla



2. Docelowy model diagnostyki uwzględniony w koncepcji

której wielkości usterek są poniżej dopuszczalnego progu U3;

- przechyłki – 14 dni, a w przypadku braku możliwości ich usunięcia w wyznaczonym terminie, do czasu ich usunięcia należy wprowadzić ograniczenie prędkości o co najmniej 10%.

Z powyższego jasno wynika, że nie-usunięcie usterek przekraczających próg U3, powoduje przejście toru w stan ograniczonej zdolności eksploatacyjnej, co wiąże się z wprowadzeniem ograniczeń eksploatacyjnych, najczęściej poprzez zmniejszenie prędkości. W przypadku niewykonania naprawy i dalszej degradacji toru, możliwe jest wprowadzenie kolejnych ograniczeń prędkości, tak aby zawsze wartość danego parametru była poniżej wartości określonej przez próg U3 dla danej prędkości jazdy. Natomiast eksploatacja toru z przekroczonymi wartościami usterek dla progu U3 jest dopuszczona tylko w wyjątkowych

przypadkach oraz pod warunkiem wprowadzenia ograniczenia prędkości do 40 km/h. Eksploatacja ta może być prowadzona aż do osiągnięcia wartości wskazanych dla progu U4, po przekroczeniu których należy wstrzymać ruch.

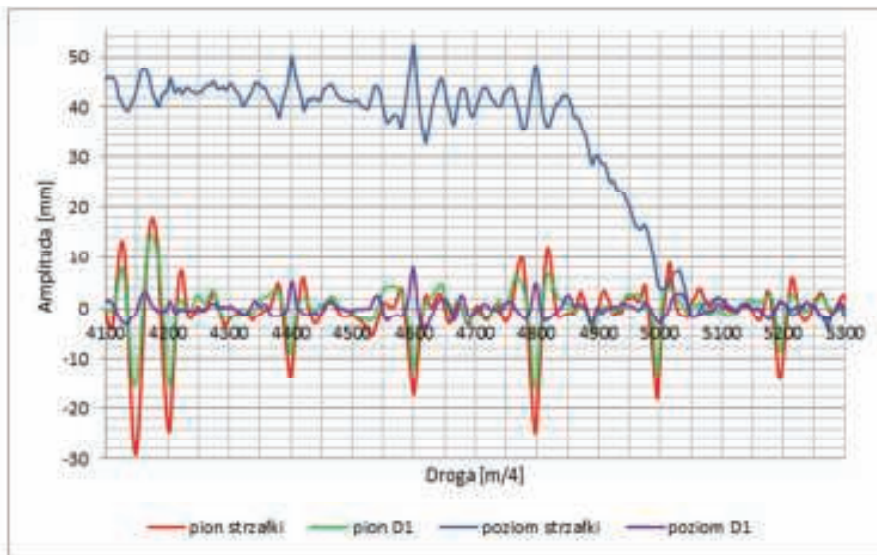
Przedstawiony model diagnostyki wpisuje się w obowiązujący w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. system klasyfikacji linii pod kątem ich przydatności eksploatacyjnej (KTU) (rys. 2). Wprowadzona klasyfikacja ma na celu optymalne dysponowanie posiadanymi zasobami, uwzględniające stan techniczny linii oraz warunki jej eksploatacji. Zasady klasyfikacji przedstawiono w module B1 do [20].

