

REGULACJA OSI TORU – ANALIZA PROJEKTU I PRZYGOTOWANIE DO ROBÓT NA PRZYKŁADZIE CENTRALNEJ MAGISTRALI KOLEJOWEJ¹

Jacek Łukasiak

mgr inż., GEOPARTNER INŻYNIERIA Sp. z o.o., ul.
Rakoczego 31, 80-171 Gdańsk, tel.: +48 797 597 430,
email: jlukasiak@geopartner.gda.pl

Tomasz Ogórek

mgr inż., GEOPARTNER INŻYNIERIA Sp. z o.o., ul.
Rakoczego 31, 80-171 Gdańsk, tel.: +48 509 900 569,
email: togorek@geopartner.gda.pl

Jan Szczęsny

mgr inż., Transprojekt Gdański Sp. z o.o., ul. Zabytkowa
2, 80-253 Gdańsk, tel.: +48 603 608 184, email: jan.
szczesny@tgd.pl

Roman Węgliński

mgr inż., GEOPARTNER INŻYNIERIA Sp. z o.o., ul.
Rakoczego 31, 80-171 Gdańsk, tel.: +48 507 788 913,
email: rwegliński@geopartner.gda.pl

Jerzy Zariczny

mgr inż., Transprojekt Gdański Sp. z o.o., ul. Zabytkowa
2, 80-253 Gdańsk, tel.: +48 735 995 309, email: jerzy.
zariczny@tgd.pl

***Streszczenie.** W artykule omówiono zakres i zawartość Projektu regulacji osi toru opracowanego w celu zwiększenia prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do 250 km/h na Centralnej Magistrali Kolejowej. Wskazano na jego kompleksowy charakter oraz liczne zalety i potencjał wynikający z takiego podejścia, ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów geodezyjnych. Przedstawiono efekt prac projektowych w postaci innowacyjnego i unikatowego w polskich warunkach wykresu regulacji osi toru, który daje w zasadzie nieograniczone możliwości w zakresie analizy Projektu i przygotowania do robót. Dodatkowo stanowi odpowiedź na wymogi Instrukcji Id-114, dotyczące projektowania niwelet roboczych oraz bardziej doskonałą, bo graficzną formę protokołu regulacji osi toru.*

***Słowa kluczowe:** projekt regulacji osi toru, wykres regulacji osi toru, kilometraż linii kolejowej*

1. Wprowadzenie

Pierwszy odcinek Centralnej Magistrali Kolejowej oddano do eksploatacji w dniu 26 września 1974 roku [4]. Niemal 10 lat później, wraz z wprowadzeniem w dniu 3 czerwca 1984 roku rozkładu jazdy na lata 1984/1985, po Centralnej Magistrali Kolejowej zaczęły kursować pociągi pasażerskie z prędkością maksymalną 140 km/h. Był to pierwszy przypadek prowadzenia ruchu pasażerskiego z prędkością rozkładową 140 km/h na polskiej sieci kolejowej. Kolejne podniesienie prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do 160 km/h nastąpiło w dniu

1 Wkład procentowy poszczególnych autorów: Łukasiak J.: 15%, Ogórek T.: 15%, Szczęsny J.: 25%, Węgliński R.: 20%, Zariczny J.: 25%

29 maja 1988 roku wraz z wprowadzeniem rozkładu jazdy na lata 1988/1989 [5]. Mimo że układ geometryczny torów Centralnej Magistrali Kolejowej został pierwotnie zaprojektowany na prędkość maksymalną 200 – 250 km/h, z wielu niezależnych przyczyn pociągi pasażerskie zaczęły kursować z prędkością rozkładową 200 km/h między stacjami Olszawowice i Zawiercie dopiero w dniu 14 grudnia 2014 roku [6]. Obecnie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. realizuje program inwestycyjny mający na celu zwiększenie prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do 250 km/h. Wymaga to podjęcia szeregu niespotykanych dotychczas na polskiej sieci kolejowej działań.

