

Rozjazdy kolejowe z zelówkami

Ewelina Kwiatkowska



mgr inż. Ewelina Kwiatkowska

Politechnika Wrocławska
Katedra Mostów i Kolei

ewelina.kwiatkowska@pwr.edu.pl

Rozjazdy kolejowe stosowane na liniach nowobudowanych i modernizowanych zbudowane są coraz częściej z podrozjezdnic strunobetonowych. Ze względu na sztywne mocowanie elementów rozjazdów do podrozjezdnic strunobetonowych występuje nierównomierne zużywanie się elementów rozjazdów, powodując nieprecyzyjną pracę rozjazdu w części zwrotnicy i nie odbijanie lub nie dociskanie iglicy, stanowiące niebezpieczeństwo w prowadzeniu ruchu po rozjeździe i możliwość wykolejenia.

Rozjazd poddany obciążeniom eksploatacyjnym ulega przeciążeniom w szczególności prostopadłym do kierunku ruchu w wyniku sił odśrodkowych wywieranych przez tabor. Wprowadzenie powszechnie do użytkowania rozjazdów na podrozjezdnicach strunobetonowych w miejsce drewnianych, wpłynęło na zwiększenie przemieszczeń zewnętrznej szyny toru, powodując zwiększone zapotrzebowanie na prace utrzymaniowe na rozjazdach, w celu zapewnienia przejezdności i bezpieczeństwa podróżujących. Dodatkowo w strefie zwrotnicy i w torach przyległych, w wyniku obciążeń termicznych elementy konstrukcyjne ulegają trwałym przemieszczeniom. Przemieszczenia rzędu 1-2 mm powodują zakłócenia w pracy urządzeń nastawczych i mogą wpłynąć na bezpieczeństwo ruchu pociągów.

W strefach rozjazdów należy szczególnie dbać o stan posypki tłuczniowej i ograniczać przesuw poprzeczny toru. Ograniczenia przesuwu poprzecznego toru można uzyskać w wyniku stosowania wibroizolacji na spodniej powierzchni podkładów strunobetonowych [4,5,6].

W celu oceny wpływu wibroizolacji podrozjezdnic strunobetonowych zastosowanych w konstrukcji rozjazdu kolejowego na wyrównanie naprężeń w elementach rozjazdu opracowano specjalny model numeryczny[6]. Umożliwi to podjęcie działań mających na celu wyrównanie naprężeń w elementach rozjazdu. Wyrównanie naprężeń spowoduje, że ulegnie zmniejszeniu zużycie

części mechanicznych rozjazdów i wydłuży okres eksploatacji rozjazdu, podwyższając bezpieczeństwo podróżujących koleją oraz obniży koszty utrzymaniowe rozjazdów.

Wibroizolacja podkładów i podrozjezdnic strunobetonowych

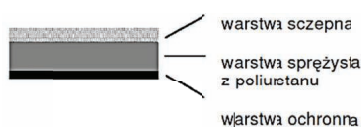
Materiał wibroizolacyjny stosowany na spodniej powierzchni podkładów i podrozjezdnic strunobetonowych na PKP PLK można podzielić na dwie grupy. Wykonany z poliuretanu i granulatu gumowego materiały te poddane są szczegółowym badaniom zgodnie z normami takimi jak: EN 13146, DIN 45673-1, DIN 18134. Na rys. 1 i 2 przedstawiono warstwową budowę materiału i przykładowe typu wibroizolacji.

Wibroizolacja na spodniej powierzchni podkładów i podrozjezdnic wpływa na [1-6]:

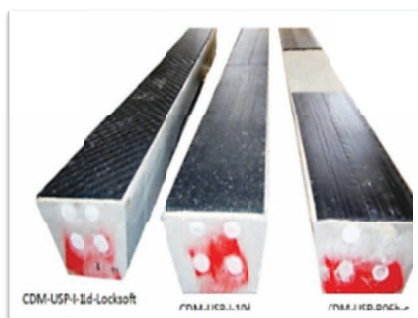
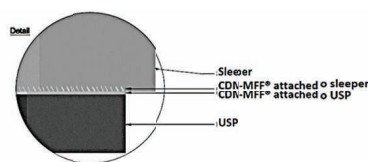
- zwiększenie powierzchni kontaktu pod-

