

Montaż strunobetonowych podkładów kolejowych w torze

Wytyczne



Cel dokumentu

Dokument stanowi wytyczne producenta dotyczące instalacji strunobetonowych podkładów w torze kolejowym. Daje podstawową wiedzę o funkcji, budowie oraz wymaganiach dotyczących strunobetonowych podkładów kolejowych.

Dokument nie zastępuje instrukcji pracy, kontroli jakości i odbiorów niezbędnych na danych stanowiskach pracy przedsiębiorstw budownictwa kolejowego.

1. Wstęp

Funkcja podkładów kolejowych

Podkłady kolejowe są to belki o precyzyjnie zdefiniowanej geometrii, których zadaniem jest:

- Pozycjonowanie toru kolejowego
- Mocowanie szyn
- Zapewnienie odpowiedniej szerokości toru
- Przenoszenie i dystrybucja sił pochodzących od taboru w kierunku pionowym, bocznym i wzdłużnym

Podstawowe właściwości podkładów kolejowych decydują o trwałości toru i bezpieczeństwie ruchu kolejowego. Prześwit toru normalnego wynosi 1435 mm, szerokiego (np. Polska LHS, obszary przygraniczne, Litwa, Łotwa) - 1520 mm¹, a odchylenie od tej wielkości w przypadku nowego toru nie powinno przekraczać ± 2 mm. Oznacza to wysokie wymagania co do stałości wymiarów geometrycznych, w całym okresie eksploatacji podkładu.

Na podkłady kolejowe oddziałują zarówno duże siły pionowe jak i poprzeczne. Klasyczna nawierzchnia kolejowa składa się z szyn, przytwierdzeń, podkładów i podsypki z tłuczni. Typowy odstęp pomiędzy podkładami wynosi 0.6 m. Szyny do podkładów przytwierdzone są za pomocą mocowań zapewniających przewidziane normami właściwości mechaniczne oraz izolację elektryczną. Typowe mocowanie w Polsce to system SB (z kolejnymi jego odmianami SB-3, SB-4, SB-7, SB-8). Stosowane są również inne systemy mocowania, z których najbardziej rozpowszechnionym jest mocowanie W (W-14, W21). Konstrukcja podtorza, tłuczeń wraz z podkładami, musi zapewnić odpowiednią sztywność ramy toru we wszystkich kierunkach – odporność na szybko zmieniające się siły wywołane przez jadący tabor kolejowy, oddziałujące wzdłuż osi toru (hamowanie i przyspieszenie), przemieszczenia boczne jak i siły prostopadłe do toru.

Monoblokowe strunobetonowe podkłady kolejowe

Podkład strunobetonowy jest elementem nośnym wykonanym z jednolitego bloku betonowego, zbrojonym za pomocą stalowych cięgien.

Beton jest materiałem posiadającym tę własność, że jego wytrzymałość na rozciąganie jest znacznie mniejsza niż na ściskanie (8-12 krotnie). Kombinacja stali, posiadającej dużą wytrzymałość na rozciąganie, z betonem o dużej wytrzymałości na ściskanie w konstrukcjach ze strunobetonu pozwala na wykorzystanie zalet obu materiałów przy wytwarzaniu prefabrykatów. Aby zatem wytworzyć odpowiednią wytrzymałość na rozciąganie w betonowym elemencie nośnym wykonuje się sprężenie betonu.

Sprężenie jest celowym wprowadzeniem w konstrukcję sił, które wywołują przed jej użytkowaniem stan naprężeń przeciwny do naprężeń wywołanych obciążeniami przenoszonymi przez tę konstrukcję.

Podczas projektowania podkładów strunobetonowych uwzględnia się własności betonu dostosowując kształt podłużnego przekroju podkładu do spodziewanego przebiegu obwiedni momentów zginających, i tak aby pochylenie powierzchni bocznych ułatwiało rozformowanie w procesie produkcji.

