PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Wybrane zagadnienia z doświadczeń PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki ze zgrzewania szyn

3. Międzynarodowe Seminarium pt. „Trendy w rozwoju technologii zgrzewania oraz technik alternatywnych”

IS Gliwice, 09 -10 października 2019 r.

Przygotowanie i prezentacja:

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Centrum Diagnostyki w Warszawie

Ireneusz JASIŃSKI

Zastępca Dyrektora ds. Technicznych

Spis treści artykułu – niekoniecznie prezentacji

W artykule poruszono zagadnienia:

- **Zamiast wstępu, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki, potencjał realizacyjny w spawalnictwie nawierzchni szynowych.**
- **Podstawy prawne stosowane przy zgrzewaniu szyn w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.**
- **Szyna jako materiał podstawowy.**
- **Metody łączenia szyn.**
- **Stosowane procedury w zakresie zgrzewania szyn.**
- **Charakterystyka prowadzonych badań laboratoryjnych.**
- **Badania terenowe (eksploatacyjne).**
- **Charakter odbiorów technicznych połączeń zgrzewanych.**
- **Podsumowanie.**

Wybrane akty prawne (związane):

Normy techniczne przypisują bardzo dużą rolę zarządcy infrastruktury,

- **PN-EN 13674-1+A1:2017-07 - wersja angielska; Kolejnictwo – Tor – Szyna – Część I: Szyny kolejowe Vignole'a o masie 46 kg/m i większej,**
- **PN-EN 14587-1:2019-03 wersja angielska Kolejnictwo – Tor- Zgrzewanie iskrowe szyn – Część 1: Zgrzewanie nowych szyn ze stali gatunku R220, R260, R260Mn oraz R350HT w zgrzewalni,**
- **PN-EN 14587-2:2009 - wersja angielska Kolejnictwo-Tor-Zgrzewanie iskrowe szyn-Część 2: Zgrzewanie nowych szyn ze stali gatunku R220, R260, R260Mn i R350HT zgrzewarkami torowymi poza zgrzewalnią,**

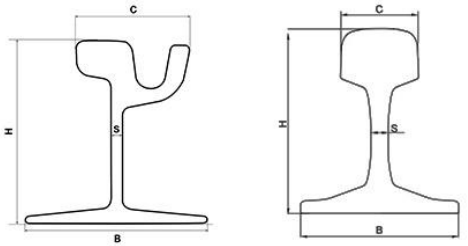
Wybrane akty prawne (związane):

- **SMS-PW-17 Dopuszczanie do stosowania na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. produktów nie podlegających dopuszczeniu do eksploatacji przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego**
- **Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1),**
- **Decyzja Nr 2/2007 Członka Zarządu-Dyrektora ds. Techniki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. W sprawie ustalenia warunków łączenia szyn długich w torach bezstykowych,**

Wybrane akty prawne (związane):

- **WTWiO szyn kolejowych – wymagania i badania Nr WTWiO-ILK3d-518/3/07,**
- **Wytyczne zgrzewania szyn w torze CION2-513-9/99,**
- **WTWiO zgrzein w szynach kolejowych nowych łączonych zgrzewarkami stacjonarnymi. Wymagania i badania. Id -112,**
- **. . . . .**

Szyna-materiał podstawowy.



Szyny powinny odznaczać się bardzo dobrymi właściwościami fizycznymi a zwłaszcza dużą wytrzymałością na zginanie, twardością ale i odpornością na ścieranie przy jednoczesnej pewnej ciągliwości, ponadto pożądana jest duża sprężystość i trwałość.

Jak wiadomo, na własności stali niestopowych (węglowych) najistotniejszy wpływ wywiera węgiel, który decyduje o własnościach mechanicznych.

Szyny są wyrabiane ze stali zlewnej.

W skład stali szynowej - oprócz żelaza - wchodzą: węgiel 0,4 - 0,75% (już w niektórych gatunkach stali przekracza 1%), mangan 0,6 - 2,1%, krzem do 0,5%, fosfor do 0,05% o siarka do 0,05%. Od zawartości tych składników zależą właściwości stali szynowej. Obecnie stosuje się wytrzymałość stali szynowej na rozciąganie ok. 900 MPa (R260), jak również ok. 1100 MPa (R350HT).

Szyna-materiał podstawowy.

Wybrane elementy ogólne:

- **Każda szyna czy kształtownik walcowany posiada cechy nadane przez producenta umożliwiające jego identyfikację.**
- **Rozróżnia się cechy wypukłe i wklęsłe.**
- **Odwalcowane cechy wypukłe identyfikują producenta, gatunek stali, rok walcowania i profil szyny,**
- **W znakach wklęsłych zakodowany jest numer wytopu, numer żyły i kęsiska oraz pozycja w kęsisku.**
- **Spawacz każdorazowo ma obowiązek znakowania czyli „podpisania” swojej wykonanej pracy.**
- **Każdy produkt spawalniczy powinien być odebrany przez kompetentnego pracownika z uprawnieniami nadanymi przez PLK Centrum Diagnostyki.**

Gatunki stali i oznaczenie stali szynowej

Szyny „kolejowe”

Gatunek	Nr materiał	Twardość w HBW (min. - max)	Opis gatunku stali	Znak wypukłe gatunku (walcowane na gorąco)	Wytrzymałość Rm_{min} w MPa	Węgiel C % masy, próba stała
R200	1.0521	200 ÷ 240	Węglowo-manganowa (C-Mn) bez obróbki cieplnej	bez znaku	680	0,38 ÷ 0,62
R220	1.0524	220 ÷ 260	Węglowo-manganowa (C-Mn) bez obróbki cieplnej	———	770	0,48 ÷ 0,62
R260	1.0623	260 ÷ 300	Węglowo-manganowa (C-Mn) bez obróbki cieplnej	— ———	880	0,60 ÷ 0,82
St90PA [c]	–	320 ÷ 390 [b]	Węglowo-manganowa (C-Mn) z obróbką cieplną w całej objętości	— ——— ○	1080	–
R260Mn	1.0624	260÷300	Węglowo-manganowa (C-Mn) bez obróbki cieplnej	——— ———	880	0,53 ÷ 0,77
R320Cr	1.0915	320 ÷ 360	Stal stopowa (1% Cr) bez obróbki cieplnej	——— ——— ———	1080	0,58 ÷ 0,82
R350HT	1.0631	350 ÷ 390 [a]	Węglowo-manganowa (C-Mn) z obróbką cieplną główki	— ——— ———	1175	0,70 ÷ 0,82
R350LHT	1.632	350 ÷ 390 [a]	Węglowo-manganowa (C-Mn) z obróbką cieplną	— ——— ——— —	1175	0,70 ÷ 0,82
R370CrHT	1.0992	370 ÷ 410	Stal nisko stopowa z obróbką cieplną	— ——— ——— ———	1280	0,68 ÷ 0,84
R400HT	1.1254	400 ÷ 440	Stop (C-Mn) z obróbką cieplną	——— ——— ———	1280	0,88 ÷ 1,07

[a] wymagany rozkład twardości,
[b] produkowane w Hucie Katowice w latach 1985 – 1993, znaki wklęsłe w postaci pierścieni o średnicy 15-20 mm na szyjce szyny po przeciwnej stronie znaków wypukłych, w odległości 0,5-2,0 m od jej końców.

Gatunki stali i oznaczenie stali szynowej

Szyny „tramwajowe”

Gatunek stali		Twardość w HBW (min. - max)	Opis gatunku	Znak wypukłe (walcowane na gorąco)	Wytrzymałość Rm_{min} w MPa	Węgiel C % masy, próba stała
nazwa	Nr materiału					
R200	1.0521	200 ÷ 240	Węgiel-mangan (C-Mn)	Bez znaku	680	0,38 ÷ 0,62
R220G1	1.0604	220 ÷ 260	Węgiel-mangan (C-Mn)	———	780	0,48 ÷ 0,67
R260	1.0623	260 ÷ 300	Węgiel-mangan (C-Mn)	— ———	880	0,60 ÷ 0,82
R260GTH	1.0636	260 ÷ 300	Węgiel-mangan (C-Mn) główka z obróbką cieplną	— — ———	880	0,38 ÷ 0,62
R290GTH	1.0637	290 ÷ 330	Węgiel-mangan (C-Mn) główka z obróbką cieplną	——— ———	960	0,48 ÷ 0,67
R340GTH	1.0638	340 ÷ 390	Węgiel-mangan (C-Mn) główka z obróbką cieplną	— ——— ———	1175	0,60 ÷ 0,82

Przykłady oznaczeń szyn

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Przykłady oznaczeń szyn OC (1985-1993)

Znakowanie szyn OC

Znakowanie szyny długiej

C12 - 10112 – 82 – 210 – 70P

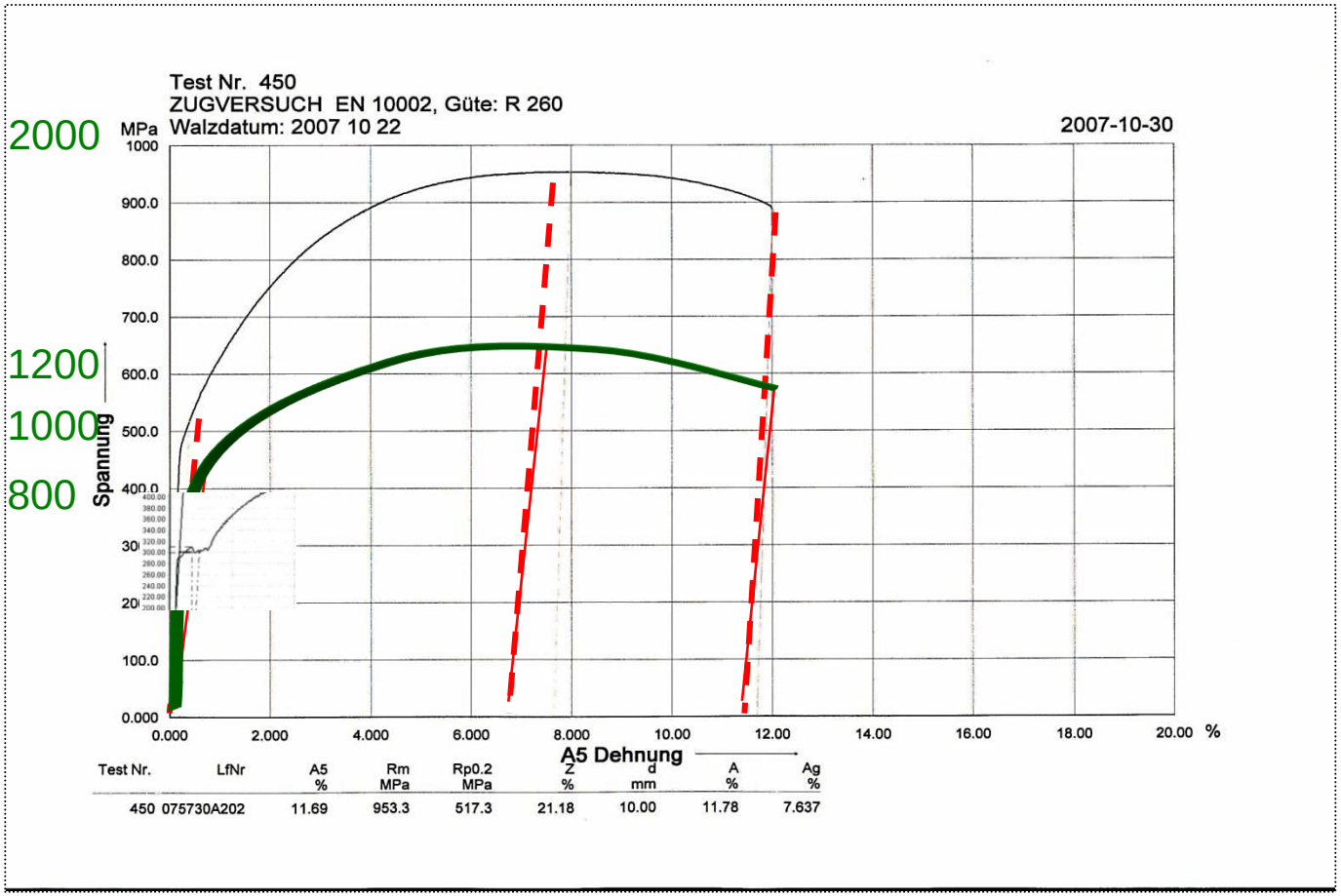
Szyna wyprodukowana:

- **w Zgrzewalni w Chorzowie.**
- **w 2012 roku,**
- **na zgrzewarce Nr 1,**
- **o nr kolejnym 112 w roku kalendarzowym,**
- **przez operatora zakodowanego pod nr 82,**
- **o długości ~210 m,**
- **zgrzana z szyn długości 70 m,**
- **szyna prawa.**

Odbiór szyn

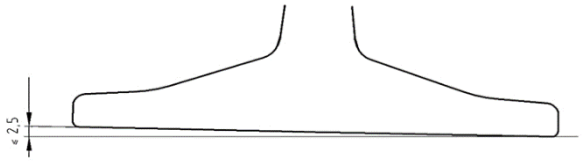
Charakterystyka mechaniczna

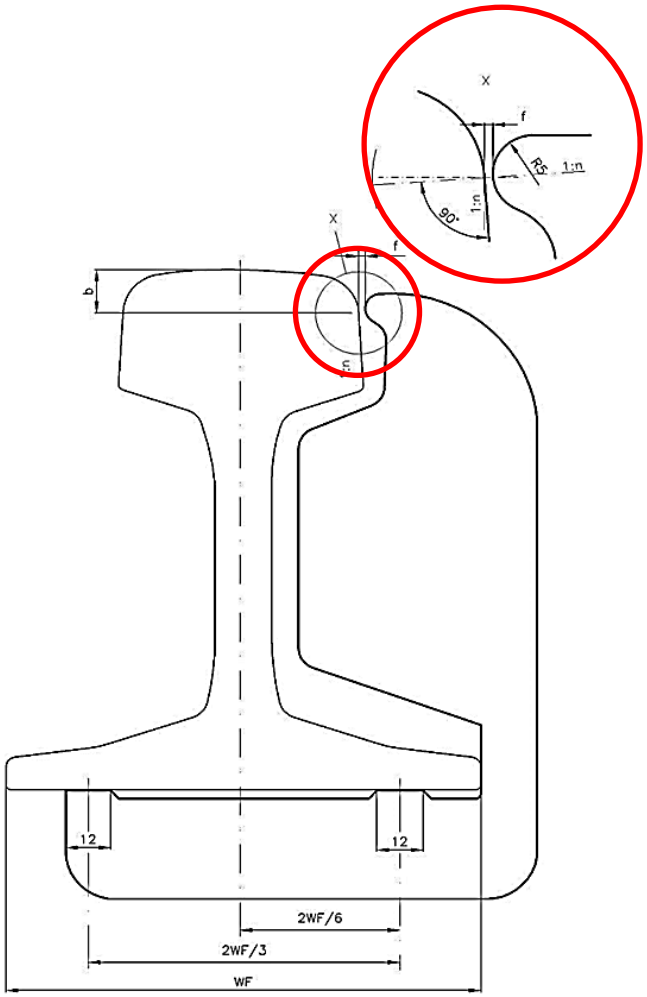
Badanie wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie

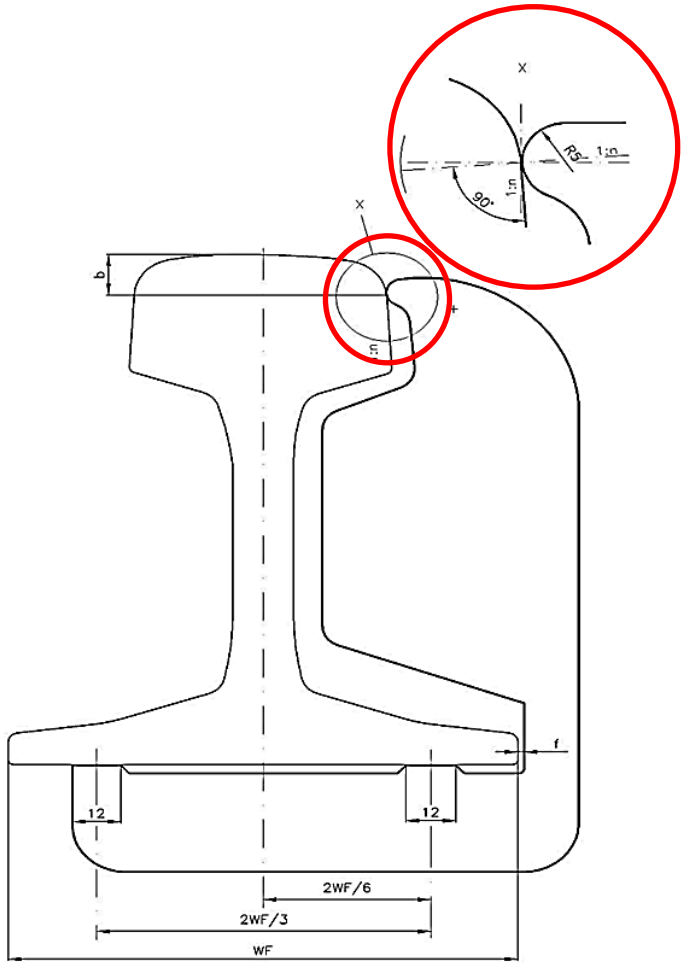


Geometria

Wybrane przykłady







Twardość

Rozmieszczenie punktów pomiaru twardości dla gatunku stali R260 (punkt RS) i rozkład twardości w główce dla szyn R350HT.

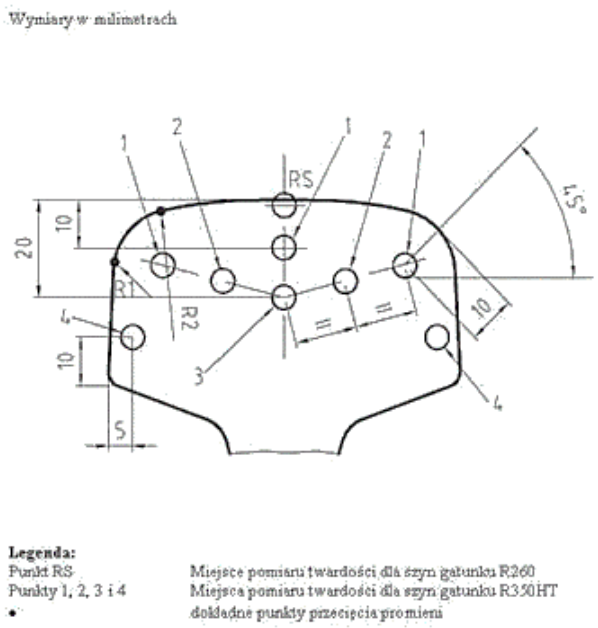
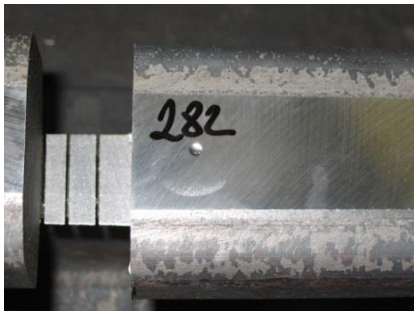


Tabela 3. Rozkład twardości w punktach 1 ÷ 4

Punkt	Gatunek stali szynowej		
	R350HT, R350LHT	R370CrHT	R400HT
1	≥ 340 min	> 360	> 390
2	≥ 331 min	> 350	> 380
3	≥ 321 min	> 340	> 370
4	≥ 340 min	> 360	> 390



Zgrzewanie w torze

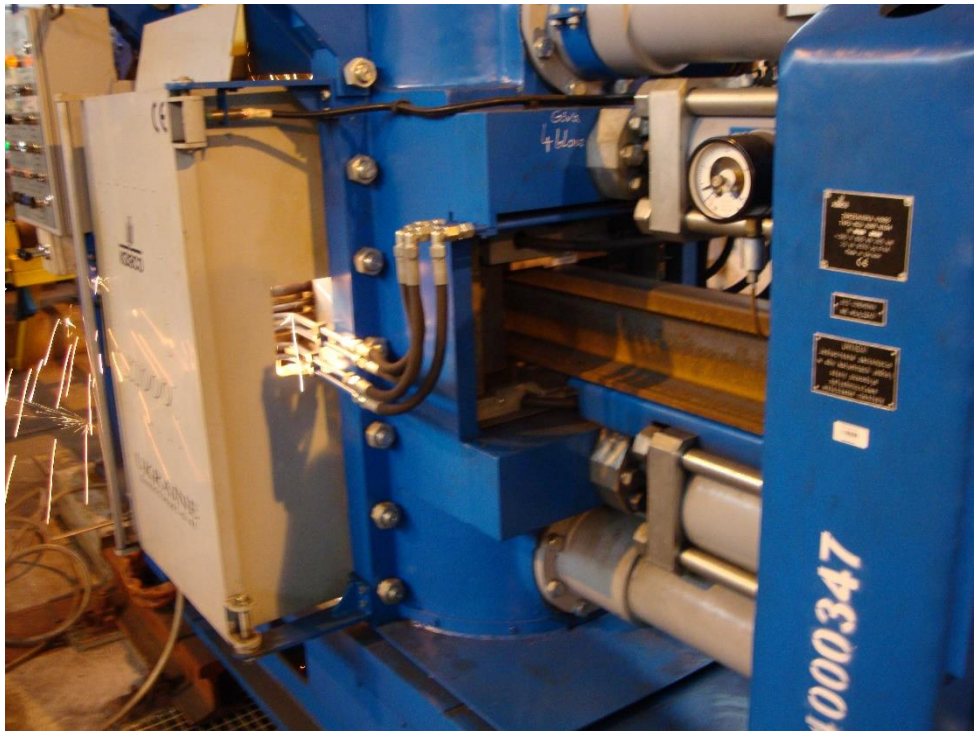
PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Zgrzewanie szyn w torach

Zgrzewanie szyn zgrzewarkami mobilnymi

Zgrzewanie szyn w zgrzewalni



Wybrane elementy ogólne

- **Użytkownicy zgrzewarek od 01. 01. 2012 r. zobligowani są do zapewnienia wykonywania zgrzein w temperaturze do –10°C z pełną rejestracją parametrów wykonania.**

<u>Ultradźwiękowe badania defektoskopowe złączy spajanych powinny być dokonane</u>:

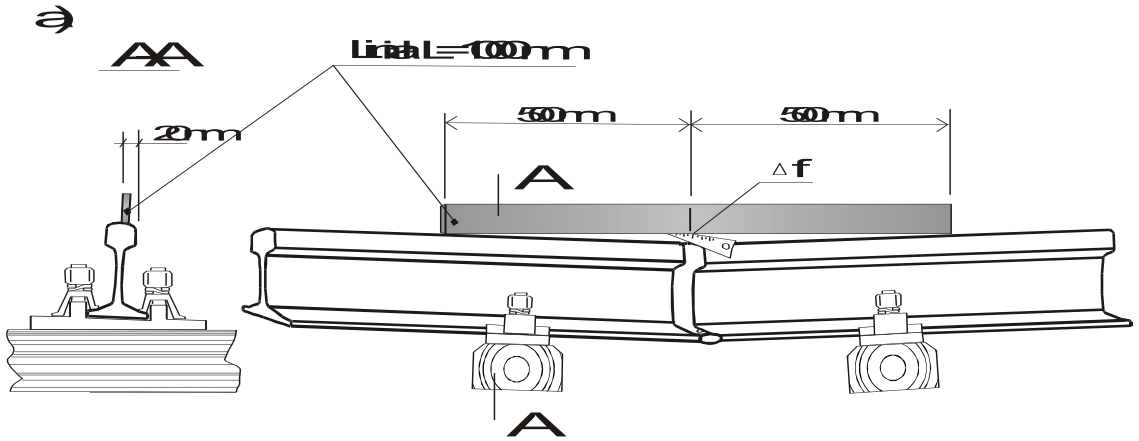
- **dla prędkości V>140 km/h wszystkie połączenia, przed odbiorem ostatecznym przez uprawnionych pracowników Centrum Diagnostyki lub firm zewnętrznych posiadających dopuszczenie IG.**
- **Dla prędkości V≤140 km/h połączenia wytypowane przez upoważnionego przedstawiciela zleceniodawcy na podstawie badań wizualnych.**