- układu z ziarnami podsypki tłuczniowej,
- redukcje naprężeń w podkładzie i podrozjezdnic,
- zmniejszenie deformacji pionowych toru,
- zmniejszenie deformacji poziomych (na łukach),
- wydłużenie okresów międzynaprawczych toru przez zmniejszenie deformacji pionowych i poziomych,
- redukcję emisji hałasu w otoczeniu linii kolejowej,
- redukcje propagacji drgań w podtorzu kolejowym,
- zmniejszenie przyspieszeń drgań w podtorzu kolejowym,
- zwiększenie ugięć szyn,
- redukuje naprężenia w rozjeździe zmniejszając zużycie elementów rozjazdu,

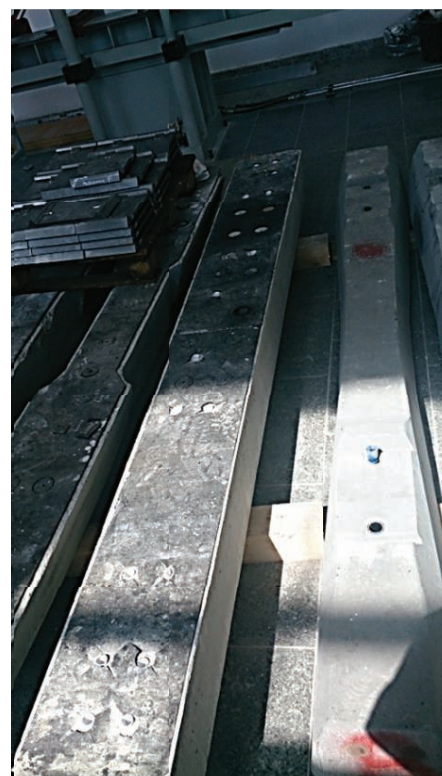
Wibroizolacja podkładów i podrozjezdnic strunobetonowych wg zaleceń producentów [5 i 6] może odbywać się w czasie produkcji podkład w wytwórni na „mokry” beton lub na budowie zachowując nie zmienność parametrów technicznych zelówki. W Polsce aktualnie firma Track Tec jako producent podrozjezdnic ma linię produkcyjną podkładów i podrozjezdnic strunobetonowych dostosowaną do zautoma-



1. Wibroizolacja z poliuretanu firmy Getzner [6]



2. Wibroizolacja z granulatu gumowego firmy CDM [5]



3. Podrozjezdnic i podkład strunobetonowych z wibroizolacją Track Tec [7]

tyzowanego procesu układami wibroizolacji na „mokry” betonów zapewniając powtarzalność i precyzję wykonania połączenia żelówki z podkładem rys. 3.

Zakres stosowania

Powszechne wprowadzenie podrozjazdnic strunobetonowych w miejsce drewnianych niesie ze sobą usztywnienie konstrukcji rozjazdu kolejowe, sztywność konstrukcji rozjazdu wpływa przyspieszenia zużycia stalowych elementów rozjazdu. Zakres stosowania na kolejach niemieckich i austriackich rozjazdy na podrozjazdnicach z wibroizolacją (żelówkami) jest uregulowane prawnie. Przykładowo na kolejach austriackich wibroizolacja na spodniej powierzchni podkładów stosowana na rozjazdach o promieniu łuków większych niż 250m oraz:

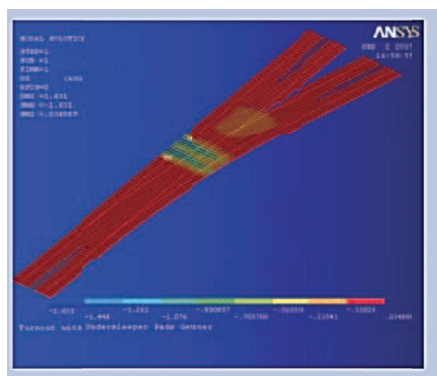
1. przy obciążeniu > 30.000 GBT/dzień lub
2. dla prędkości $V > 160$ km/h lub
3. promienia łuku $R < 600$ m (na torze) lub
4. przy prędkości $V > 200$ km/h i ruchomej dziurownicy.