¹ możliwe również są inne szerokości (1668, 1600, 1000 mm)

Powierzchnie boczne odgrywają także istotną rolę w osiągnięciu wymaganych oporów na przemieszczanie się podkładu w kierunkach – wzdłuż osi toru i bocznym. Powierzchnia podparcia podkładu ma istotne znaczenie dla przenoszenia sił pionowych.

Zbrojenie sprężające w przekrojach poprzecznych podkładu jest tak rozmieszczone, aby siła sprężająca przekazana na beton zabezpieczała strefy rozciągane podkładu.

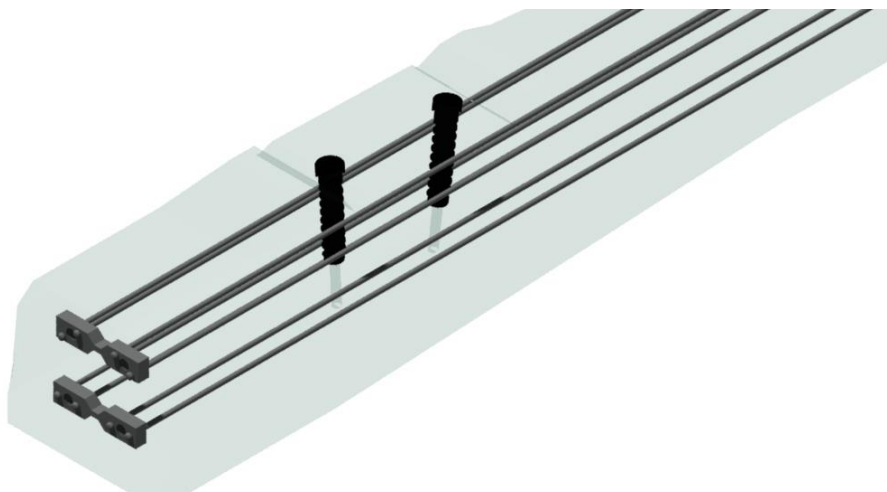
Jako przykład podkładu strunobetonowego pokazano na rysunku 1a podkład PS-94, a na rysunku 1b czoło podkładu B70. Trójwymiarowy rysunek wykonano w taki sposób aby umożliwić spojrzenie do wnętrza podkładu, uwidoczniając zbrojenie sprężające.

Zbrojenie sprężające wykonane jest z dwóch pakietów. Każdy pakiet składa się z 4 gładkich stalowych prętów z nałożonymi na ich końce płytkami oporowymi. Pręty na swoich końcach posiadają główki uformowane na zimno.

W czasie produkcji podkładów wykonuje się naciąg zbrojenia siłą 360 kN, zapewniając odpowiednią wytrzymałość podkładu na momenty gnące. Po stwardnieniu betonu, gdy jego wytrzymałość na ściskanie osiągnie wymaganą wartość minimum 45 MPa następuje zwolnienie naciągu, co powoduje przeniesienie sił na beton i jego sprężenie. Taki sposób sprężania (sprężenie mechaniczne) zapewnia trwałość i niezawodność podkładu przez minimum 40 lat.



Rysunek 1a. Podkład strunobetonowy PS-94 z uwidocznionym zbrojeniem sprężającym



Rysunek 2b. Czoło podkładu B70 z widocznym zbrojeniem sprężającym oraz dyblami mocowania W14.