Geometria połączeń

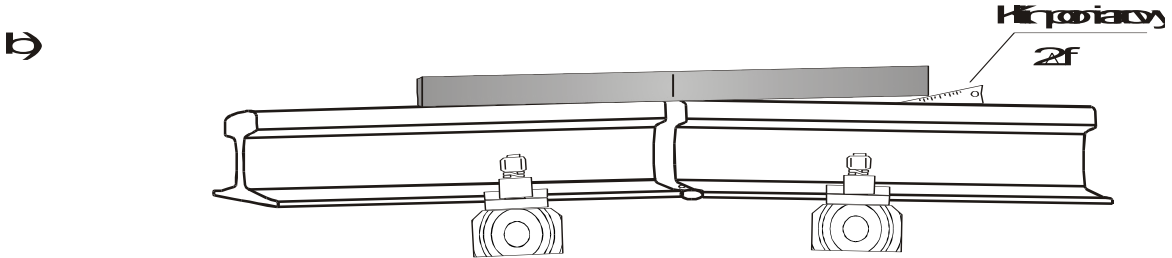
Pomiar geometrii podczas odbioru spoin / *zgrzein*

Pomiar geometrii złącza w płaszczyźnie pionowe za pomocą liniału o długości 1 m i szczelinomierza lub elektronicznie:

a/ wklęsłość (zaniżenie toku).



b/ wypukłość (zawyżenie toku),

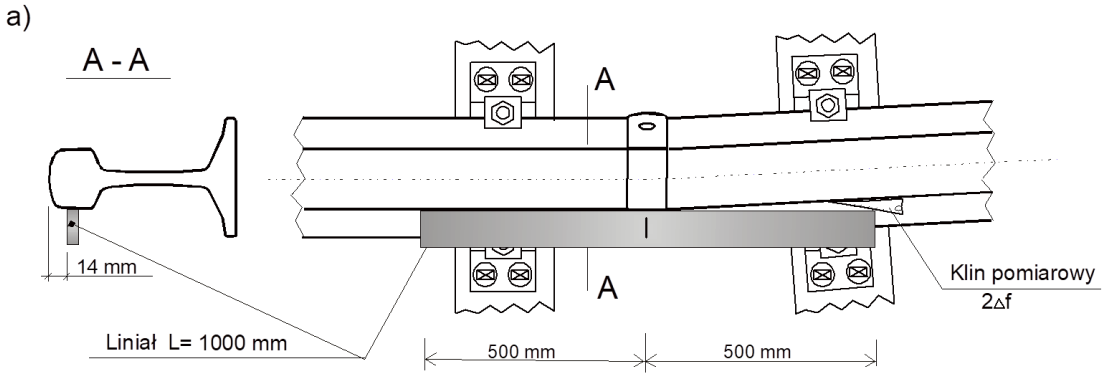


Geometria połączeń

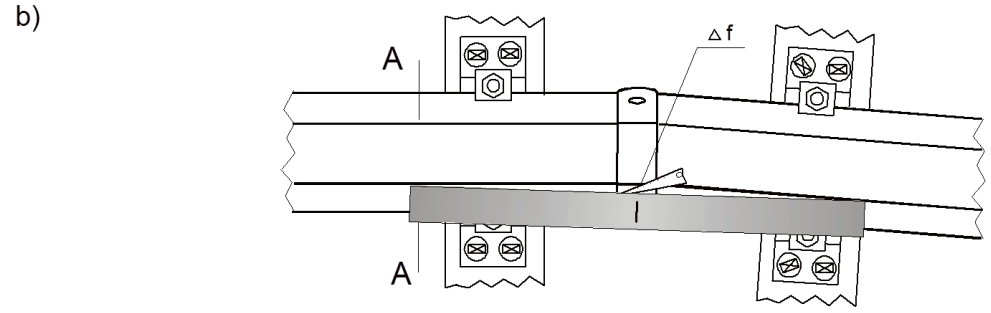
Pomiar geometrii podczas odbioru spoin / *zgrzein*

Pomiar geometrii złącza w płaszczyźnie poziomej za pomocą liniału o długości 1 m i szczelinomierza lub elektronicznie:

a/ wypukłość (zwężenie toru),



b/ wklęsłość (poszerzenie toru).



Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości pionowej. Zgrzewanie w torze.

Lp.	Rodzaj wady i jej klasyfikacja	Odchyłki wymiaru Δf [mm]					
		Tory główne i głowne zasadnicze				Tory pozostałe	
		V>160 km/h		V≤160 km/h			
		wklęsłość	wypukłość	wklęsłość	wypukłość	wklęsłość	wypukłość
1.	Brak wady	$\Delta f \leq 0,2$	$\Delta f \leq 0,2$	$\Delta f \leq 0,2$	$\Delta f \leq 0,3$	$\Delta f \leq 0,5$	$\Delta f \leq 0,5$
2.	Wada wymaga naprawy	$0,2 < \Delta f \leq 0,4$	$0,2 < \Delta f \leq 0,4$	$0,2 < \Delta f \leq 0,5$	$0,3 < \Delta f \leq 0,5$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$	$0,5 < \Delta f \leq 0,8$
3.	Wada wymaga wycięcia	$\Delta f > 0,4$	$\Delta f > 0,4$	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,5$	$\Delta f > 0,8$	$\Delta f > 0,8$

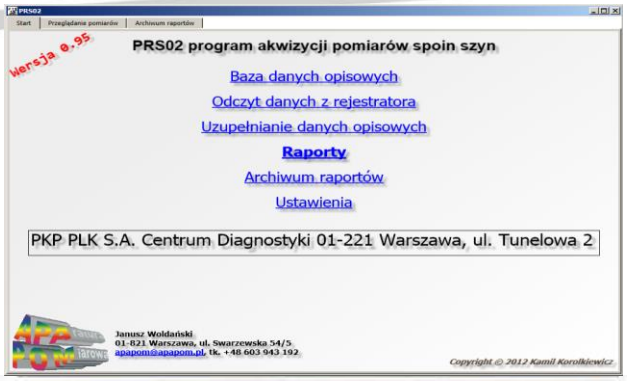
Dopuszczalne odchyłki prostoliniowości poziomej. Zgrzewanie w torze.

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

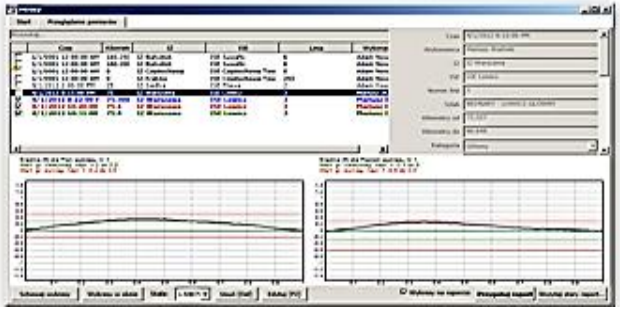
PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

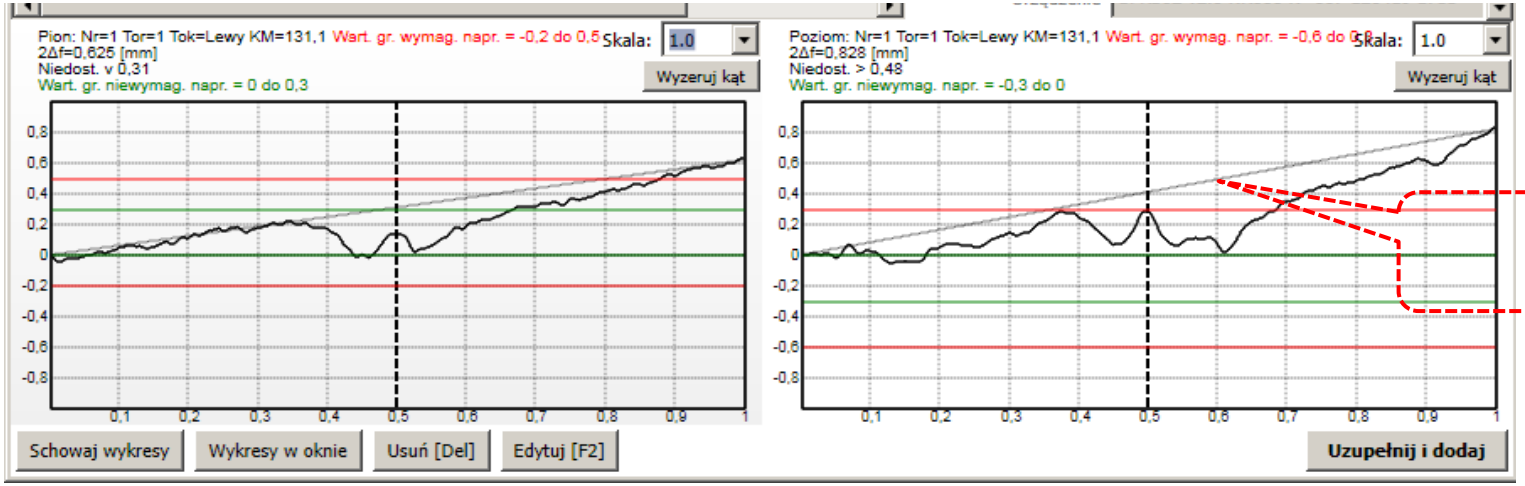
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

Geometria połączeń



Pomiary prostoliniowości połączeń szyn przyrządem laserowym





Wirtualny liniał stalowy 1 [m]

Badania defektoskopowe złączy

Badanie defektoskopowe złącza metodą „na siebie” w układzie głowic typu tandem

Parametry akceptowalne lub nie

Profil szyny	Minimalna strzałka ugięcia w próbie zginania (mm)		Minimalna siła w próbie zginania (kN)
	R260	R350HT	Typ R260, R260Mn oraz R350HT
60E1	20	20	1 600
49E1	30	25	1 050

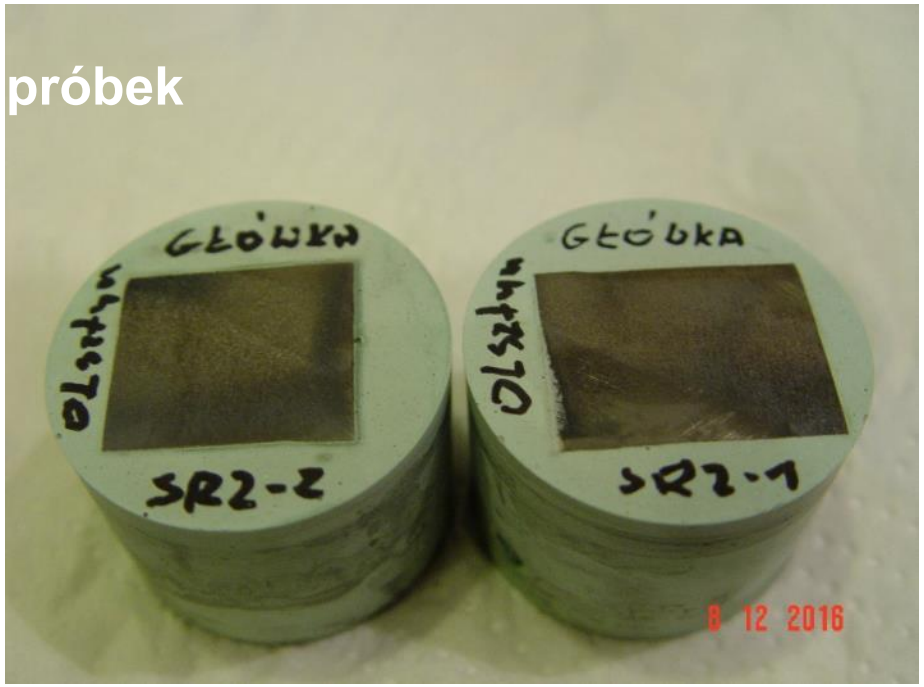
Wymagania badania w statycznym zginaniu

Wady mogą być dopuszczalne lub niedopuszczalne w obszarze zgrzeiny oraz w miejscu przyłożenia elektrody do szyny zgodnie z poniższą tabelą.

