

III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna  
**SPAWALNICTWO DRÓG SZYNOWYCH**

oraz

**MATERIAŁY, WYKONAWSTWO, ODBIORY**

Warszawa - Bochnia, 21-23 marca 2007r.

---

## WYKONYWANIE PRAC SPAWALNICZYCH W NAWIERZCHNI KOLEJOWEJ W NATURALNEJ TEMPERATURZE MATERIAŁU PODSTAWOWEGO PONIŻEJ +5 °C

**Marek KUŹNIAK\* Władysław GRZECHOWIAK\*\***

**STRESZCZENIE:** *Nawiązując do referatu z poprzedniej konferencji, w którym przedstawiono analizę robót spawalniczych na sieci PKP PLK S.A, uzupełnia się graficznie i liczbowo jak prowadzone są w/w roboty w poszczególnych w latach 2002 - 2003. Stwierdza się, że w okresie 2004-2006 stan ten nie uległ poprawie. Celem opracowania jest omówienie zagrożeń związanych ze spawaniem w niskich temperaturach oraz przedstawienie propozycji zmian dopuszczających spawanie w niskich temperaturach.*

### 1. WSTĘP

Wzrost robót spawalniczych w okresach niekorzystnych warunków atmosferycznych, ze względów technologicznych znacznie obniża jakość prac spawalniczych. Zamawiający jak i planujący roboty spawalnicze w okresie zimowym wymuszają roboty niezgodne z technologią. Ogłaszanie przetargów na roboty spawalnicze miało zapewnić ich realizację w okresach najbardziej optymalnych ze względu na pogodę i temperaturę. Dostawy materiałów warunkować odpowiednie rozpoczęcie i zakończenie robót spawalniczych. Uzgodniono również możliwość przesuwania środków finansowych nie wykorzystanych w danym roku, ze względu na pogodę i temperaturę na rok następny. Zobowiązano zakłady infrastruktury do nie wymuszania na firmach robót niezgodnych z technologiami ze względu na warunki atmosferyczne. Przedstawione powyżej wnioski z poprzedniej konferencji zostały spełnione w zakresie regeneracji elementów nawierzchni kolejowej przez napawanie. Przetargi na te prace ogłaszane

---

\* inż. Marek KUŹNIAK, Inspektor Nadzoru, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A  
Centrum Diagnostyki i Geodezji w Warszawie

\*\* mgr inż. Władysław GRZECHOWIAK, IW /EWE, Inspektor Nadzoru,  
PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrum Diagnostyki i Geodezji w Warszawie,

cyklicznie na 3 lata ustabilizowały działalność firm prowadzących roboty regeneracyjne w sposób zapewniający przestrzeganie zaleceń temperaturowych dla tych prac. Inaczej przedstawia się realizacja wyżej wymienionych zaleceń w zakresie spawania termitowego i zgrzewania szyn w torze.

## 2. ANALIZA ILOŚCIOWA ROBÓT SPAWALNICZYCH W OKRESIE 2002-2006

Analizowano przebieg ilościowy robót spawalniczych w poszczególnych miesiącach wymienionych lat. Do analizy wykorzystano prowadzone przez sekcje eksploatacji dokumentacje wykonawstwa robót spawalniczych wg wzoru w tablicy nr 1 lub tablicy nr 2.

**Tablica nr 1.**

*Sprawozdanie za miesiąc: np. Listopad 2006 - spoiny*

Lp	Linia	Lokalizacja/ stacja, szlak	Tor	Nr spoiny	Tok	km	typ szyny	Wykonawca	Nr spawacza	Data wykonania	Data odbioru	Nr protokołu	Ocena spoiny	Temperatura	Data usunięcia wady	Data odbioru	Nr protokołu po-naprawczego	Ocena spoiny	Uwagi	

