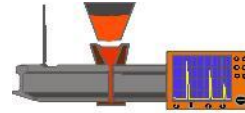




**STOWARZYSZENIE
INŻYNIERÓW I
TECHNIKÓW
KOMUNIKACJI RP**
Oddział w Warszawie

ORGANIZATORZY:



**MIĘDZYKŁADOWY
KLUB SITK**

przy
PKP Polskie Linie Kolejowe SA
CENTRUM DIAGNOSTYKI
w Warszawie

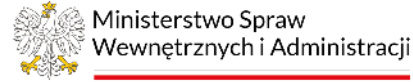
IX OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY TECHNICZNE „SPAWALNICTWO DRÓG SZYNOWYCH - certyfikacja, cyfryzacja oraz nowoczesne technologie”

Warszawa (Miedzeszyn), 14 – 16 maja 2025 r.

Pod patronatem honorowym:



Minister
Infrastruktury



Ministerstwo Spraw
Wewnętrznych i Administracji

Państwowa Komisja
Badania Wypadków Kolejowych



URZĄD
TRANSPORTU
KOLEJOWEGO

Prezes

**PARTNERZY
MEDIALNI**



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
Prezes Zarządu



Marszałek
Województwa
Mazowieckiego



MAZOWIECKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Przewodniczący Rady



PREZES
ZARZĄDU KRAJOWEGO
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I
TECHNIKÓW KOMUNIKACJI RP

PARTNERZY:



**Prezentacje autorskie bez ingerencji Komitetu Organizacyjnego
do wykorzystania tylko w celach nie komercyjnych**



Proces zgrzewania stali wysokomanganowej w krzyżownicach rozjazdów

Stal manganowa

Stal manganowa, znana również jako stal Hadfielda, to rodzaj stali stopowej, która zawiera znaczące ilości manganu (zwykle od 11% do 14%). Stal ta została nazwana na cześć Brytyjczyka Sir Roberta Hadfielda, który był pionierem w badaniach nad tym rodzajem stali w XIX wieku.

Dodanie manganu do stali zwiększa jej wytrzymałości oraz odporności na zużycie ścierne. Stal manganowa charakteryzuje się znakomitą twardością po obróbce mechanicznej oraz wyjątkową zdolnością do odkształcania się plastycznie pod wpływem uderzeń lub nacisku. To sprawia, że jest idealnym materiałem do produkcji elementów przenoszących duże obciążenia.

Stal manganowa

Stal manganowa ma również zdolność do utwardzania pod wpływem pracy w zimnym stanie, co oznacza, że staje się twardsza i bardziej wytrzymała podczas deformacji plastycznej.

Dzięki tym właściwościom znakomicie nadaje się do produkcji krzyżownic. Staliwo to o zawartości ok. 13% manganu, zastosowane w krzyżownicy, tworzy w czasie jej eksploatacji powierzchnie szczególnie odporne na ścieranie i dzięki temu nadaje się do przenoszenia najwyższych nacisków przypadających na oś wagonu.

