

# Sprężyste systemy przytwierdzeń do podkładów strunobetonowych – porównanie cech eksploatacyjnych systemów przytwierdzeń typu SB oraz W14

## Fastening systems to concrete sleepers – comparison of the operating characteristics of fastening systems SB and W14



**Łukasz Chudyba**

Dr inż.

Politechnika Krakowska, Wydział  
Inżynierii Lądowej, Instytut  
Inżynierii Drogowej i Kolejowej,  
Katedra Infrastruktury Transportu  
Szynowego i Lotniczego

lchudyba@poczta.onet.pl

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono analizę porównawczą najważniejszych cech eksploatacyjnych systemów przytwierdzeń typu SB oraz W14. Przedstawiono przegląd stosowanych sprężystych systemów przytwierdzeń do podkładów strunobetonowych. Opisano syntetycznie wyniki badań laboratoryjnych przeprowadzonych zgodnie z obowiązującymi normami europejskimi serii PN-EN 13481 i PN-EN 13146 oraz omówiono inne cechy eksploatacyjne, takie jak: możliwość regulacji szerokości toru, regulacji naprężeń, wprowadzenia poszerzenia toru oraz zagadnienie kompletowania całego węzła przytwierdzenia w zakładzie produkującym podkłady.

**Słowa kluczowe:** System przytwierdzenia SB; System przytwierdzenia W14; Badania laboratoryjne systemów przytwierdzeń; Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności

**Abstract:** The paper presents a comparative analysis of the most important operating characteristics of fastening systems type SB and W14. A review of the applied elastic fastening systems for concrete sleepers was shown. The results of laboratory tests carried out in accordance with the applicable European standards PN-EN 13481 and EN 13146 series have been described synthetically and other operational characteristics such as track gauge regulation, stress control, possibility of track extension and complete of elements of fastening system in the production concrete sleeper plants.

**Keywords:** Fastening system SB; Fastening system W14; Laboratory research of fastening system; Technical Specifications for Interoperability

W pracy przedstawiono analizę porównawczą najważniejszych cech eksploatacyjnych systemów przytwierdzeń typu SB oraz W14. Przedstawiono przegląd stosowanych sprężystych systemów przytwierdzeń do podkładów strunobetonowych. Opisano syntetycznie wyniki badań laboratoryjnych przeprowadzonych zgodnie z obowiązującymi normami europejskimi serii PN-EN 13481 i PN-EN 13146 oraz omówiono inne cechy eksploatacyjne, takie jak: możliwość regulacji szerokości toru, regulacji naprężeń, wprowadzenia poszerzenia toru oraz zagadnienie kompletowania całego węzła przytwierdzenia w zakładzie produkującym podkłady.

Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności 1299/2014 [10] w zakresie podsystemu Infrastruktura systemu kolei w Unii Europejskiej klasyfikuje system przytwierdzenia jako jeden z trzech składników interoperacyjności.

W związku z powyższym przytwierdzenie musi spełniać wymagania ww. rozporządzenia oraz obowiązujących norm europejskich z serii PN-EN 13481 [9] oraz PN-EN 13146 [8]. Takie wymagania umożliwiają ujednoczenie parametrów użytkowych poszczególnych rozwiązań systemów przytwierdzeń oraz zmuszają europejskich producentów do utrzymania wysokich standardów swoich produktów, a co za tym idzie spełnienia oczekiwań użytkowników.

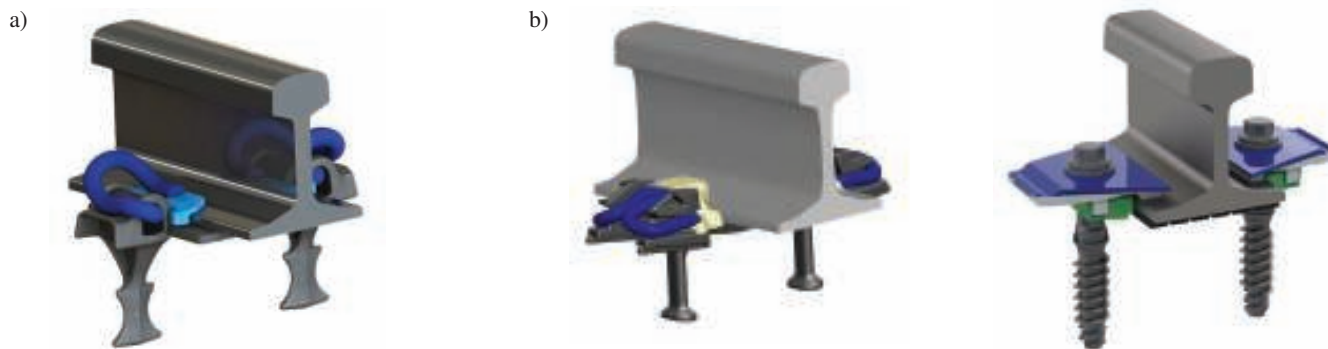
Podstawowym, obecnie stosowanym w Polsce systemem przytwierdzenia do podkładów strunobetonowych jest mocowanie typu SB (rys. 5). koncepcja przytwierdzenia sprężystego typu SB3 powstała w 1979 r. w Centralnym Ośrodku Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa (od 1987 r. Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa i od 2010 r. Instytut Kolejnictwa). W kolejnych latach, po wielu badaniach i

