

Wybrane uwarunkowania rozwoju konstrukcji i utrzymania rozjazdów kolejowych. Kognitywne wykorzystanie albumu rozjazdów kolejowych i skrzyżowań z 1947 roku

Selected conditions for the development of the construction and maintenance of railway turnouts. Cognitive use of the 1947 album of railway switches and crossings



Eligiusz Mieloszyk

Prof. dr hab. inż.

Politechnika Gdańska / Wydział
Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Inżynierii Transportowej

eligiusz.mieloszyk@pg.edu.pl
ORCID: 0000-0002-3363-9260



Anita Milewska

Dr

Politechnika Gdańska / Wydział
Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Inżynierii Transportowej

anita.milewska@pg.edu.pl
ORCID: 0000-0003-4515-7629



Sławomir Grulkowski

Dr inż.

Politechnika Gdańska / Wydział
Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Inżynierii Transportowej

Slawomir.grulkowski@pg.edu.pl
ORCID: 0000-0002-3352-624X

Streszczenie: Rozjazdy kolejowe i skrzyżowania torów, jako ważne elementy nawierzchni kolejowej mają wpływ na przepustowość linii kolejowej lub stacji, a także na bezpieczeństwo ruchu. W związku z tym elementy te muszą być diagnozowane. Kluczem jest określenie cykli podstawowych diagnozowania rozjazdów i skrzyżowań torów. Pomocna przy określaniu podstawowych cykli c_0 diagnozowania rozjazdów i skrzyżowań torów może być powierzchnia c_0 zdefiniowana i przedstawiona jako funkcja zmiennych q i V . Jest to funkcja zależna od natężenia przewozów q [Tg/rok] oraz prędkości V [km/h]. Konstrukcje rozjazdów, ze względu na zwiększanie maksymalnych prędkości jazdy pojazdów kolejowych, automatyzację, stosowane systemy ogrzewania, technologię obróbki i bezpieczeństwo w największym stopniu zmieniały się na przestrzeni lat. Badania i innowacje dotyczące tego urządzenia w różnym zakresie trwały, trwają i będą trwały. Doprowadziły one przede wszystkim do standaryzacji i ujednolicenia ich konstrukcji. Wykorzystany w tym artykule album rozjazdów pozwolił wrócić po latach do rozjazdów z 1947 roku, podobnie jak wrócono po latach do Wielkiego Twierdzenia Fermata. Pokazano wybrane szczegóły rozjazdów o skosach 1:9, 1:10, bazując na wydany w 1947 r. i będącym w posiadaniu autorów *Albumie rozjazdów z szyn typu "S" z iglicami sprężystymi* [1]. Szczegóły poszczególnych elementów konstrukcyjnych, co istotne, przedstawione zostały tam w skali 1:1.

Słowa kluczowe: Rozjazd kolejowy; Dokumentacja techniczna; Eksploatacja rozjazdów kolejowych; Diagnozowanie rozjazdów

Abstract: Railway turnouts and track crossings - important components of the railway track structure - determine the capacity of a railway line. Those elements have significant impact on traffic safety and must be properly diagnosed. The key issue is to define the basic cycles for diagnosing turnouts and track crossings. The quantity helpful in determining the basic diagnostic cycles for turnouts and track crossings may be the c_0 surface, defined as a function of the following variables: transport intensity q [Tg/year] and the speed V [km/h]. Due to increasing maximum rail vehicle speeds, automation, heating systems, machining technology, and safety issues, turnout designs have undergone significant changes over the years. Research and innovations concerning the turnouts have led to the standardization and unification of their design. The album of turnouts used in this article allowed us to revisit the 1947 turnouts years later, much like Fermat's Last Theorem. In this work, we showed selected details of turnouts with 1:9 and 1:10 slopes, based on the 'Album of turnouts for S-type rails with spring blades' [1], published in 1947 and owned by the authors. Importantly, the details of individual structural elements are presented in 1:1 scale.

Keywords: Railway turnout; Technical documentation; Operation of railway turnouts; Diagnosis of turnouts

Wstęp

Rozjazdy kolejowe przez wiele lat ich stosowania systematycznie nabierały coraz większego znaczenia. Początkowo były to elementy infrastruktury, które umożliwiały wyłącznie rozgałęzienie torów stacyjnych lub łączenie torów różnych linii kolejowych. Z czasem rozjazdy zostały wykorzystane do połączeń międzytorowych, głównie w obrębie stacji kolejowych. Konstrukcję rozjazdów i ich parametry geometryczne determinowała wzrastająca prędkość

kości pociągów. Znaczenie rozjazdów zdecydowanie wzrosło w momencie, kiedy włączone zostały w system sterowania ruchem kolejowym, a problemem stała się przepustowość torowych układów stacyjnych.