Parametry mierzone

Postęp jaki nastąpił w ostatnich kilkunastu latach w zakresie technologii pomiarowych pozwala obecnie, w sposób zautomatyzowany, kontrolo-

Tab. 3. Docelowy zestaw parametrów określających jakość geometryczną toru

Lp.	Parametr	Jednostka	U1	U2	U3	U4	
Parametry podstawowe							
1	Nierówności pionowe (D1 lub system cięciwowy)	[mm]	X	X	X	X	
2	Nierówności poziome (D1 lub system cięciwowy)		X	X	X	X	
3	Nierówności pionowe (D2 tylko dla $V > 160$ km/h)			X	X		
4	Nierówności poziome (D2 tylko dla $V > 160$ km/h)			X	X		
5	Szerokość toru - poszerzenie		X	X	X	X	
6	Szerokość toru - zwężenie			X	X	X	
7	Gradient szerokości toru (baza 1 m)			X			
8	Przechyłka		X	X	X	X	
9	Wskaźnik wchrowatości bazowej		[%]		X	X	X
10	Wchrowatość toru (baza 3 m)		[%]				X
Parametry statystyczne							
11	Odchylenie standardowe nierówności pion. (200 m)	[mm]	X	X			
12	Odchylenie standardowe nierówności poz. (200 m)		X	X			
13	Odchylenie standardowe przechyłki (200 m)		X	X			
14	Syntetyczny wskaźnik stanu toru „J” (1000 m)		X	X			



3. Różnice w pomiarze „strzałek” metodą cięciwową i nierówności na falach D1



4. Graficzne przedstawienie wskaźnika wichrowatości bazowej

wać dużą liczbę parametrów, dlatego też koncepcja zmian przepisów przewiduje wdrożenie oceny nowych parametrów, których dotychczas nie uwzględniono w przepisach zarządcy infrastruktury. W tabeli 3 przedstawiono docelowy zestaw parametrów określających jakość geometryczną toru, jakie powinny podlegać ocenie po nowelizacji przepisów [20].

Jedną z zaproponowanych zmian dotyczy sposobu pomiaru nierówności pionowych oraz poziomych. Obecnie pomiar tych parametrów wykonywany jest jako pomiar „strzałek” mierzonych na bazie symetrycznej o długości 10 metrów. Pomiar ten, pomimo że stosunkowo prosty do wykonania oraz dający wyniki łatwe do interpretacji, wiąże się szeregiem ograniczeń oraz błędów. Najistotniejsze z nich to nierzeczywiste odwzorowanie nierówności, co jest spowodowane występowaniem funk-

cji przejścia (ang. transfer function) układu pomiarowego. Ponadto stosowanie takiego układu pomiarowego nie pozwala na bezpośrednie porównanie wyników otrzymanych z pojazdów o różnych bazach pomiarowych. Dlatego koncepcja przewiduje zmianę sposobu pomiaru na zgodny z metodyką zaproponowaną w [13]. Norma przewiduje pomiar nierówności w ściśle określonych zakresach długości fal: $D1 \in (3; 25)$ m oraz $D2 \in (25; 70)$ m, przy czym nierówności o długości fal D2 będą podlegać ocenie tylko na liniach o prędkości większej od 160 km/h. Jest to obecnie najszerszy stosowany w Europie sposób oceny nierówności toru. Metoda ta, pomimo że nie jest pozbawiona wad, wykazuje szereg zalet, z których najistotniejszą jest uwzględnienie (w sposób umowny) poza amplitudą również długości fali, na jakiej występuje dana nierówność oraz pozwala na porównywanie

wyników pomiarów między sobą niezależnie od układu pomiarowego zastosowanego w pojeździe.

Przykładowe różnice w pomiarze nierówności pionowych i poziomych z wykorzystaniem metody cięciwowej („pomiar „strzałek”) oraz pomiar nierówności w zakresie fal D1 przedstawiono na rysunku 3. Jak można zauważyć na ww. rysunku, z uwagi na filtrowanie sygnału pomiar fal D1 usuwa informacje o pewnych wartościach składowych sygnału, w tym m.in. stałą wartość „strzałki” występującą na łukach poziomych. Dlatego przy przejściu na pomiar fal D1 oraz D2 konieczne staje się również zobrazowanie krzywizny toru. Koncepcja przewiduje stopniowe przejście na pomiar fal D1 i D2 wraz z wdrażaniem do eksploatacji nowych pojazdów pomiarowych oraz modernizacją dotychczas stosowanych.