analizach, stwierdzono, iż lepsze parametry posiada łapka SB4, ze względu na mniejsze naprężenia stykowe we wkładce izolacyjnej oraz korzystniejszy stan naprężeń [1]. W chwili obecnej stosowane są modyfikacje systemu przytwierdzenia typu SB z łapkami SB4, SB7 oraz SB8.

Rynki światowe systemów przytwierdzeń zostały zdominowane przez mocowania typu W (rys. 6), e-Clip (rys. 1a) oraz FASTCLIP (rys. 1b).

Na kolejach niemieckich najbardziej rozpowszechnione jest obecnie mocowanie typu W14 z łapką sprężystą typu Skl 14, na kolejach brytyjskich powszechnie stosowane są e-Clip oraz FASTCLIP, natomiast na kolejach francuskich najczęściej spotykanymi są przytwierdzenia sprężyste RN oraz typu Nabla (rys. 2).

W kolejach szwedzkich wprowadzono natomiast system przytwierdzenia typu FIST (rys. 3). System ten obecnie



1. Systemy przytwierdzenia: a) e-clip, b) FASTCLIP. Źródło: [15]

jest stosowany jako standardowy w sieciach kolejowych w Południowej Afryce, Zimbabwe oraz w Australii. W tym rozwiązaniu element przytwierdzający szynę jest nietypowo zamocowany na podkładzie na bocznej jego powierzchni.

W niniejszej pracy porównano szeroko stosowany w Polsce system przytwierdzenia typu SB oraz W14. Przytwierdzenie W14 może stać się rozwiązaniem alternatywnym do SB, ze względu na swoje zalety związane z produkcją, transportem materiału na budowę i parametrami eksploatacyjnymi.

Klasyczna nawierzchnia kolejowa jest układem wielowarstwowym składającym się z szyn, systemów przytwierdzeń, podkładów oraz podsypki. Każda kolejna warstwa posiada większą powierzchnię co powoduje zmianę naprężeń powstałych na styku koła z szyną. Na tor kolejowy działają siły pionowe, poprzeczne oraz wzdłużne. Na rys. 4 przedstawiono układ sił działających na nawierzchnię kolejową.

Dobór systemu przytwierdzenia oraz składowych wchodzących w cały węzeł odgrywa kluczową rolę w poprawnym oraz niezawodnym funkcjonowaniu toru. Konieczne jest stosowanie łapek sprężystych o wymaganej sile docisku oraz przekładek podszynowych o tak dobranej sztywności, aby zminimalizować jej wpływ na degradację podsyp-

ki, a co za tym idzie całej nawierzchni, a także redukcję drgań powstałych na skutek eksploatacji toru kolejowego. Dobór sztywności przekładki powinien zapewnić tłumienie obciążeń dynamicznych. Ze względu na zapewnienie ugięcia szyny na elastycznej przekładce, naprężenia zostają rozłożone na większej liczbie podkładów. Co oznacza, że przekładka podszynowa posiada również możliwość dystrybucji obciążeń.

System przytwierdzenia jest to zbiór wzajemnie współpracujących elementów, które umożliwiają przymocowanie szyny do podpory (w szczególności podkładu) w wymaganym położeniu, pozwalając równocześnie (elastyczny system) na ruch szyny w przewidzianym zakresie (przemieszczenia pionowe, poprzeczne oraz wzdłużne). Warto przypomnieć, że system przytwierdzenia musi spełniać następujące funkcje, tzn. (por. także [6]):

- przenoszenie sił z szyn na element podpierający (np. podkład),
- tłumienie drgań i uderzeń wywołanych ruchem pojazdów szynowych,
- utrzymywanie odpowiedniej szerokości toru,
- utrzymanie odpowiedniego pochylecia poprzecznego szyn,
- zapewnienie odpowiedniego docisku szyny do elementu podpierającego w celu ograniczenia przemieszczeń podłużnych,

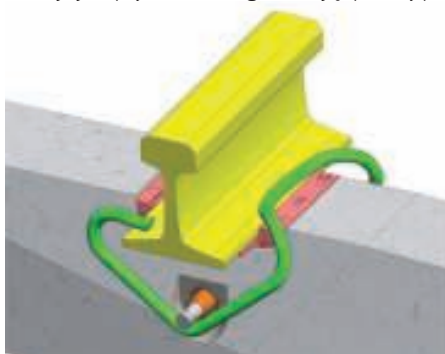
2. Systemy przytwierdzenia typu Nabla. Źródło: [15]

- zapewnienie izolacji elektrycznej między tokami szynowymi,
- zapewnienie odpowiedniej sztywności toru w płaszczyźnie poziomej (odporności na obrót szyny względem podkładu),
- zapewnienie odpowiedniej sztywności toru w płaszczyźnie pionowej (odporności na skręcanie szyny względem osi wzdłużnej).