Jednocześnie rozjazdy są elementem nawierzchni bardzo podatnym na różnego rodzaju uszkodzenia oraz wady parametrów geometrycznych, co wymusza odpowiednie podejście do ich diagnostyki

O diagnozowaniu rozjazdów i skrzyżowań torów

Jak podano w [2] cykl podstawowy c_0 diagnozowania rozjazdów określony jest wzorem empirycznym

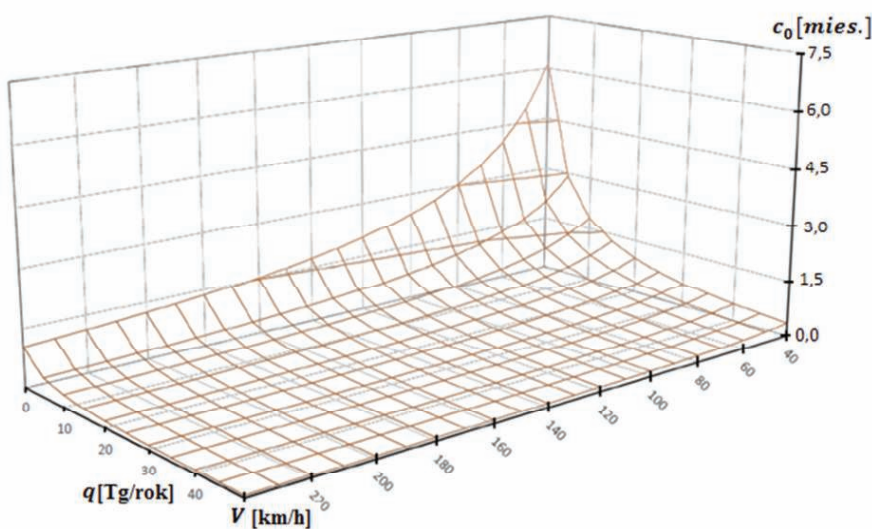
$$c_0(q, V) = \frac{\gamma}{\mu \cdot \xi}, \quad (1)$$

gdzie

c_0 - podstawowy cykl diagnozowania rozjazdów;

q - natężenie przewozów [Tg/rok];

V - prędkość przejazdu przez rozjazd



1. Powierzchnia określona wzorem (1)

[km/h]

γ - wartość stała dodatnia;

ξ - wartość zależna od natężenia przewozów q [Tg/rok], obliczana ze wzoru (2)

$$\xi = 9 \cdot 10^{-4} q^2 + 8 \cdot 10^{-2} q + 0,38, \quad (2)$$

μ - wartość zależna od prędkości V [km/h], obliczana ze wzoru (3)

$$\mu = -4 \cdot 10^{-5} V^2 + 17 \cdot 10^{-2} V - 0,3. \quad (3)$$

Dodatkowo przyjmuje się, że jeżeli natężenie przewozów jest mniejsze niż 5 Tg/rok, należy przyjmować do obliczeń $q = 5$ Tg/rok, gdy zaś większe od 40 Tg/rok, należy do obliczeń przyjmować 40 Tg/rok. Ponadto, gdy wynik obliczeń cyklu podstawowego przekracza 6 miesięcy, przyjmuje się cykl równy sześć miesięcy. Podobnie wyznacza się cykl diagnozowania skrzyżowań torów.

Na podstawie wzoru (1) została utworzona powierzchnia, którą przedstawiono na rys. 1. Powierzchnia ta odzwierciedla cykl podstawowy diagnozowania rozjazdów uzależniony od prędkości jazdy pociągów i obciążenia przewozami.

Powierzchnia przedstawiona na rys. 1 charakteryzuje się tym, że w każdym punkcie analizowanego obszaru ma płaszczyznę styczną. Powierzchnia ta określona jest przez wektor normalny $\vec{N}$, który określony jest wzorem (4):

$$\vec{N} = \left[-\gamma \frac{\partial \xi}{\partial q}, -\gamma \frac{\partial \mu}{\partial V}, -1 \right] = \left[\frac{-\gamma \xi'}{\mu^2 \xi^2}, \frac{-\gamma \mu'}{\mu^2 \xi}, -1 \right]. \quad (4)$$

Wektor $\vec{N}$ można również zapisać dla uproszczenia interpretacji w postaci

macierzy jednokolumnowej

$$\vec{N} = \begin{bmatrix} -\gamma(18 \cdot 10^{-4} q + 8 \cdot 10^{-2}) \\ (-4 \cdot 10^{-5} V^2 + 17 \cdot 10^{-2} V - 0,3)(9 \cdot 10^{-4} q^2 + 8 \cdot 10^{-2} q + 0,38)^2 \\ -\gamma(-8 \cdot 10^{-5} V + 17 \cdot 10^{-2}) \\ (-4 \cdot 10^{-5} V^2 + 17 \cdot 10^{-2} V - 0,3)^2(9 \cdot 10^{-4} q^2 + 8 \cdot 10^{-2} q + 0,38) \\ -1 \end{bmatrix}$$

Określona przez wektor $\vec{N}$ płaszczyzna styczna do powierzchni przedstawionej na rys. 1 zmienia się w sposób ciągły. Ma to istotne znaczenie przy określaniu cykli diagnozowania rozjazdów.

Różne koncepcje modernizacji i wykorzystania rozjazdów

W literaturze przedmiotu (np. [4, 8, 9, 10, 14, 17, 21, 22, 23]) tematyce rozjazdów poświęcono wiele miejsca. Projektowanie, wykonawstwo lub modernizowanie linii kolejowej pod kątem dużych prędkości [23] lub możliwości kursowania po niej długich pociągów towarowych [10] musi uwzględniać w budowywane rozjazdy różnych typów i ich lokalizację.

Zawsze punktem wyjścia w przypadku rozwoju konstrukcji rozjazdów były doświadczenia i opracowania wcześniejsze, np. [1]. Następnie pojawiały się rozwiązania w postaci konstrukcji rozjazdów (o coraz większych promieniach łuków torów zwrotnych, z krzyżownicami z ruchomym dziobem i z zwielokrotnionymi zamknięciami nastawczymi). Analizowane są też zagadnienia związane z łukowaniem rozjazdów i ich zastosowania [17] lub usytuowanie ich na krzywych przejściowych [21]. Obowiązujące przepisy kolejowe [22] oraz technika i zasady projektowania [8] wprowadzają dla rozjazdów łukowych istotne ograniczenia aplikacyjne.