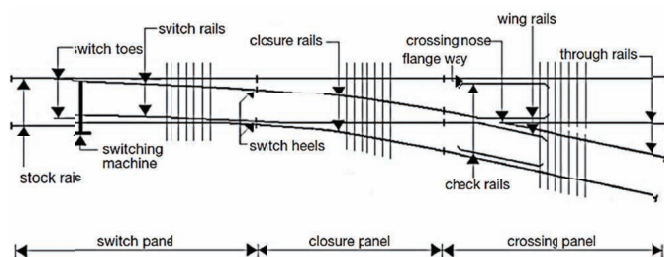
4. Uszkodzenie rozjazdu [6]



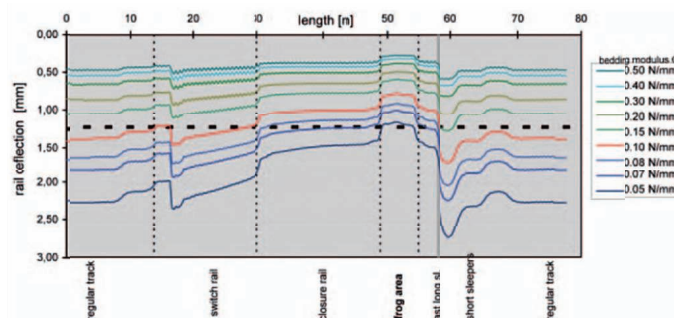
5. Analizowany rozjazd [6]



7. Rozkład naprężeń pionowych dla rozjazdu prawostronnego na podrozjazdnicach z wibroizolacją najbardziej korzystna [6]



6. Schemat analizowanego zwyczajnego rozjazdu prawostronnego [1, 6]



8. Deformacje szyny na długości rozjazdu w zależności od sztywności izolacji antywibracyjnej [1, 6]

Zgodnie z wskazaniem wibroizolacji na spodniej powierzchni podkładów i podrozjazdnic strunobetonowych może być stosowana jako materiał redukujący emisję hałasu generowanego przez przejeżdżający pociąg. Zgodnie z zaleceniami wynikającymi z normami dotyczącymi oceny szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki oraz oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach PN 85 B-02170 oraz PN 88 B-0171 [1, 2, 3, 6].

Dopuszczenie stosowania wibroizolacji podkładów strunobetonowych i podrozjazdnic strunobetonowych z wibroizolacją.

Podkłady strunobetonowe i podrozjazdnic muszą spełniać wymogi badań normowych PN – EN 13230-1: 2009: Kolejnictwo. Tor. Podkłady i podrozjazdnic betonowe. Część 1: Wymagania ogólne oraz PN-EN 13230-2:2009: Kolejnictwo. Tor. Podkłady i podrozjazdnic betonowe. Część 2: Podkłady monoblokowe z betonu sprężonego. Materiał zastosowany na spodniej powierzchni wibroizolacji musi posiadać badania zgodności z normą BN 918 071-1, EN 13 146, DIN 45673-1. Według opinii Urzędu Transportu Kolejowego nie ma konieczności posiadania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu budowli przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego w zakresie zastosowania podrozjazdnic z wibroizolacją na PKP PKL.

Zastosowanie metody elementów skończonych do modelowania rozjazdów kolejowych z wibroizolacją

Prezentowany model numeryczny wykonano z wykorzystaniem metody elementów skończonych w układzie trójwymiarowym.

Analizę przeprowadzono dla rozjazdu typowego dla linii kolejowych, będącego rozjazdem typu zwyczajnego prawostronnego.

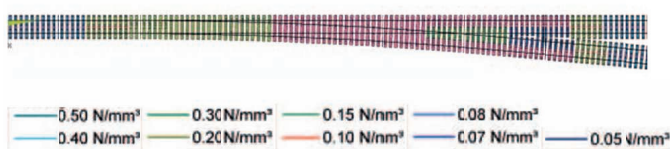
Model obejmował zastosowanie izolacji antywibracyjnej w celu ujednoczenia sztywności konstrukcji rozjazdu zmniejszając różnice, pomiędzy odcinkiem szlakowym toru a rozjazdem. Dodatkowo wibroizolacja zmniejsza degradację górnej warstwy podsypki tłuczniowej, w wyniku stabilnego osadzenia ziaren tłucznia w warstwie elastycznej [4].