**Tablica nr 2.**

**ISE- YYY**

**Wykaz spoin termitowych za miesiąc czerwiec 2006**

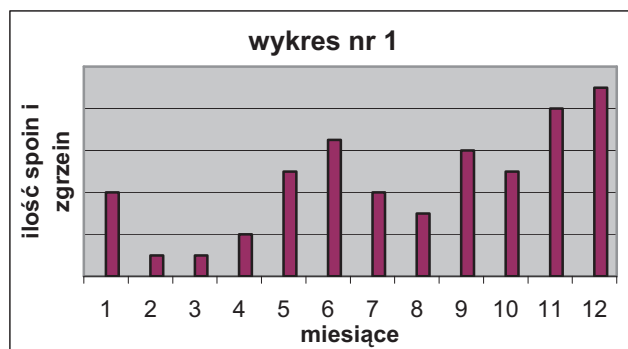
**Wnioski z analizy wykonania spoin i zgrzein w okresie 2002-2006.**

Przy konstruowaniu wykresów celowo nie umieszczono ilości wykonanych spoin

lp	nr linii	lokalizacja	nr toru /rozj.	tok	km/ nr spoiny	typ	wyko-ko-nawca	temp. szyny	znak spaw.	data wyk.	Data odbioru	nr prot. ISD	do na-prawy	nr prot. ISD (2)
1.	x	x	Ł 16-17	P	20.791	UIC 60	X	17	S 301	05-06-2006	13.06.2006	S-4/VI/06	nie	
2.	x	x	Rz 17		5	UIC 60	y	18	S 302	06-06-2006	13.06.2006	S-4/VI/06	nie	
3.	x	x	Rz 17		6	UIC 60	z	18	S 307	07-06-2006	13.06.2006	S-4/VI/06	nie	
4.	x	x	Rz 17		10	UIC 60	x	19	S 310	07-06-2006	13.06.2006	S-4/VI/06	nie	
5.	x	x	tor 2	P	10.231	UIC 60	y	16	S 306	21-06-2006	29.06.2006	S-9/VI/06	nie	
6.		x	Rz 6		2	UIC 60	z	16	S 309	21-06-2006	29.06.2006	S-9/VI/06	nie	

i zgrzein, zwracając uwagę na wizualność wykresów, odzwierciedlających obrazowo przytoczone poniżej wnioski.

**Wykres nr 1.** przedstawia sumę miesięcznych wykonań spoin i zgrzein w okresie 2002 – 2006.

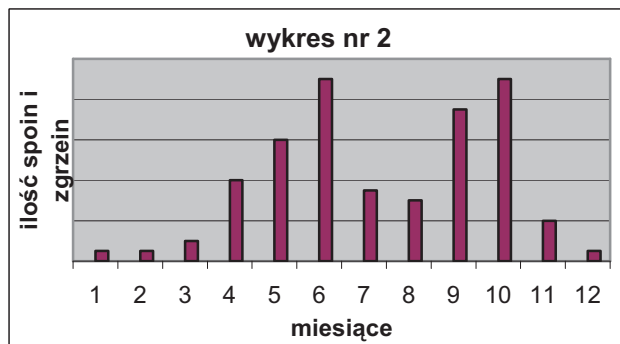


Przedstawiony obraz nie daje pełnej odpowiedzi w zakresie prowadzenia robót spawalniczych w torach. Dlatego podzielono ilości wykonanych połączeń w torach na dwie grupy.

Grupa pierwsza to prace spawalnicze prowadzone podczas napraw bieżących i planowanych robotach naprawczych.

Grupa druga to spawanie termitowe i zgrzewanie wykonywane przy inwestycjach.