Dopuszcza się ich stosowanie jedynie w przypadkach mających uzasadnienie ekonomiczne, tj. wtedy gdy zastosowanie rozjazdów podstawowych spowodowałoby m. in. wprowadzenie lokalnego ograniczenia prędkości, nadmiernego wydłużenie lub przesunięcia głowicy rozjazdowej lub posterunku ruchu, wykonanie dodatkowych robót ziemnych lub konieczność pozyskania nowego terenu (wynikająca z potrzeby przesunięcia lub zmiany przebiegu układu torowego) oraz kolizję z istniejącymi elementami infrastruktury (np. obiektami inżynierskimi).

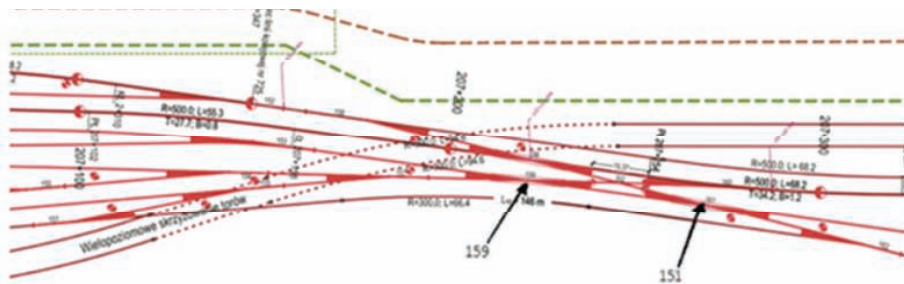
Należy tu też odnotować, że sterowanie (uruchamianie) rozjazdów na początku było ręczne - mechaniczne z miejsca, potem mechaniczne scentralizowane zdalne, dalej elektroniczno - mechaniczne (w tym zdalne i też automatyczne, a w przyszłości prawdopodobnie z wykorzystaniem AI).

Podobny rozwój technologiczny dotyczy ogrzewania rozjazdów. Początkowo śnieg usuwano ręcznie, a następnie wykorzystywano korytka, w których umieszczano materiały palne (np. rozpalony koks) służące do podgrzewania newralgicznych elementów rozjazdu.

Obecnie wykorzystuje się urządzenia do ogrzewania rozjazdów kolejowych (EOR - elektryczne ogrzewanie rozjazdów), które zapobiegają zamarzaniu rozjazdów. Są to grzałki elektryczne i zautomatyzowane systemy sterowania, które dostosowują ich moc grzewczą do panujących warunków pogodowych w celu oszczędności energii i zwiększenia ich efektywności.

W rozjazdach z albumu z 1947 roku [1] nie uwzględniano EOR, ponieważ takich rozwiązań nie było. Ten fakt pokazuje też rozwój stosowanych rozwiązań przy projektowaniu i realizacji rozjazdów na linii kolejowej.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na ewolucję celów stosowania rozjazdów na przestrzeni wszystkich lat funkcjonowania kolei. Początkowo były to elementy infrastruktury, które umożliwiały wyłącznie rozgałęzienie torów stacyjnych lub łączenie torów różnych linii kolejowych. Z czasem rozjazdy zostały wykorzystane do połączeń międzytorowych, głównie w obrębie stacji kolejowych. Znaczenie rozjazdów rosło wraz ze wzrostem natężenia ruchu kolejowego. Dla zoptymalizowania prze-



2. Przykład głowicy rozjazdowej z elementami krytycznymi – rozjazdami nr 151 i 159 na stacji Gdynia Port Centralny [12, 13, 14]

ustawienia układów torowych istotne stało się odpowiednie rozmieszczenie rozjazdów i całych ich połączeń. W związku z tym, na podstawie badań i obliczeń powstały odpowiednie zasady i kryteria lokalizacji rozjazdów na posterunkach ruchu [19].

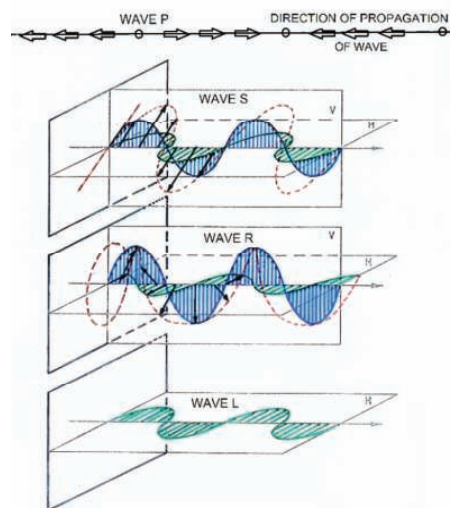
Należy pamiętać, że oprócz tradycyjnych zadań, lokalizacja i parametry rozjazdów decydują o przepustowości linii kolejowej. W przypadku stacji obciążonych dużym ruchem, w tym ruchem towarowym mamy do czynienia z rozbudowanym układem dróg rozjazdowych [12, 13, 14]. W obrębie stacji występuje ruch liniowy planowy i manewrowy. Należy tak zaprojektować układ torowy stacji i prowadzić ruch przez stację, aby zapewnić jej wymaganą przepustowość i płynność ruchu. Decyduje o tym najbardziej obciążony rozjazd lub zespół rozjazdów w głowicy stacyjnej. Jest to tzw. element krytyczny lub wąskie gardło stacji (rys. 2). Podobna sytuacja występuje przy modernizacji stacji, czy całej linii kolejowej.