Analizie poddano dziewięć typów izolacji antywibracyjnej zalecanej do stosowania na liniach kolei niemieckich zgodnie z normą BN 918 145 – 01. Przyjęto sztywności podkładek antywibracyjnych od typu miękkiego 0.05 N/mm³ do twardej 0.50 N/mm³ Schemat modelu badawczego podpowiada układowi przedstawianemu na rys 6.

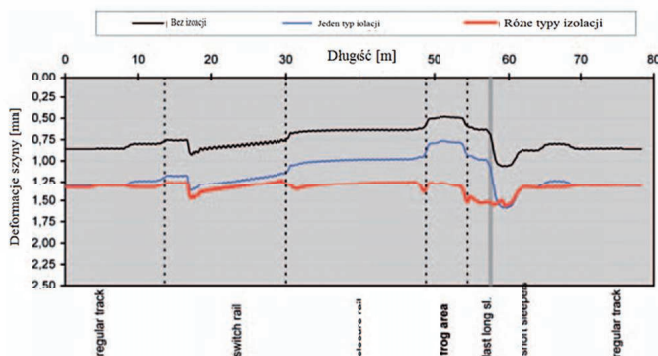
Analizując naprężenia pionowe metodą elementów skończonych przedstawiono wyniki na rys. 7. Badania przeprowadzono dla dziewięciu typów izolacji antywibracyjnej, analizując zmiany naprężeń w rozjeździe w zależności od sztywności materiału wibroizolacyjnego.

Wyniki pomiarów deformacji szyn w rozjeździe przedstawiono na rys. 8 w zależności od parametrów wibroizolacji zamodelowanej na spodniej powierzchni podrozjazdnic. Analizowano między innymi deformacje pionowe szyny na długości rozjazdu porównując z odcinkiem dojazdowym toru rys. 8.

Zaprezentowane wyniki badań wykazują nieliniową zmienność pracy rozjazdu przy zastosowaniu wibroizolacji. Dla sztywności podkładki wibroizolacyjnej pod podkładem wynoszącej 0,5 N/mm³ (sztywnej) przysto



9. Lokalizacja różnych typów wibroizolacji w podrozjezdnicach na długości rozjazdów [6]



10. Wyniki badań numerycznych wpływu zastosowania izolacji antywibracyjnej w podrozjezdnicach na długości toru na deformacje pionowe szyny [6]

deformacji na całej długości jest jednorodny i wynosi od 0,35 do 0,62 mm. W przypadku podkładek o sztywności 0,05 N/mm³ (miękkich) deformacje zmieniają się od 1,23 mm do 2,70 mm.

Najkorzystniejszy efekt uzyskano dla stałej sztywności rozjazdu na długości uwzględniając odcinek toru dojazdowy i zjazdowy przy zastosowaniu na długości rozjazdów różnych typów wibroizolacji w zależności od strefy. W wyniku zastosowania różnych typów wibroizolacji uzyskano całkowitą różnicę w przemieszczeniu szyny na długość rozjazdu rzędu 0,25 mm rys. 9.

W modelu rozjazdu w celu uzyskania najefektywniejszego wpływu izolacji antywibracyjnej na jednorodność deformacji szyn w rozjeździe i na odcinkach dojazdowych wprowadzono do konstrukcji podrozjezdnic żelówki sztywności: od 0,05 do 0,5 N/mm³. Schemat lokalizacji typów sztywności izolacji przedstawiono na rys 9.

Następnym etapem pracy było porównanie wyników badań deformacji szyn w rozjeździe bez izolacji antywibracyjnej, z izolacją antywibracyjną o sztywności 0,1 N/mm³ oraz z zastosowaniem równych ty-

pów wibroizolacji o sztywności w zakresie o sztywności od 0,05 - 0,05 N/mm³. Wyniki porównania wpływu zastosowania izolacji antywibracyjnej i jej typu przedstawiono na rys. 10.