Rodzaje krzyżownic manganowych

Z wkładką typu INSERT

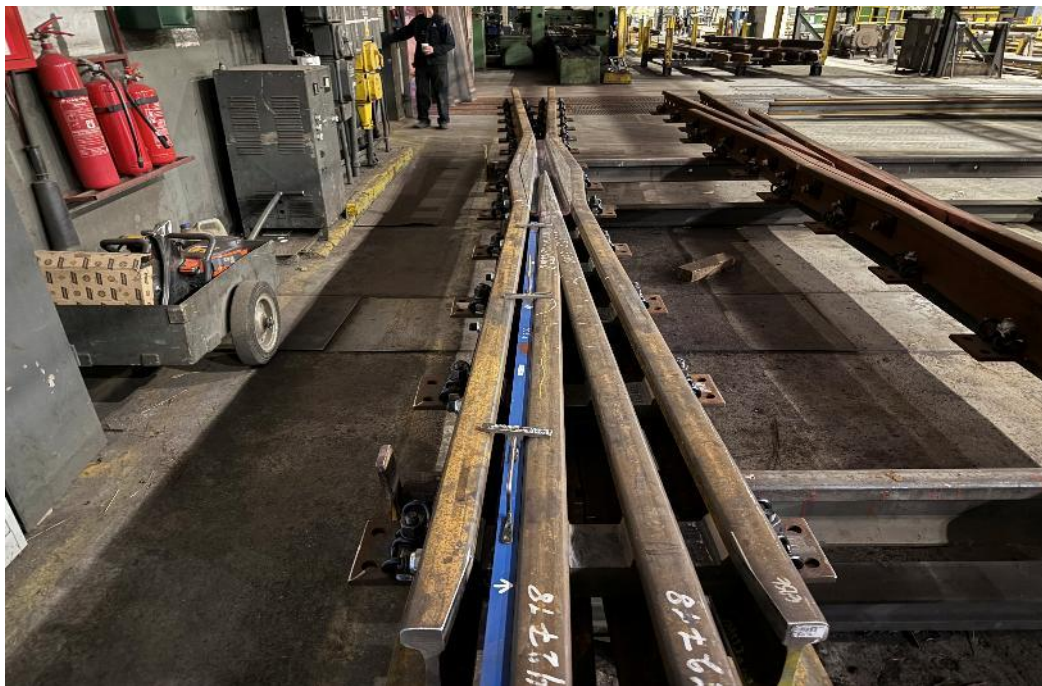
Monoblokowe

Krzyżownica z wkładką typu INSERT

Składa się z szyn dziobowych wykonanych z profili szynowych, dogrzanych do odlewu ze staliwa manganowego, z którym tworzą tak zwaną dziobnicę.

Dziobnica jest skręcona poprzecznie z szynami skrzydłowymi, wykonanymi z profili szynowych za pomocą śrub oraz kompletu wkładek. Szyny skrzydłowe w środkowej części krzyżownicy okalają dziobnicę, tworząc charakterystyczny kształt w formie zbliżonej do równoległoboku.

