



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Warunki techniczne wykonania i odbioru szyn kolejowych staroużytecznych uzyskanych przez regenerację, reprofilację oraz zgrzanie w zakładach stacjonarnych - Wymagania i badania Id-107

Warszawa, 2010 rok

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala Biuro Dróg Kolejowych

ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

tel. 22 47 335 12

www.plk-sa.pl, e-mail: ilk@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych, całości lub części instrukcji, bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione.

Spis treści

1. PRZEDMIOT WARUNKÓW TECHNICZNYCH	3
2. ZAKRES STOSOWANIA WARUNKÓW TECHNICZNYCH.....	3
3. KWALIFIKOWANIE SZYN DO REGENERACJI.....	3
3.1. Kwalifikacja szyn.....	3
3.2. Podział materiałów z odzysku	3
3.3. Znakowanie szyn na szlaku	4
3.4. Kwalifikowanie szyn do regeneracji bez reprofilacji główki szyny	5
3.5. Kwalifikowanie szyn do regeneracji z reprofilacją.....	6
3.6. Wysyłka szyn przeznaczonych do regeneracji	7
4. PRZYGOTOWANIE SZYN DO REGENERACJI	7
4.1. Oględziny wewnętrzne	7
4.2. Badanie defektoskopowe szyn.....	7
4.3. Pomiar szyn zakwalifikowanych do regeneracji.....	7
4.4. Wycinanie odcinków szyn nie nadających się do zabudowy	8
5. REGENERACJA BEZ REPROFILACJI GŁÓWKI SZYNY	9
6. REGENERACJA Z REPROFILACJĄ GŁÓWKI SZYNY	11
6.1. Reprofilacja główki szyny	11
6.2. Pomiar geometryczny szyn po reprofilacji główki	12
7. PRZEZNACZENIE SZYN ZREGENEROWANYCH PO REPROFILACJI GŁÓWKI – ZGRZEWANIE SZYN	14
7.1. Przeznaczenie szyn zregenerowanych po reprofilacji główki	14
7.2. Zgrzewania szyn po reprofilacji główki	16
7.3. Obróbka wykańczająca obszaru zgrzein i końców szyn po regeneracji.....	17
7.4. Opis badań – wymagania, ocena.....	17
7.5. Znakowanie szyn po regeneracji.....	18
8. BADANIA.....	19
8.1. Badania kwalifikacyjne zgrzein zatwierdzające Producenta	19
8.2. Badania odbiorcze	20
8.3. Zakres badań odbiorczych.....	20
9. ZAŁADUNEK, TRANSPORT I ROZŁADUNEK SZYN ZREGENEROWANYCH PO REPROFILACJI I ZGRZEWANIU	21
10. Normy i dokumenty związane.....	22

1. PRZEDMIOT WARUNKÓW TECHNICZNYCH

Przedmiotem warunków technicznych wykonania i odbioru szyn kolejowych staroużytecznych uzyskanych przez regenerację, reprofilacji i zgrzewanie w zakładach stacjonarnych są wymagania dotyczące zasad:

- kwalifikowania szyn z odzysku w Jednostkach PKP PLK S.A.;
- kwalifikowania szyn do regeneracji oraz reprofilacji;
- prowadzenia procesu regeneracji i reprofilacji;
- prowadzenia procesu zgrzewania;
- kwalifikowania szyn zregenerowanych bez i po reprofilacji;
- prowadzenie procesu kontroli jakości szyn po procesie regeneracji, reprofilacji i zgrzewania.

2. ZAKRES STOSOWANIA WARUNKÓW TECHNICZNYCH

Warunki techniczne stosuje się w Jednostkach PKP PLK S.A. dokonujących klasyfikacji szyn staroużytecznych oraz w Zakładach przeprowadzających regenerację (reprofilacji) oraz zgrzewanie szyn po regeneracji zgrzewarkami stacjonarnymi.

3. KWALIFIKOWANIE SZYN DO REGENERACJI

3.1. Kwalifikacja szyn

Kwalifikację szyn staroużytecznych przeprowadza się zgodnie z [10]. Wskazane jest, aby w kwalifikacji szyn brał udział przedstawiciel Zakładu Regeneracji.

3.2. Podział materiałów z odzysku

Zgodnie z [6] materiały z odzysku dzielą się na:

- materiały staroużyteczne do regeneracji;
- materiały staroużyteczne do regeneracji i reprofilacji
- odpady

Zgodnie z powyższym szyny wybudowane z toru dzieli się na trzy grupy:

Grupa 1: szyny staroużyteczne do regeneracji bez reprofilacji – szyny o profilu: 49E1(S49) i 60E1(UIC60) wytworzone z gatunku stali 900A, R260, St90PA surowe oraz z gatunku stali 350HT, St90PA obrabiane cieplnie*.

Grupa 2: szyny staroużyteczne do regeneracji z reprofilacji główki – szyny o profilu: 49E1(S49), 60E1(UIC60) z gatunku stali 900A, R260, St90PA surowe.

Grupa 3: odpady – szyny o profilu: 49E1(S49), 60E1(UIC60) z gatunku stali 900A, R260, St90PA, St70, St72, surowe oraz szyny z gatunku stali St90PA i 350HT obrabiane cieplnie nie nadające się do ponownego wbudowania w tor, w których nie są spełnione wymagania załącznika 1 oraz w których:

- przeniesione obciążenie brutto oraz zużycia pionowe i boczne przekroczyły wartości graniczne określone w tablicy 5 i 6;
- występują wady wewnętrzne w przekroju poprzecznym;
- długość odcinka pomiędzy sąsiednimi zgrzeinami jest mniejsza niż 6m;
- występują zwichrowania i wygięcia końców szyn ku dołowi;
- na powierzchni główki występują wady kontaktowo-zmęczeniowe typu: squat, head checking, shelling oraz wybuksowania;
- występują pęknięcia w obszarze szyjki szyny;
- grubość szyjki zmniejszyła się więcej niż 2 mm w stosunku do wymiaru nominalnego;
- miejscowe wgłębienia na górnej powierzchni stopki szyny, powstałe wskutek przytwierdzenia szyny do podkładów, przekroczyły 2 mm;
- miejscowe wgłębienie na dolnej powierzchni stopki przekroczyło 1 mm (ocena możliwa po wybudowaniu szyn z toru).

* dla szyn obrabianych cieplnie obowiązują zasady zapisane w załączniku 4.

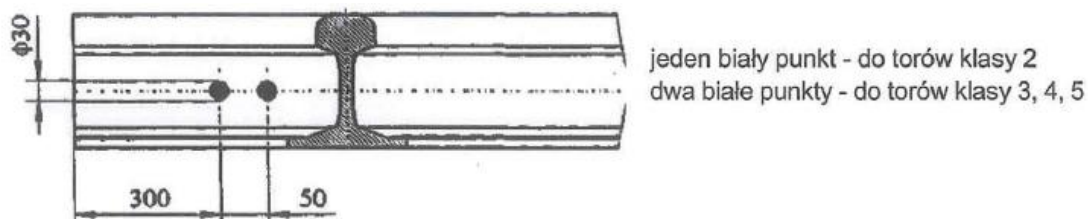
Uwaga: Gatunki i oznaczenia stali szynowej podaje załącznik 3.

3.3. Znakowanie szyn na szlaku

Znakowanie szyn z odzysku zakwalifikowanych do grupy 1, grupy 2 i grupy 3 przedstawiono na rysunku 1.