Na życzenie klienta podkłady mogą być dostarczane z podporami sprężystymi zwanymi potocznie żelówkami (ang. USP – under sleeper pad, niem. Sohle)

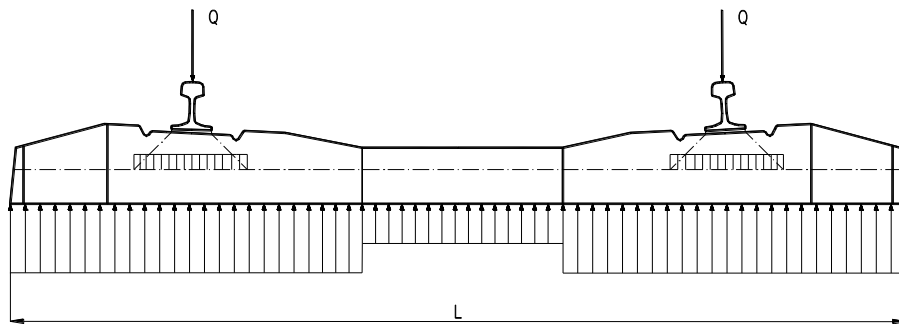
2. Współpraca podkładów strunobetonowych z podsypką

Na rysunku 2 pokazano podkład, na który działają pionowe siły pochodzące od kół pojazdów kolejowych – symbolicznie oznaczonych jako „Q”.

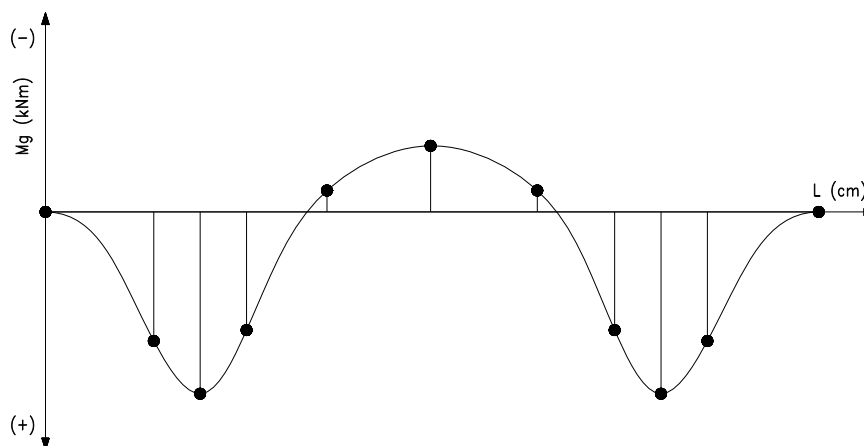
Momenty zginające

Na podkład działają dwie siły skupione Q przy założeniu ciągłego oparcia podkładu o podsypkę na całej długości z tym, że nośność podsypki w części podszynowej jest dwa razy większa na skutek zagęszczenia podsypki.

Analizując przebieg momentów zginających rys.3. od sił zewnętrznych należy zauważyć, że zachowana jest pewna prawidłowość: - w przekroju podszynowym moment zginający jest dodatni powodujący rozciąganie dolnej powierzchni podkładu oraz ściskanie górnej powierzchni podkładu, - w przekroju środkowym moment zginający jest ujemny powodujący rozciąganie górnej powierzchni podkładu oraz ściskanie dolnej powierzchni podkładu.



Rysunek 3. Prawidłowe podparcie podkładu kolejowego. Oddziaływanie sił.



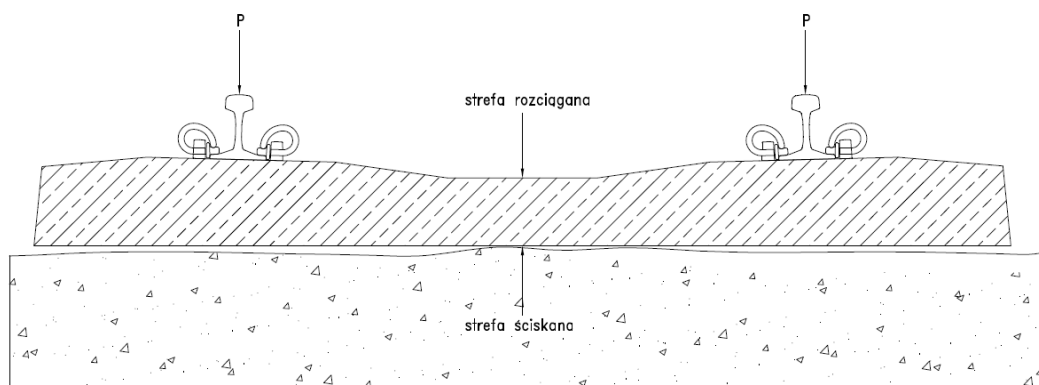
Rysunek 4. Przebieg momentów zginających w podkładzie kolejowym o długości L.