2. Kompleksowy charakter Projektu regulacji osi torów CMK

Jednym z działań mających na celu zwiększenie prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do prędkości 250 km/h na linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie było opracowanie Projektu regulacji osi torów. Projektu wyjątkowego zarówno pod względem zakresu jak i zawartości. Projekt obejmował:

- tory szlakowe i główne zasadnicze linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie na odcinku od semaforów wyjazdowych na stacji Grodzisk Mazowiecki w km 1,605 do semaforów wjazdowych na stacji Zawiercie w km 222,689, przy czym tory szlakowe na podejściach do stacji Grodzisk Mazowiecki i Zawiercie stanowiły odcinki dowiązania;
- tory główne dodatkowe wraz z głowicami rozjazdowymi na posterunkach ruchu linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie, przy czym tory boczne stanowiły odcinki dowiązania;
- tory szlakowe linii kolejowych odgałęziających się od linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie na długości odcinków dowiązania, co dotyczyło linii kolejowych nr 575 Szeligi – Marków, 573 Idzikowice – Radzice, 574 Radzice 1 – Idzikowice, 571 Czarncza – Knapówka, 572 Włoszczowa Północ – Żeliszawice, 582 Czarncza – Włoszczowa Północ będącej w budowie oraz 570 Psary – Starzyny.

Tym samym Projektem regulacji osi torów objęto nie tylko, co rzadko się zdarza w warunkach sieci zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., tory szlakowe i główne zasadnicze na całej długości linii kolejowej, ale również tory główne dodatkowe, głowice rozjazdowe oraz tzw. linie styczne do Centralnej Magistrali Kolejowej.

Oprócz właściwego Projektu regulacji osi torów należało opracować również m.in. Projekt regulacji sieci trakcyjnej, rozwiązania projektowe poszerzeń ław torowiska, przedmiar potrzeb tłuczni, raport z analizy skrajni czy też raport z analizy odsuwu przewodów jezdnyc.

Wobec powyższego, prace projektowe musiały zostać poprzedzone geodezyjnymi pomiarami. Dla zachowania spójności danych i wysokiej dokładności, została założona nowa jednorodna kolejowa osnowa podstawowa jako triady punktów rozmieszczonych co 2 km – 2,5 km. W oparciu o tą osnowę pomierzono i wyrównano współrzędne znaków regulacji na całym projektowanym odcinku CMK

i tzw. liniach stycznych, zapewniając tym samym ich jednorodność i wysoką dokładność. W opracowaniu geodezyjnym – kluczem do powodzenia projektu jest powtarzalność danych. Powtarzalność na etapie projektowania oraz późniejszego wyniesienia w trakcie realizacji.

Prace projektowe zostały więc poprzedzone terenowymi pomiarami inwentaryzacyjnymi, wykonanymi w oparciu o nowo założoną osnowę geodezyjną, obejmującymi:

- osie torów, rozjazdów i skrzyżowań torów w planie i profilu, dodatkowo dziób każdej krzyżownicy oraz geometryczne początki i końce każdego rozjazdu i skrzyżowania torów;
- istniejące znaki regulacji osi torów,
- krawędzie torowiska na szlakach,
- konstrukcje wsporcze i fundamenty kotwowe sieci trakcyjnej,
- maszty semaforów wraz z dolną częścią semaforów,
- słupy oświetleniowe,
- obiekty inżynierskie wraz z korytami balastowymi,
- krawędzie peronów zlokalizowanych przy torach głównych dodatkowych,
- istniejące tablice hektometrowe.

Kompleksowe podejście do regulacji osi torów Centralnej Magistrali Kolejowej wraz z tzw. liniami stycznymi umożliwiło zaprojektowanie profilu prędkości linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie w zasadzie bez ograniczeń prędkości drogowej (por. tab. 1). Umożliwiło również osiągnięcie prędkości drogowych równych prędkościom konstrukcyjnym na długości odcinków dowiązania tzw. linii stycznych do Centralnej Magistrali Kolejowej (por. tab. 2.)

Tabela 1. Projektowany profil prędkości linii kolejowej nr 4 (źródło: {7})

Km początku	Km końca	Długość odcinka	Prędkość drogowa
1,091	1,813	0,722 km	160 km/h
1,813	21,370	19,557 km	200 km/h
21,370	204,937	183,567 km	250 km/h
204,937	220,450	15,513 km	200 km/h
220,450	222,400	1,950 km	160 km/h
222,400	224,915	2,515 km	110 km/h

Tabela 2. Prędkości drogowe (konstrukcyjne) na tzw. liniach stycznych (źródło: {7})