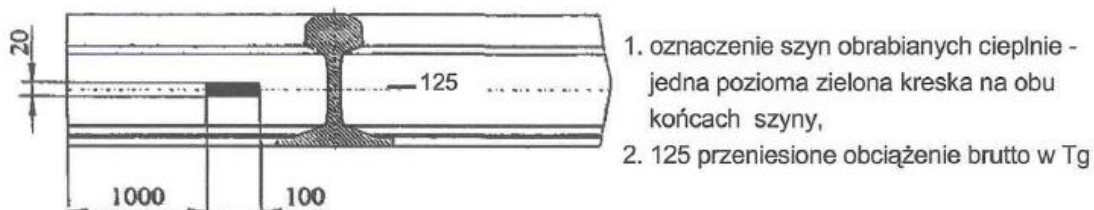
Grupa 1

- szyny w stanie surowym do ponownego użycia w torze po regeneracji bez reprofilacji główki.



jeden biały punkt - do torów klasy 2
 dwa białe punkty - do torów klasy 3, 4, 5

- szyny obrabiane cieplnie mogą być wbudowywane w tor na zasadach zapisanych w załączniku 4



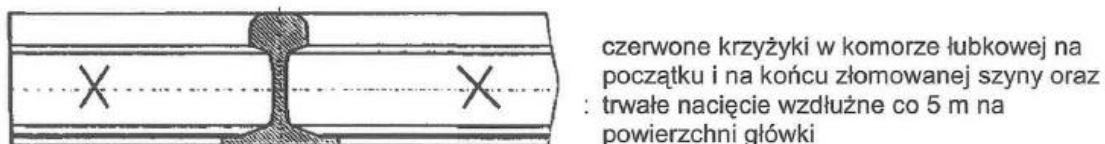
1. oznaczenie szyn obrabianych cieplnie -
 jedna pozioma zielona kreska na obu
 końcach szyny,
 2. 125 przeniesione obciążenie brutto w Tg

Grupa 2 - szyny w stanie surowym przeznaczone do regeneracji z reprofilacją główki



bez oznaczeń

Grupa 3 - szyny nie nadające się do ponownego wbudowania w tor



czerwone krzyżyki w komorze łukowej na
 początku i na końcu złomowanej szyny oraz
 trwałe nacięcie wzdłużne co 5 m na
 powierzchni główki

Rys. 1. Znakowanie szyn na szlaku

3.4. Kwalifikowanie szyn do regeneracji bez reprofilacji główki szyny

Do regeneracji bez reprofilacji główki mogą być zakwalifikowane tylko szyny z odzysku, w których parametry spełniają wymagania przedstawione w załączniku 1 oraz w których:

- przeniesione obciążenie brutto oraz zużycia pionowe i boczne nie przekroczyły wartości granicznych określonych w tabelicy 5 i 6;
- nie występują wady wewnętrzne w przekroju poprzecznym;
- długość odcinka pomiędzy sąsiednimi zgrzeinami powinna być większa niż 6 m;
- nierówności złącza zgrzewanego mierzone na bazie o długości 1 m, nie mogą przekraczać:
 - 0,3 mm przy pomiarze po cięciwie i 0,6 mm przy pomiarze po stycznej, dla szyn do torów klasy 2;

- 0,5 mm przy pomiarze po cięciwie i 1,0 mm przy pomiarze po stycznej, dla szyn do torów klasy 3, 4 i 5;
- nie występują zwichrowania i wygięcia końców szyn ku dołowi;
- na powierzchni tocznej i obu powierzchniach bocznych główki występują miejscowe wady powierzchniowe (np. złuszczenia, wybuksowania, podłużne rysy) o głębokości mniejszej niż 0,5 mm w szynach do torów klasy 2 oraz o głębokości mniejszej niż 1,0 mm w szynach do torów klasy 3, 4 i 5. Powierzchnia pojedynczej wady nie może przekraczać 100 mm²;
- na powierzchni główki nie występują wady kontaktowo-zmęczeniowe typu: squat, head checking, shelling oraz wybuksowania;
- nie występują spływy boczne w szynach przeznaczonych do zabudowy w torach klasy 2;
- występują spływy boczne mniejsze niż 2 mm dla szyn przeznaczonych do zabudowy w torach klasy 3, 4, 5;
- nie występują pęknięcia w obszarze szyjki szyny;
- grubość szyjki zmniejszyła się mniej niż 2 mm w stosunku do wymiaru nominalnego;
- miejscowe wgłębienia na górnej powierzchni stopki szyny, powstałe wskutek przytwierdzenia szyny do podkładów, nie przekroczyły 2mm;
- miejscowe wgłębienie na dolnej powierzchni stopki nie przekroczyło 1 mm (ocena możliwa po wybudowaniu szyn z toru).

3.5. Kwalifikowanie szyn do regeneracji z reprofilacją

Do regeneracji z reprofilacją główki, mogą być zakwalifikowane tylko szyny z odzysku, w których parametry spełniają wymagania przedstawione w załączniku 1 oraz w których:

- przeniesione obciążenie brutto i zużycia pionowe i boczne nie przekroczyły wartości granicznych określonych w tabelicy 5 i 6;
- nie występują wady wewnętrzne w przekroju poprzecznym;
- wady kontaktowo-zmęczeniowe typu: squat, head checking i shelling są możliwe do usunięcia w procesie reprofilacji;
- nie występują pęknięcia w obszarze szyjki szyny;
- grubość szyjki zmniejszyła się mniej niż 2 mm w stosunku do wymiaru nominalnego;
- miejscowe wgłębienia na górnej powierzchni stopki szyny, powstałe wskutek przytwierdzenia szyny do podkładów, nie przekroczyły 2 mm;
- miejscowe wgłębienie na dolnej powierzchni stopki nie przekroczyło 1 mm (ocena możliwa po wybudowaniu szyn z toru).

3.6. Wysyłka szyn przeznaczonych do regeneracji

Partia wysłana do regeneracji powinna składać się z szyn tego samego profilu i tego samego gatunku stali i powinna być zaopatrzona w:

- Dokument stwierdzający dokonanie kwalifikacji i znakowania szyn przez upoważnionych pracowników jednostek PKP PLK S.A. zgodnie z [10];
- Dokument stwierdzający przeniesione przez szynę obciążenie brutto.

W przypadku konieczności cięcia szyn na szlaku, np. w celu wysyłki, musi ono być wykonane na połączeniach (spoinie, zgrzeinie) lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

4. PRZYGOTOWANIE SZYN DO REGENERACJI

4.1. Oględziny wewnętrzne

Do regeneracji z reprofilacją lub bez reprofilacji główki są przeznaczone tylko szyny należące do grupy 1 lub 2, oznakowane zgodnie z pkt. 3.3. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowego oznakowania szyn, Zakład Regenerujący powiadamia nadawcę szyn o zaistniałym fakcie.

Właściciel szyn przeprowadza ponowną ich kwalifikację lub przyjmuje poprawioną przez Zakład Regenerujący klasyfikację i oznakowanie.

4.2. Badanie defektoskopowe szyn

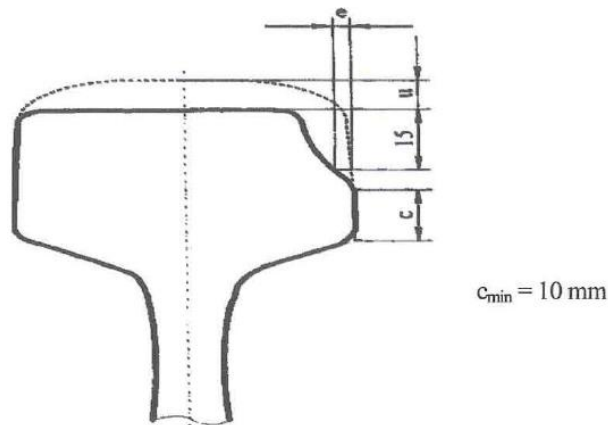
Przed demontażem, szyny przeznaczone do regeneracji powinny być zbadane w torze defektoskopem ultradźwiękowym. Szyny nie powinny wykazywać obecności wad wewnętrznych, określonych w [3], [4].