Kolejną z istotnych zmian dotyczy sposobu oceny wichrowatości toru. W przypadku tego parametru czynnikiem mającym największy wpływ na jego ocenę jest dobór bazy pomiarowej. Obecnie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. do oceny wichrowatości toru wykorzystuje tylko jedną bazę pomiarową o długości 5 metrów, co wymusza zastosowanie bardzo restrykcyjnych wartości granicznych, za jakie niewątpliwie należy uznać obecne stosowane odchyłki dla prędkości jazdy większej od 120 km/h [20]. Według zaproponowanej koncepcji, wichrowatość toru podlegałaby kontroli za pomocą wskaźnika wichrowatości bazowej, omówionego w [6], który stanowi syntetyczną ocenę wichrowatości obliczoną dla 13 baz pomiarowych z zakresu $\lambda \in (1,5; 19,5)$ m, a więc uwzględnia on najczęściej występujące rozstawy wózków oraz rozstawy czopów skrzytu pojazdów kolejowych [19]. Taka „kompleksowa” ocena pozwala zwiększyć wartości dopuszczalnych odchyłek wichrowatości toru stosowanych w diagnostyce, przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Wskaźnik ten, pomimo że zawiera pełniejszą informację od wichrowatości obliczonej tylko dla jednej bazy pomiarowej, jest łatwy do oceny, przede wszystkim z uwagi na

możliwość zobrazowania go za pomocą jednego wykresu (rys. 4) oraz zastosowania stałych wartości granicznych wyrażonych w procentach.

Dodatkowo koncepcja nowelizacji przepisów przewiduje wprowadzenie do oceny w ramach progu U1 oraz docelowo także U2, odchyłek standardowych mierzonych na odcinkach 200 m, dla następujących parametrów: nierówności pionowych i poziomych oraz przechyłki. Odchylenia standardowe ww. parametrów określone wzorem 1, będą stanowić podstawę do monitorowania zmian stanu toru oraz mają ułatwić planowanie środków na przeprowadzenie napraw.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

gdzie:

n – liczba zarejestrowanych pomiarów na analizowanym odcinku toru,

x_i – wartość parametru w punkcie i ,

\bar{x} – wartość średnia parametru na określonej długości.

Projekt odchyłek dopuszczalnych

Omawiana koncepcja zawiera nowe wartości dopuszczalnych odchyłek dla wszystkich parametrów określających jakość geometryczną toru. W szczególności, największe zmiany dotyczą wartości dopuszczalnych odchyłek dla prędkości większych od 120 km/h. Wartości te zmodyfikowano w oparciu o doświadczenia innych zarządców infrastruktury w Europie, którzy to w omawianym przedziale prędkości stosują większe wartości graniczne, niż wartości stosowane przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Zestawienie wybranych odchyłek dopuszczalnych, których znaczenie można przyrównać do progu oceny U3 wskazanego w projekcie zmiany przepisów [20], stosowanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz innych zarządców infrastruktury, przedstawiono w tabeli 4.

Obowiązujące w Spółce PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. odchyłki dopuszczalne parametrów jakości geometrycznej toru, w zakresie wię-

Tab. 4. Zestawienie wybranych odchyłek dopuszczalnych stosowanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz innych zarządców infrastruktury