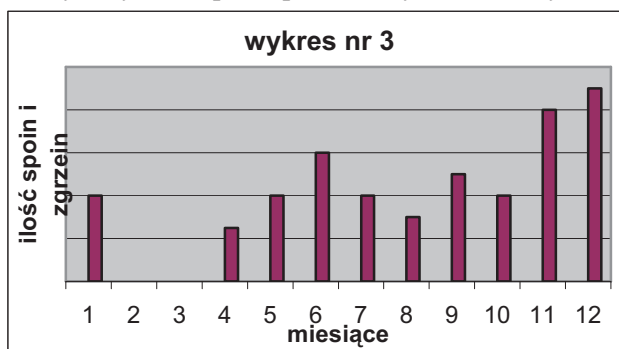
**Wykres nr 2.** Prowadzenie prac spawalniczych (spawanie termitowe, zgrzewanie) - naprawy bieżące i planowane roboty naprawcze.



Analiza wykresu nr 2 przedstawia efekt wieloletnich działań w zakresie szkoleń spawaczy termitowych, operatorów zgrzewarek oraz nadzoru spawalniczego prowadzonego przez personel spawalniczy obecnego działu spawalniczego przy Centrum Diagnostyki i Geodezji. Analizując wykres widać, że po okresie zimowym następuje usuwanie pęknięć oraz uszkodzonych elementów nawierzchni kolejowych. Na ogół są to miesiące kwiecień – czerwiec. W okresach wysokich temperatur lipiec- sierpień następuje ilościowe zmniejszenie prac spawalniczych. Po tym okresie wzrost wrzesień – październik oraz spadek do

niezbędnego minimum listopad- grudzień. Zdaniem autorów tak powinien wyglądać wzorzec prowadzenia miesięcznego robót spawalniczych w skali roku.

**Wykres nr 3.** Wykonywanie prac spawalniczych związanych z inwestycjami



Wykres nr 3 jest skutkiem nie wprowadzenia w życie przedstawionych we wstępie wniosków z poprzedniej konferencji. Kumulacja robót spawalniczych to ostatni kwartał roku z przesunięciem na styczeń (zakończenie robót inwestycyjnych). Z analizy jednoznacznie wynika, że technologia przy prowadzeniu inwestycji w zakresie prac spawalniczych odnosząca się do temperatur i warunków atmosferycznych jest nie przestrzegana przez wymuszanie tych inwestycji przez zlecającego.

### 3. ZAGROŻENIA ZWIĄZANE ZE SPAWANIEM W NISKICH TEMPERATURACH

Poniżej przedstawiono zdjęcia pękniętych spoin wykonanych w temperaturach poniżej +5°C.



**Fot. 1.** Spoina wykonana w temperaturze -1°C



**Fot. 2.** Spoina wykonana w temperaturze  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Fot. 3.** Spoina wykonana w temperaturze  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Fot. 4.** Spoina wykonana w temperaturze  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Fot. 5.** Spoina wykonana w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$



**Fot. 6.** Spoina wykonana w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$  (zbliżenie stopki z fot. 5)

Widoczne na zdjęciach pęknięcia to efekt tzw. przyklejenia. Jest to wada związana z niedostatecznym podgrzaniem końców szyn. Innym rodzajem wad były jamy skurczowe, które powstają przy zbyt szybkim kurczeniu nagrzanego materiału. Z przeprowadzonej analizy pokazanych pęknięć oraz z przeprowadzonych dochodzeń wynikało, że osoby wykonujące te prace, miały problemy z utrzymaniem właściwych ciśnień gazów wymaganych przy technologii SoWoS, ponieważ wykonywały te prace w temperaturze poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  (prace prowadzone za zgodą zwierzchników udokumentowane w rejestrze dziennym). Problemy te wynikały z zamarzania reduktorów tlenowych oraz propanu w butlach, a krótkie czasy zamknięć nie pozwalały na zapobieganie tym skutkom. Spawacze u których stwierdzono takie pęknięcia zostali odsunięci od czynności, do czasu ponownego zdania egzaminu weryfikującego. Przełożeni wydający decyzje o spawaniu w niskich temperaturach zostali ukarani służbowo.