4.3. Pomiary szyn zakwalifikowanych do regeneracji

2.3.1. Na szynach zakwalifikowanych do regeneracji należy zmierzyć:

- Wysokość główki – zużycie pionowe główki;
- Szerokość główki – zużycie boczne główki;
- Długość szyny.

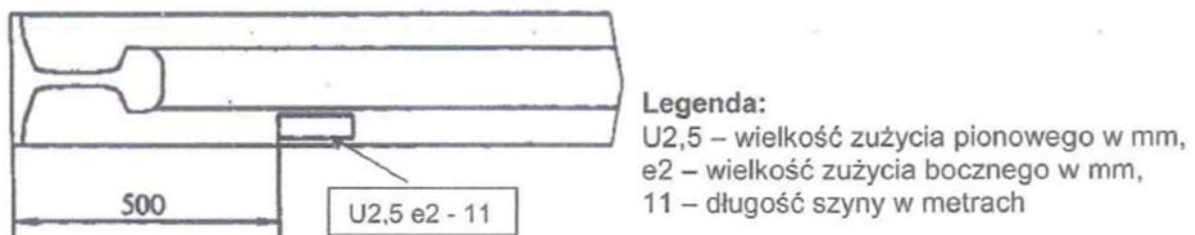
Sposób pomiaru zużycia pionowego i bocznego przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Pomiar zużycia pionowego i bocznego główki szyny

4.3.2. Zmierzone wartości jak w pkt. 4.3.1. należy napisać jasną niezmywalną farbą na główce lub górnej powierzchni stopki (rys. 3). Zapis powinien zawierać:

- liczbę (mm) określającą zużycie pionowe poprzedzoną literą U zgodnie z tablicą 4;
- liczbę (mm) określającą zużycie boczne poprzedzone literą e;
- liczbę (mm) określającą rzeczywistą długość szyny z dokładnością do $\pm 0,1$ m.



Rys. 3. Parametry określające geometrię szyny zakwalifikowanej do regeneracji

4.4. Wycinanie odcinków szyn nie nadających się do zabudowy

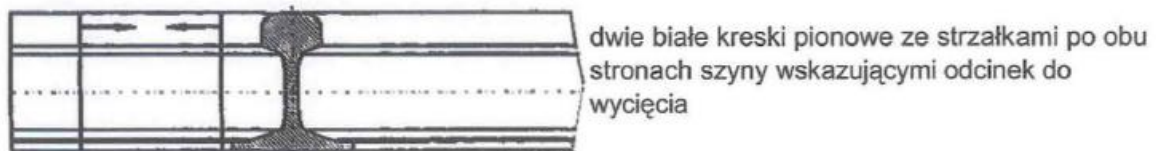
Wycinaniu podlegają:

- odcinki szyn z wadami;
- spoiny termitowe;
- wadliwe zgrzeiny – w szynach klasy 0 i I wszystkie zgrzeiny;
- odcinki szyn, na których zużycie pionowe i boczne przekracza wielkości dopuszczalne określone w tablicy 6 i [1];
- końce szyn z otworami na śruby łubkowe;
- odcinki szyn zwichrowane oraz z końcami wygiętymi do dołu;
- odcinki szyn z blaszkowatym złuszczeniem;
- odcinki szyn z zawalcowaniami i trwałymi odkształceniami;

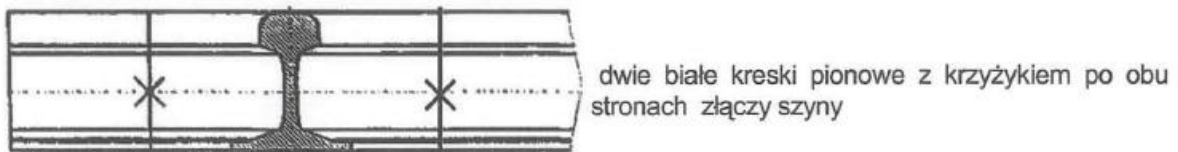
- odcinki szyn ze zgrzeinami rozmieszczonymi w odległości mniejszej niż 6,0 m;
- odcinki szyn z łącznikami szynowymi przymocowanymi do główki lub z kołkami osadzonymi w szyjce;
- odcinki szyn ze śladami spawania łączników szynowych.

Odcinki szyn podlegające wycięciu należy oznaczyć jasną niezmywalną kredką lub jasną niezmywalną farbą. Znakowanie odcinków szyn i złączy przeznaczonych do wycięcia przedstawiono na rysunku 4. Cięcie szyn należy wykonywać na zimno piłami tarczowymi, prostopadle do osi podłużnej szyny. Dopuszczalne odchylenie płaszczyzny końców od prostopadłości na wysokości szyny powinno być mniejsze od 1,0 mm.

1. Odcinki szyn przeznaczone do wycięcia



2. Złącza przeznaczone do wycięcia



Rys. 4. Znakowanie odcinków szyn i złączy przeznaczonych do wycięcia

5. REGENERACJA BEZ REPROFILACJI GŁÓWKI SZYNY

Do regeneracji bez reprofilacji główki są przeznaczone tylko szyny zakwalifikowane do grupy 1, oznakowane zgodnie z rysunkiem 1. Szyny wysłane do regeneracji powinny być zaopatrzone w dokumenty wymienione w punkcie 3.6.

Regeneracja bez reprofilacji główki polega na odzyskaniu z szyn staroużytecznych, po wycięciu odcinków wadliwych zgodnie z zapisami punktu 4.4., odcinków szyn nadających się do dalszej eksploatacji po zgrzaniu ich w odcinki 25, 30, 50, 70 lub 75 m z przeznaczeniem dla toru klasycznego.

Dopuszczalną liczbę złączy zgrzewanych w szynach przeznaczonych do eksploatacji przedstawiono w tabelicy 1.

Tablica 1

Wymagania dotyczące liczby zgrzein w szynach regenerowanych bez reprofilacji główki

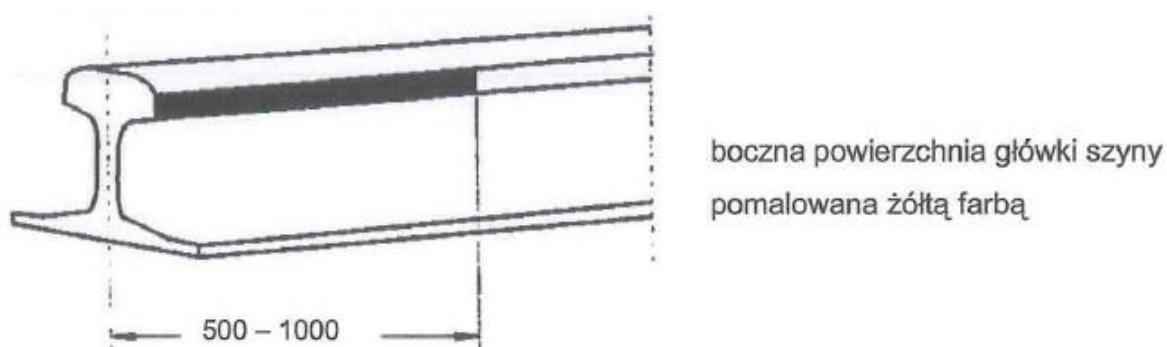
Profil szyny		Długość szyny [m]	Klasa torów wg Id-1			
			2	3	4, 5	
49E1 S49	60E1 UIC60	25	1	2	3	szyny dla torów klasycznych
		30	2	2	3	
		50	3	4	5	
		70	4	5	6	
	75	4	5	6		
Szyn po regeneracji bez reprofilacji główki nie należy zabudowywać w torach bezstykowych						

Przed przystąpieniem do zgrzewania należy oznaczyć krawędź jezdnią żółtą niezmywalną farbą zgodnie z rys. 5.