Nr linii kolejowej	Prędkość drogowa (konstrukcyjna)
575 Szeligi – Marków	120 km/h
573 Idzikowice – Radzice	120 km/h
574 Radzice 1 – Idzikowice	120 km/h
571 Czarnca – Knapówka	100 km/h
572 Włoszczowa Północ – Żeliszewice	120 km/h
582 Czarnca – Włoszczowa Północ (w budowie)	100 km/h
570 Psary – Starzyny	100 km/h

Z uwagi na pełny zakres liniowy Projektu regulacji osi torów, geodeci mogli dokonać sprawdzenia kilometracji linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie. Z wykonanych prac zostało sporządzone Sprawozdanie techniczne [8], które wykazało że, na odcinku od stacji Grodzisk Mazowiecki do stacji Idzikowice (km 1+600 – 80+000) różnice w kilometracjach istniejącej i nowo pomierzonej mieszczą się w granicach błędów pomiarowych i nie przekraczają 2 m. Z kolei na odcinku Idzikowice – Zawiercie (km 80+000 – 222+689) kilometracje różnią się. Różnice narastają liniowo i w okolicach końca linii osiągają wartość około 20 m. Wybrane wyniki przedstawia tab. 3.

Tabela 3. Sprawdzenie kilometracji linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie (źródło: {8})

Lp.	Km profil	Km pomierzona	Pomiar – Profil[m]	Rodzaj obiektu
1	4+243.58	4+243.83	0.25	Most żelbetowy
2	5+965.67	5+965.56	-0.11	Most żelbetowy
3	8+206.79	8+206.02	-0.77	Wiadukt żelbetowy
4	9+536.73	9+536.94	0.21	Wiadukt żelbetowy
5	10+331.36	10+331.35	-0.01	Wiadukt żelbetowy
6	83+488.95	83+491.29	2.34	Wiadukt drogowy żelbetowy
7	84+377.03	84+376.94	-0.09	Wiadukt drogowy żelbetowy
8	85+619.60	85+621.08	1.48	Wiadukt drogowy żelbetowy
9	89+643.80	89+646.25	2.45	Wiadukt drogowy żelbetowy
10	89+917.70	89+919.21	1.51	Wiadukt drogowy żelbetowy
11	90+144.99	90+151.93	6.94	Wiadukt drogowy żelbetowy
12	90+744.30	90+745.33	1.03	Wiadukt drogowy żelbetowy
13	120+953.95	120+962.03	8.08	Wiadukt drogowy żelbetowy
14	123+469.70	123+478.09	8.39	Wiadukt drogowy żelbetowy
15	159+253.00	159+264.69	11.69	Wiadukt drogowy żelbetowy
16	159+994.00	160+006.06	12.06	Wiadukt drogowy żelbetowy
17	161+256.32	161+269.36	13.04	Wiadukt drogowy żelbetowy
18	192+368.29	192+392.82	24.53	Wiadukt drogowy żelbetowy
19	210+932.18	210+952.46	20.28	Wiadukt drogowy żelbetowy
20	211+497.48	211+519.56	22.08	Wiadukt drogowy żelbetowy
21	214+553.08	214+573.79	20.71	Wiadukt drogowy żelbetowy Tor1
22	214+858.50	214+879.10	20.60	Wiadukt żelbetowy Tor2
23	214+862.98	214+883.26	20.28	Wiadukt stalowy Tor1
24	215+741.58	215+761.74	20.16	Most żelbetowy Tor1
25	216+928.71	216+948.80	20.09	Wiadukt drogowy żelbetowy
26	222+909.64	222+935.06	25.42	Wiadukt drogowy żelbetowy
27	223+378.95	223+397.52	18.57	Wiadukt drogowy żelbetowy

Ponadto, podkreślenia wymaga fakt, iż Projekt regulacji osi toru został opracowany zgodnie z wymaganiami *Standardów technicznych Tom I Załącznik ST-T1-A6 Układy geometryczne torów* [9]. Przyjęcie wartości dopuszczalnych parametrów kinematycznych i geometrycznych powszechnie stosowanych w krajach Europy Zachodniej ograniczyło nasuwanie torów do 30 mm oraz podnoszenie torów w zakresie od 20 mm do 35 mm niemal na całej długości linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie, pomimo zwiększania prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do 250 km/h aż na 82% jej długości. Niemal wszystkie odcinki proste zaprojektowano jako równoległe, zaś łuki poziome jako współśrodkowe. Odległość między osiami torów równą zasadniczo 4,5 m stopniowano co 5 cm. Dodatkowo Projektanci mogli skorzystać z specjalnych zapisów *Standardów technicznych Tom I Załącznik ST-T1-A6 Układy geometryczne torów*, dotyczących projektowania niwelety toru w przypadku regulacji układu torowego, np. w zakresie minimalnej długości odcinka o stałym pochyleniu. Przyjęte rozwiązania projektowe miały na celu minimalizację rozmiaru robót torowych.