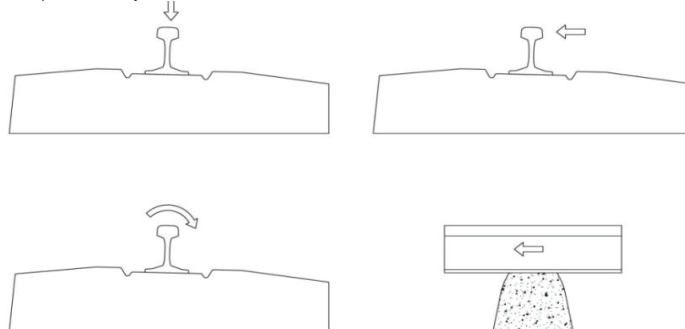
Zgodnie z [10] systemy przytwierdzenia muszą spełniać następujące wymagania normatywne:

- opór podłużny pojedynczego przytwierdzenia musi wynosić co najmniej 7 kN w przypadku kolei konwencjonalnej, natomiast dla kolei dużych prędkości (powyżej 250 km/h) opór podłużny musi być większy niż 9 kN. Wartość ta nie może się zmniejszyć o więcej niż 20 % po 3 000 000 cykli typowego obciążenia na ostrym łuku. Takie same wymagania dotyczą siły docisku w systemie przytwierdzenia.
- sztywność pionowa nie może się zmniejszyć o więcej niż 25 % po efekcie obciążeń powtarzalnych przy 3 000 000 cykli obciążenia oraz odciążenia.

Takie zależności muszą zostać spełnione przy typowym obciążeniu adekwatnym do maksymalnego nacisku na oś, który zgodnie z założeniami projektowymi ma wytrzymać system przytwierdzenia.



3. Systemy przytwierdzenia typu FIST. Źródło: [14]



4. Układ sił działający tor kolejowy. Źródło: [12]

Komplet badań potwierdzających przydatność systemu przytwierdzenia w transeuropejskim systemie kolei zawarta jest w europejskich normach [9,8]. Kompletnie badania obejmują:

- sprawdzenie oporu podłużnego,
- sprawdzenie oporu na skręcanie,
- sprawdzenie tłumienia obciążeń udarowych,
- sprawdzenie sztywności pionowej statycznej systemu przytwierdzenia,
- sprawdzenie sztywności pionowej dynamicznej systemu przytwierdzenia,
- sprawdzenie skutków obciążeń powtarzalnych,
- sprawdzenie rezystancji,
- sprawdzenie skutków trudnych warunków środowiska,
- sprawdzenie siły docisku szyny do podkładu,
- sprawdzenie wpływu tolerancji wymiarowych na szerokość toru,
- sprawdzenie wymiarów gabarytowych,
- sprawdzenie zakotwionych elementów systemu przytwierdzenia.

Po przeprowadzeniu kompletu badań, zgodnie zobowiązującymi przepisami, system przytwierdzenia i jego wszystkie elementy składowe nie mogą wykazywać żadnych zużyć, zarysowań, pęknięć – dotyczy to również elementów zabetonowanych w podkładzie strunobetonowym. Dodatkowo system przytwierdzenia należy tak dobrać, aby zostały spełnione wymagania odnośnie wytrzymałości toru na obciążenie pionowe, poziome oraz wzdłużne.

System przytwierdzenia SB przeznaczony jest do podkładów strunobetonowych typu PS-94, PS-93, PS-83. W skład przytwierdzenia SB wchodzi:

- 2 łapki sprężyste typu SB4, SB7 lub SB8,

- przekładka podszynowa typu np. PKW, PWE, PKV,
- 2 wkładki elektroizolacyjne np. WKW, WIW,
- 2 kotwy typu np. SB3/3, SB3/P, SB3/4 lub inne dopuszczone do stosowania.

Na rys. 6 przedstawiono przykładowy system przytwierdzenia typu W14.