Przykładowo, dodanie międzytorowego przejścia rozjazdowego trapezowego poprawiło przepustowość stacji Warszawa Centralna, zapewniając większą elastyczność w prowadzeniu ruchu. Dzięki wbudowaniu tego rozwiązania oraz dodatkowych elementów systemu sterowania ruchem częstość jazdy pociągów przez stację wynosi obecnie co (niespełna) 4 minuty zamiast poprzednio 5 minut. To oznacza, że zdolność przepustowa obiektu wzrosła z 24 do nawet 32 pociągów na godzinę w obu kierunkach [20].

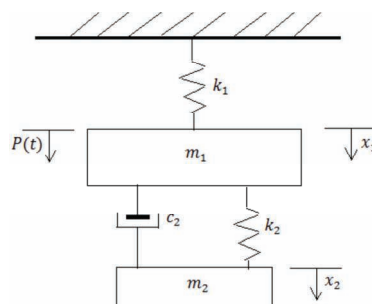
Generowanie drgań i powstający hałas przy przejeździe pojazdu kolejowego przez rozjazd

Występujące w rozjazdach kolejowych nieciągłości toków szynowych są przy-

czyną generowania dodatkowych cyklicznych obciążeń dynamicznych i mają wpływ na komfort jazdy pasażerów. Drgania te odbierane są różnie przez człowieka w zależności od zajmowanej pozycji ciała. Pasażer odbiera drgania powierzchnią ciała stykającą się z podłożem: w pozycji stojącej – powierzchnią stóp, w pozycji siedzącej – powierzchnią siedzenia i/lub stóp, w pozycji leżącej (wagon sypialny) – całą powierzchnią ciała. Z badań wynika, że reakcja ludzi na drgania zależy głównie od częstotliwości i amplitudy drgań, ich kierunku, prędkości (przyspieszenia) oraz warunków i powierzchni odbioru. Wielkością charakteryzującą drgania jest wartość skuteczna przyspieszenia lub prędkości drgań. Wielkość ta określona jest wzorem (5):



3. Fale w podtorzu i podłożu gruntowym [15]



4. Model wibroizolacji w rejonie rozjazdu

$$a_{RMS} = \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} [a(t)]^2 dt \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (5)$$

gdzie

a_{RMS} - wartość skuteczna przyspieszenia,
 $a(t)$ - oznacza przyspieszenie drgań,
 $t_2 - t_1$ - oznacza czas uśredniania.

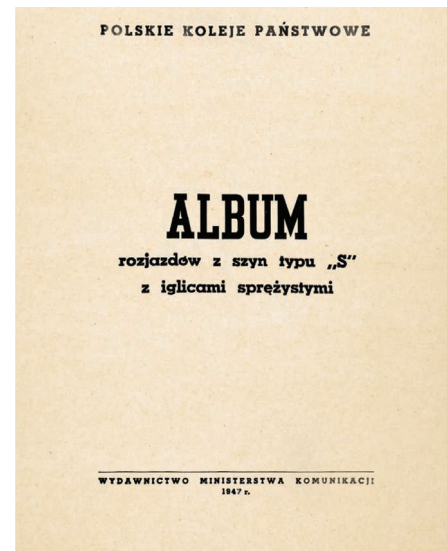
Innym parametrem, uwzględniającym powtarzalność drgań, ciągłość, sporadyczność, impulsowość itp. jest tzw. wartość dawki vibracji. [3, 5, 6, 7, 18].

Obciążenia dynamiczne powodują dodatkowe naprężenia w podtorzu, sprężyste i trwałe odkształcenia podtorza, zmiany właściwości gruntów podtorza i podłoża gruntowego.

W cyklicznie obciążanym podtorzu rozchodzą się fale (rys. 3). Fale objętościowe podłużne (P) i poprzeczne (S) oraz powierzchniowe podłużne i poprzeczne na jego powierzchni. Podłużne powierzchniowe fale Rayleigha (R) oraz powierzchniowe fale poprzeczne Love'a (L) powodujące drgania cząstek gruntu. Fale te z podtorza dalej przekazywane są do podłoża gruntowego.

Jak podano w [11], przy przejściu przez granice dwóch ośrodków, co istotne o różnych właściwościach sprężystych, fale objętościowe ulegają odbiciu i załamaniu. Załamaniu i odbiciu tych fal towarzyszy powstawanie obu rodzajów fal.

Przejeżdżający przez rozjazd pojazd szynowy o masie m_1 i współczynniku sztywności k_1 generuje drgania. W celu zmniejszenia negatywnego wpływu tych drgań na konstrukcję rozjazdu, podtorze itp. warto w obrębie rozjazdu (pod jego podrozdajdnicami) zamonto-



5. Strona tytułowa Albumu

wać tłumik dynamiczny (wibroizolację) o masie m_2 , sztywności k_2 i tłumieniu c_2 . Opisanej sytuacji odpowiada model przedstawiony na rys. 4.

Przedstawionemu na rys. 4 modeliowi odpowiada następujący model matematyczny (2).