Proces	Wady niedopuszczalne	Wady dopuszczalne
Zgrzewanie	Kratery, przypalenia, pęcherze, pęknięcia, uszkodzenia mechaniczne od mocowania zacisków	Nie dopuszcza się
Obróbka mechaniczna zgrzeiny	Karby, podcięcia, przegrzania, brak profilu szyny, zadziory, naderwania	Wgłębienia wzdłużne w obszarze zgrzeiny do głębokości 0,25mm na pow. Główki (boczna i toczna) i dolnej powierzchni stopki oraz 0,5mm na pozostałych powierzchniach.

Przykładowe badania

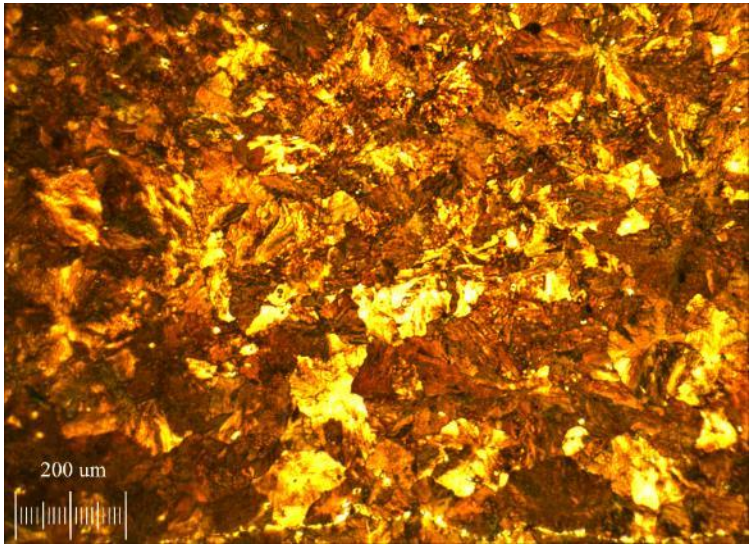
Wymagania w stosunku do miejsc pobrania próbek (wycinków).

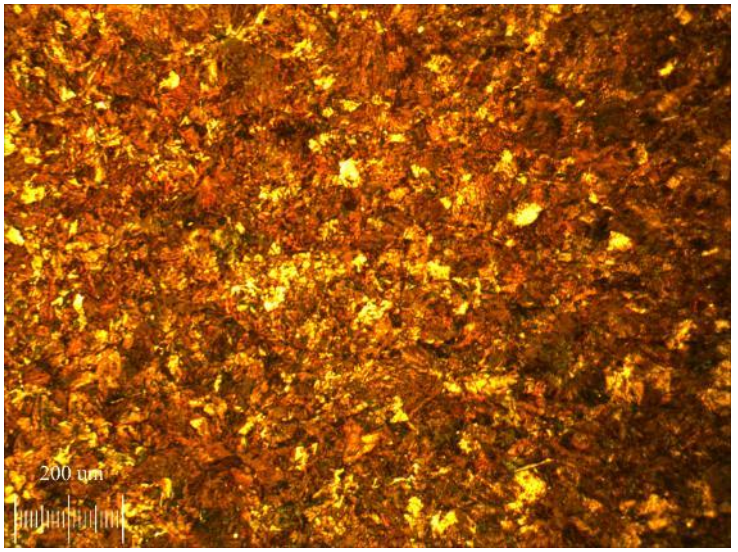


Obrazy zgładów wycinków z główek i stopek szyn inkludowanych i trawionych 4% nitalem.

Przykładowe badania

Przykładowe badania mikrostruktury

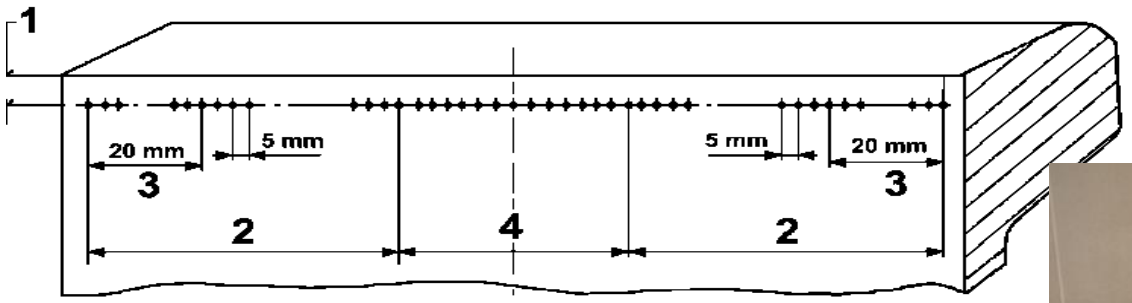


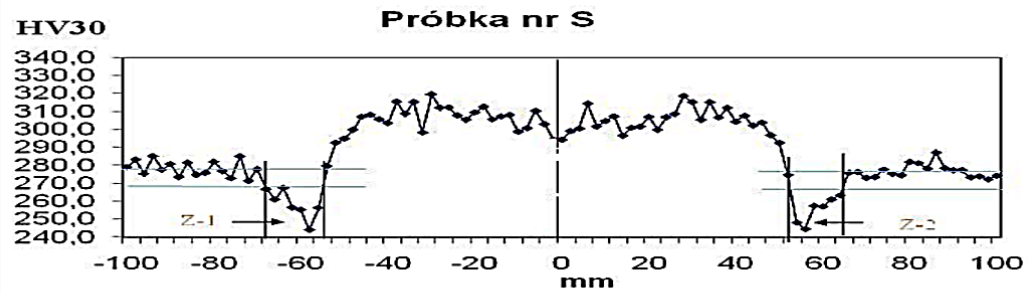


Zdjęcia struktury szyny główki złącza szynowego 60R2 spawanego termitem

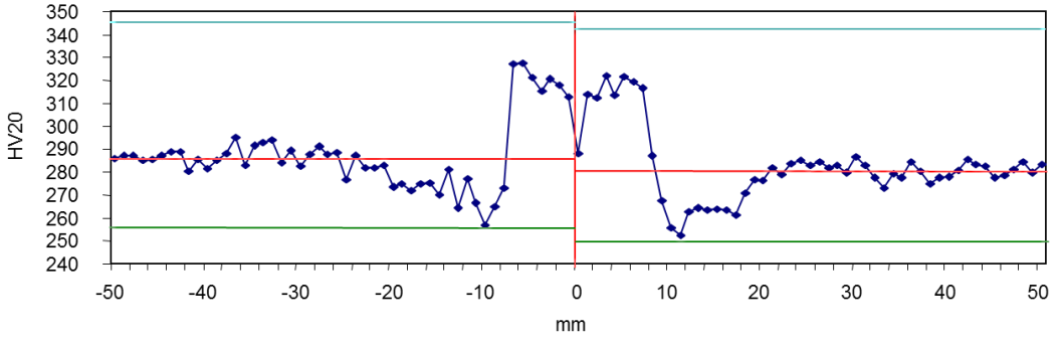
Przykładowe badania

Badanie rozkładu twardości metodą Vickersa HV30





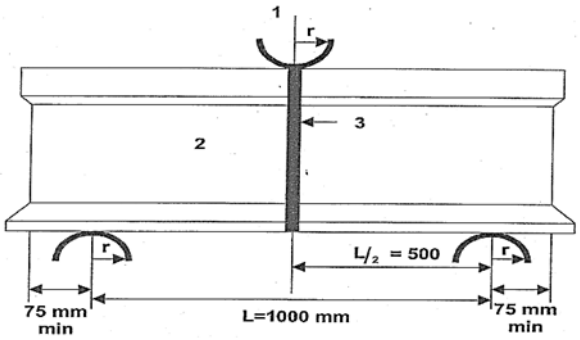
Próbka nr Z



Przykładowe badania

Badanie wytrzymałości na statyczne zginanie

Przykładowe badania



Schemat próby wytrzymałości statycznej na zginanie

Przykładowe próbki szyn po próbie wytrzymałości statycznej na zginanie

Przykłady niezgodności i wad

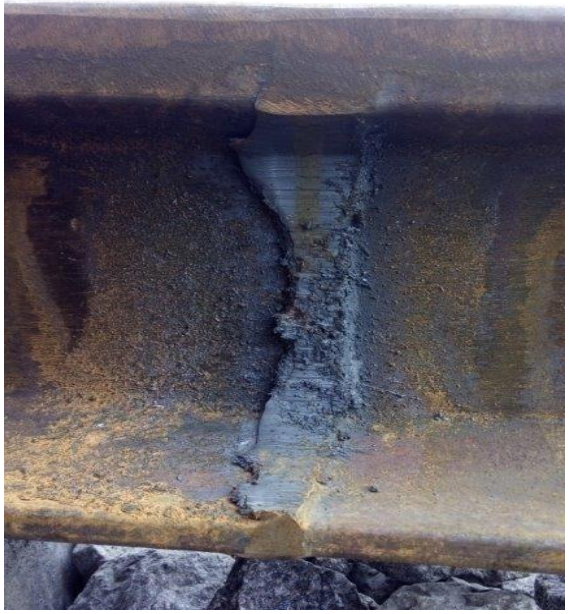
Nieprawidłowa obróbka ostateczna złącza zgrzewanego

Nieprawidłowa obróbka ostateczna złącza zgrzewanego

Przykłady niezgodności i wad

Nieprawidłowa obróbka ostateczna złącza zgrzewanego

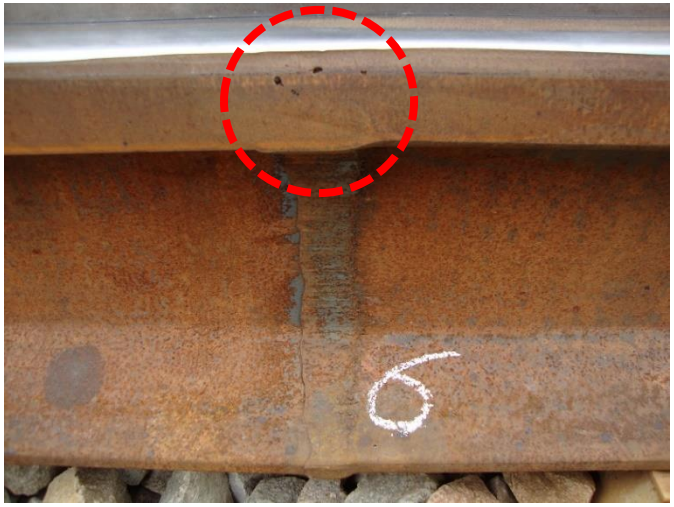
Nieprawidłowe obcięcie wypływki

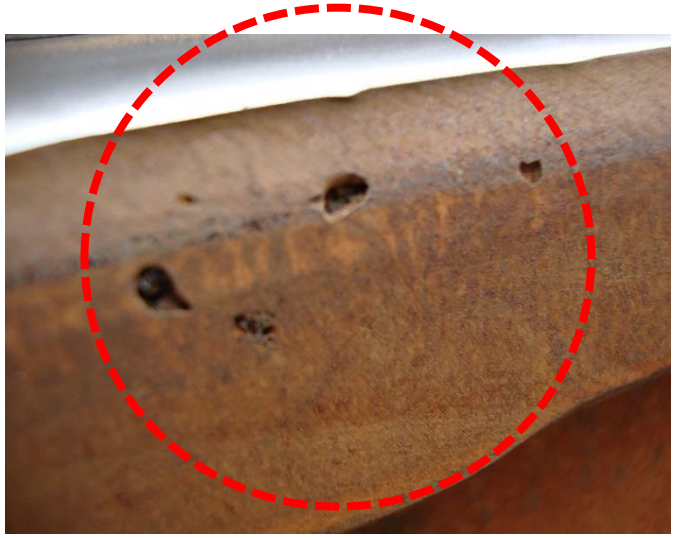


Przykłady niezgodności i wad

Karb strukturalny

Przełomy próbek złączy szynowych





Pory

Przykłady wad i niezgodności

Przykładowe Certyfikaty kompetencji

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認証書 ◆ СЕРТИФИКАТ ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Industrie Service