Ustawienie szyn do zgrzewania powinna zabezpieczać linia ciągła po stronie krawędzi jezdnej na główce szyny.

Zgrzewać można szyny, w których różnica zużycia pionowego U szyn przylegających wynosi mniej niż 2 mm.

Długość odcinka szyny pomiędzy sąsiednimi zgrzeinami nie powinna być mniejsza niż 6 m.



Rys. 5. Oznaczenie krawędzi jezdnej

6. REGENERACJA Z REPROFILACJĄ GŁÓWKI SZYNY

6.1. Reprofilacja główki szyny

6.1.1. Proces reprofilacji polega na odtworzeniu zarysu profilu główki szyny w obszarze powierzchni tocznej.

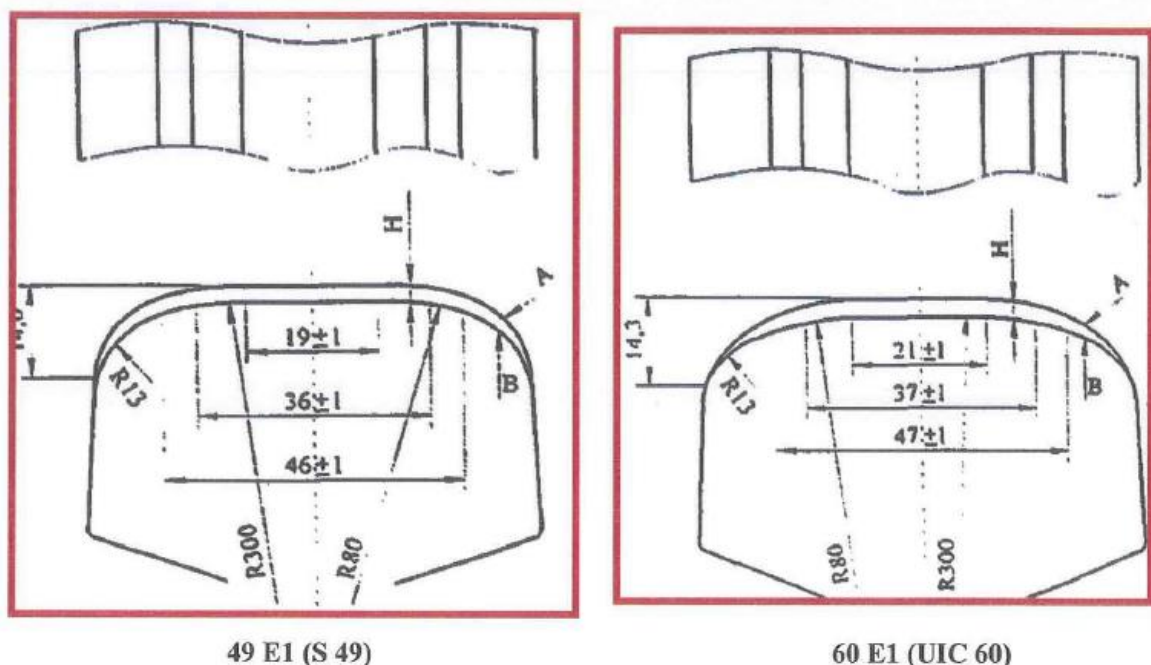
6.1.2. Reprofilacji podlega obszar zaokrąglenia główki szyny od strony krawędzi jezdnej promieniami 13 mm, 80 mm oraz 300 mm. Profile powierzchni tocznej po reprofilacji przedstawiono na rysunku 6.

6.1.3. Reprofilowana powierzchnia może mieć jednolite, błękitne zabarwienie.

6.1.4. Po reprofilacji powierzchnia w paśmie o szerokości 15 mm z obu stron osi podłużnej szyny główki odchyłki dopuszczalne nie może mieć nierówności (wypukłości z dostrzegalną falistością).

6.1.5. Po reprofilacji dopuszczalne nierówności profilu podłużnego w strefie powierzchni tocznej w paśmie o szerokości 15 mm z obu stron osi podłużnej szyny powinny spełniać wymagania tabeli 2.

6.1.6. Dopuszczalne odchyłki profilu poprzecznego głowni szyny reprofilowanej od zarysu profilu teoretycznego podano w tabelicy 3. Odchyłki określone są na podstawie rzeczywistego profilu reprofilowanej szyny.



H – maksymalna odchyłka od teoretycznego zarysu powierzchni tocznej

Dla szyn:

- 49E1 (S49) --- odległość A – B = H = 0,16 mm
 - 60E1 (UIC60) --- odległość A – B = H = 0,12 mm
- A – teoretyczny zarys główki szyny 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60)

Rys. 6. Profil główki szyny po reprofilacji

Tablica 2

Dopuszczalne nierówności podłużne szyny po reprofilacji

Długość bazy pomiaru nierówności l [mm]	Dopuszczalne nierówności podłużne dla szyn w [mm]
$l \leq 10$	0,05
$10 < l \leq 100$	0,05
$100 < l \leq 1000$	$1 \cdot 10^{-4}$

Tablica 3

Dopuszczalne odchyłki rzeczywistego profilu reprofilowanej główki szyny od zarysu profilu teoretycznego

Klasa szyn	Dopuszczalne odchyłki od profilu teoretycznego [mm]
0	$\pm 0,3$
I, II, III	$\pm 0,5$

6.2. Pomiary geometryczne szyn po reprofilacji główki

Po reprofilacji należy pomierzyć parametry szyn:

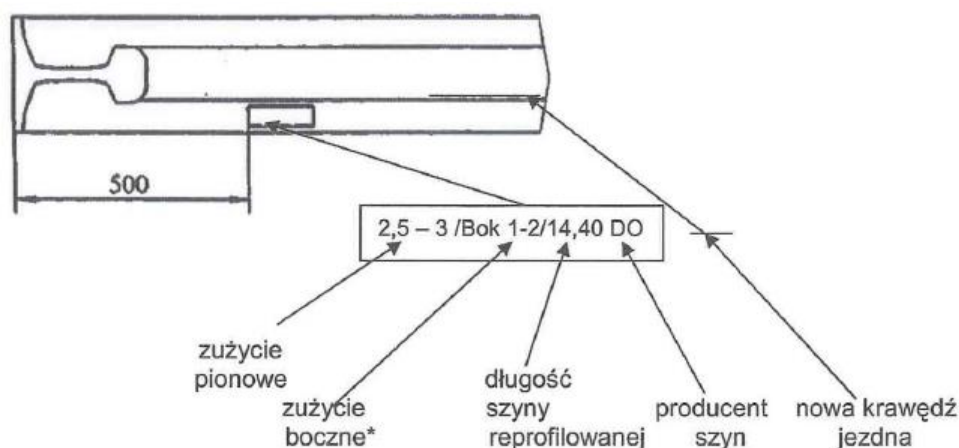
- wysokość (wielkość zużycia pionowego);
- wielkość zużycia bocznego;
- długość szyny.

Wielkość zużycia pionowego szyn po reprofilacji główki powinna być oznaczona zgodnie z tablicą 4. Wyniki pomiarów w postaci kompletu znaków trwale napisanych jasną farbą należy umieścić na powierzchni główki lub górnej powierzchni stopki po stronie jezdnej krawędzi reprofilowanej zgodnie z rysunkiem 7.