Zachowanie równego przyrostu deformacji pionowych w szynach jest ważne w celu zapewnienia prawidłowej pracy mechanizmów ruchomych rozjazdu, powodując równomierną pracę układu. Najmniejsze deformacje występują na szynach krzyżownicy ze względu na usztywnienie samej konstrukcji, powodując konieczność uwzględnienia w doborze izolacji.

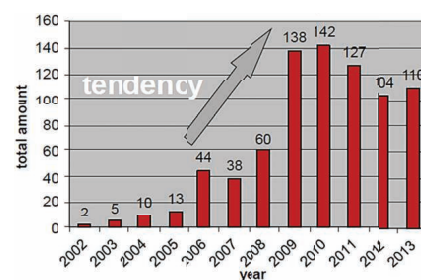
Zapewniając równe wyętnienie materiałów wydłuża się okresy utrzymaniowe rozjazdu. Przy odpowiednim doborze typu izolacji antywibracyjnej, jej wpływ na zmniejszenie różnic deformacji między poszczególnymi elementami rozjazdu wynosi nawet 30 % [72], [34].

Zastosowania podrozjezdnic strunobetonowych z wibroizolacją- Austria, Polska

Na kolejach austriackich pierwsze zastosowanie podrozjezdnic strunobetonowych

z wibroizolacją na spodniej powierzchni miało miejsce w 2001 roku w wyniku badań utrzymaniowych wykazujących pozytywny wpływ zastosowania wibroizolacji. Do 2013 roku zamontowano na kolejach austriackich 800 rozjazdów z wibroizolacją rys. 11.

W Polsce pierwsze zastosowania rozjazdów z wibroizolacją nastąpiło w 2014 roku na stacji Siedlce. Do marca 2015 roku zamontowano łącznie na PKP PLK 8 rozjazdów z wibroizolacją na stacji Siedlce i Międzyrzec typu R500-1:12-60E1 oraz R300-1:12-60E1.



11. Rozjazdy z wibroizolacją na kolejach austriackich [1]

Podsumowanie

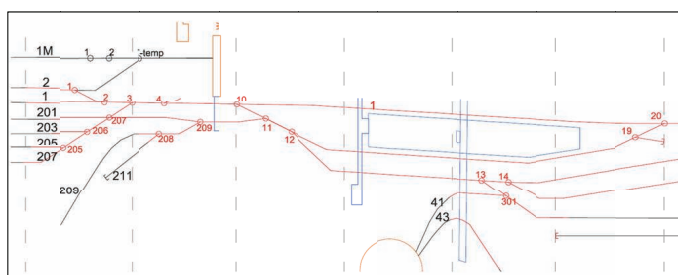
Wibroizolacja na spodniej powierzchni podrozjezdnic strunobetonowych wpływa pozytywnie na pracę konstrukcji rozjazdu, powodując równomierne zużycie w obszarze zwrotnicy, szyn łączących oraz krzyżownicy.

W wyniku równomiernego rozkładania się naprężeń w rozjeździe dzięki zastosowaniu odpowiednio dobranej wibroizolacji dostosowanej do prędkości prowadzonego ruchu, typu obciążenia parametrów geometrycznych rozjazdu, można uzyskać wzrost bezpieczeństwa i redukcję kosztów utrzymaniowych.

Odpowiednio dobrany materiał wibroizolacji na spodniej powierzchni podrozjezdnic wpływa również na redukcję emisji hałasu generowanego w obrzeże linii kolejowej. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bernhard Knoll „Modern technologies in design, construction and maintenance of railway turnouts - Experiences with Turnout Refinements”
- [2] Ewelina Kwiatkowska „Wibroizolacja podkładow kolejowych” Technika Transportu Szynowego, 4/2011
- [3] Ewelina Kwiatkowska „Podkładow strunobetonowych z wibroizolacją – badania in situ” Przegląd Komunikacyjny, 9/2014
- [4] Herald Loy : Körperschall-/Erschütterungs-schutz durch besohlte Schwellen – Wirkung und Grenzen, ETR, 12.2012
- [5] Materiały CDM
- [6] Materiały Getzner
- [7] Materiały Track Tec



12. Schemat stacji Siedlce, rozjazdy z wibroizolacją typu CDM I-10b nr 1, 2, 3, 4, 10, 20 [7]