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 = -k_1 x_1 + k_2 (x_2 - x_1) + c_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + P(t) \\ m_2 \ddot{x}_2 = -k_2 (x_2 - x_1) - c_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) \end{cases} \quad (6)$$

Jego rozwiązanie dla $P(t) = P_1 \sin \omega t$ pozwala tak dobrać parametry wibroizolatora, aby były przekazywane małe drgania.

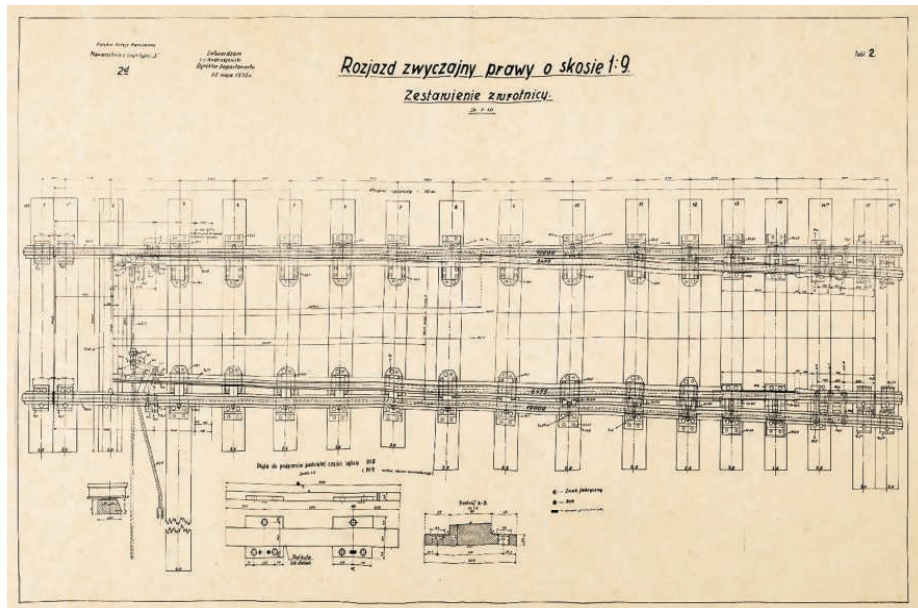
Oczywiście przejeżdżający przez rozjazd pojazd szynowy generuje też hałas uciążliwy dla pasażerów i zewnętrznego otoczenia i związany jest z drganiami ośrodka sprężystego (w tym, niebezpieczny hałas pulsacyjny). O jego uciążliwości dla pasażerów i środowiska (ludzi na zewnątrz pojazdu), oprócz ciśnienia akustycznego wyrażonego w decybelach (dB) decyduje też jego częstotliwość wyrażona w hercach (Hz) [16]. Jak napisano w [16], o tym ostatnim często się zapomina. Prowadzi to do pomijania niebezpiecznych dla zdrowia infradźwięków.

Źródła pozyskiwania wiedzy o dawnych rozjazdach [12, 13]

Ewolucyjny rozwój techniki rozjazdowej można zaobserwować dzięki dostępnym jeszcze archiwalnym katalogom i dokumentom. Jednym z nich jest niewątpliwie *Album rozjazdów z szyn typu "S" z iglicami sprężystymi*, odnoszący się do czasów, w których po naszych torach kursowały tylko pociągi prowadzone przez parowozy. To wydawnictwo w postaci wielkoformatowego albumu (675 mm x 510 mm plus wybrane strony rozkładowe) składającego się wyłącznie z rysunków technicznych rozjazdów zwyczajnych i krzyżowych o skosach 1:9 i 1:10. Mimo, że ten dokument pochodzi z 1947 roku to faktycznie obrazuje stan techniki z lat 1934-1937, gdyż każdy rysunek zawiera asygnatę z określoną datą i podpisem. Album zawiera 50 rysunków technicznych rozjazdów różnego typu, ich szczegółów i skrzyżowanie torów (rys. 5).

Ponieważ część elementów rozjazdów wykonywano lub dopasowywano metodami gospodarczymi konieczne było udostępnienie bardzo szczegółowych rozwiązań każdego elementu konstrukcyjnego. Stąd skale przedstawionych rysunków są bardzo duże: od 1:50 dla całego rozjazdu do 1:1 dla poszczególnych elementów konstrukcyjnych.