Tablica 4

Oznaczenie zużycia pionowego po reprofilacji główki szyny

Oznaczenie zużycia pionowego szyny „U”	Rzeczywisty wymiar wysokości szyny UIC60 [mm]	Rzeczywisty wymiar wysokości szyny S49 [mm]
0	171,7 – 172,0	148,7 – 149,0
0,5	171,2 – 171,7	148,2 – 148,7
1	170,7 – 171,2	147,7 – 148,2
1,5	170,2 – 170,7	147,2 – 147,7
2	169,7 – 170,2	146,7 – 147,2
2,5	169,2 – 169,7	146,2 – 146,7
3	168,7 – 169,2	145,7 – 146,2
3,5	168,2 – 168,7	145,2 – 145,7
4	167,7 – 168,2	144,7 – 145,2
4,5	167,2 – 167,7	144,2 – 144,7
5	166,7 – 167,2	143,7 – 144,2
5,5	166,2 – 166,7	143,2 – 143,7
6	165,7 – 166,2	142,7 – 143,2
6,5	165,2 – 165,7	142,2 – 142,7
7	164,7 – 165,2	141,7 – 142,2
7,5	164,2 – 164,7	141,2 – 141,7
8	163,7 – 164,2	140,7 – 141,2



* w przypadku zużycia 1-1 zapis nie jest umieszczany

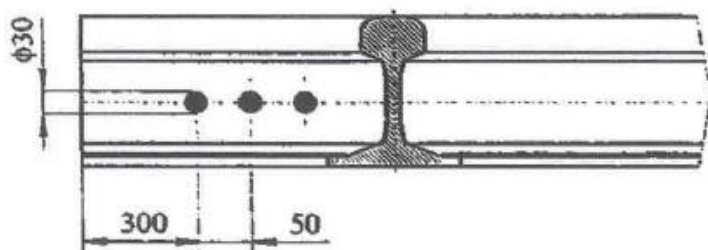
Rys. 7. Parametry określające geometrię szyny reprofilowanej

7. PRZEZNACZENIE SZYN ZREGENEROWANYCH PO REPROFILACJI GŁÓWKI – ZGRZEWANIE SZYN

7.1. Przeznaczenie szyn zregenerowanych po reprofilacji główki

7.1.1. Klasy szyn zregenerowanych po reprofilacji główki

W zależności od wielkości zużycia oraz liczby zgrzein lub spoin wyróżnia się cztery klasy szyn zregenerowanych: 0, I, II, III. Wymagania, którym powinny odpowiadać zregenerowane szyny poszczególnych klas zawiera tablica 8. Szyny zregenerowane zakwalifikowane do klasy 0, I, II, III znakowane są zgodnie z zasadami podanymi na rysunku 8.



jeden zielony punkt – klasa I
 dwa zielone punkty – klasa II,
 trzy zielone punkty – klasa III,
 cztery zielone punkty – klasa 0

Rys. 8. Znakowanie szyny zregenerowanej

Tablica 5

Graniczne obciążenia szyn nowych w [Tg]

Klasa szyn zregenerowanych	Profil szyny					
	49E1 (S49)			60E1 (UIC60)		
	przeniesione obciążenie Q [Tg]	zużycie pionowe U [mm]	max. zużycie całkowite N [mm]	przeniesione obciążenie Q [Tg]	zużycie pionowe U [mm]	max. zużycie całkowite N [mm]
0	nie dopuszcza się			podkłady betonowe	$U \leq 5$	7
I	podkłady betonowe	$U \leq 5$	8	$Q \leq 500$	$5 < U \leq 8$	8
II	$Q \leq 250$ podkłady	$5 < U \leq 8$	10	podkłady drewniane	$8 < U \leq 10$	10
				$Q \leq 600$		

Klasa szyn zregenerowanych	Profil szyny					
	49E1 (S49)			60E1 (UIC60)		
	przeniesione obciążenie Q [Tg]	zużycie pionowe U [mm]	max. zużycie całkowite N [mm]	przeniesione obciążenie Q [Tg]	zużycie pionowe U [mm]	max. zużycie całkowite N [mm]
III	drewniane Q ≤ 350	8 < U	12		10 < U ≤ 12	12

* Zależność całkowitego zużycia N szyn 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60) od wielkości zużycia pionowego U i bocznego e podano w tabelicy 6. Sposób pomiaru zużycia pionowego i bocznego przedstawiono na rysunku 2.

Tabela 6

Całkowite zużycie szyn $N = U + e/2$

Zużycie poziome e [mm]	Zużycie pionowe U [mm]																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
8	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Uwaga: Gdy zużycie całkowite N przekroczy 12 mm szyny należy złomować.

7.1.2. Przeznaczenie szyn zregenerowanych po reprofilacji w zależności od parametrów eksploatacyjnych torów podano w tabeli 7.

Tabela 7

Przeznaczenie szyn zregenerowanych po reprofilacji główki

Klasa szyn zregenerowanych po reprofilacji	Parametry eksploatacyjne torów				
	Klasa torów	Dopuszczalna prędkość pociągów km/h	Dopuszczalne naciski osi [kN]		Natężenie przewozów
			lokomotyw	wagonów	Tg / rok
0	2	120	205	190	16 – 25
I		80 100	221 210	221 205	
II	3	70 80	221 210	221 205	9 – 15
III	4	30 40	221 221	205 205	4 – 8

7.2. Zgrzewania szyn po reprofilacji główki

7.2.1. Odcinki regenerowanych szyn przeznaczone do zgrzewania muszą być tego samego profilu oraz z tego samego materiału.

7.2.2. Proces zgrzewania powinien być przeprowadzony urządzeniem automatycznym z zaprogramowanym ciągiem zgrzewania dla gatunku stali i profilu szyny zgodnie z [5], [7].

7.2.3. Minimalną odległość między zgrzeinami, minimalną odległość zgrzeiny od końca szyny lub maksymalną liczbę zgrzein w szynach regenerowanych przedstawia tabela 8.

Tabela 8

Wymagania dotyczące zgrzein w szynach regenerowanych

Parametr	Klasa szyn				Szyny przeznaczone do torów	
	0	I	II	III		
Minimalna długość odcinka szyny między zgrzeinami lub minimalna odległość zgrzeiny od końca szyny [m]	8	6	6	6	klasycznych	
Maksymalna ilość zgrzein w szynie o długości	25 m	1	2	3		3
	30 m	2	2	4		4
	50 m	3	3	4		5
	70; 75 m	4	4	5		6
210 m	10	12	14	-	bezстыkowych	

7.2.4. Krótkie odcinki szyn powinny znajdować się w środku szyny zgrzanej i powinny być rozdzielone odcinkami dłuższymi.

7.2.5. Różnica wysokości sąsiednich odcinków szyn zgrzewanych może występować jedynie na stopce i nie może być większa od 1 mm, a różnica wysokości dowolnych odcinków szyn wchodzących w skład szyny zgrzanej 25, 30, 50, 70, 210 m nie może być większa niż 2 mm.

7.2.6. Zgrzewanie odcinków szyn, w których różnica zużycia bocznego główki, mierzona 14 mm poniżej powierzchni tocznej, przekracza 1 mm w szynach klas 0 i I oraz przekracza 3 mm w szynach klas II i III jest niedopuszczalne.

7.2.7. Przesunięcie w poziomie stopek szyn w zgrzeinie może wynosić 2,0 mm w szynach klas 0 i I oraz 0,3 mm w szynach klas II i III.

7.3. Obróbka wykańczająca obszaru zgrzein i końców szyn po regeneracji

7.3.1. Bezpośrednio po wykonaniu zgrzeiny należy przeprowadzić obróbkę wykańczającą obszaru zgrzeiny zgodnie z [5].

7.3.2. Końce szyn powinny być obcięte na zimno piłą prostopadle do osi. Dopuszczalne odchylenie od prostopadłości cięcia na wysokości szyny nie może być większe niż 0,6 mm. Powierzchnia cięcia nie może mieć naderwań i zadziorów. Zadziory powstałe podczas cięcia należy usunąć.