Kompleksowe podejście do regulacji osi torów Centralnej Magistrali Kolejowej w połączeniu z wymaganiami *Standardów technicznych Tom I Załącznik ST-T1-A6 Układy geometryczne torów*, jako dokumentu wiodącego w procesie projektowania, umożliwiło optymalizację przechyłki. W tym celu dla linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie przyjęto model ruchu odpowiadający linii typu P250:

- prędkość maksymalna pojazdu szynowego 250 km/h,
- struktura ruchu z 10% udziałem pociągów towarowych,
- prędkość minimalna pojazdu szynowego ograniczona do 80 km/h, przy wartości nominalnej 120 km/h.

Ograniczenie prędkości minimalnej pojazdu szynowego do 80 km/h zwiększyło spektrum prędkości, utrudniając optymalizację przechyłki, ale jednocześnie zapewniło spadek wartości nadmiaru przechyłki w przypadku wzrostu wartości prędkości minimalnej pojazdu szynowego. Dodatkowo ze względu na dominujący udział w strukturze ruchu pojazdów szynowych z prędkością maksymalną 250 km/h, przyjęto założenie, że wartość niedomiaru przechyłki powinna być w przybliżeniu równa wartości nadmiaru przechyłki, przy czym wartość niedomiaru przechyłki nie może być większa od wartości nadmiaru przechyłki. Optymalizację przechyłki przeprowadzono dla łuku poziomego o promieniu 3900 m.

$$I \approx E \quad (1)$$

gdzie: I – niedomiary przechyłki, E – nadmiary przechyłki.

$$I = \frac{11,8 \times V_{\max}^2}{R} - D \quad (2)$$

gdzie:

V_{\max} – prędkość maksymalna pojazdu szynowego,

R – promień łuku poziomego,

D – przechyłka.

$$E = D - \frac{11,8 \times V_{min}^2}{R} \quad (3)$$

gdzie: V_{min} – prędkość minimalna pojazdu szynowego.

$$\frac{11,8 \times V_{max}^2}{R} - D = D - \frac{11,8 \times V_{min}^2}{R} \quad (4)$$

$$D = \frac{11,8}{2 \times R} \times (V_{max}^2 + V_{min}^2) \quad (5)$$

$$D = \frac{11,8}{2 \times 3900} \times (250^2 + 80^2) = 104,233 \text{ mm} \quad (6)$$

Na podstawie powyższej analizy przyjęto przechyłkę 105 mm.

W wyniku przeprowadzonej optymalizacji przechyłki, Projektanci mogli sformułować założenia do Projektu podbicia toru. Mogli również wskazać lokalizacje wymagające zwiększenia krotności podbicia toru. W celu zobrazowania wyników Projektu regulacji osi toru opracowali innowacyjny i unikatowy w polskich warunkach wykres regulacji osi toru, który daje w zasadzie nieograniczone możliwości w zakresie analizy Projektu i przygotowania do robót.

3. Wykres regulacji osi toru

Wykres regulacji osi toru odpowiada na potrzebę zebrania wszystkich istotnych parametrów projektowanego układu geometrycznego w jednym miejscu. Wykorzystano do tego znaną w budownictwie kolejowym, między innymi przy sporządzaniu harmonogramów robót, metodę wykresu liniowego [2].