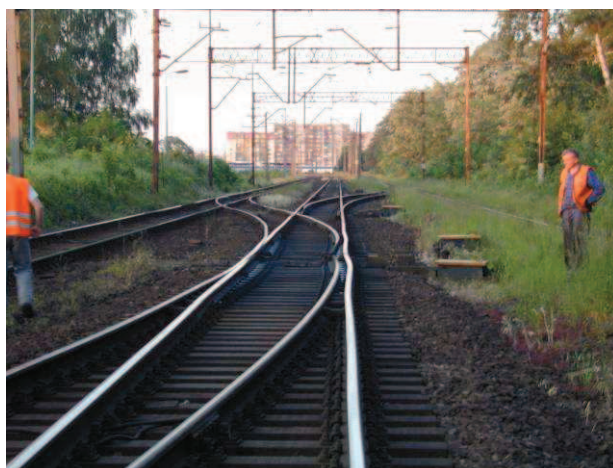
Pęknięciom uległy również spoiny bez widocznych wad w obszarze nadlewu i strefy wpływu ciepła (SWC), co było efektem uzyskania struktury martenzytycznej w wyniku wykonywania ich w niskich temperaturach.

Wykres nr 4.

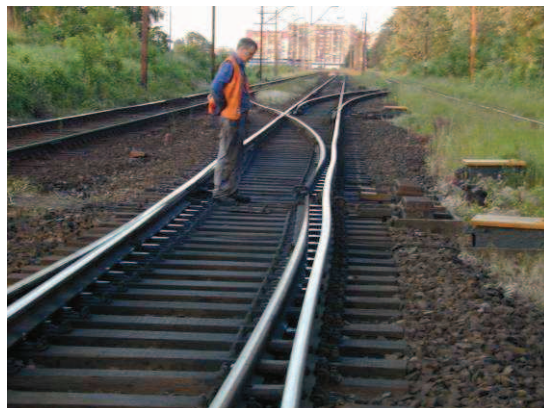


Wykres obrazujący zmiany temperatury przy spawaniu stali szynowych jednoznacznie zobowiązuje wszystkich wykonawców do niedopuszczania do szybkiego schłodzenia wykonanego połączenia, wiążącego się z ryzykiem powstania struktury martenzytycznej.

Innym zagrożeniem wykonywania połączeń spawanych czy też zgrzewanych w torze w niskich temperaturach jest możliwość wybożenia toru w momencie wzrostu temperatur w szynie. Każdy drogowiec ma prawo powiedzieć, że przeprowadzi regulacje naprężeń, czy to wymuszoną czy naturalną. Nie w każdym przypadku da to wymagany efekt. Poniżej przedstawia się przykład, gdzie prace spawalnicze były prowadzone w niskich temperaturach. Pomimo ukarania nadzoru kierującego tymi pracami roboty spawalnicze zakończono w warunkach pogodowo niekorzystnych (niskie temperatury poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$ , wiatry), a efekt przedstawiają poniższe fotografie.



Fot. 7. Wyboczenie – spoiny wykonane w temp.  $+1^{\circ}\text{C}$  do  $-6^{\circ}\text{C}$



**Fot. 8.** Wyboczenie – spoiny wykonane w temp.  $+1^{\circ}\text{C}$  do  $-6^{\circ}\text{C}$  kolejność wykonywania spoin w rozjeździe nie zachowana.