7.3.3. Otwory na śruby łukowe w szynach przeznaczonych do toru klasycznego powinny być wiercone. Zadziory powstałe podczas wiercenia należy usunąć, a krawędzie otworów fazować 1-45° do 3-45° - bazą odchyłek wymiarowych każdego otworu jest początek szyny. Szyny zgrzane do toru bezстыkowego nie mogą posiadać żadnych otworów.

7.3.4. Dla szyn zregenerowanych obowiązują następujące tolerancje wymiarowe:

- a) ± 4 mm dla szyny w długościach: 25, 30, 50, 70 i 75 m wbudowanych w tor klasyczny
- b) $\pm 1,0$ mm dla szyny w długościach: 210 m wbudowanych w tor bezстыkowy.

7.4. Opis badań – wymagania, ocena

7.4.1. Sprawdzenie parametrów zgrzewania należy przeprowadzić na podstawie porównania rzeczywistego wykresu danej zgrzeiny w wykresie wzorcowym.

7.4.2. Pomiar prostoliniowości należy przeprowadzić zgodnie z [5]. Dopuszczalne nierówności zgrzein w płaszczyźnie pionowej przedstawiono w tablicy 9a, a nierówności połączeń zgrzanych w płaszczyźnie poziomej w tablicy 9b.

Tabela 9a

Dopuszczalne odchyłki zgrzein w płaszczyźnie pionowej szyn

Lp.	Rodzaj wady i jej klasyfikacja	Odchyłki wymiaru Δf [mm]			
		Tory główne		Tory pozostałe	
		wklęsłość	wypukłość	wklęsłość	Wypukłość
1.	Brak wady	$\Delta f \leq 0,2$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
2.	Wada wymaga naprawy	$0,2 < \Delta f \leq 0,3$	$0,3 < \Delta f \leq 0,5$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$	$0,5 < \Delta f \leq 1,0$
3.	Wada wymaga wycięcia	$\Delta f > 0,3$	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,8$	$\Delta f > 1,0$

Tabela 9b

Dopuszczalne odchyłki zgrzein w płaszczyźnie poziomej szyn

Lp.	Rodzaj wady i jej klasyfikacja	Odchyłki wymiaru Δf [mm]			
		Tory główne		Tory pozostałe	
		wklęsłość	wypukłość	wklęsłość	Wypukłość
1.	Brak wady	$\Delta f \leq 0,2$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
2.	Wada wymaga naprawy	$0,2 < \Delta f \leq 0,3$	$0,3 < \Delta f \leq 0,6$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$
3.	Wada wymaga wycięcia	$\Delta f > 0,3$	$\Delta f > 0,6$	$\Delta f > 0,8$	$\Delta f > 0,8$

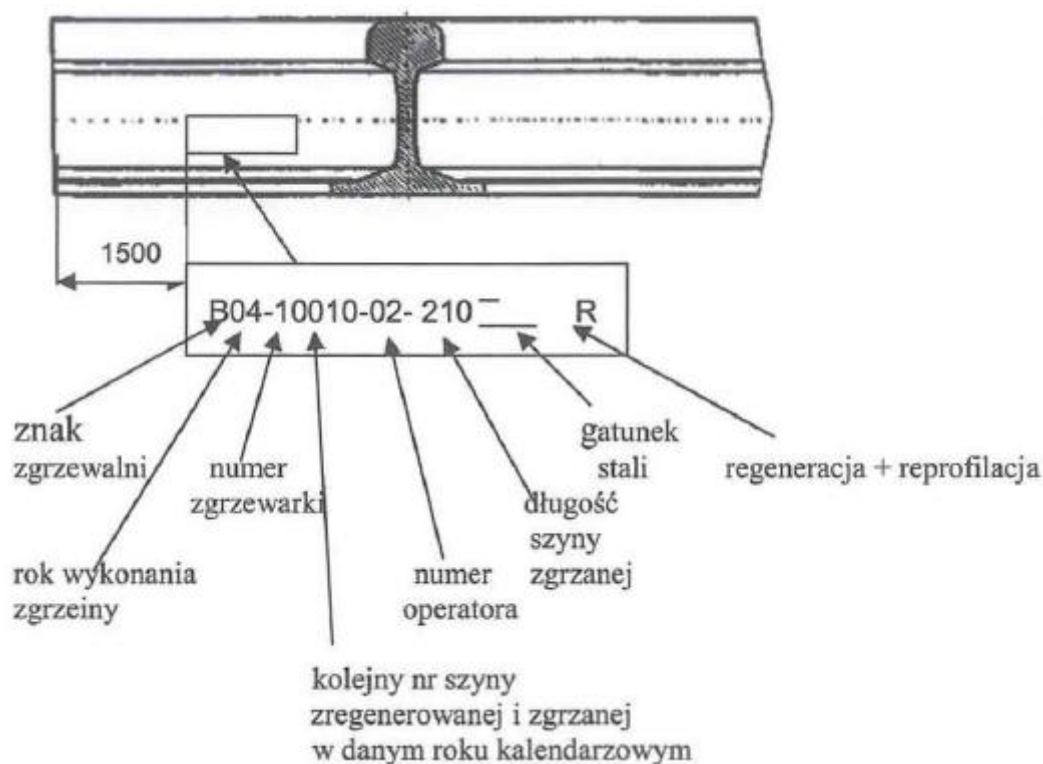
7.5. Znakowanie szyn po regeneracji

Szyna po regeneracji powinna posiadać:

- na bocznej powierzchni główki zaznaczoną żółtym kolorem krawędź jezdną zgodnie z rysunkiem 5;
- w komorze łubkowej od strony krawędzi jezdnej oznaczenie klasy szyny zgodnie z pkt. 7.1.1. rysunkiem 7;
- w komorze łubkowej po stronie krawędzi jezdnej, w odległości 1,5 m od każdego końca należy napisać zgodnie z rysunkiem 9 następujące dane:
 - znak zgrzewalni: B – Bydgoszcz;
 - dwie ostatnie cyfry roku regeneracji;
 - numer zgrzewarki;

- kolejny czterocyfrowy nr szyny zregenerowanej i zgrzanej w danym roku kalendarzowym;
- numer operatora zgrzewarki;
- długość szyny zgrzanej (po regeneracji) [m];
- gatunek stali. Oznaczenia liniowe gatunku stali podaje załącznik 3.

R – szyna regenerowana Reprofilowana, Rb – regenerowana bez reprofilacji główki szyny.



Rys. 9. Znakowanie szyny po regeneracji i zgrzaniu

8. BADANIA

8.1. Badania kwalifikacyjne zgrzein zatwierdzające Producenta

Badania kwalifikacyjne zgrzein zatwierdzające Producenta powinny być wykonane zgodnie z [5]. Producent połączeń, który posiada ważne „Świadectwo dopuszczenia do eksploatacji budowli typu: złącze szynowe zgrzane na zgrzewarce stacjonarnej”, potwierdzone aktualnymi badaniami, wydawane dla złączy w szynach nowych o profilu 60E1 (UIC60) nie musi się ubiegać w Urzędzie Transportu Kolejowego o zatwierdzenie procesu zgrzewania dla zgrzein wykonanych w szynach staroużytecznych.

8.2. Badania odbiorcze

Badania odbiorcze prowadzone są w trakcie procesu produkcji. Odbiory techniczne połączeń szyn są jednostopniowe i prowadzone są przez pracowników komórki kontroli jakości zakładu zgrzewającego. Upoważniony przedstawiciel PKP PLK S.A. ma prawo do audytów i uczestniczenia w badaniach odbiorczych.