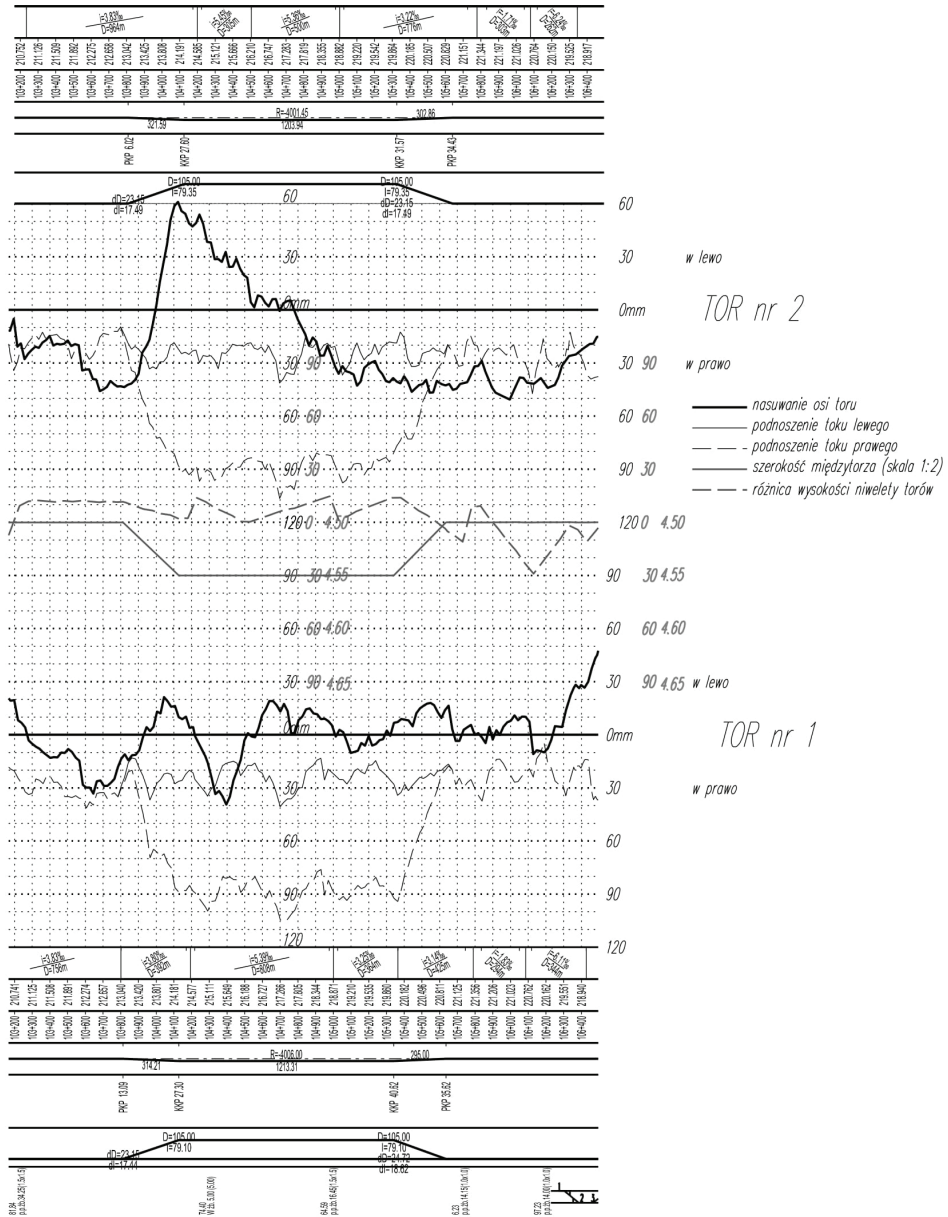
Na osi poziomej umieszczono kilometrację toru. Oś pionową, jej skalę, a także punkt 0 oznaczono według potrzeby odpowiadającej każdemu obrazowanemu parametrowi. Podstawowym kryterium jest czytelność wykresu. Dlatego w maksymalnym stopniu ujednociono jednostki i skale, zaś podnoszenia i nasuwania pokazano w skali 1:1. W górnej części wykresu pokazano tor nr 2, a w dolnej tor nr 1, tak aby obraz na wykresie odpowiadał sytuacji, w której użytkownik stoi na międzytorzu zwrócony zgodnie z rosnącą kilometracją – tor nr 1 po prawej stronie, tor nr 2 po lewej.

Na każdym etapie projektowania istotne jest sprawdzanie projektu. Wykres pozwala sprawdzić istotne parametry związane ze skrajnią takie jak:

- szerokości międzytorza,
- odległości do peronów i innych obiektów liniowych,
- odległości do obiektów punktowych (słupy, semafony).

Dzięki linii nasuwania, użytkownik może sprawdzić, w jaki sposób przyjęta geometria toru wpłynęła na skrajnię i w jakim zakresie możliwe są korekty.