**Fot. 9.** Wyboczenie – kolejność wykonywania spoin w rozjeździe nie zachowana, temp. wykonywania połączeń  $+2^{\circ}\text{C}$  do  $-5^{\circ}\text{C}$

#### **4. OBOWIĄZUJĄCE PRZEPISY PROWADZENIA ROBÓT SPAWALNICZYCH ZGODNIE Z Id5 ORAZ Id1.**

##### **Temperatury wymagane przy spawaniu szyn i rozjazdów**

- W czasie spawania szyn termitem w torach dokonujemy pomiaru temperatury szyn termometrem szynowym. Spawanie szyn (w torze lub poza torom) można wykonywać przy temperaturze szyn nie niższej niż  $+5^{\circ}\text{C}$ .
- Zabrania się spawać szyny w czasie opadów atmosferycznych.
- Podczas wykonywania prac spawalniczych w torach bezстыkowych należy kierować się postanowieniami zawartymi w Warunkach technicznych Id 1 odnośnie:
  - Spawania szyn w torach bezстыkowych i przy łączeniu torów z rozjazdami oraz spawania rozjazdów ze sobą.
  - Wbudowywania wstawek szynowych lub usuwania pęknięć szyn

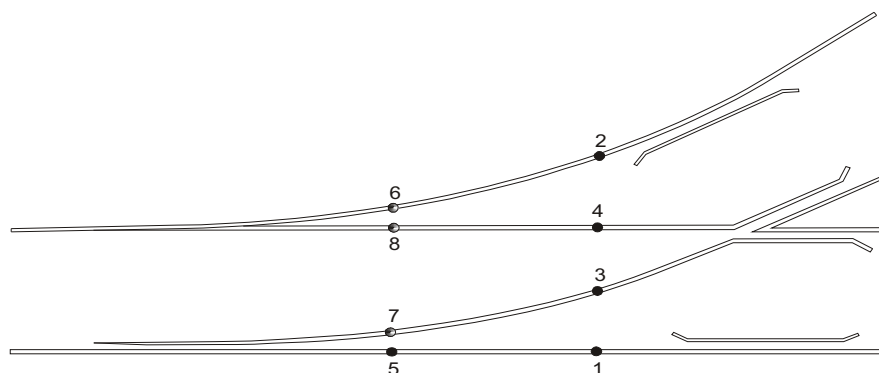


- o oraz zakładania opórek przeciwpęłnych.
- o Przytwierdzania szyn do podkładów podczas układania torów bezстыkowych.
- o Regulacji naprężeń.
- Prace spawalnicze w torach bezстыkowych powinny być prowadzone w temperaturach neutralnych.
- Jako temperaturę neutralną wg Warunków technicznych Id1 ustalono dla wszystkich typów szyn zakres od +15°C do +30°C.
- Temperatury przytwierdzania wszystkich torów bezстыkowych układanych na PKP PLK S.A. muszą mieścić się w granicach temperatury neutralnej podanej w ust. 6.
- Z uwagi na możliwość powstania jam skurczowych, nie wolno dopuścić do wystąpienia sił rozciągających w gorącej spoinie do chwili ostygnięcia jej do temperatury poniżej 500°C.
- Przy wykonywaniu prac spawalniczych w torach bezстыkowych należy stosować się do postanowień zawartych w załączniku nr 7 do Warunków technicznych Id 1.
- Zastosowanie naprężaczy szynowych lub podgrzewaczy szyn musi być zgodne z obowiązującymi instrukcjami ich obsługi oraz procesem technologicznym układania i utrzymania toru bezстыkowego.

### Spawanie rozjazdów

- Przygotowanie do spawania rozjazdów należy wykonywać zgodnie z warunkami spawania rozjazdów i skrzyżowań torów zawartych w Warunkach technicznych Id 1 oraz niniejszej instrukcji.
- Przy spawaniu styków w rozjeździe należy upewnić się, czy luzy spawalnicze zostały uwzględnione w produkcji rozjazdów zgodnie z dokumentacją.
- Przed spawaniem należy sprawdzić prostopadłość styków początku i końca rozjazdu.
- W celu zapewnienia prawidłowej pracy zwrotnic należy sprawdzić, a w razie potrzeby poprawić, położenie iglic względem opornic (naznaczony punkt na opornicy).
- Styki wewnętrzne w rozjeździe można spawać przy temperaturze szyny wynoszącej min. +5°C.
- Spawanie zewnętrznych styków rozjazdu z torem bezстыkowym należy wykonywać w temperaturze neutralnej tj. od +15°C do +30°C, po dokładnym wyregulowaniu rozjazdu w planie i profilu.
- Spawanie styków rozjazdu należy wykonywać spawając z szynami łączącymi kolejno:
  - o Kierownice (pierwszą leżącą na kierunku zasadniczym).
  - o Krzyżownice.