Prędkość [km/h]	Polska PKP PLK [20] ⁵⁾	Norma EN13848 [14]	Czechy SZDC [9]	Węgry MAV [16]	Słowacja ZSR [4]	Niemcy DB Netz AG [15]	Szwecja Trafikverket [17]	Hiszpania REFER [12]
Szerokość toru – poszerzenie [mm]								
200	4 (20)	28	20	20	20 (13) ¹⁾	20 ²⁾	28	28
180	5 (20)	28	20	20	20 (13) ¹⁾	20 ²⁾	28	28
160	6 (20)	35	27	25	25 (20) ¹⁾	27 ²⁾	33	35
140	8 (20)	35	27	25	25 (20) ¹⁾	27 ²⁾	33	35
120	9 (25)	35	27	30	30 (20) ¹⁾	27 ²⁾	33	35
Nierówności pionowe D1 [mm]								
200	3 ³⁾ (12)	20	12	18,1	13	11 ⁴⁾	20	20
180	4 ³⁾ (12)	20	12	18,9	13	11 ⁴⁾	20	20
160	6 ³⁾ (14)	23	13	19,8	17	14 ⁴⁾	23	23
140	8 ³⁾ (14)	23	13	20,8	17	14 ⁴⁾	23	23
120	10 ³⁾ (17)	26	16	21,8	22	17 ⁴⁾	26	26
Nierówności poziome D1 [mm]								
200	4 ³⁾ (9)	12	9	11,2	8	11 ⁴⁾	12	12
180	5 ³⁾ (9)	12	9	11,9	8	11 ⁴⁾	12	12
160	6 ³⁾ (14)	14	11	12,6	10	14 ⁴⁾	14	14
140	7 ³⁾ (14)	14	11	13,5	10	14 ⁴⁾	14	14
120	9 ³⁾ (17)	17	14	14,5	13	17 ⁴⁾	17	17

1) wartości w nawiasach dotyczą pomiaru na prostej

2) podane wartości dotyczą progu SR100 – odpowiednik U2

3) pomiar cięciwowy na bazie: 5,0/5,0

4) pomiar cięciwowy na bazie: 2,6/6,0 - nierówności pionowe i 4,0/6,0 dla nierówności poziome

5) wartości w nawiasach zawarto w projekcie nowelizacji [20] i dotyczą nierówności na falach D1

szych prędkości, są stopniowane dla poszczególnych klas prędkości co 1 mm, patrz tabela 1. Przy czym należy zaznaczyć, że zgodnie [13], niepewność pomiaru dla parametru szerokości toru oraz nierówności pionowych wynosi ± 1 mm, a dla nierówności poziomych przyjmuje wartość $\pm 1,5$ mm. W skrajnych przypadkach niepewność pomiaru może determinować zakwalifikowanie odcinka linii do danej klasy prędkości, dlatego wzorem innych zarządców infrastruktury zdecydowano się przyjąć odchyłki dopuszczalne pogrupowane w przedziały prędkości. Propozycja modyfikacji wartości dopuszczalnych odchyłek dla wszystkich parametrów określających jakość geometryczną toru została przedstawiona na rys. 5.

Podsumowanie

Wdrożenie przedstawionego modelu diagnostyki jakości geometrycznej toru pozwoli zapewnić odpowiednio długi czas bezawaryjnej eksploatacji toru. Ponadto umożliwi bardziej

racjonalne dysponowanie środkami przeznaczonymi na utrzymanie infrastruktury będącej pod zarządem PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Zapropnowana koncepcja jest zgodna ze współczesnymi standardami oceny jakości geometrii toru, stosowanymi przez europejskich zarządców infrastruktury. Niemniej przed jej wdrożeniem wymaga ona dopracowania w kilku punktach, jest to w szczególności ustalenie wartości dopuszczalnych odchyłek standardowych dla poszczególnych parametrów oraz rozważenie zmiany dolnego zakresu oceny fal D1. Przedstawiony sposób oceny, w przypadku odchyłek przekraczających próg U2, wymagać będzie podjęcia przez inspektorów diagnostyki subiektywnej decyzji w zakresie dalszych działań. Dlatego dużą wagę należy przyłożyć na odpowiednie ich wyszkolenie.