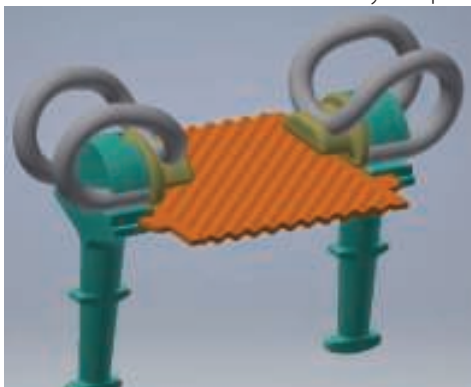
Przytwierdzenie typu W14 zaprojektowano do stosowania na podkładach strunobetonowych, na których odpowiednio uformowano strefą podszynową. Płytką kątową prowadząca Wfp ma zapewnić utrzymanie szyny w wymaganej pozycji, w taki sposób, aby obciążenie było przenoszone bezpośrednio na podkład betonowy w sposób zapewniający ochronę śruby przed zgnaniem oraz ścinaniem. Szyna ułożona jest na elastycznej podkładce podszynowej umieszczonej na powierzchni podkładu. Kształt łapki Skl 14 – przypominający kształt literki W – zapewnia sprężystość systemu oraz wyklucza jej przeciążenie mogące doprowadzić do odkształceń plastycznych. Dodatkowo pętla środkowa zabezpiecza szynę przed przechyleniem. System zabezpiecza również szynę przed nadmiernym obrotem, np. w przypadku ruchu taboru na łukach o małych promieniach poprzez pętlę środkową łapki sprężystej. W ten sposób zapewnia się brak trwałego odkształcenia ramion sprężystych łapki. Łapki w systemie przytwierdzenia W14 mają dwie pozycje usytuowania w przytwierdzeniu w cyklu produkcja - zabudowa. Mocowanie jest montowane w podkładach w tzw. „pozycji montażowej” w zakładzie produkcyjnym, natomiast po ułożeniu ich na podbudowie łapka przesuwana jest na stopkę szyny, a następnie dokręcona z wymaganym momentem. Na rys. 7 pokazano łapkę sprężystą Skl 14

w pozycji montażowej oraz w pozycji właściwej. Zastosowanie rozwiązania śrubowego zapobiega samoistnemu wypinaniu się łapek sprężystych podczas eksploatacji toru.

W 2015 r. w Laboratorium Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Politechniki Krakowskiej przeprowadzono badania węzłów przytwierdzenia SB-TT-K3 oraz SB-TT-K4, a także W14TT/60E1 oraz W14TT/49E1 z podkładem strunobetonowym na zgodność z postanowieniami norm serii PN-EN 13146:2012 oraz PN-EN 13481:2012. Oznaczenia typu „TT” oraz „K3” i „K4” dotyczą producentów kotew i wkładek izolacyjnych, oznaczają one określoną konfigurację wprowadzoną na rynek przez firmę Track Tec. Wyniki tych badań przedstawiono w pracach [1,2] i zestawiono w tab. 1.

Poniżej przedstawimy syntetyczne wyniki, ograniczając się do badań, wykonanych dla szyny 60E1.

1. Obydwa badane systemy przytwierdzeń spełniają wymagania odpowiednich norm. Dotyczy to także innych cech nie uwzględnionych w tab. 1 (np. izolację elektryczną, wpływ trudnych warunków środowiska),
2. Sztywność statyczna i dynamiczna systemu SB jest wyraźnie niższa od W14 – sztywność statyczna, zarówno przed, jak i po obciążeniu cyklicznym badanego systemu SB, jest około 2-krotnie niższa od badanego systemu W14. Jest to spowodowane doбором oraz zastosowaniem przekładki podszynowej o zadanej sztywności statycznej. Zmiana przekładki, która ma dominujący wpływ na sztywność całego układu spowoduje zmianę sztywności węzła przytwierdzenia,
3. Opór podłużny jest większy o oko-



5. Przykładowa konfiguracja systemu przytwierdzenia typu SB.  
Źródło: archiwum własne



6. System przytwierdzenia typu W14. Źródło: archiwum własne

Tab. 1. Wyniki badań laboratoryjnych systemów przytwierdzeń typu SB i W14

Parametry	System przytwierdzenia	
	SB	W14
Sztywność pionowa dynamiczna	61,2 MN/m	100,4 MN/m
Sztywność pionowa statyczna (przed obciążeniem cyklicznym)	41,5 MN/m	86,6 MN/m
Sztywność pionowa statyczna (po obciążeniu cyklicznym)	50,2 MN/m (zmiana <25%)	104,6 MN/m (zmiana <25%)
Opór podłużny (przed obciążeniem cyklicznym)	21,5 kN	14,0 kN
Opór podłużny (po obciążeniu cyklicznym)	18,9 kN (zmiana <20%)	13,2 kN (zmiana <20%)
Siła docisku (przed obciążeniem cyklicznym)	19,8 kN	19,7 kN
Siła docisku (po obciążeniu cyklicznym)	18,3 kN (zmiana <20%)	18,6 kN (zmiana <20%)
Opór na skręcanie	1,15 kNm/1°	1,27 kNm/1°
Tłumienie obciążeń uderowych	49,30%	47,30%