Ten katalog jest dowodem na dą-



6. Przykład rysunku ze szczegółami geometrii rozjazdu zwyczajnego 1:9

WYKAZ RYSUNKÓW	
TREŚĆ RYSUNKU	Nr. rysunku
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Schematy i plany ogólne	1
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Zwrotnica	2
Obróbka końca iglicy lewej dla rozjazdów o skosie 1:9 (1:10 i 6°)	3
Obróbka iglicy łukowej dla rozjazdów typu „S” o skosie 1:9	4
Obróbka iglicy prostej dla rozjazdów typu „S” o skosie 1:9	5
Działanie swobodnego zawieszania w skosie 1:9 Siodełka podgiglowe	6
Wkładki łączące iglice z szyną oporową dla rozjazdów o skosie 1:9 i 1:10	7
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Opórki	8
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 (1:10, 6°) Zamek nastawczy hakowaty	9
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Krzyżownica	10
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Przekroje krzyżownicy	11
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Części krzyżownicy	12
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Kierownica i jej części	13
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Szyny krzyżownicy pojedynczej	14
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:9 Części zamka nastawczego hakowatego	15
Płyty specjalne dla rozjazdów o skosie 1:9	16
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:9 Schematy i plany ogólne	17
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:9 Zwrotnica	18
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:9 Krzyżownice podwójne	19
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:9, 1:10 i 6° Części zamka nastawczego hakowatego	20
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:9 Zwrotnica	21
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:9 Krzyżownica	22
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:9 Krzyżownica podwójna	23
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:9 i 1:10. Błoki specjalne w garnitkach iglicy	24
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:9 Siodełka podgiglowe	25
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:9 Zamek nastawczy hakowaty	26
Rozjazd angielski o skosie 1:9 Opórki	27
Skrzyżowanie torów o skosie 1:9 Schematy i plany ogólne	28
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Schematy i plany ogólne	29
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Zwrotnica	30
Obróbka iglicy łukowej dla rozjazdu typu „S” o skosie 1:10	31
Obróbka iglicy prostej dla rozjazdu typu „S” o skosie 1:10	32
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Opórki	33
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Krzyżownica	34
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Szyny krzyżownicy pojedynczej	35
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Przekroje krzyżownicy	36
Rozjazd zwyczajny prawy o skosie 1:10 Części krzyżownicy	37
Płyty specjalne dla rozjazdów o skosie 1:10	38
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:10 Schematy i plany ogólne	39
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:10 Zwrotnica	40
Rozjazd angielski pojedynczy o skosie 1:10 Krzyżownice podwójne	41
Rozjazd angielski pojedynczy i podwójny o skosie 1:10 Szyny krzyżownicy podwójnych	42
Rozjazd angielski podwójny (podwójny) o skosie 1:10 Przekroje podwójnej krzyżownicy	43
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:10 Schematy i plany ogólne	44
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:10 Zwrotnice	45
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:10 Zamek nastawczy hakowaty do iglic wewnętrznych	46
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:10 Części zamka nastawczego hakowatego do iglic wewnętrznych	47
Rozjazd angielski podwójny o skosie 1:10 Krzyżownice podwójne	48
Rozjazd angielski o skosie 1:10 Opórki	49
Skrzyżowanie torów o skosie 1:10 Schematy i plany ogólne	50

7. Strona ze spisem treści Albumu rozjazdów z szyn typu "S" z iglicami sprężystymi z 1947 roku

żenie do ujednolicenia sieci kolejowej, poprzez zachowanie standardowych i tożsamyh rozwiązań, Warto w tym miejscu przypomnieć, że na polskiej sieci kolejowej znajdowały się urządzenia i rozwiązania techniczne pochodzące z sieci kolejowych trzech państw zaborczych. Przy tym stosowanie zamknięcia hakowego było uznawane jako rozwiązanie docelowe.

W dokumencie pojawiają się rozjazdy o skosie 1:9 i promieniu 205 m (rys. 6) oraz o skosie 1:10 i promieniu 265 m. O ile rozjazd 1:9 - 205 był i niekiedy jest stosowany do dziś to w przypadku rozjazdu 1:10 jego żywot był krótkotrwały i stosowany był w bardzo ograniczonym zakresie. Można wysnuć wniosek, że oba rozjazdy wkrótce zostały zastąpione powszechnie stosowanym rozjazdem 1:9 - 300.

Wspomniane wydawnictwo [1] dowodzi, że wraz z rozwojem techniki oraz badań naukowo - technicznych rozwijały się techniki prezentacji, które pozwalały na wymianę wiedzy i informacji, a także dystrybuowanie jej szerzej - do odpowiednich jednostek i ludzi, którzy wcześniej niekoniecznie mieli do czynienia z koleją.

O bogatej zawartości Albumu [1] świadczy wykaz rysunków w nim zawartych. Wykaz tych rysunków został przedstawiony na rys. 7.

Na kolejnych rysunkach (rys. 8 - 10) przedstawiono:

- szczegóły rozwiązań konstrukcyjnych rozjazdu zwyczajnego 1:9,
- szczegóły układu geometrycznego rozjazdu krzyżowego podwójnego (angielskiego) o skosie 1:10,
- szczegóły konstrukcyjne rozjazdu krzyżowego 1:10.

Podsumowanie i wnioski

Głównym elementem utrzymania rozjazdów jest ich diagnostyka. Określanie cykli diagnozowania rozjazdów i skrzyżowań torów może być wspierane przedstawioną na rys. 1 powierzchnią o ważnych z tego punktu widzenia własnościach.

Przejeżdżający przez rozjazd pojazd kolejowy generuje drgania i hałas – inny niż na szlaku. W związku z tym warto w rejonie rozjazdów stosować wibroizolatory i ekrany akustyczne o odpowiednich parametrach, dostosowanych do

częstotliwości drgań i hałasu.

Rzeczywistość i technologii wymaga badań, testów i eksperymentów.