Koncepcja ponadto wpasowuje się w coraz powszechniejsze wykorzystanie do oceny jakości geometrii toru pojazdów pomiarowych. Docelowo PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

			U1						U2						U3						U4
			V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 200	V ≤ 40
Nierówności pionowe baza symetryczna (5/5)	baza 10 m	[mm]	—	—	—	—	—	—	20	18	14	10	8	8	24	20	15	12	10	10	30
Nierówności pionowe D1	3-25m	[mm]	17	14	12	11	8	6	21	18	16	14	10	8	28	28	21	17	14	12	41
Odchylenie standardowe nierówności pionowych D1	na 200 m odcinku	[mm]	—	2,75	2,75	2,10	1,70	1,50	—	4,00	4,00	2,90	2,20	1,80	—	—	—	—	—	—	—
Nierówności pionowe D2	25-70 m	[mm]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	22	—
Nierówności poziome baza symetryczna	baza 10 m	[mm]	—	—	—	—	—	—	20	16	14	8	8	5	28	24	20	15	12	7	53
Nierówności poziome D1	3-25 m	[mm]	15	12	12	9	6	3	18	18	18	12	8	6	22	22	20	17	14	9	44
Odchylenie standardowe nierówności poziomych D1	na 200 m odcinku	[mm]	—	2,10	1,80	1,50	1,30	1,10	—	3,20	3,20	1,85	1,25	1,20	—	—	—	—	—	—	—
Nierówności poziome D2	25-70 m	[mm]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	17	—
Przechyłka		[mm]	10	10	8	8	8	6	15	15	13	10	10	8	20	20	18	15	15	10	30
Odchylenie standardowe przechyłki	na 200 m odcinku	[mm]	—	3,10	3,10	2,70	2,50	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wskaźnik wiotkowości bazowej	wypełnienie pola tolerancji	[%]	—	—	—	—	—	—	75						100						—
Wiotkowość toru	baza 3 m	[%]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Szerokość toru zwężenie		[mm]	—	—	—	—	—	—	-7	-7	-5	-5	-5	-3	-9	-9	-7	-7	-7	-5	-11
Szerokość toru poszerzenie		[mm]	15	15	15	15	10	10	30	30	25	20	15	15	32	32	32	25	20	20	35
Gradient szerokości toru na bazie 1 m	baza 1 m	[mm]	—	—	—	—	—	—	6	5	5	4	3	3	—	—	—	—	—	—	—
Syntetyczny wskaźnik stanu toru "J"	na odcinku 1000 m	[mm]	—	4,1	3,8	3,4	2,6	1,60	—	5,5	4,8	4,3	3,3	2,3	—	—	—	—	—	—	—

Legenda:

— nie podlega ocenie przy danym progu

5. Propozycja modyfikacji wartości dopuszczalnych odchyłek dla wszystkich parametrów określających jakość geometryczną toru

dąży do wykonywania, przynajmniej raz w roku, pomiarów we wszystkich torach szlakowych oraz głównych zasadniczych, z wykorzystaniem jednego z już eksploatowanych pojazdów: EM-120, UPS80 lub nowej drezyny

pomiarowej, która obecnie przechodzi fazę badań dynamicznych, (rys. 6). Dodatkowo w systemy kontroli jakości geometrycznej toru będą wyposażone również inne pojazdy pomiarowe, które podstawowo przeznaczone są

do innych zadań. Podejście takie zapewni większą dostępność do pomiarów wykonywanych pod obciążeniem w sposób zautomatyzowany, co pozwoli m.in. na ocenę jakości geometrii toru w oparciu o większy zakres informacji niż otrzymywany z pomiarów ręcznych, oraz odciąży ręczne zespoły pomiarowe.