ło 40 – 50% niż w przypadku systemu W14. Należy jednak zwrócić uwagę, iż dzięki temu, że w systemie przytwierdzenia W14 jest możliwość zmiany momentu dokręcenia wkręta mocującego łapkę sprężystą można wpłynąć na siłę docisku. Oba systemy przytwierdzenia spełniają z nadstatkiem minimalne wymagania na opór podłużny i osiągają wartości znacznie większe niż 7 kN,

4. Tłumienie obciążeń uderowych jest porównywalne, a opór na skręcanie, jest korzystniejszy dla systemu W14 – większy o 10% w porównaniu z systemem SB.

Reasumując, można stwierdzić, że mniejsza sztywność pionowa i większy opór podłużny wskazują na pewną przewagę systemu SB. Należy jednak stwierdzić, że zbliżone tłumienie obciążeń uderowych obu systemów i wystarczający opór podłużny systemu W14 pozwalają na stwierdzenie, że obydwa badane systemy pod tym względem są porównywalne.

Sztywność statyczna oraz dynamiczna przekładek podszynowych jest kluczowym parametrem wpływającym na sztywność całego węzła mocującego. W przypadku kolei niemieckich DB AG, sztywność statyczna elastycznej przekładki podszynowej jest równa 50 kN/mm – 70 kN/mm, a sztywność dynamiczna od 50 kN/mm – 130 kN/mm przy częstotliwości 3 Hz – 5 Hz. Na sztywność całej konstrukcji nawierzchni wpływają opór na obrót szyny oraz wartość odwrotna współczynnika sztywności przytwierdzenia, które wykorzystuje się w obliczeniach. [5] Wartość momentu  $M$  będącego rezultatem działania siły pionowej  $Q$  oraz

poprzecznej  $Y$  wylicza się ze wzoru według [5]:

$$M = c_T \cdot \varnothing = \frac{b^2 \cdot c_{stat}}{12} + \frac{c^2 \cdot c_{clip}}{2} \cdot \varnothing$$

gdzie:

$c_T$  - wartość oporu obrotu szyny w przytwierdzeniu [kNcm/°],

$\varnothing$  - kąt obrotu szyny w przytwierdzeniu [°],

$c_{stat}$  - sztywność statyczna przekładki podszynowej [kN/cm],

$c_{clip}$  - sztywność łapki sprężystej [kN/cm],

$b$  - szerokość przekładki podszynowej [cm],

$c$  - odległość między łapkami sprężystymi [cm].

Wartość oporu poprzecznego systemu przytwierdzenia będącego konsekwencją działania siły poprzecznej obliczamy ze wzoru według [5]:

$$H = c_H \cdot s_2$$

gdzie:

$c_H$  - odwrotna wartość sztywności [kN/mm]

$s_2$  - poziome przemieszczenie stopki szyny względem podkładu

Wartość reakcji pionowej wyliczamy ze wzoru według [5]:

$$F_z = C_z \cdot z = (c_{stat} - 2 \cdot c_{clip}) \cdot z$$

gdzie:

$c_z$  - pionowa sztywność systemu przytwierdzenia [kN/cm],

$z$  - sprężystość pionowa [cm].

Na rys. 8 przedstawiono schemat działania sił na węzeł mocujący.

Norma 13481-1 proponuje podział przekładek podszynowych na nastę-

pujące grupy:

- przekładki miękkie sztywność < 80kN/mm,
- przekładki średnie sztywność 80 – 150 kN/mm,
- przekładki twarde sztywność ≥ 150 kN/mm.

W tab. 2 przedstawiono parametry sztywności statycznej oraz dynamicznej w zależności od temperatury stosowanych przekładek podszynowych w sieci DB Netz.

Zgodnie z Rozporządzeniem [11] nominalna szerokość toru na prostej, mierzona między wewnętrznymi krawędziami główek szyn tworzących tor, na wysokości 14 mm poniżej górnej powierzchni tocznej szyn wynosi 1435 mm. Ze względu na zastosowanie łuków o promieniach poniżej 250 m zgodnie z [11] konieczne jest zaprojektowanie poszerzeń szerokości toru. Poszerzenia wykonywane są w celu ułatwienia wpisywania się pojazdów szynowych w łuk.