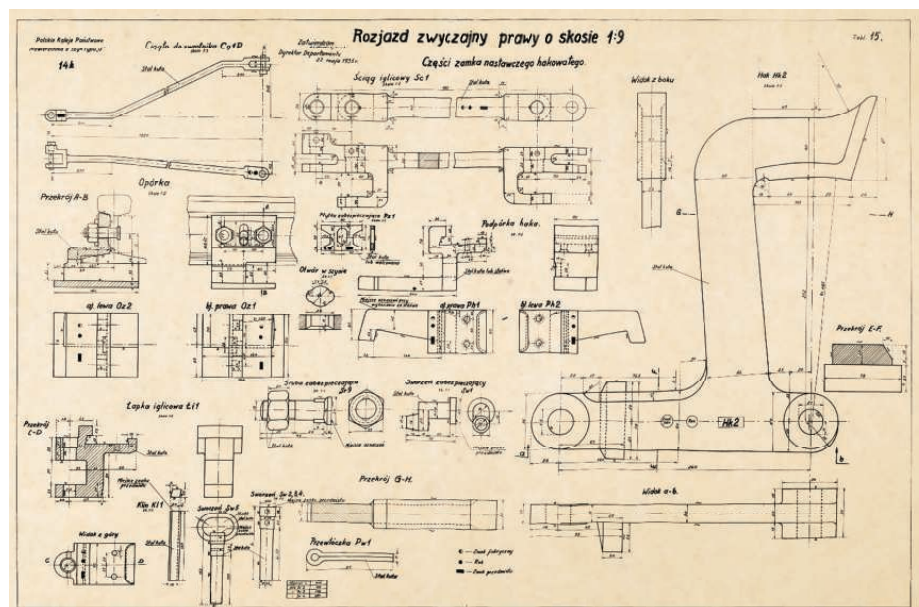
Źle zaprojektowana głowica rozjazdowa z niewłaściwymi lokalizacjami rozjazdów może nie przynieść oczekiwanych efektów modernizacji, a nawet pogorszyć zdolność przepustową układu.

O ile można odtworzyć te procesy z okresu po II wojnie światowej, gdzie procesy i techniki rejestracji zdecydowanie zostały rozpowszechnione (fotografie, zapisy dźwiękowe, zapisy obrazu, zapisy tekstowe i numeryczne) to wcześniejsze osiągnięcia są dość trudne do identyfikacji z uwagi na czas, a także straty wojenne. Dlatego jednym ze sposobów na odtworzenie procesu rozwojowego jest śledzenie publikacji, przepisów lub dokumentacji

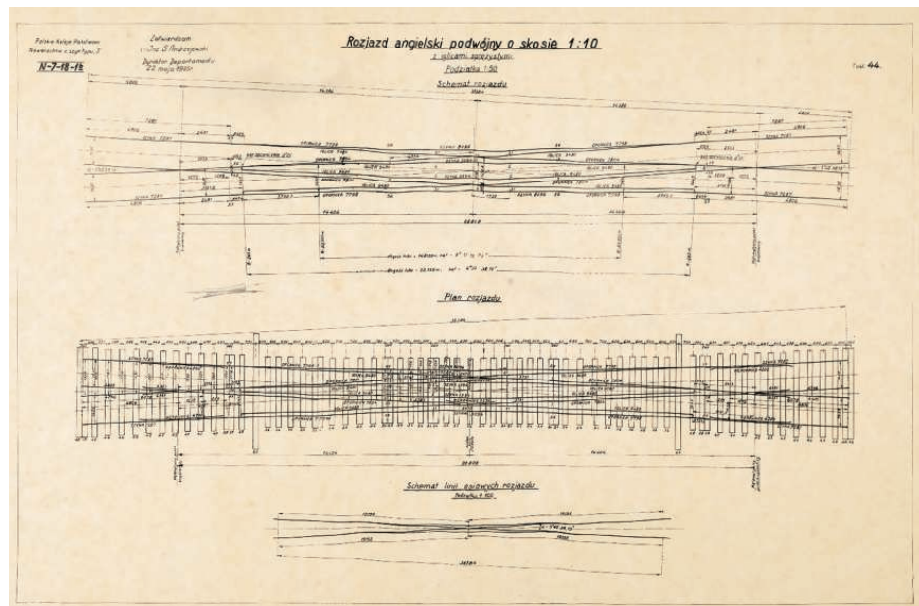
technicznej. Dokumenty te pozwalają na wyobrażenie sobie procesu postępu technicznego także w kolejnictwie. Odniesienie się do takich materiałów jak omawiany tu pokrótce. Atlas [1] pokazuje wysoką kulturę techniczną i profesjonalizm pracowników kolei w tamtych latach. Przedstawione materiały oczywiście były punktem wyjścia do dalszego rozwoju konstrukcji technicznych różnego typu rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów. ◀

Materiały źródłowe

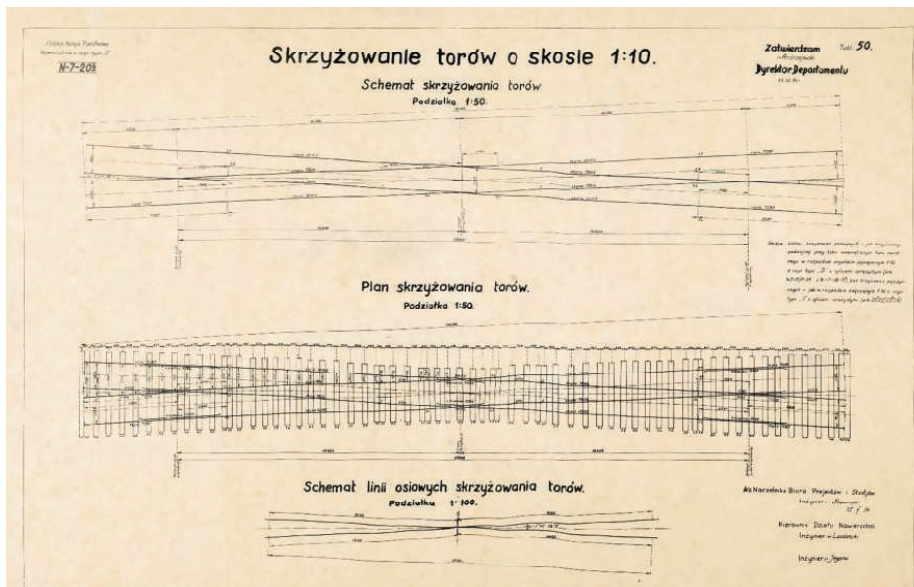
- [1] Album rozjazdów z szyn typu "S" z iglicami sprężystymi, Wydawnictwo Ministerstwa Komunikacji, 1947.
- [2] Bałuch M., Interpretacja pomiarów i obserwacji nawierzchni kolejowej,