Dodatkowo, w celu zapewnienia możliwości szybkiego usunięcia usterek stwierdzonych po objeździe drezyny pomiarowej na głównych ciągach komunikacyjnych, Spółka zamierza utworzyć dedykowane temu celowi zespoły regulacji toru (ZRT). ZRT docelowo mają składać się z: zespołu pomiarowego wyposażonego w wózek tachymetryczny, 20 wagonów samowładowczych typu 411vb zapewniających uzupełnienie tłuczni w ilości niezbędnej do realizacji podnoszenia



6. Nowa drezyna pomiarowa dla PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. [materiał PKP PLK S.A. IG]

rzędu 25 mm, wysokowydajnej podbijarki torowej klasy CSM-09, profilarki tęcznia oraz opcjonalnie dynamicznego stabilizatora toru DGS. Obecnie trwa pilotażowe wdrożenie pierwszego takiego zespołu. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bałuch H.: Diagnostyka nawierzchni kolejowej, WKiŁ, Warszawa 1978;
- [2] Bałuch H, Bałuch M.: Układy geometryczne toru i ich deformacje, Warszawa 2010;
- [3] Kędra Z.: Ocena poziomu jakości geometrii toru kolejowego, INFRA-SZYN 2013;
- [4] Križan M.: Implementácia EN o kvalite geometrickej polohy koľaje do vnútorných predpisov, Budapest 2014,
- [5] Marquis B. et al.: Vehicle track interaction safety standards, Proceeding of the 2014 Joint Rail Conference, Colorado Springs 2014;
- [6] Migdal M.: Syntetyczny wskaźnik oceny wchrowatości toru, Warszawa 2016 (złożono do redakcji Problemów Kolejnictwa);
- [7] Migdal M.: Wdrożenie normy PN-EN 13848 w przepisach utrzymania - Etap I, Warszawa 2015 (Niepublikowane materiały PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.);
- [8] Stencel G.: Analiza porównawcza metod pomiaru nawierzchni kolejowej stosowanych do oceny jakości geometrycznej toru, Przegląd Komunikacyjny 2011;
- [9] Trejtnar R., Táborský M.: Application of EN 13848 in Czech Republic, Budapest 2014;
- [10] Zhi-Chen Wang et al.: Relation between track irregularity of speed-increase railway and dynamic speed limits through simulation, The open mechanical engineering journal, 2014, 8, 197-200;
- [11] Instrukcja o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów Id-14 (D-75), Warszawa 2005;
- [12] OptiRail – Knowledge available on maintenance operations and surveying systems – high speed & conventional lines, 2013;
- [13] PN-EN 13848-1:2008 Kolejnictwo – Tor – Jakość geometryczna toru – Część 1: Charakterystyka geometrii toru;
- [14] PN-EN 13848-5+A1:2010 Kolejnictwo – Tor – Jakość geometryczna toru – Część 5: Poziomy jakości geometrycznej – Szlak;
- [15] Przepisy zarządcy infrastruktury – DB Netz AG – Richtlinienfamilie 821 - Oberbau inspizieren, 2013;
- [16] Przepisy zarządcy infrastruktury – MÁV – D.54. sz. Építési És Pályafenntartási Műszaki Adatok, Előírások I. 51. Fejezet, 2014;
- [17] Przepisy zarządcy infrastruktury - Trafikverket - TDOK 2013:0347 Banöverbyggnad – Spårläge - krav vid byggande och underhåll, 2013;
- [18] Rozporządzenie komisji (UE) Nr 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej;
- [19] UIC 530-2 Wagony towarowe – bezpieczeństwo jazdy;
- [20] Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1), PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2005.

REKLAMA

DOLKOM spółka z o. o. we Wrocławiu od blisko 60 lat wykonuje modernizacje i naprawy infrastruktury kolejowej z wykorzystaniem maszyn do robót torowych o dużej wydajności oraz wykonuje naprawy maszyn do robót torowych i napraw sieci trakcyjnej.

Spółka jest przewoźnikiem kolejowym i posiada wydane przez Urząd Transportu Kolejowego licencje i certyfikaty bezpieczeństwa.



DOLKOM
WROCLAW

Kontakt:

50-502 Wrocław ul. Hubska 6; tel. (71) 717 5630; fax. (71) 717 5164
e-mail: dolkom@dolkom.pl; www.dolkom.pl