Na wykresie zobrazowano również podnoszenie toru, z podziałem na każdy tok z osobna. Przy czym, na odcinkach prostych, w celu zwiększenia czytelności, przy-



Rys. 1. Wykres regulacji osi toru (źródło: {3})

jęto dane toku o niższym podnoszeniu. Te informacje są istotne z kilku powodów. Po pierwsze – możliwość sprawdzenia, czy na którymś łuku nie zaprojektowano przechyłki niższej niż istniejąca a przez to obniżania toku, które byłoby niemożliwe do wykonania dla podbijarki. Ponadto – możliwość sprawdzenia, czy przyjęte wartości podnoszenia są jednolite dla całego projektu oraz czy nie są zbyt niskie w stosunku do przyjętych nasunięć, co jest istotne z punktu widzenia wielokrotności podbijania ze względu na nasuwanie toru.

Wykres podnoszenia toków odpowiada również na istotne pytania z punktu widzenia przygotowania do robót:

- pozwala zidentyfikować odcinki wymagające wielokrotnego podbicia i prawidłowo zaplanować prace podbijarki,
- pozwala oszacować ilość i miejsce wbudowania tłucznia niezbędnego do uzupełnienia przemy po podbiciu.

Forma rysunku pozwala na umieszczenie na nim dodatkowo danych umieszczanych zwykle w dolnej części rysunku niwelety toru, takich jak pochylenia podłużne, wysokości niwelety toru, wykres krzywizny, przechyłki, prędkość maksymalna i inne.

Dla właściwej orientacji użytkownika, obok kilometracji znajdują się również informacje dotyczące sytuacji – schematy posterunków ruchu, mosty, wiadukty itp.

Interesującą informacją (z powodu czytelności nie umieszczoną na rysunku nr 1) i przydatną przy odbiorze robót, jest wykres strzałek na cięciwach pomiędzy znakami regulacji osi toru. W ten sposób można zastąpić typowy protokół regulacji osi toru w formie tabelarycznej.

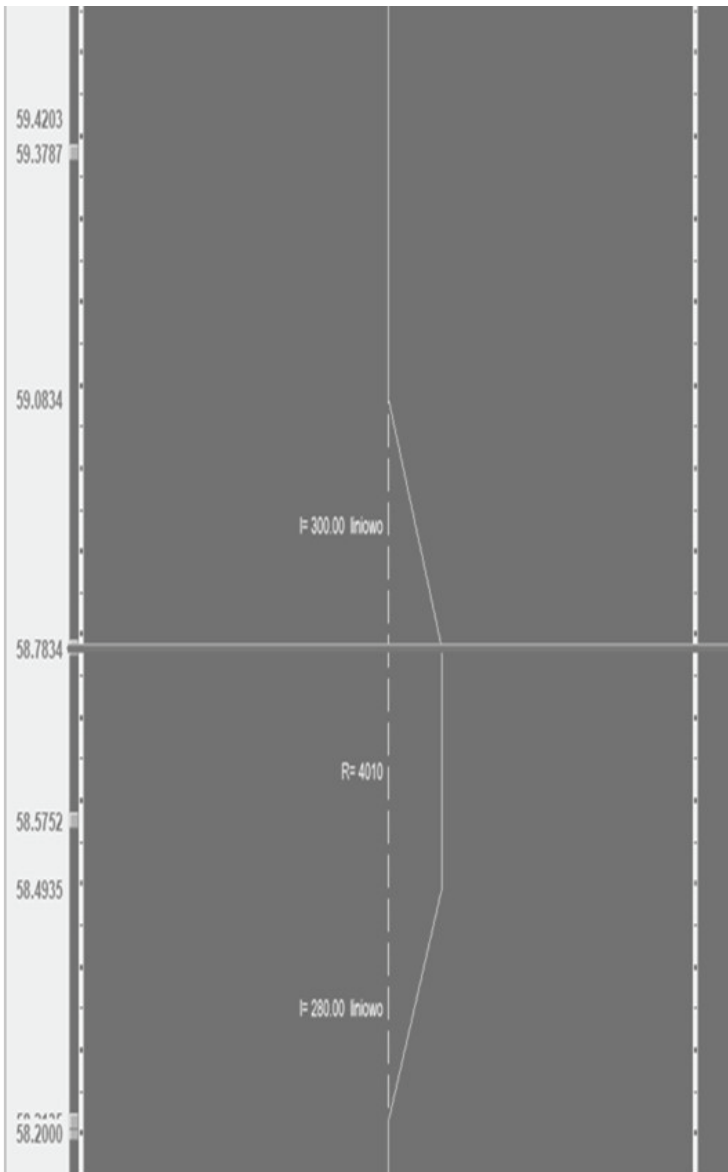
Wszystkie powyższe cechy czynią wykres regulacji osi toru rysunkiem uniwersalnym, przydatnym zarówno na etapie prac projektowych, przygotowania oraz prowadzenia robót jak i odbiorów.