Nr.: 0019/2016/UT2/Z-00

für ZfP-Personal nach EN ISO 9712:2012
for NDT-Personnel acc. to EN ISO 9712:2012
und Druckgeräterichtlinie 97/23/EG
and Pressure Equipment Directive 97/23/EC

Hiermit wird bescheinigt, dass: / We hereby attest that:

Vorname, Name: / First Name, Name: **Dariusz Szczygielski**

Geboren, in: / Born, in: **13.04.1964, Dęblin**

Personal-Kennnummer: / Personal identification No.: **0608/2016**

Die Kompetenz besitzt für das Prüfverfahren/ is competent for the testing method:

Prüfverfahren / Stufe: / Method / Level: **UT 2**

Im Bereich von: / In sectors: **B, PED/ c, f, t, w, wp**

gültig bis: / Valid until: **01/2021**

Unterschrift der zertifizierten Person
Signature of certificate person

München, 21.01.2016
Erstellungsort und -datum
Place and date of issue

Unterschrift und Stempel des Zertifizierer
Signature and stamp of the certifier

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Zertifizierungsstelle für ZfP- Personal
Certification Body for NDT-Personnel
Westendstraße 199, 80686 München
Tel.: (0 89) 57 91-10 76 Fax: (089) 57 91-18 30

Anerkannte unabhängige Prüfstelle nach Artikel 13 der Richtlinie 97/23/EG
Akkreditierte ZfP- Zertifizierungsstelle nach EN 45013, Reg.-Nr. ZLS-ZP-064/09
Akkreditierung bezieht sich ausschließlich auf den Geltungsbereich der Druckgeräterichtlinie
Recognised third-party organizations as per Article 13 of Directive 97/23/EC
Accredited certification body for NDT-Personnel acc. to EN 45013, Reg. No. ZLS-ZP-064/09
The accreditation applies only to the scope the pressure equipment directive

Benannte Stelle,
Kennnummer 0036
Notified Body
no. 0036

Abkürzungsverzeichnis/ List of Abbreviations:
Prüfverfahren/ Testing methods:
Industriesektoren/ Industrial sectors
Produktsektoren/ product sectors

TÜV®

INSTYTUT SPAWALNICTWA
OŚRODEK CERTYFIKACJI

Jednostka akredytowana przez Polskie Centrum Akredytacji według normy PN-EN ISO/IEC 17024
Accredited body by Polish Centre of Accreditation according to standard PN-EN ISO/IEC 17024
Uznana organizacja trzeciej strony zgodnie z Artykułem 20 Dyrektywy Europejskiej 2014/68/UE, Nr 1405
Recognized third-party organization according to Article 20 of European Directive 2014/68/EU, No 1405

AC 054

CERTYFIKAT KOMPETENCJI
Certificate of Competence
NR / NO VT2/12077/2017/0
ważny: / is valid:
od / from 03-04-2017 do / to 02-04-2022
Potwierdza się, że: / This is to certify that:

Przemysław RABĘDA

urodzony(a) / born on 03-08-1964

posiada kompetencje według normy PN-EN ISO 9712 w zakresie
has competence according to PN-EN ISO 9712 in the scope of

BADAŃ WIZUALNYCH (VT) stopień 2
VISUAL TESTING (VT) level 2

Sektory związane z wyrobem: / Product sectors:
(c) - odlewy / castings
(f) - odkuwki / forgings
(w) - złącza spajane / welds
(wp) - wyroby przerabiane plastycznie oprocz odkuwek / wrought products except forgings
(t) - rury różnych średnic i grubości ścianek / tubes and pipes

Sektory przemysłowe: / Industrial sectors:
PW - wytwarzanie / manufacturing
PE - badania przed i eksploatacyjne wraz z wytwarzaniem / pre and in-service testing which includes manufacturing

PED - z uwzględnieniem połączeń nierozłącznych urządzeń ciśnieniowych zgodnie z Dyrektywą Europejską 2014/68/UE
Along with permanent joints of pressure equipment according to European Directive 2014/68/EU

Instytut Spawalnictwa
Dyrektor / Director
dr inż. Adam PIETRAS

Ośrodek Certyfikacji
Certification Centre
dr inż. Eugeniusz SZCZOK

Podpis posiadacza certyfikatu
Signature of certified person

Przemysław RABĘDA

Data wydania: / Date of issue: 03-04-2017

Certyfikat / *Certificate*

01 202 POL/Z-15/MT-2689/00

dla personelu badań nieniszczących
for personnel of non-destructive testing

zgodnie z / *according to*

DIN EN ISO 9712:2012

NEGOWSKI, Zenon — **Jastarnia, 26.01.1957**
nazwisko, imię, tytuł / *Name, first name, title* — miejsce urodzenia, data urodzenia / *place of birth, date of birth*

Metoda / *Method*	Stopień / *Level*	Ważny od / *Valid from*	Ważny do / *Valid to*	Sektor / *Sector*
MT	2	27.10.2015	26.10.2020	B: c,f,w,wp,t

MT Badania magnetyczno-proszkowe / *magnetic testing*

Sektory produktu: (c) odlewy, (f) odkuwki, (w) wyroby spawane, (wp) wyroby walcowane (t) rury, wraz z wyrobami płaskimi przeznaczonymi do wytwarzania rur zgrzewanych / spawanych
Product sectors: (c) castings, (f) forgings, (w) welds, (wp) wrought products (t) tubes and pipes incl. flat products for the manufacturing of welded pipes

Sektory przemysłu: A wytwarzanie / *manufacturing contains* c,f,wp,t
B badania przed- i w czasie eksploatacji łącznie z wytwarzaniem / *pre- and in-service testing which includes manufacturing contains* c,f,w,wp,t

Historia / *History*: Pierwsza certyfikacja / *Initial cert.*: 10/2015

Następne działanie / *Next required task*: Wniosek o odnowienie / *Request Renewal*: 05/2020

podpis posiadacza certyfikatu / *signature of certificate holder*

Norbert Neumann

Köln, 27.10.2015

Jednostka Certyfikująca Personel Badań Nieniszczących / *Certification body for NDT-Personnel*
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
Am Grauen Stein, D-51105 Köln

Jednostka certyfikująca pracuje zgodnie z DIN EN ISO/IEC 17024.
The certification body operates acc. to DIN EN ISO/IEC 17024.

www.tuv.com

TÜVRheinland®
Precisely Right.

Przykładowe certyfikaty (m.in. TÜV Rheinland oraz Instytutu Spawalnictwa)

Procedura SMS – PW - 17

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.	
Procedura: **Dopuszczenia wykonawców prac spawalniczych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.**	Nr procedury: P/IGSN-513-2/2016 Data wydania: 03. 08. 2016 Wersja 1.0

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Centrum Diagnostyki

PROCEDURA DOPUSZCZENIA WYKONAWCÓW PRAC SPAWALNICZYCH NA SIECI KOLEJOWEJ ZARZĄDZANEJ PRZEZ PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Część 2: Złącza szynowe – zgrzewanie oporowe doczołowe z wyiskrzaniem ciągłym zgrzewarkami torowymi

P/IGSN-513-2/2016

Opracował zespół:		Zatwierdził:
Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych NACZELNIK Tobiasz Kołodziejak	Zespół nadzoru spawalniczego i odbiorów materiałów nawierzchniowych GŁÓWNY INŻYNIER	ZASTĘPCA DYREKTORA (Podstawa prawna – Regulamin organizacyjny PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki)

Uzgodnienia:

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biur Dróg Kolejowych	PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biura Bezpieczeństwa
ZASTĘPCA DYREKTORA Biura Dróg Kolejowych	DYREKTOR BIURA

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Procedura: **Dopuszczenia wykonawców prac spawalniczych na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.**	Nr procedury: P/IGSN-513-1/2016 Data wydania: 03 .08. 2016 Wersja 1.0

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Centrum Diagnostyki

PROCEDURA DOPUSZCZENIA WYKONAWCÓW PRAC SPAWALNICZYCH NA SIECI KOLEJOWEJ ZARZĄDZANEJ PRZEZ PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Część 1: Regeneracja elementów nawierzchni kolejowej metodą elektrycznego napawania łukowego

(P/IGSN-513-1/2016)

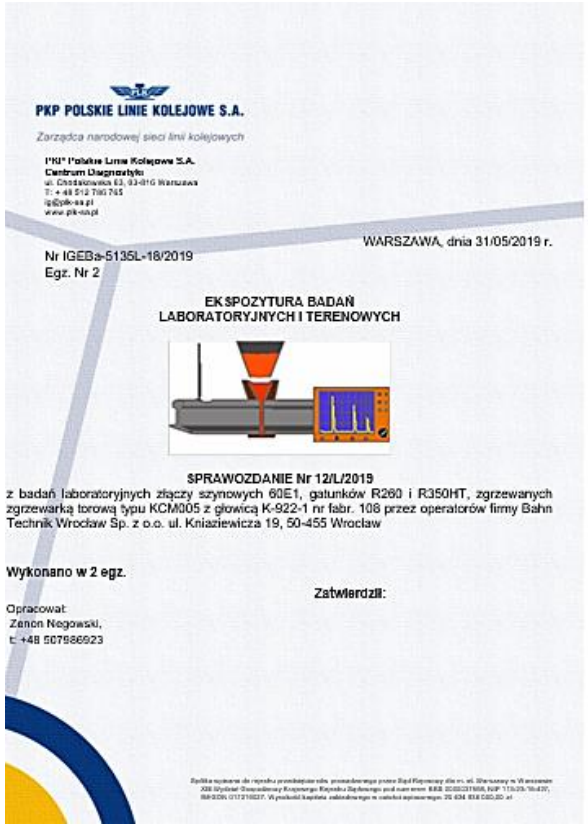
Opracował zespół:		Zatwierdził:
Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych NACZELNIK Tobiasz Kołodziejak	Zespół nadzoru spawalniczego i odbiorów materiałów nawierzchniowych GŁÓWNY INŻYNIER	ZASTĘPCA DYREKTORA (Podstawa prawna – Regulamin organizacyjny PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki)

Uzgodnienia:

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biur Dróg Kolejowych	PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biura Bezpieczeństwa
ZASTĘPCA DYREKTORA Biura Dróg Kolejowych	DYREKTOR BIURA

SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

SPRAWOZDANIE z badań wykonanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki (stron np. 105)



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
Centrum Diagnostyki
ul. Chodakowska 63, 03-816 Warszawa
T: + 48 512 786 765
ig@plk-sa.pl
www.plk-sa.pl

Nr IGEBa-5135L-18/2019
Egz. Nr 2

WARSZAWA, dnia 31/05/2019 r.