8. Szczegóły zamknięcia hakowego rozjazdu zwyczajnego 1:9



9. Przykład rysunku ze szczegółami geometrii rozjazdu krzyżowego podwójnego o skosie 1:10



10. Przykład rysunku ze szczegółami geometrii skrzyżowania torów 1:10

Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, 2005.

- [3] BS 6472 – 1:2008 Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings. Part 1: Vibration sources other than blasting. British Standard 2008.
- [4] Bugarin M., Orro A., Novales M.: Geometry of high-speed turnouts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2011, No. 2261, pp. 64–72.
- [5] DIN 4150 – 1 Erschütterungen im Bauwesen. Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.
- [6] ISO 10131:2007 Bases for design of structures – Serviceability of buildings and walkways against Vibration 2007.
- [7] Kawecki J., Stypuła K., Zapewnienie komfortu wibracyjnego ludziom w budynkach narażonych na oddziaływanie komunikacyjne. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2013.
- [8] Koc W., Szwaczekiewicz K., Rozdział 8. Ocena wspomaganie komputerowego przy wyznaczaniu lokalizacji rozjazdów łukowych na połączeniach torów równoległych, w: Wybrane zagadnienia budowy, projektowania i eksploatacji dróg szynowych. Monografia wieloautorska pod redakcją S. Grulkowskiego, Gdańsk, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2025.
- [9] Łączyński J., Rozjazdy kolejowe, WKiŁ, Warszawa, 1978.
- [10] Mieloszyk E., Długie pociągi, 64.

Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB: Inżynieria kolejowa - szanse i wyzwania, ed. dr hab. Piotr Kozioł; dr hab. inż. Andrzej Szarata; dr inż. Wojciech Drozd, Kraków: Politechnika Krakowska, 2018, s.173-186.

- [11] Mieloszyk E., Milewska A., Grulkowski S., Elastic waves in the railroad track substructures and its surroundings analyzed with non-classical operational methods// 5th International Conference on Road and Rail Infrastructure: Road and rail infrastructure V/ ed. Stjepan Lakusić, Zagreb, 2018, s.1195-1201
- [12] Mieloszyk E., Milewska A., Grulkowski S., Ewolucja techniki i konstrukcji rozjazdów wg "Albumu rozjazdów z szyn typu "S" z iglicami sprężystymi" z 1947 roku, Problemy Kolejnictwa, nr 203 (2025), 47 – 53.
- [13] Mieloszyk E., Milewska A., Grulkowski S., Evolution of turnout technology and construction based on the "Album of turnouts for S-type rails with spring blades" from 1947. Railway Reports – Issue 203 (2025), 133 – 139.
- [14] Mieloszyk E., Milewska A., Grulkowski S., Rozdział 18. O przepustowości linii kolejowej, w: Wybrane zagadnienia budowy, projektowania i eksploatacji dróg szynowych. Monografia wieloautorska pod redakcją S. Grulkowskiego, Gdańsk, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2025.
- [15] Mieloszyk E., Milewska A., Wyroślak

M., Rozdział 6. Ulepszanie podłoża gruntowego i podtorza z użyciem środków strzałowych, w: Wybrane zagadnienia budowy, projektowania i eksploatacji dróg szynowych. Monografia wieloautorska pod redakcją S. Grulkowskiego, Gdańsk, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2025.

- [16] Milewska A., Metody probabilistyczne i statystyka matematyczna w inżynierii lądowej i transportowej. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2025.
- [17] Nowakowski M. J., Łukowanie rozjazdów o nietypowej konstrukcji w metrze w Sao Paulo, Logistyka, 6, 2011.
- [18] PN – EN ISO 3095 - Kolejnictwo. Akustyka. Pomiar hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe.
- [19] Standardy techniczne: Szczegółowe warunki techniczne dla budowy infrastruktury kolejowej Centralnego Portu Komunikacyjnego - wytyczne projektowania. Tom I.1. Droga szynowa - Układy geometryczne, Instytut Kolejnictwa, Centralny Port Komunikacyjny
- [20] Strona internetowa <https://www.facebook.com/PolskieLinieKolejowe/posts/warszawa-centralna-obs%C5%82u%C5%BCy-wi%C4%99cej-podr%C3%B3%C5%BCnych-od-14-grudnia-2025-poci%C4%85-gib%C4%99d%C4%85-mog/1283741980464438/>. Dostęp 21.11.2025
- [21] Szablowska P., Rochel M., Aspekty projektowania rozjazdów na łukach i krzywych przejściowych w świetle przepisów krajowych, Autobusy, 6, 2019.
- [22] Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM I – DROGA SZYNOWA – Załącznik ST-T1-A6 „Układy geometryczne torów”, Załącznik do uchwały Nr 305/2025 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 15 kwietnia 2025 r.
- [23] Towpiak K., Koleje Dużych Prędkości. Infrastruktura drogi kolejowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012.