Poszerzenie toru wykonuje się przez odsunięcie szyny wewnętrznej w kierunku środka łuku. Przejście od szerokości nominalnej do zwiększonej należy zrealizować na długości krzywej przejściowej. Stosując podkłady strunobetonowe niezbędne jest zastosowanie takich rozwiązań, aby regulacja była możliwa w systemie przytwierdzenia. Aby zrealizować takie poszerzenie, w systemie SB należałoby zmienić miejsca położenia kotew systemu przytwierdzenia w podkładzie już na etapie jego produkcji. Do tego konieczne byłoby wykonanie zestawu dodatkowych form oraz nadzorowanego procesu produkcyjnego dedykowanych podkładów na konkretny, indywidualnie projektowany łuk. Zdecydowanie prostszym rozwiązaniem jest więc dobór ruchomych elementów wchodzących w skład systemu przytwierdzenia. Niestety w systemie przytwierdzenia SB jest to możliwe w ograniczonym zakresie. Zgodnie z [13] w celu regulacji szerokości toru stosuje się wkładki elektroizolacyjne WKW 60-G. Wkładki te są większe od tradycyjnie stosowanych elementów WKW 60 o 2 mm, a więc w systemie przytwierdzenia SB możliwe jest poszerzenie/zawężenie toru maksymalnie o 4 mm ze skokiem 2 mm. W związku z powyższym nie jest możliwe

zastosowanie podkładów strunobetonowych z mocowaniem SB na łukach o promieniu mniejszym niż 250 m.

W przypadku systemu przytwierdzenia typu W14 regulację wykonuje się przy zastosowaniu płytek kątowych Wfp o różnych wymiarach. Dzięki zastosowaniu płytek kątowych możemy zmienić szerokość toru poprzez zawężenie oraz poszerzenie do 10 mm.

W przypadku wykonania toru, na którym stwierdzono odchyłki dopuszczalnej szerokości, to przed przystąpieniem do jej regulacji konieczne jest ustalenie przyczyny problemu. Jeżeli powodem odchyłki nie jest zużycie szyn, spływ stali szynowej czy też trwałej deformacji szyn, konieczna jest zmiana szerokości w systemie przytwierdzenia. W przypadku podkładów drewnianych możliwa jest zmiana położenia płyty żebrowej. Jeżeli weźmiemy pod rozwagę podkłady strunobetonowe z mocowaniem SB, to takie działania, jak już wspomniano, są bardzo ograniczone, a w przypadku mocowania W14 poszerzenie łatwo realizuje się poprzez wymianę przekładek kątowych w sposób przedstawiony na rys. 9.

W celu uzyskania jednakowej temperatury neutralnej w obu tokach szynowych w torach bezстыkowych wykonuje się zabieg regulacji sił podłużnych. Regulację sił podłużnych przeprowadza się przy wykorzystaniu jednej z trzech następujących metod: swobodnego wyrównania (przy prowadzeniu robót w przedziale temperatury neutralnej), termiczną (przy zastosowaniu urządzeń grzejnych, których zadaniem jest podgrzanie szyn do żądanej tem-

**Tab. 2.** Parametry sztywności statycznej oraz dynamicznej w zależności od temperatury stosowanych przekładek podszytowych w sieci DB Netz [3]

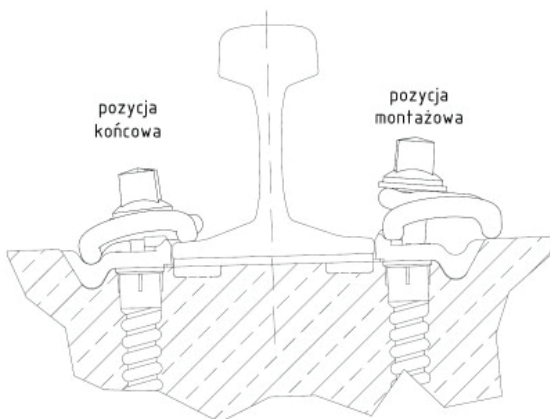
	$c_{stat}$ [kN/mm]		$c_{dyn}$ [kN/mm]		
	25°C	-30 - +70°C	25°C, 5 - 30 Hz	-30 - +70°C, 10 Hz	25°C, 100 - 2000 Hz
Zw700a	53	51-64	71-77	182-63	80-275
Zw900a	56	53-68	75-83	179-68	-
Zwp104NT	23	22-25	28-29	47-25	-
Zwp104NT	27	26-29	40-42	36-63	-
Zw1000NT	42	42-41	57-61	56-91	-

peratury), naciągu (przy zastosowaniu naprężaczy szynowych). [4] Niezależnie od zastosowanej technologii podczas zabiegu regulacji przytwierdzenia szyn jest konieczność odpięcia łapek sprężystych systemów przytwierdzeń. O ile w przypadku systemu przytwierdzenia W14 wystarczające jest odkręcenie śruby mocującej łapkę sprężystą i ustawienie jej w pozycji montażowej, to w przypadku przytwierdzenia typu SB konieczne jest zdemontowanie całego systemu. Należy zwrócić uwagę, iż w przypadku łapek sprężystych typu SB dopuszcza się maksymalnie od 3 – 5 (w zależności od typu łapki) odpięć i ponownych zapięć. Większa ilość cykli może spowodować jej częściową deformację, która spowoduje utrudnienie w kolejnym zapięciu łapki w kotwie. Takiego niekorzystnego efektu nie ma w przypadku przytwierdzenia W14, gdzie jest możliwość wielokrotnego odkręcania i zakręcania śruby.