PKP PLK w swoich standardach technicznych² formułuje następujące wymagania:

- dla części podszytowej: $F_{r0.05} > 300$ kN
- dla części środkowej podkładu (łącnika) w pozycji odwróconej $F_{crn} > 50$ kN

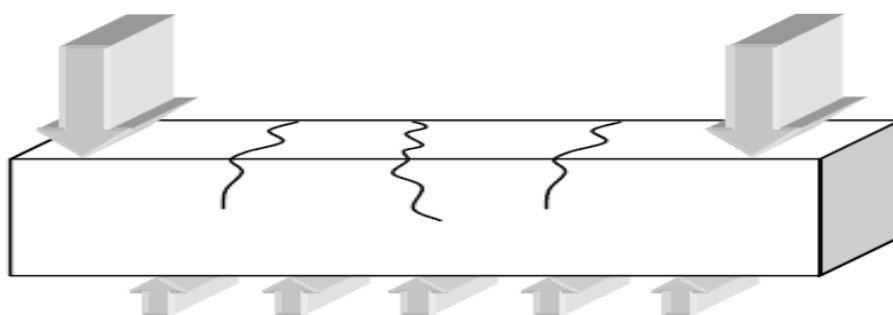
Porównując moment zginający w części podszytowej z ujemnym momentem gnącym zauważamy, że podkład nie jest przystosowany do przenoszenia sił poprzez łącznik. Wymagane jest zatem staranne podbicie toru tak aby podkład był podparty pod częściami do których mocowane są szyny.

Na rys.4. pokazano przykład nieprawidłowego montażu podkładu w torze. Przesadnie uwidoczniono, że podkład opiera się o łącznik – część środkową, która nie jest odpowiednio wytrzymała na momenty zginające.



Rysunek 5. Schemat nieprawidłowo podbitego toru kolejowego.

Efektom takiej sytuacji może być pękanie podkładu w części górnej, pokazano to schematycznie na rysunku 5.



Rysunek 6. Skutki złego podparcia (podbicia) podkładu kolejowego na przykładzie belki betonowej

Na rysunku 6 pokazano podkład w którym po przejeździe taboru pojawiły się w części środkowej regularne rysy. Podkład został źle zainstalowany w torze kolejowym.

² Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Podkładów i Podrozdnic Strunobetonowych, WTWiO ILK3a-5187/01/05