4. Kilometracja do użycia w procesie regulacji osi toru

Celem przedmiotowego zadania było zwiększenie prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do 250 km/h. W związku z tym przygotowanie danych do podbicia torów wymagało specjalnego podejścia. Dotychczasowe podejście w przygotowaniu protokołów zdawczo odbiorczych znaków regulacji osi toru opierało się na kilometracji linii kolejowej. Jak wykazano w punkcie 2 kilometracja linii obciążona jest różnymi błędami, które mogą wpływać na jakość i poprawność wykonania prac dotyczących geometrii toru [8]. W tym zadaniu protokoły regulacji zostały opracowane na podstawie kilometracji poszczególnych torów, a kilometracja linii została podana tylko jako adres poszczególnych elementów. Kilometracja toru jest zgodna z zaprojektowaną geometrią i tożsama z plikami wsadowymi do maszyn torowych.

Protokół zdawczo-odbiorczy znaków regulacji osi toru															
Lk. nr 004			tor nr 1.			od km 58770 do km 59090			prędkość proj.250 km/h.			data: 2021-10-07.			
Numer znak, element geometrii	Rodzaj znaku regulacji	Kilometracja		Plan		Międzytorze (projektowane)		Profil Układ wysokości: KRONSTADT 86.				Szkice		Uwagi	
		Regulacji osi toru	linii	proj. domiar od znaku (+/-)	proj. domiar od cięciwy	nr toru	odległość	Rzeczne projektowane głębokości szyny	Rzeczne wierzchu znaku	Różn. wys. proj. głębokości szyny od wys. znaku	proj. domiar od cięciwy	Plan po osi toru	profilu po osi toru		
															km
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
		58+770.00				23									
5829	B	58+773.29	58+790.99	3.362	0	2	4.55	162.576	163.125	-549					
5831	B	58+776.42	58+794.11	3.388	0	2	4.55	162.564	163.058	-494					
		58+780.00				24									
KKP		58+783.37	58+801.06			43									
		58+790.00				72									
		58+800.00				97									
		58+810.00				98									
		58+820.00				76									
		58+830.00				32									
5833	B	58+835.40	58+853.06	3.419	0	2	4.55	162.331	162.867	-536					
		58+840.00				24									
		58+850.00				63									
		58+860.00				81									
		58+870.00				82									
		58+880.00				64									
		58+890.00				30									
5835	B	58+896.31	58+913.94	3.344	0	2	4.53	162.090	162.608	-518					
		58+900.00				13									
		58+910.00				39									
		58+920.00				51									
		58+930.00				49									
		58+940.00				34									
		58+950.00				8									
5837	B	58+952.27	58+969.89	3.353	0	2	4.52	161.869	162.399	-530					
		58+960.00				17									
		58+970.00				30									
		58+980.00				34									
		58+990.00				29									
		59+000.00				16									
5901	B	59+008.44	59+026.05	3.363	0	2	4.51	161.648	162.159	-511					
		59+010.00				2									
		59+020.00				11									
		59+030.00				15									
		59+040.00				15									
		59+050.00				11									
		59+060.00				4									
5903	B	59+064.48	59+082.08	3.297	0	2	4.50	161.426	161.910	-484					
		59+070.00				1									
		59+080.00				1									
PKP		59+083.37	59+100.97			1									
		59+090.00				1									

Rys. 2. Protokół zdawczo odbiorczy znaków regulacji osi toru (źródło: {1})



Rys. 3. Plik wsadowy do maszyny torowej wraz z geometrią poziomą (źródło: {1})

Tak przygotowane dane dają możliwość pełnej spójności pomiędzy geodetą, projektantem przekazującym projektowaną geometrię osi oraz zespołem prowadzącym prace torowe. Dane są kompatybilne z wszystkimi instrumentami geodezyjnymi, systemami pomiarowymi zarówno jedno jak i dwuwózkowymi typu Leica czy Gedo oraz maszynami do podbijania opartymi na systemie WIN ALC lub SMART ALC. W pracach na linii kolejowej, gdzie prędkości maksymalne po-

ciągów pasażerskich mają osiągać 250 km/h zastosowanie takiego podejścia jest koniecznością i powinno być standardem.