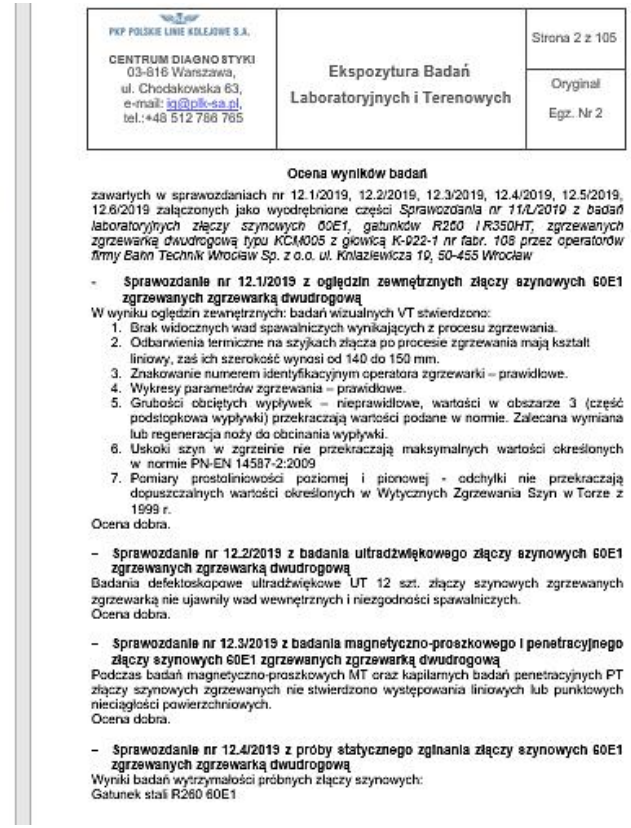
EKSPOZYTURA BADAŃ
LABORATORYJNYCH I TERENOWYCH

SPRAWOZDANIE Nr 12/L/2019
z badań laboratoryjnych złączy szynowych 60E1, gatunków R260 i R350HT, zgrzewanych zgrzewarką torową typu KCM005 z głowicą K-922-1 nr fabr. 108 przez operatorów firmy Bahn Technik Wrocław Sp. z o.o. ul. Kniaziewicza 19, 50-455 Wrocław

Wykonano w 2 egz.

Zatwierdził:

Opracował:
Zenon Negowski,
t: +48 507986923



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A. CENTRUM DIAGNOSTYKI 03-816 Warszawa, ul. Chodakowska 63, e-mail: ig@plk-sa.pl, tel.:+48 512 786 765	Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych	Strona 2 z 105 Oryginał Egz. Nr 2

Ocena wyników badań

zawartych w sprawozdaniach nr 12.1/2019, 12.2/2019, 12.3/2019, 12.4/2019, 12.5/2019, 12.6/2019 załączonych jako wyodrębnione części *Sprawozdania nr 11/L/2019 z badań laboratoryjnych złączy szynowych 60E1, gatunków R260 i R350HT, zgrzewanych zgrzewarką dwudrogową typu KCM005 z głowicą K-922-1 nr fabr. 108 przez operatorów firmy Bahn Technik Wrocław Sp. z o.o. ul. Kniaziewicza 19, 50-455 Wrocław*

- **Sprawozdanie nr 12.1/2019 z oględzin zewnętrznych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką dwudrogową**

W wyniku oględzin zewnętrznych: badań wizualnych VT stwierdzono:
1. Brak widocznych wad spawalniczych wynikających z procesu zgrzewania.
2. Odbarwienia termiczne na szyjkach złącza po procesie zgrzewania mają kształt liniowy, zaś ich szerokość wynosi od 140 do 150 mm.
3. Znakowanie numerem identyfikacyjnym operatora zgrzewarki – prawidłowe.
4. Wykresy parametrów zgrzewania – prawidłowe.
5. Grubości obciętych wypływek – nieprawidłowe, wartości w obszarze 3 (część podstopkowa wypływki) przekraczają wartości podane w normie. Zalecana wymiana lub regeneracja noży do obcinania wypływki.
6. Uskoki szyn w zgrzeinie nie przekraczają maksymalnych wartości określonych w normie PN-EN 14587-2:2009
7. Pomiary prostoliniowości poziomej i pionowej - odchyłki nie przekraczają dopuszczalnych wartości określonych w Wytycznych Zgrzewania Szyn w Torze z 1999 r.

Ocena dobra.

- **Sprawozdanie nr 12.2/2019 z badania ultradźwiękowego złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką dwudrogową**

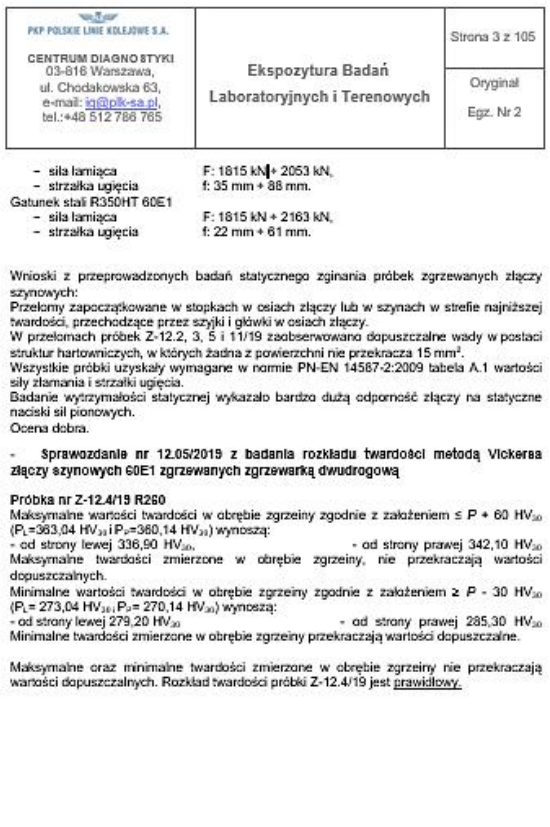
Badania defektoskopowe ultradźwiękowe UT 12 szt. złączy szynowych zgrzewanych zgrzewarką nie ujawniły wad wewnętrznych i niezgodności spawalniczych.
Ocena dobra.

- **Sprawozdanie nr 12.3/2019 z badania magnetyczno-proszkowego i penetracyjnego złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką dwudrogową**

Podczas badań magnetyczno-proszkowych MT oraz kapilarnych badań penetracyjnych PT złączy szynowych zgrzewanych nie stwierdzono występowania liniowych lub punktowych nieciągłości powierzchniowych.
Ocena dobra.

- **Sprawozdanie nr 12.4/2019 z próby statycznego zginania złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką dwudrogową**

Wyniki badań wytrzymałości próbnych złączy szynowych:
Gatunek stali R260 60E1



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A. CENTRUM DIAGNOSTYKI 03-816 Warszawa, ul. Chodakowska 63, e-mail: ig@plk-sa.pl, tel.:+48 512 786 765	Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych	Strona 3 z 105 Oryginał Egz. Nr 2

- siła łamiąca F: 1815 kN ÷ 2053 kN,
- strzałka ugięcia f: 35 mm ÷ 88 mm.

Gatunek stali R350HT 60E1
- siła łamiąca F: 1815 kN ÷ 2163 kN,
- strzałka ugięcia f: 22 mm ÷ 61 mm.

Wnioski z przeprowadzonych badań statycznego zginania próbek zgrzewanych złączy szynowych:
Przełomy zapoczątkowane w stopkach w osiach złączy lub w szynach w strefie najniższej twardości, przechodzące przez szyjki i główki w osiach złączy.
W przełomach próbek Z-12.2, 3, 5 i 11/19 zaobserwowano dopuszczalne wady w postaci struktur hartowniczych, w których żadna z powierzchni nie przekracza 15 mm^2.
Wszystkie próbki uzyskały wymagane w normie PN-EN 14587-2:2009 tabela A.1 wartości siły złamania i strzałki ugięcia.
Badanie wytrzymałości statycznej wykazało bardzo dużą odporność złączy na statyczne naciski sił pionowych.
Ocena dobra.

- **Sprawozdanie nr 12.05/2019 z badania rozkładu twardości metodą Vickersa złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką dwudrogową**

Próbka nr Z-12.4/19 R260
Maksymalne wartości twardości w obrębie zgrzeiny zgodnie z założeniem ≤ P + 60 HV_{30} (P_L=363,04 HV_{30} i P_P=360,14 HV_{30}) wynoszą:
- od strony lewej 336,90 HV_{30}, - od strony prawej 342,10 HV_{30}
Maksymalne twardości zmierzone w obrębie zgrzeiny, nie przekraczają wartości dopuszczalnych.
Minimalne wartości twardości w obrębie zgrzeiny zgodnie z założeniem ≥ P - 30 HV_{30} (P_L= 273,04 HV_{30} i P_P= 270,14 HV_{30}) wynoszą:
- od strony lewej 279,20 HV_{30} - od strony prawej 285,30 HV_{30}
Minimalne twardości zmierzone w obrębie zgrzeiny przekraczają wartości dopuszczalne.

Maksymalne oraz minimalne twardości zmierzone w obrębie zgrzeiny nie przekraczają wartości dopuszczalnych. Rozkład twardości próbki Z-12.4/19 jest prawidłowy.

SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

SPIS TREŚCI

Sprawozdanie Nr 12/L/2019 Ogólny opis zakresu zlecenia badań laboratoryjnych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 2

Sprawozdanie Nr 12.1/2019 z oględzin zewnętrznych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 7

Sprawozdanie Nr 12.2/2019z badania ultradźwiękowego złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 46

Sprawozdanie Nr 12.3/2019 z badania magnetyczno-proszkowego i penetracyjnego złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 51

Sprawozdanie Nr 12.4/2019 z próby statycznego zginania złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 63

Sprawozdanie Nr 12.5/2019 z pomiarów rozkładu twardości metodą Vickersa złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 82

Sprawozdanie Nr 12.6/2019 z badań makroskopowych i mikroskopowych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową 91

Spis rysunków 102

Spis tabel 102

Spis załączników 102

Spis zdjęć 103

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A. CENTRUM DIAGNOSTYKI 03-816 Warszawa, ul. Chodakowska 63, e-mail: ip@plk-sa.pl, tel.:+48 512 786 765	Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych	Strona 2 z 105 Oryginał Egz. Nr 2

SPRAWOZDANIE Nr 12/L/2019
Ogólny opis zakresu zlecenia badań laboratoryjnych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową

1. Informacje ogólne o zleceniu wykonania badań laboratoryjnych

Zleceniodawca	Bahn Technik Wrocław Sp. z o.o. ul. Kniaziewicza 19 50-455 Wrocław
Zlecenie	Zamówienie BTW/9/03/2019-DPS z dnia 27.03.2019 r. podpisane przez Dyrektora ds. spawalnictwa Pana Wojciecha Zielińskiego
Przedmiot badań	Złącza szynowe 60E1 wykonane metodą zgrzewania elektrycznego, oporowo-iskrowego, doczołowego, zgrzewarką KCM-005, głowicą K922-1, nr fabr. 108 przez operatora posiadającego numer identyfikacyjny Z135
Opis obiektu badań	Złącza zgrzewane szyn kolejowych typu 60E1, gatunków stali R260 i R350HT, o długości 1200 mm każde, ze zgrzeinami umieszczonymi centralnie. Próbki przeznaczone do badań oznaczono numerami: Z-12.1/19 (R260) Z-12.7/19 (R350HT) Z-12.2/19 (R260) Z-12.8/19 (R350HT) Z-12.3/19 (R260) Z-12.9/19 (R350HT) Z-12.4/19 (R260) Z-12.10/19 (R350HT) Z-12.5/19 (R260) Z-12.11/19 (R350HT) Z-12.6/19 (R260) Z-12.12/19 (R350HT)
Zakres badań	Ustalony ze zleceniodawcą, zgodnie z procedurą
Data i sposób przyjęcia obiektu do badań	Próbki wykonane w dniu 15.04.2019 r. w obecności inspektora nadzoru spawalnictwa
Data wykonania badania	15.04.2019 r. - 22.05.2019 r.

Wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanych obiektów. Sprawozdanie bez zgody Laboratorium nie może być powielane inaczej, jak tylko w całości. Sprawozdanie zawiera 105 ponumerowane strony.

Warszawa, dnia 31 maja 2019 r.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

SPRAWOZDANIE Nr 12/L/2019
Ogólny opis zakresu zlecenia badań laboratoryjnych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową

2. Program badań laboratoryjnych

Program badań i analizę wyników ustalono w oparciu o następujące dokumenty normatywne:

1. PN-EN 14587-2 kwiecień 2009 Zastosowania kolejowe - Tor - Zgrzewanie doczołowe iskrowe szyn - Część 2: Łączenie szyn typu R220, R260, R260Mn i R350 HT przy użyciu mobilnych zgrzewarek w lokalizacjach poza zakładem produkcyjnym.
2. CION2-513-9/99 Wytyczne zgrzewania szyn w torze - 1999 r.
3. Id-10 Badanie ultradźwiękowe prowadzone jest zgodnie z Instrukcją badań defektoskopowych szyn, spoin i zgrzein w torach kolejowych z 2005 r.
4. Id-17 Ocena wyników badań - zgodnie z Wytycznymi ultradźwiękowych badań złącz szynowych zgrzewanych i spawanych z 2005 r.
5. PN-EN ISO 6507-1:1999 Pomiar twardości sposobem Vickersa Część 1 Metoda badań.
6. PN-EN ISO 9934-1 Badania nieniszczące. Badania magnetyczno - proszkowe. Zasady ogólne.
7. PN-EN ISO 9934-2 Badania nieniszczące. Badania magnetyczno - proszkowe. Środki wykrywające.
8. PN-EN ISO 9934-1 Badania nieniszczące. Badania magnetyczno - proszkowe. Aparatura.
9. PN-EN ISO 17638:2010 Badania nieniszczące spoin. Badania magnetyczno - proszkowe spoin.
10. PN-EN ISO 23278:2010 Badania nieniszczące spoin. Badania magnetyczno - proszkowe spoin. Poziomy akceptacji
11. PN-EN ISO 17635:2010 Badania nieniszczące spoin. Zasady ogólne dotyczące metali.
12. PN-EN 13674-1:2011 Kolejnictwo - Tor - Szyna - Część 1: Szyny kolejowe Vignole'a o masie 46 kg/m i większej.
13. PN-EN ISO 3452-1:2013 Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Zasady ogólne.
14. PN-EN ISO 3452-2 Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Część 2: Badania materiałów penetracyjnych.
15. PN-EN ISO 3452-3 Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Część 3: Próbki odniesienia.
16. PN-EN ISO 3452-4 Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Część 4: Wyposażenie.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

SPRAWOZDANIE Nr 12/L/2019
Ogólny opis zakresu zlecenia badań laboratoryjnych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową

Tab. 1 Program badań laboratoryjnych

Rodzaj badania	Numery próbek											
	Z-12.1/19	Z-12.2/19	Z-12.3/19	Z-12.4/19	Z-12.5/19	Z-12.6/19	Z-12.7/19	Z-12.8/19	Z-12.9/19	Z-12.10/19	Z-12.11/19	Z-12.12/19
Typ szyny, gatunek stali szynowej	60E1 R260						60E1 R350HT					
Badania wizualne	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Badania geometrii	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Badania defektoskopowe	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Badania magnetyczno-proszkowe	-	-	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-
Badania penetracyjne	-	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-
Badania wytrzymałości statycznej na zginanie	√	√	√	-	√	√	-	√	√	√	√	√
Badanie rozkładu twardości metodą Vickersa	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	-
Badanie makro- i mikrostruktury	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-	-

SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych

Oryginał

Egz. Nr 2

SPRAWOZDANIE Nr 12.1/2019
z oględzin zewnętrznych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową

Wyniki oględzin wzrokowych przedstawiono na załączonych fotografiach.

Zdj. 1 Próbka Z-12.1/19 a) Widok próbki złącza szynowego 60E1, gatunku R260 wykonanego zgrzewarką torową z głowicą K922-1 przez operatora z firmy BTW Wrocław

Zdj. 2 Próbka Z-12.2/19 a) Widok próbki złącza szynowego 60E1, gatunku R260 wykonanego zgrzewarką torową z głowicą K922-1 przez operatora z firmy BTW Wrocław

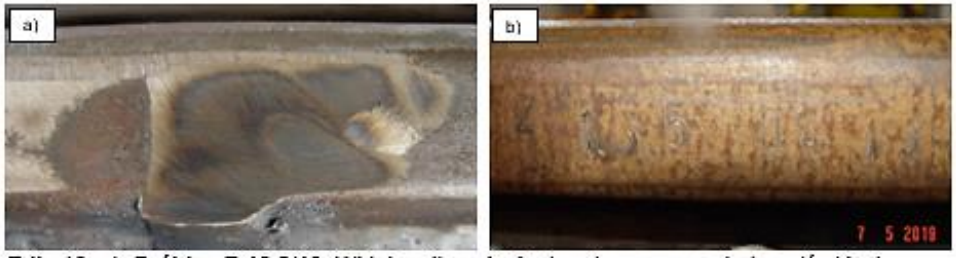
PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

Ekspozytura Badań Laboratoryjnych i Terenowych

Oryginał

Egz. Nr 2

SPRAWOZDANIE Nr 12.1/2019
z oględzin zewnętrznych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową



Zdj. 13 a) **Próbka Z-12.2/19** Widok odbarwienia termicznego na boku główki złącza zgrzewanego, spowodowanego zbyt intensywnym szlifowaniem powierzchni oraz b) **Próbka Z-12.3/19** Widok numeru identyfikacyjnego Z135 naniesionego na powierzchnie boczną główki przez operatora zgrzewarki

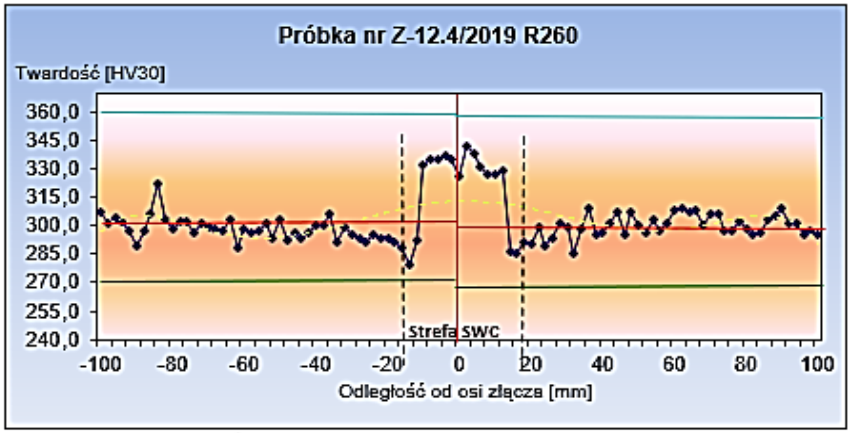
Podczas oględzin zewnętrznych stwierdzono:

1. Brak widocznych wad spawalniczych wynikających z procesu zgrzewania.
2. Odbarwienia termiczne na szyjkach złącza po procesie zgrzewania mają kształt liniowy, zaś ich szerokość wynosi od 140 do 150 mm.
3. Znakowanie numerem identyfikacyjnym operatora zgrzewarki – prawidłowe.
4. Wykresy parametrów zgrzewania – prawidłowe.
5. Grubości obciętych wypływek – nieprawidłowe, wartości w obszarze 3 (część podstopkowa wypływki) przekraczają wartości podane w normie. Zalecana wymiana noży do obcinania wypływki.
6. Uskoki szyn w zgrzeinie nie przekraczają maksymalnych wartości określonych w normie PN-EN 14587-2:2009
7. Pomiary prostoliniowości poziomej i pionowej - odchyłki nie przekraczają dopuszczalnych wartości określonych w Wytycznych Zgrzewania Szyn w Torze z 1999 r.

SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

SPRAWOZDANIE Nr 12.5/2019
z pomiarów rozkładu twardości metodą Vickersa złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową



Rys. 10 Rozkład twardości HV30 w obszarze zgrzeiny złącza oraz niezmienionego cieplnie materiału szyny R260, próbka Z-12.4/2019

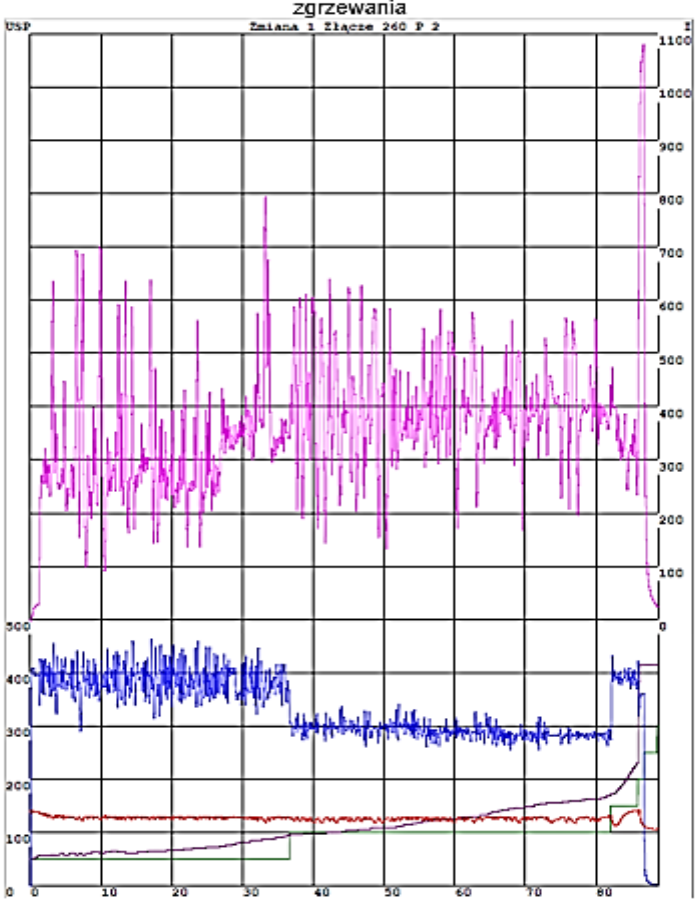
Legenda:
- granice obniżonej twardości SWC złącza szynowego
- średnia wartość twardości szyny (materiał podstawowy złącza)
- maksymalne dopuszczalne twardości złącza szynowego
- minimalne dopuszczalne obniżenie twardości złącza szynowego
- linia trendu w układzie wielomianowym nr 6

Odcisk nr „0" umiejscowiony jest w kryzie złącza

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

SPRAWOZDANIE Nr 12.1/2019
z oględzin zewnętrznych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową

Zał. 16 Charakterystyka złącza szynowego **Z-12.2/19** zarejestrowana podczas procesu zgrzewania



SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

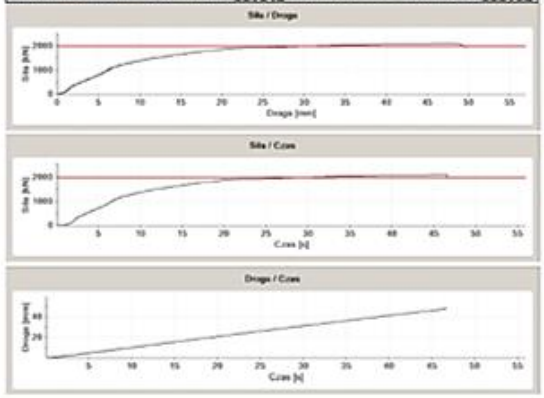
SPRAWOZDANIE Nr 12.4/2019
z próby statycznego zginania złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową

Zał. 46 Wykresy zarejestrowane podczas próby statycznego zginania próbki nr Z-12.12/19

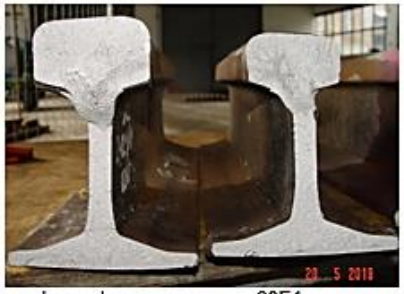
PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Centrum Diagnostyki w Warszawie
01-221 Warszawa ul. Tunelowa 2A

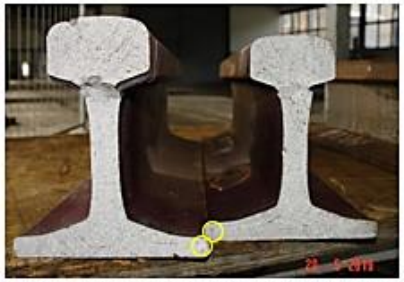
Numer id. szyny: Z-12.12/19 Typ szyny: 60E1	Data: 20.05.2019 13:05:06
Znaki wypukłe: Huta Donawitz R350HT rb. 2017 Znaki wklęsłe: Nr zgrzewarki: K922-1 głowica nr fabr. 108 Nazwisko i nr zgrzewacza: Z135	
Inne: BTW Sp. z o.o. WROCLAW	
Min. Strzałka ugięcia [mm]: 60 Min. Siła zginania [kN]: 3000	Zakres linii [mm]: 3 Zakres linii [kN]: 2000
Uzyskana strzałka ugięcia [mm]: 49.6997	Uzyskana siła zginania [kN]: 2114.91



SPRAWOZDANIE Nr 12.4/2019
z próby statycznego zginania złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową



Zdj. 21 Próbka Z-12.1/19 Widok prawidłowego przełomu złącza szynowego 60E1 zgrzanego metodą elektryczną, doczołową, oporowo-iskrową zgrzewarką typu KCM-005, głowicą typu K922-1, nr fabr. 108, po próbie wytrzymałości statycznej na zginanie

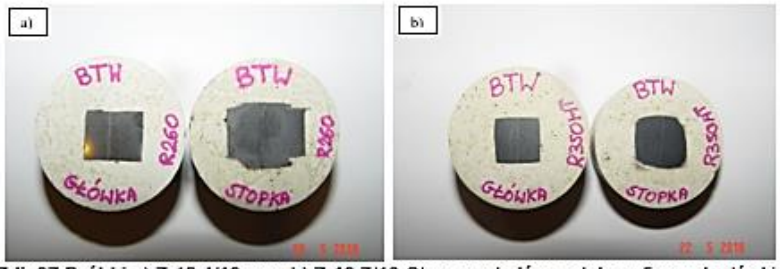


Zdj. 22 Próbka Z-12.2/19 Widok prawidłowego przełomu złącza szynowego 60E1 zgrzanego metodą elektryczną, doczołową, oporowo-iskrową zgrzewarką typu KCM-005, głowicą typu K922-1, nr fabr. 108, po próbie wytrzymałości statycznej na zginanie, z widoczną dopuszczalną wadą w postaci struktury hartowniczej w stopce złącza.

SPRAWOZDANIE – przykładowy fragment

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

SPRAWOZDANIE Nr 12.6/2019
z badań makroskopowych i mikroskopowych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową



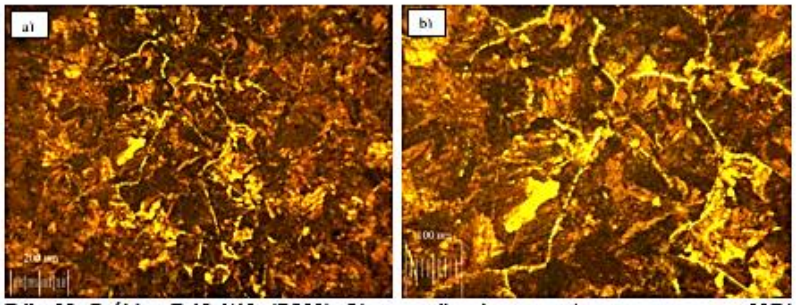
Zdj. 37 Próbki a) **Z-12.4/19** oraz b) **Z-12.7/19** Obrazy zgładów metalograficznych główki i stopki złącza szynowego przygotowane w celu wykonania badań mikroskopowych

Wyniki badań mikroskopowych próbek Z-12.4/19 oraz Z-12.7/19

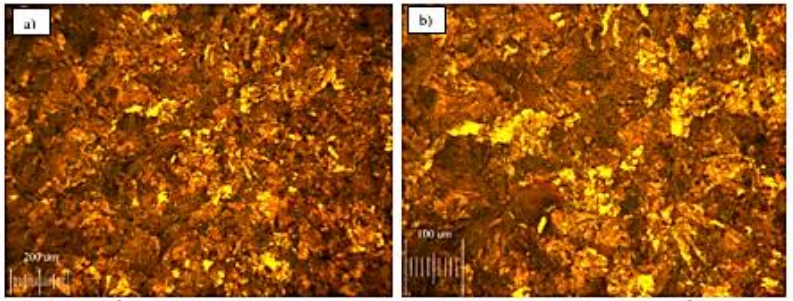
Zgodnie z normą PN-EN 14587-2:2009, pkt. 5.3.7 na obrazach mikroskopowych próbek Z-12.4/19 (R260) i Z-12.7/19 (R350HT) złączy szynowych zgrzewanych zgrzewarką torową, przy powiekszeniu pow. 100x, nie stwierdzono występowania struktur bainitycznych lub martenzytycznych. Strukturę w obszarze osi złącza i strefy wpływu ciepła określono jako sorbityczno-perlityczną z wytrąconym ferrytem na granicach ziaren w obszarze osi złącza.

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
CENTRUM DIAGNOSTYKI
03-816 Warszawa,
ul. Chodakowska 63,
e-mail: ig@plk-sa.pl,
tel.:+48 512 786 765

SPRAWOZDANIE Nr 12.6/2019
z badań makroskopowych i mikroskopowych złączy szynowych 60E1 zgrzewanych zgrzewarką torową



Zdj. 38 Próbka **Z-12.4/19** (R260) Obrazy mikroskopowe złącza szynowego 60E1 zgrzewanego metodą oporowo iskrową, w osi zgrzeiny główki, powiększenie a) 200x i b) 400x.



Zdj. 39 Próbka Z-12.4/19 (R260) Obrazy mikroskopowe zgrzeiny główki złącza szynowego 60E1 zgrzewanego metodą oporowo iskrową z widokiem struktury drobnoziarnistej, powiększenie a) 200x i b) 400x.

WNIOSKI

WNIOSKI, jako cytat *mgr inż. Łukasza Wilczyńskiego* z Konferencji *„Spawalnictwo Dróg Szynowych” z prezentacji pt.:*
Wady połączeń spajanych wykonywanych w nawierzchni kolejowej

1. **„Powstawanie prezentowanych wad jest w dużej mierze spowodowane czynnikiem ludzkim, zaniedbaniem procesu technologicznego i ciągłą presją czasu.**
2. **Brak przestrzegania zasad technologii wykonywania złączy, jak również brak kontroli bezpośredniej podczas wykonywania robót przez wyszkolony personel nadzorujący prowadzi do powiększenia skali powstawiania wad.**
3. **Brak rzetelności i technicznego podejścia ze strony personelu odbiorczego w głównej mierze przyczynia się do powstawania tzw. zjawiska „przyzwolenia” na wykonywanie wadliwych połączeń.**
4. **Należy zatem dążyć do ciągłego szkolenia spawaczy, personelu nadzorująco-odbiorczego, do wnikliwych kontroli w czasie wykonywania robót spawalniczych w celu eliminacji zaprezentowanych wad, gdyż większości z nich można uniknąć.”**

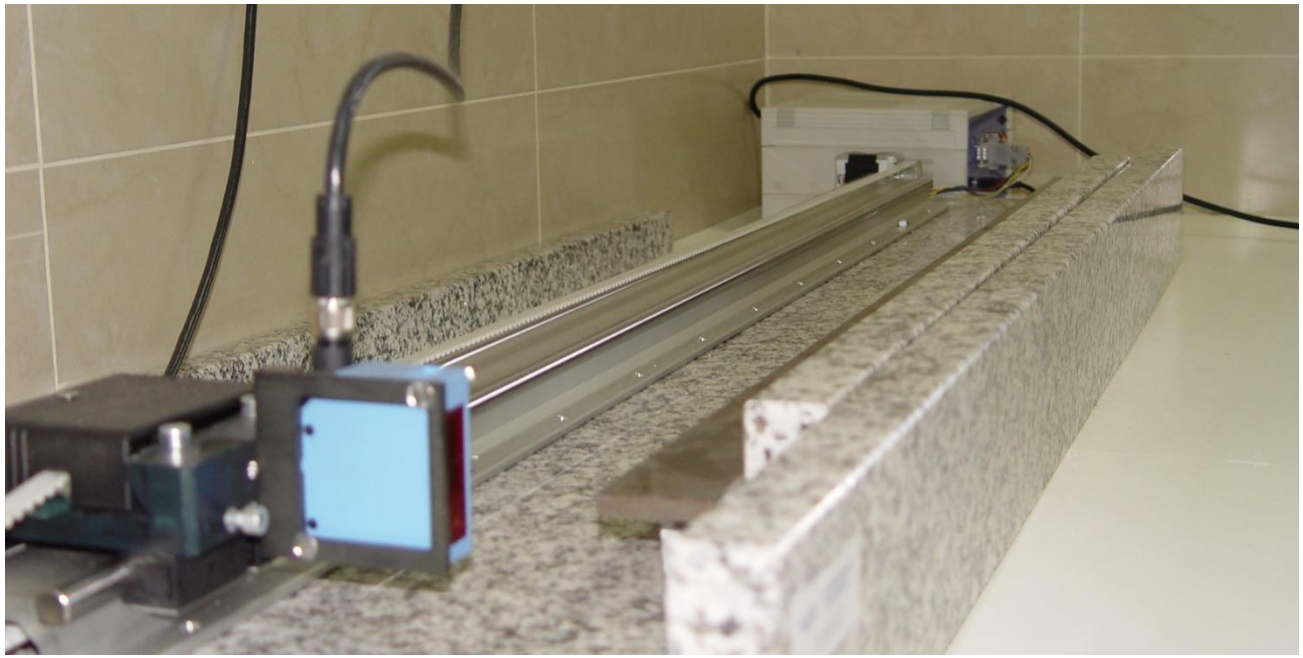
Suplement

Wzorcowanie:

- **Ogół czynności ustalających relację między wartościami wielkości mierzonej wskazanymi przez przyrząd pomiarowy a odpowiednimi wartościami wielkości fizycznych, realizowanymi przez wzorzec jednostki miary wraz z podaniem niepewności tego pomiaru.**
- **Celem wzorcowania jest określenie kondycji metrologicznej wzorcowanego przyrządu, określającej jego przydatność do wykonywania pomiarów, w tym również przekazywania jednostki miary, lub poświadczenie, że wzorcowany przyrząd spełnia określone wymagania metrologiczne przy czym wynik wzorcowania poświadczany jest w świadectwie wzorcowania.**

Suplement

Świadectwo Ekspertyzy wystawione przez Główny Urząd Miar.



Niepewność pomiaru wyznaczona zgodnie z zaleceniami zawartymi w dokumencie EA-4/02. Poziom ufności ok. 95% i współczynnik rozszerzenia k = 2

Podsumowanie

Czynnik ludzki z jednej strony jest „segmentem” niepewnym we wszystkich ogniwach wszystkich systemów a z drugiej strony nieodzownym do podjęcia ostatecznych decyzji.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