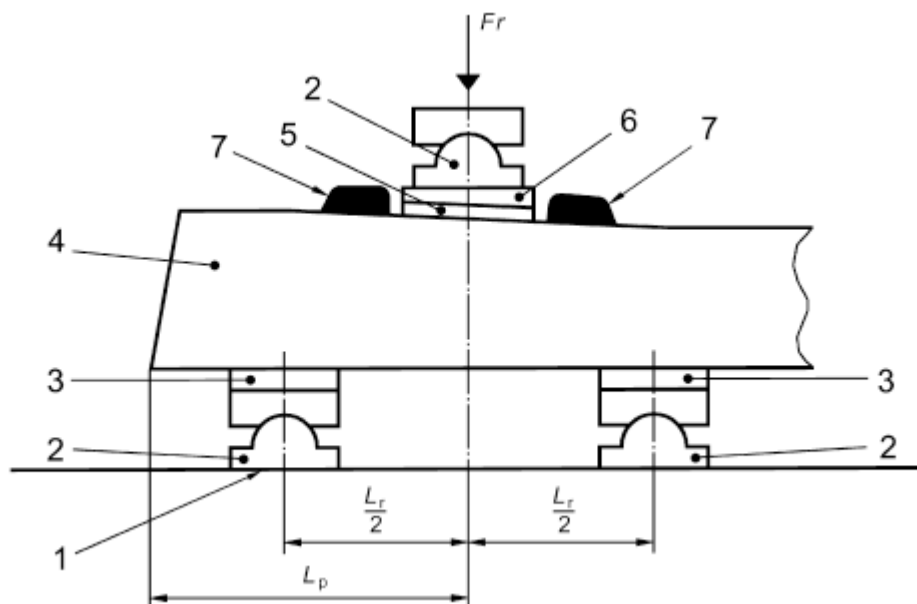


Rysunek 7. Uszkodzony podkład kolejowy na skutek przeciążenia w części środkowej – wyraźnie widać regularne, symetryczne zarysowania.

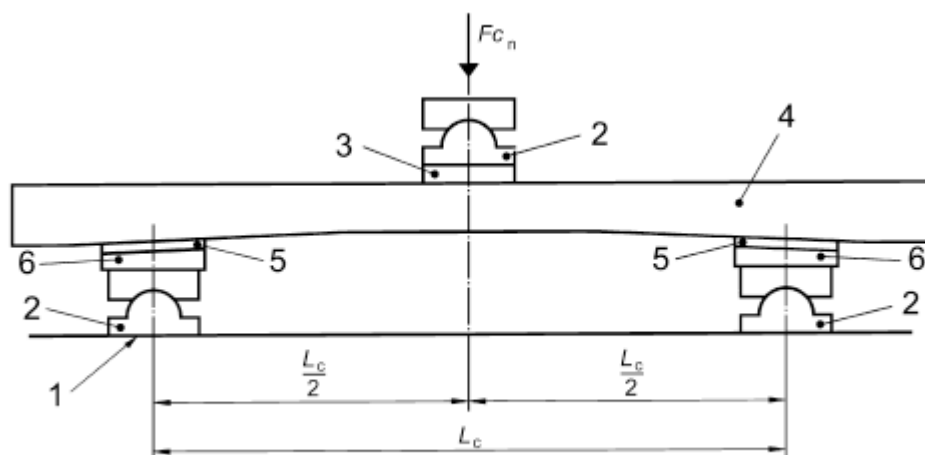
3. Badania laboratoryjne podkładów strunobetonowych

W celu sprawdzenia czy produkowane podkłady spełniają wymagania poddaje się ustaloną próbkę statystyczną wyprodukowanych w danej partii podkładów badaniom niszczącym.

Na rysunkach 7 i 8 pokazano podstawowe schematy obciążeń w celu określenia rysoodporności części podszytowych rys.7 oraz w części środkowej w pozycji odwróconej rys. 8.



Rysunek 8. Badanie rysoodporności w części podszykowej [źródło: EN-13230-2]



Rysunek 9. Badanie wytrzymałości na ujemny moment gnący [źródło: EN-13230-2]

4. Zalecenia instalacyjne

- Należy dbać o prawidłowe posadowienie podkładu – zagęszczenie podsypki w częściach podszytowych – podkład musi być podparty jak to przewidziano w projekcie
- Niewłaściwym jest podparcie podkładu w części środkowej. Przejazd taboru po torze źle podbitym może skutkować pojawieniem się regularnych pęknięć na podkładach jak to pokazano na przykładzie - rys.6. Pęknięcia tego rodzaju nie są spowodowane korozją chemiczną!
- Zarysowania spowodowane przeciążeniem podkładu w części środkowej będą się z czasem powiększać w szczególności po okresach zimowych, w wyniku wielokrotnego zamrażania wody w szczelinie rysu a następnie rozmrażania lodu . Uszkodzone w ten sposób podkłady muszą zostać wymienione.