8.3. Zakres badań odbiorczych

Badania zgrzein w szynach zregenerowanych bez reprofilacji oraz z reprofilacją główki do torów bezстыkowych obejmują:

- a. pomiar długości szyny zgrzanej;
- b. sprawdzenie wykresów zgrzewania;
- c. sprawdzenie wysokości wypływki;
- d. sprawdzenie uskoku zgrzeiny;
- e. pomiar prostoliniowości złącza zgrzewanego;
- f. badanie wizualne obszaru zgrzeiny;
- g. próbę statycznego zginania;
- h. penetracyjne badanie obszaru zgrzeiny i obszaru przyłożenia elektrod;
- i. pomiar falistości;
- j. pomiar profilu.

Badania odbiorcze przeprowadza Komórka Kontroli Jakości Zakładu Regenerującego.

8.3.1. Do pomiaru długości szyny w zakresie pkt. „a” należy stosować taśmy o podziałce jednostkowej 1 mm. Odchyłki nominalnej długości szyn zregenerowanych nie mogą przekraczać dla szyn o długościach:

- 25, 30, 50, 70, 75 m do toru klasycznego ± 4 mm;
- 210 m do toru bezстыkowego ± 1 m.

8.3.2. Badania odbiorcze w zakresie pkt. „b ÷ h” powinny być przeprowadzone zgodnie z [5] oraz [9].

8.3.3. Wyniki badań w zakresie pkt. „b ÷ d” oraz „g ÷ h” powinny być zgodne z wymaganiami [5].

8.3.4. Wyniki badań w zakresie pkt „e” powinien być zgodny z pkt. 3.4. oraz z pkt. 7.4.2.

8.3.5. Badania odbiorcze w zakresie pkt. „h” przeprowadza się raz na 300 ton przerobionych szyn zgodnie z [5] oraz [9]. Wynik powinien być zgodny z wymaganiami [5].

8.3.6. Badania odbiorcze w zakresie pkt. „i” szyn po reprofilacji. Powierzchnia szyn po reprofilacji powinna być zgodna z pkt. 6.1. Pomiar nierówności podłużnych główki

reprofilowanych szyn powinny być wykonane w miejscach odległych od siebie nie więcej niż o 50 m w szynach bezстыkowych. Badania wykonuje się tylko na szynach klasy 0. Wynik badania powinien być zgodny z pkt. 6.1.

8.3.7. Badania odbiorcze w zakresie pkt. „j” szyn po reprofilacji powinny być przeprowadzone na szynach profilografem graficznym z dokładnością pomiaru 0,02 mm. Uzyskany profil powinien być zgodny z pkt. 6.1. Pomiar profilu powinien być przeprowadzony w miejscach odległych od siebie nie więcej niż 0 50 m w szynach bezстыkowych. Badania wykonuje się tylko na szynach klasy 0. Wynik badania powinien być zgodny z pkt. 6.1.

8.3.8. Z odbioru szyny zregenerowanej Dział Kontroli Jakości Zgrzewalni powinien sporządzić „Protokół odbioru szyny zregenerowanej”. (Załącznik 2).

8.3.9. Jeżeli szyny i wszystkie zgrzeiny w danej szynie spełniają wymagania [5] to taką szynę oraz zgrzeiny należy uznać za zgodne z wymaganiami.

8.3.10. Szyna zregenerowana, zgrzana, w której choć jedna zgrzeina nie spełnia wymagań [5], nie powinna być odebrana.

8.3.11. W przypadku, gdy szyna zregenerowana nie spełnia wymagań, Zakład Regeneracji może poprawić szynę i ponownie przeprowadzi odbiór. Dopuszcza się wycięcie wadliwych zgrzein łącznie z przyległymi odcinkami po 150 mm od osi zgrzeiny oraz ponowne zgrzanie odcinków szyn.


9. ZAŁADUNEK, TRANSPORT I ROZŁADUNEK SZYN ZREGENEROWANYCH PO REPROFILACJI I ZGRZEWANIU

Załadunek, transport i rozładunek zgodnie z [5].

10. Normy i dokumenty związane

- [1] Warunki Techniczne Utrzymania Nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D1),
- [2] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru szyn kolejowych – Wymagania i Badania ILK3d-518-/3/07,
- [3] Instrukcja badań defektoskopowych szyn spoin i zgrzein w torach kolejowych Id-10 (D16),
- [4] Wytyczne ultradźwiękowych badań złączy szynowych zgrzewanych i spawanych Id-17,
- [5] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru zgrzein w szynach kolejowych nowych łączonych w zgrzewalni. Wymagania i badania Nr ILK-518/1/08,
- [6] Instrukcja o prowadzeniu gospodarki materiałowej i magazynowej Im1:2007,
- [7] Zakładowa instrukcja technologiczna zgrzewania,
- [8] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa dla zgrzewarki,
- [9] PN-EN 14587-1:2007 (U) Kolejnictwo. Tor. Zgrzewanie iskrowe szyn. Część 1:Zgrzewanie nowych szyn ze stali gatunku R220, R260, R260Mn i R350HT w zgrzewalni,
- [10] Załącznik do Decyzji Nr 25 Członka Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 3 listopada 2005 r.

Parametry szyn przeznaczonych do regeneracji

L.p.	Dane charakterystyczne	Gatunek stali St90PA, 900A, R260		
		S49/49E1	UIC60 / 60E1	
			Klasa 0	Pozostałe klasy
1.	Maksymalna długość szyny [m]	25 ÷ 33 ¹⁾	25 ÷ 30 ¹⁾	
2.	Minimalna długość szyny [m]	6,0	8,0	6,0
3.	Największe dopuszczalne zużycie całkowite szyny $N=U+0,5e$ [mm]	12,0	7,0	12,0
4.	Największe dopuszczalne zużycie pionowe główki szyny U [mm]	12,0	5,0	12,0
5.	Największe dopuszczalne zużycie boczne główki szyny e [mm]	12,0	4,0	12,0
6.	Minimalna wysokość niezużytej powierzchni bocznej główki szyny c [mm]	10,0	10,0	
7.	Miejscowe rysy podłużne, wgniecenia [mm]	1,5	0,5	1,5
8.	Maksymalne dopuszczalne zmniejszenie grubości [mm] - szyjki szyny - stopki szyny	2,0 2,0	2,0 2,0	
9.	Maksymalna dopuszczalna wielkość regularnej krzywizny szyn w płaszczyźnie poziomej f [mm] Nie dopuszczę się krzywizny szyn krótszych niż 15m	 <p> $l = 15 \text{ m} - f \leq 25 \text{ mm}$ $l = 25 \text{ m} - f \leq 70 \text{ mm}$ $l = 30 \text{ m} - f \leq 100 \text{ mm}$ </p>		
10.	Maksymalne dopuszczalne obciążenie przeniesione przez szyny Q [Tg]	Dla podkładów: <ul style="list-style-type: none"> drewnianych ≤ 350, betonowych ≤ 250. 	Dla podkładów: <ul style="list-style-type: none"> drewnianych ≤ 350, betonowych ≤ 250. 	