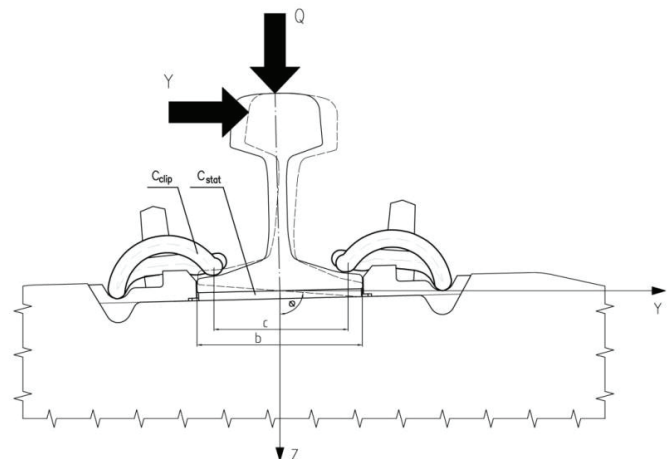
System przytwierdzenia w świetle obowiązujących przepisów [10] uznany jest jako jeden ze składników interoperacyjności. Musi on spełniać wymagania odnośnie wytrzymałości toru na przykładane obciążenie, minimalnego oporu podłużnego, a także nie powinien wykazywać zmian po obciążeniach

cyklicznych. Analizowane w niniejszej pracy systemy przytwierdzeń pod względem parametrów wytrzymałościowych oraz innych cech spełniają wymagania normatywne przewidziane dla składnika interoperacyjności. W celu wprowadzenia do obrotu konieczne jest przeprowadzenie pełnych badań i wystawienie deklaracji zgodności WE. Podmiotem odpowiedzialnym za to mogą być: producent, dystrybutor, kompletator.

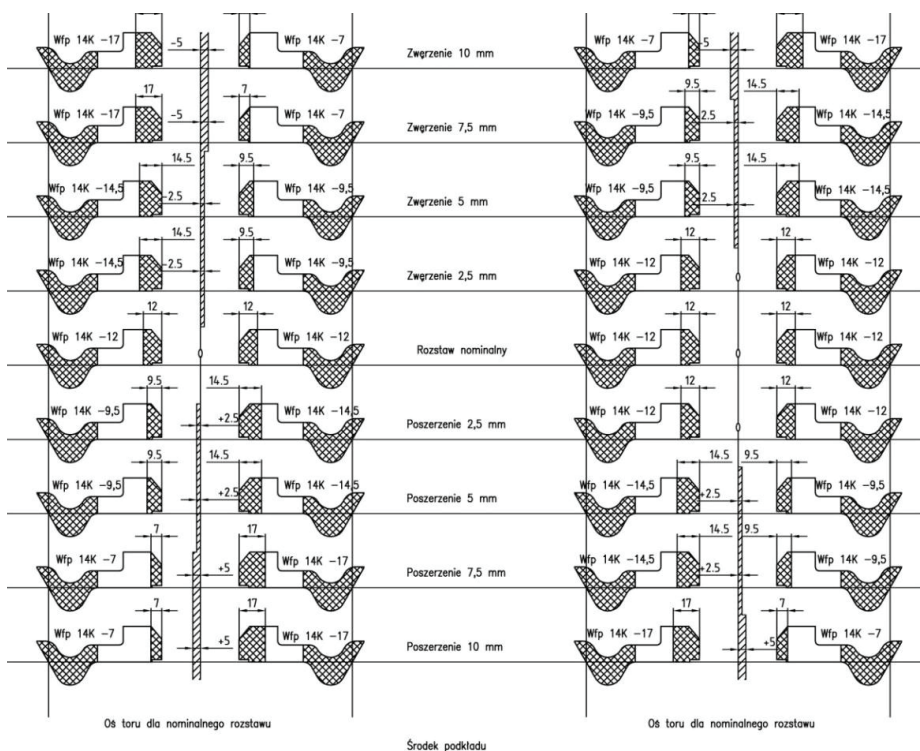
W przypadku niektórych konfiguracji systemu przytwierdzenia producentów jednego systemu de facto jest wielu, gdyż elementy składowe często pochodzą z różnych źródeł. Niemożność wykonania montażu wstępnego skutkuje tym, że elementy systemu przytwierdzenia są wysyłane osobno do odbiorcy. Takich trudności nie doświadczamy w przypadku systemu przytwierdzenia W14, gdyż całe mocowanie jest zamontowane w zakładzie produkcyjnym podkładów strunobetonowych i w komplecie z podkładem dostarczone na miejsce budowy. Na tej podstawie łatwo jest zidentyfikować elementy bez ryzyka montażu elementów, które zostały zakupione przez wykonawcę robót torowych z niekwalifikowanych źródeł. W pracy przedsta-