- Opornice.
- Iglice.
- Kolejność wykonywania wewnętrznych połączeń spawanych w rozjeździe zwyczajnym przedstawia rysunek 1.
- Do spawania iglic z szynami łączącymi można przystąpić po wystygnięciu złączy spawanych poprzednio i zbadaniu położenia iglic z uwzględnieniem 2 mm skurczu spoiny.
- Po spawaniu, iglice rozjazdu muszą przekładać się lekko, a zamknięcia nastawcze działać prawidłowo. Kontrole prawidłowości działania należy wykonać wspólnie z pracownikiem odpowiedzialnym za właściwe działanie urządzeń nastawczych i kontrolnych rozjazdu.



Rys.1. Kolejność spawania styków wewnętrznych w rozjeździe.

## 5. PRZYKŁADY SPAWANIA W NISKICH TEMPERATURACH.

Temat ten został przedstawiony w referacie Z. Rusy z firmy Railtech. Należy dodać że we wszystkich krajach gdzie prowadzone są prace spawalnicze w torach, progową temperaturą spawania jest  $+5^{\circ}\text{C}$ . W temperaturach poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  stosuje się dodatkowe środki stymulujące uzyskanie prawidłowej jakości połączeń.

## 6. PRZYKŁADY ZMIAN DOPUSZCZAJĄCYCH SPAWANIE W NISKICH TEMPERATURACH.

Spawanie w temperaturach niższych od  $+5^{\circ}\text{C}$  podzielono na dwa zakresy.

ZAKRES I – temperatura w szynie poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  do  $0^{\circ}\text{C}$

$$+5^{\circ}\text{C} > \text{temp. szyny} \geq 0$$

ZAKRES II – temperatura w szynie poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  do  $-3^{\circ}\text{C}$

$$0^{\circ}\text{C} > \text{temp. szyny} \geq -3^{\circ}\text{C}$$

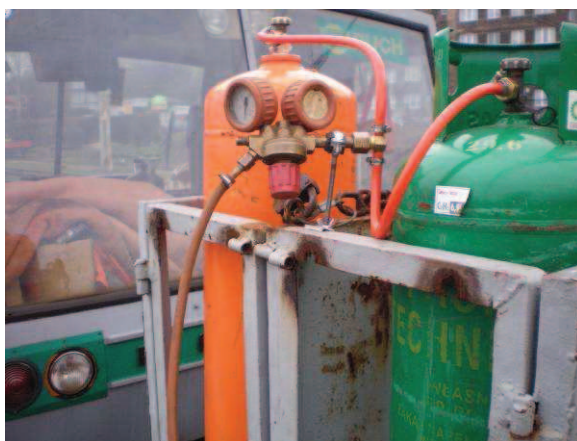
Spawanie w tych zakresach powinno być prowadzone metodą SkV – ze względu na mniejsze ryzyko popełnienia błędu przy podgrzewaniu. Jednak dopuszcza się możliwość stosowania innych metod:

- w I zakresie  $V \leq 160$  km/h - metoda SoWoS lub SkV
- $V > 160$  km/h - metoda SkV
- w II zakresie niezależnie od prędkości tylko SkV.

Przykład podania metod SoWoS lub SkV – nie wyklucza stosowania alternatywnych dopuszczonych metod innych firm.

Zakres pierwszy obowiązywałby dla szyn na prostej, łuku oraz rozjazdów. Zakres drugi zezwalałby na spawanie szyn na odcinkach prostych.