¹⁾ w przypadku ciecicia szyn na szlaku zaleca się przecinanie na zgrzeinach lub spoinach

ZAŁĄCZNIK 2 (WZÓR)

Pieczęć Zakładu Regeneracji

L.p	CHARAKTERYSTYKA SZYN				PROSTOLINIOWOŚĆ ZŁĄCZA (mm)		<p style="text-align: center;">ZAKŁAD LINII KOLEJOWYCH</p> <p>SZYNA DŁUGA ZREGENEROWANA ZABUDOWANA DNIA</p> <p>NA LINII NR</p> <p>TOR NR TOK</p> <p>OD KM</p> <p>DO KM</p> <p>KOLEJNOŚĆ ZGRZEWANYCH SZYN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ZGODNA • NIEZGODNA <p>Z KILOMETRAŻEM LINII</p> <p>Pomiar prostoliniowości złączy dokonano:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) liniałem b) elektronicznym przyrządem pomiarowym typu <p><u>UWAGA:</u></p> <p>Wypełnić tylko dla szyn 25; 30; 50; 70; 75 i 250 m</p> <p>Wymagana, w zależności od temperatury wkładki, wartość luzów w stykach zabudowanych szyn w torach klasycznych podaje załącznik 4.</p> <p style="text-align: right;">Data i podpis upoważnionego pracownika IZ</p>
	Nr odcinka	Zużycie (mm)		Długość (m)	Płaszczyzna		
		Pionowa	Pozioma		Pionowa	Pozioma	
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							
CAŁKOWITA DŁUGOŚĆ SZYNY (m)							
SYMBOL SZYNY					Badanie wykonano zgodnie z WTWiO TAK/NIE		
<p>Data i podpis KJ Zakładu Regeneracji</p>							

ZAŁĄCZNIK 3 (WZÓR)

Gatunki i oznaczenia liniowe stali szynowej

L.p.	Znak liniowy	Gatunek stali	Opis	Twardość [HB]	Wytrzymałość [MPa] Min	Uwagi
1.	Brak	St 70 P	Węglowo-manganowa	200 – 240	680	Kwalifikacja szyn z odzysku zgodnie z zapisami pkt 3.
2.	_____	St 72 P	Węglowo-manganowa	200 – 260	700	
3.	_____ _____	St 90 PA	Węglowo-manganowa	260 – 300	800	
4.	_____ _____	900 A	Węglowo-manganowa	260 – 300	800	
5.	_____ _____ O	St 90 PA	Węglowo-manganowa Obr. cieplnie w objętościowo	320 – 390	1080	
6.	_____ _____	R260	Węglowo-manganowa	260 – 300	880	
7.	_____ _____	R350 HT	Węglowo-manganowa Obr. cieplnie główka	350 – 390	1175	

Warszawa, 1998.07.27

Wg rozdzielnika

Stosownie do postanowień pkt 3.1.1. WARUNKÓW TECHNICZNYCH WYKONANIA I ODBIORU SZYN UZYSKANYCH PRZEZ REGENERACJĘ Z REPROFILACJĄ GŁÓWKI I ZGRZEWANIE W ZAKŁADACH STACJONARNYCH SZYN STARYCH UŻYTECZNYCH. WYMAGANIA I BADANIA, zatwierdzonych decyzją Naczelnego Dyrektora Utrzymania Kolei Nr KD4-518/08/98/KK z dnia 24.06.1998r., Wydział Linii Kolejowych Dyrekcji Infrastruktury Kolejowej w odstępstwie od ww. warunków przedkłada następujący tryb postępowania z szynami UIC 60 i S49 bezstykowymi i klasycznymi obrabianymi cieplnie, wyprodukowanymi przez Hute Katowice w latach 1986-93 i odzyskiwanymi w czasie ich wymiany na szyny surowe z gatunku stali 90Pa i 900A :

- W odstępstwie od ww. warunków technicznych dopuszcza się do regeneracji z reprofilacją szyny UIC60 i S49 obrabiane cieplnie z gatunku stali 90Pa zgodnie z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru szyn Nr KD4-518/08/98/KK z dnia 24.06.1998r.
- Do regeneracji z reprofilacją i zgrzewaniem mogą być użyte szyny obrabiane cieplnie wolne od wad materiałowych Nr 224, 221, 222, 212 i 213 oraz wolne od wad powstałych w czasie eksploatacji Nr 225, 411, 412, 421, 471, 472 wg Katalogu defektów szyn wyd. 01.01.1966r.
 - Szyny regenerowane z reprofilacją i zgrzewane mogą być zaliczone wyłącznie do klasy III z zastosowaniem do torów stacyjnych i w których prędkość nie przekracza 40 km/h.
 - Odmiany szyn, kwalifikowanie i znakowanie szyn obrabianych cieplnie do regeneracji z reprofilacją należy prowadzić zgodnie z postanowieniami pkt 3.2. i 4. Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru szyn wymienionych na wstępie.
 - Szyny obrabiane cieplnie zdolne do ponownego użycia w torze bez reprofilacji główki mogą być stosowane w torach kategorii 1,2,3 i w których są wbudowane szyny obrabiane cieplnie ociekające na wygiętą cięgłą.
Stosowanie tych szyn należy ograniczyć do miejscowej wymiany wadliwych odcinków szyn potwierdzonych badaniami defektoskopowymi lub widocznymi wadami zewnętrznymi.
Długość szyny obrabianej cieplnie do wbudowania ponownego nie może być mniejsza niż 10 m i nie może posiadać złączy zgrzewanych. Odcinki szyn przeznaczone do ponownego wbudowania należy zgrzewać lub spawać termitowo.
 - Wymagania dla szyn obrabianych cieplnie do ponownego użycia w torze bez reprofilacji główki określa pkt.5. WTWiO podanych na wstępie pisma z tym, że dopuszczalna liczba złączy zgrzewanych w szynach zdolnych do użycia bez reprofilacji dla linii kat. 1 jest taka sama jak dla kat. 2.
 - Szyny nie spełniające wymagań dla szyn przeznaczonych do regeneracji z reprofilacją i do ponownego użycia bez regeneracji z reprofilacją, należy zakwalifikować do szyn budowlanych lub szyn złomowych zgodnie z WTWiO określonymi na wstępie pisma.

Powyższe postanowienia proszę przekazać wszystkim zainteresowanym jednostkom liniowym infrastruktury kolejowej do stosowania.

DYREKTOR
Wydziału Linii Kolejowych
mgr inż. *[Podpis]*
mgr inż. *[Podpis]*

Otrzymują :

1. Dyrekcje Okręgów Infrastruktury Kolejowej ~~48 Poznań~~
2. Zakłady Maszyn Torowych Kraków, Gdansk, Wrocław
3. CDT Warszawa
4. CNiK Warszawa
5. CILK w/m
6. CION w/m

ZAŁĄCZNIK 5

Wartości wymaganych łuków w stykach szyn 49E1 (mm) z otworem o średnicy 33 [mm]

Temperatura szyny [°C]	Długość szyny [m]		
	50	70	75
	Proste i łuki o R > 300 m	Proste i łuki o R > 1000 m	Proste i łuki o R > 1000 m
1	18		
2	17		18
3	17	18	17
4	16	17	16
5	16	16	16
6	15	15	15
7	15	14	14
8	14	14	13
9	13	13	12
10	13	12	11
11	12	11	10
12	12	10	9
13	11	10	9
14	11	9	8
15	10	8	7
16	9	7	6
17	9	6	5
18	8	6	4
19	8	5	3
20	7	4	3
21	6	3	2
22	6	2	1
23	5	2	0
24	5	1	
25	4	0	
26	4		
27	3		
28	2		
29	2		

Temperatura szyny [°C]	Długość szyny [m]		
	50	70	75
	Proste i łuki o R > 300 m	Proste i łuki o R > 1000 m	Proste i łuki o R > 1000 m
30	1		
31	1		
32	0		

Wyciąg z pracy nr 4309/11 wykonanej przez Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa,
Warszawa lipiec 2008r.

ZAŁĄCZNIK 6

Wartości wymaganych luzów w stykach szyn 60E1 z otworami o średnicy 30 [mm]

Temperatura szyny [°C]	Długość szyny [m]	
	50	70
	Proste i łuki o R > 300 m	Proste i łuki o R > 1000 m
5		12
6	12	11
7	11	10
8	11	10
9	10	9
10	10	8
11	9	7
12	9	6
13	8	6
14	7	5
15	7	4
16	6	3
17	6	2
18	5	2
19	5	1
20	4	0
21	3	
22	3	
23	2	
24	2	
25	1	
26	1	
27	0	

Wyciąg z pracy nr 4309/11 wykonanej przez Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa,
Warszawa lipiec 2008r.