5. Podsumowanie

Od ponad piętnastu lat na polskiej sieci kolejowej prowadzone są intensywne prace modernizacyjne. Wraz z oddawanymi do użytku nowymi i modernizowanymi odcinkami linii kolejowych, unowocześniane są rozwiązania w obszarze maszyn torowych, urządzeń pomiarowych, oprogramowania do prac projektowych. Warto zauważyć jednak, że nadal sposób prezentacji rozwiązań projektowych, czy wyników pomiarów geodezyjnych niewiele się zmienił, choć zdaniem autorów również w tym obszarze powinien dokonywać się rozwój.

Jest on niezbędny między innymi w kontekście projektowania niwelet roboczych, wymaganych instrukcją Id-114 *Warunki techniczne wykonania i odbioru robót nawierzchniowo – podtorzowych* [2], a na wykresie regulacji osi toru łatwo zidentyfikować i w czytelny sposób opisać niwelety robocze. Podobne rozwiązania stosowane są w innych krajach europejskich, co świadczy o ich przydatności.

Dostrzegalny jest także brak postępu w przepisach dotyczących wzoru protokołu regulacji osi toru. Skutkiem tego, przy realizacji konkretnych projektów, trudno uniknąć nieporozumień, jak chociażby podniesiony w niniejszym artykule problem rozdwojenia kilometracji na kilometrację linii i osi toru. Zdaniem autorów warto rozważyć możliwość wykorzystania przedstawionego w artykule rozwiązania w celu zastąpienia dotychczasowej formy protokołów regulacji osi toru formą graficzną.

Warto także na koniec jeszcze raz podkreślić, że opisywany przykład projektu regulacji jest projektem obejmującym kompleksowo całą linię wraz ze stacjami i liniami stycznymi wraz z osnową geodezyjną, która została również założona dla całej linii. Powinno to docelowo stanowić bazę dla realizacji kolejnych projektów dotyczących CMK. Ewentualne zmiany geometrii, czy informacje uzupełniające powinny być na bieżąco aktualizowane. W ten sposób może zostać utworzona, w sposób ciągły rozwijana i aktualizowana cyfrowa baza informacji o obiekcie budowlanym.

Bibliografia

- [1] Geodezyjna dokumentacja projektowa dla Centralnej Magistrali Kolejowej, GEOPARTNER INŻYNIERIA Sp. z o.o., Gdańsk, Październik 2021.
- [2] Instrukcja, Warunki techniczne wykonania i odbioru robót nawierzchniowo – podtorzowych Id-114, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, Wrzesień 2019.

- [3] Komplet dokumentacji projektowej zgodnie z pkt 4.3. Opisu Przedmiotu Zamówienia (OPZ) dla całego zakresu objętego OPZ w tym linii kolejowej nr 4 oraz wszystkich linii kolejowych stycznych, Transprojekt Gdański Sp. z o.o., Gdańsk, Lipiec 2021.
- [4] Massel, A., Centralna Magistrala Kolejowa – 30 lat eksploatacji, Technika Transportu Szynowego, 2004, nr 10, s. 20-24.
- [5] Massel, A., Przyspieszenie ruchu pasażerskiego w Polsce, Technika Transportu Szynowego, 2015, nr 1-2, s. 25-32.
- [6] Materiały z Konferencji Naukowo – Technicznej „Linie o dużych prędkościach na przykładzie realizowanej Centralnej Magistrali Kolejowej Śląsk – Warszawa”, Kielce, 7 – 8 listopada 1975.
- [7] Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia Publicznego (SIWZ), Tom III Opis Przedmiotu Zamówienia, Opracowanie dokumentacji projektowej wraz z nadzorem autorskim na wykonanie podbicia torów na odcinku linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie dla dostosowania do prędkości $V = 250$ km/h w ramach Projektu „Modernizacja linii kolejowej nr 4 – Centralna Magistrala Kolejowa Etap II”, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, Czerwiec 2020.
- [8] Sprawozdanie techniczne, Sprawdzenie kilometracji linii kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie, GEOPARTNER INŻYNIERIA Sp. z o.o., Gdańsk, Czerwiec 2021.
- [9] Standardy techniczne, Tom I Załącznik ST-T1-A6 Układy geometryczne torów, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, Listopad 2017.