W celu właściwego pobierania gazu należy łączyć w baterie dwie butle propanowe.



**Fot. 10.** Połączenie dwóch butli propanowych.



**Fot. 11.** Połączenie dwóch butli propanowych (zbliżenie).

Należy również butle propanowe podgrzewać w wodzie o temperaturze 40°C. Istnieje możliwość stosowania koców ( płaszczów) elektrycznych. Reduktory tlenowe zabezpieczamy przed zamarzaniem podgrzewaczami elektrycznymi.



**Fot.12.** Podgrzewacz elektryczny- połączenie z zaworem.



**Fot. 13.** Podgrzewacz elektryczny. Widok podłączenia reduktora.



**Fot. 14.** Podgrzewacz elektryczny- widok kompletu.

Przy spawaniu rozjazdów styki zewnętrzne spawać wolno tylko w przypadku kiedy za rozjazdem w odległości 25 m do 50 m pozostaje nie pospawany odcinek toru.

W celu nie dopuszczenia do powstania zbyt dużych naprężeń skurczowych (cofania się szyny do tyłu) spawanie w zakresie I i II prowadzić z nagrzewaniem końców szyn na długości co najmniej 10 m z obu końców przygotowanego styku do spawania. Podgrzewając końce w ten sposób, aby na końcu odcinka było 50°C, w obrębie jednego metra od spoiny 20°C.

W. w. temperaturę utrzymujemy na omawianym odcinku do ostygnięcia spoiny poniżej 500°C.

Przypomina się również że masa uszczelniająca przed jej stosowaniem powinna być podgrzana jeżeli stosujemy gotowy produkt. W przypadku robienia masy uszczelniającej z kaolinu i piasku, piasek podgrzać, stosować ciepłą wodę.

## 7. PODSUMOWANIE.

Przed wprowadzeniem metody SoWoS do stosowania w torach PKP, wcześniejsze metody spawania termitowych dopuszczały spawanie w niskich temp. w zakresie od +5°C do - 5°C, oraz wyjątkowo do - 8°C. Efektem tego dopuszczenia (nie analizując jakości poprzednich metod) skupiając się tylko na analizie wad związanych ze spawaniem w niskich temp., była awaryjność wykonanych spoin ponad 50%, liczona w stosunku rocznym. Kiedy od 1994 roku z inicjatywy ww. działu spawalnictwa zabroniono wykonywania połączeń spawanych w temp. poniżej +5 °C, pęknięć związanych z niedogrzeniem końców szyn, powstawaniem jam skurczowych czy też struktur martenzytycznych ograniczono prawie całkowicie.

Jednak z czasem, niektóre zakłady (firmy) z powodów wymienionych we wstępie (wykres nr 3) zaczęły szukać sposobów obejścia tego przepisu. Na efekt długo nie trzeba było czekać, jako przykład zamieszczone fotografie.

Dlatego też mając na myśli normalizującą się sytuację w PKP PLK S.A. myślę że „otwarta furtka” będzie wykorzystywana w minimalnym zakresie. Nadmieniam, że wszystkie firmy, które będą chciały stosować omówione propozycje spawania w niskich temperaturach, będą podlegały weryfikacji dopuszczeniowej przez dział spawalniczy Centrum Diagnostyki. O ostatecznych decyzjach proponowanych zmian zainteresowane firmy i zakłady zostaną poinformowane po zatwierdzeniu powyższych propozycji przez PKP PLK S.A.

## LITERATURA

- [1] *Instrukcja spawania szyn termitem Id-5 (D-7)*. Zarządzenie Nr 4 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 10 marca 2005 r., Biuletyn Nr 01 z dnia 05 maj 2005 r.

- [2] *Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1)*, Zarządzenie Zarządu PKP PLK S.A. Nr 14 z dnia 18 maja 2005r., Biuletyn Nr 02 z dnia 10 czerwca 2005 r.