7. Sposób montażu łapki sprężystej Skl 14 w mocowaniu W14.  
Źródło: archiwum własne



8. Schemat działania sił poprzecznej oraz pionowej na węzeł mocujący.  
Źródło: [5]



9. Płytki kątowe do systemu przytwierdzenia W 14 z możliwością regulacji Źródło: archiwum własne

wiono porównanie dwóch systemów przytwierdzeń: typu SB i W14. Można stwierdzić ogólnie, że oba systemy te są porównywalne. Jednakże:

- na korzyść systemu SB z przekładką podszynową typu PKW PUR przemawia duże rozpowszechnienie w Polsce,
- mniejsza sztywność pionowa systemu przytwierdzenia typu SB, a większy opór podłużny, a co za tym idzie rozkład obciążenia na większą liczbę podkładów i mniejsze obciążenie podsypki kolejowej spowodowane jest zastosowaniem przekładki podszynowej o zdecydowanie mniejszej sztywności. W związku z powyższym należy tak dobrać przekładkę podszynową, aby spełniać wymagania zadane przez Zarządcę Infrastruktury w zakresie ugięcia szyny oraz podkładu w torze kolejowym,
- na korzyść systemu W14 przemawia łatwa zmiana szerokości toru, wielokrotnego przytwierdzenia i luzowania szyn, a przede wszystkim możliwość zmontowania wszystkich jego elementów w pozycji transportowej i dostarczenia na budowę kompletnie uzbrojonych podkładów.

Istotna różnica w sztywności pionowej związana jest z różną sztywnością prze-

kładek podszynowych PKW i Zw, stosowanych klasycznie w PKP PLK i DB. Na kolejach zagranicznych stosowane są przeważnie większe sztywności nawet powyżej 300 kN/mm (DB). Przekładki miękkie – 100 kN/mm stosuje się na liniach o wyższych prędkościach, ponieważ cechują się lepszym tłumieniem wyższych częstotliwości. W porównaniu z przekładkami krajowymi PKW są one jednak znacznie twardsze. Uważa się za niezbędne, aby Zarządca narodowej infrastruktury kolejowej – PKP PLK zdefiniował zakres sztywności systemu przytwierdzenia w zależności od przeznaczenia linii. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Badania węzłów przytwierdzenia typu SB-TT-K3 oraz SB-TT-K4 do podkładu strunobetonowego zgodnie z normami serii PN-EN 13146:2012 oraz PN-EN 13481:2012. Sprawozdanie z badań Instytutu Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Politechniki Krakowskiej, Kraków, grudzień 2015.
- [2] Badania węzłów przytwierdzenia typu W14TT/60E1 oraz W14TT/49E1 do podkładu stru-

nobetonowego zgodnie z normami serii PN-EN 13146:2012 oraz PN-EN 13481:2012. Sprawozdanie z badań Instytutu Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Politechniki Krakowskiej, Kraków, grudzień 2015.

- [3] Doll A. Die Schienenbefestigung bei der Deutschenbahn, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 1/1965, str. 2-5.
- [4] Kędra Z., Technologia robót torowych, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015.
- [5] Lichtberger B., Track Compendium, DW Media Group GmbH, Hamburg 2011.
- [6] Lipko C. Systemy przytwierdzeń sprężystych – przegląd, wymagania, badania. Infraszyn 2009. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom 2009, str. 216 – 240.
- [7] Oczykowski A., Badania i rozwój przytwierdzenia sprężystego, Problemy Kolejnictwa – Zeszyt 150, Warszawa 2010, str. 121 – 156.
- [8] PN-EN 13146 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń.
- [9] PN-EN 13481 Kolejnictwo -- Tor -- Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń.
- [10] Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej.
- [11] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie, z nowelizacją z roku 2014.
- [12] Tzanakakis K., The Railway Track and Its Long Term Behaviour, Springer 2013.
- [13] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Elementów z tworzyw sztucznych stosowanych do nawierzchni kolejowych nr ILK2-5185/1/2000.
- [14] [www.infraset.com/products/rail-fastening-systems/fist-clip](http://www.infraset.com/products/rail-fastening-systems/fist-clip) z dnia 27.03.2017.
- [15] [www.pandrol.com](http://www.pandrol.com) z dnia 27.03.2017.