Krzyżownica z wkładką typu INSERT

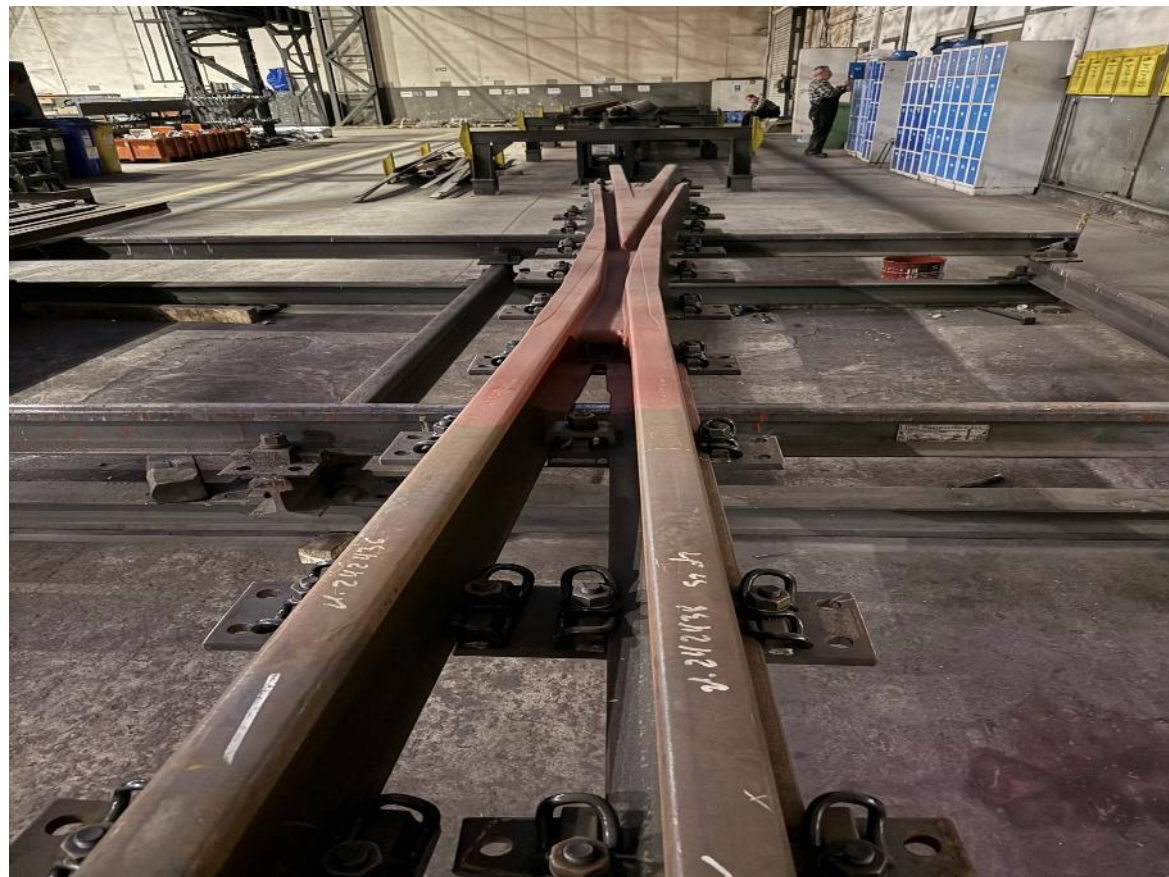


Krzyżownica monoblokowa

Krzyżownica monoblokowa, wykonana jest z jednolitego bloku odlewane z odpowiedniego staliwa, do którego dogrzewane są elektroiskrowo cztery szyny.

Krzyżownica monoblokowa stanowi blokową konstrukcję, która nie posiada dodatkowych połączeń śrubowych. Ogranicza to wykonywanie przy niej prac utrzymaniowych, np. dokręcania i kontroli poprzecznych połączeń śrubowych.

Krzyżownica monoblokowa



Wkładka austenityczna

Stal manganową i węglową ze względu na różne właściwości mechaniczne, elektryczne i przewodność cieplną nie można połączyć ze sobą bezpośrednio. Łączy się je ze sobą za pomocą zgrzewania elektroiskrowego z wykorzystaniem materiału pośredniego - wkładki z niskowęglowej stali austenitycznej.

Przykładem są stale austenityczne chromowo-niklowe GX5CrNi19-10, X5CrNi17-7.

Wkładka ma zdolność do utwardzania powierzchniowego podczas eksploatacji.

Wkładka austenityczna

Ten element jest charakterystyczny dla krzyżownic manganowych – zarówno monoblokowych jak i typu insert. Wkładka austenityczna jest jaśniejsza od pozostałych elementów krzyżownicy. Materiał ten utlenia się w innym stopniu niż stal szynowa, dlatego nawet mimo upływu czasu będzie wyróżniającym się fragmentem konstrukcji.



Operacje przy wykonywaniu krzyżownic manganowych

Wstępna obróbka mechaniczna dzioba lub monobloku

Zalecenia

- Wykonać na frezarkach za pomocą głowic z ostrza z węglików spiekanych
- Wstępnie splanować na powierzchni górnej i dolnej
- Powierzchnię czoła dzioba obrobić tak aby usunąć wszystkie ewentualne niezgodności odlewnicze oraz zapewnić prostopadłość tej powierzchni do osi dziobnicy/osi krawędzi tocznej (monoblok)
- Naddatek na obróbkę czoła dzioba wynosi max 4mm

1. Wstępna obróbka mechaniczna dzioba



2. Obróbka mechaniczna szyn dziobowych

- Cięcie na wymiar nominalny (z naddatkiem do zgrzewania 20mm) oraz wiercenie otworów



2. Obróbka mechaniczna szyn dziobowych

- Prostowanie i łukowanie



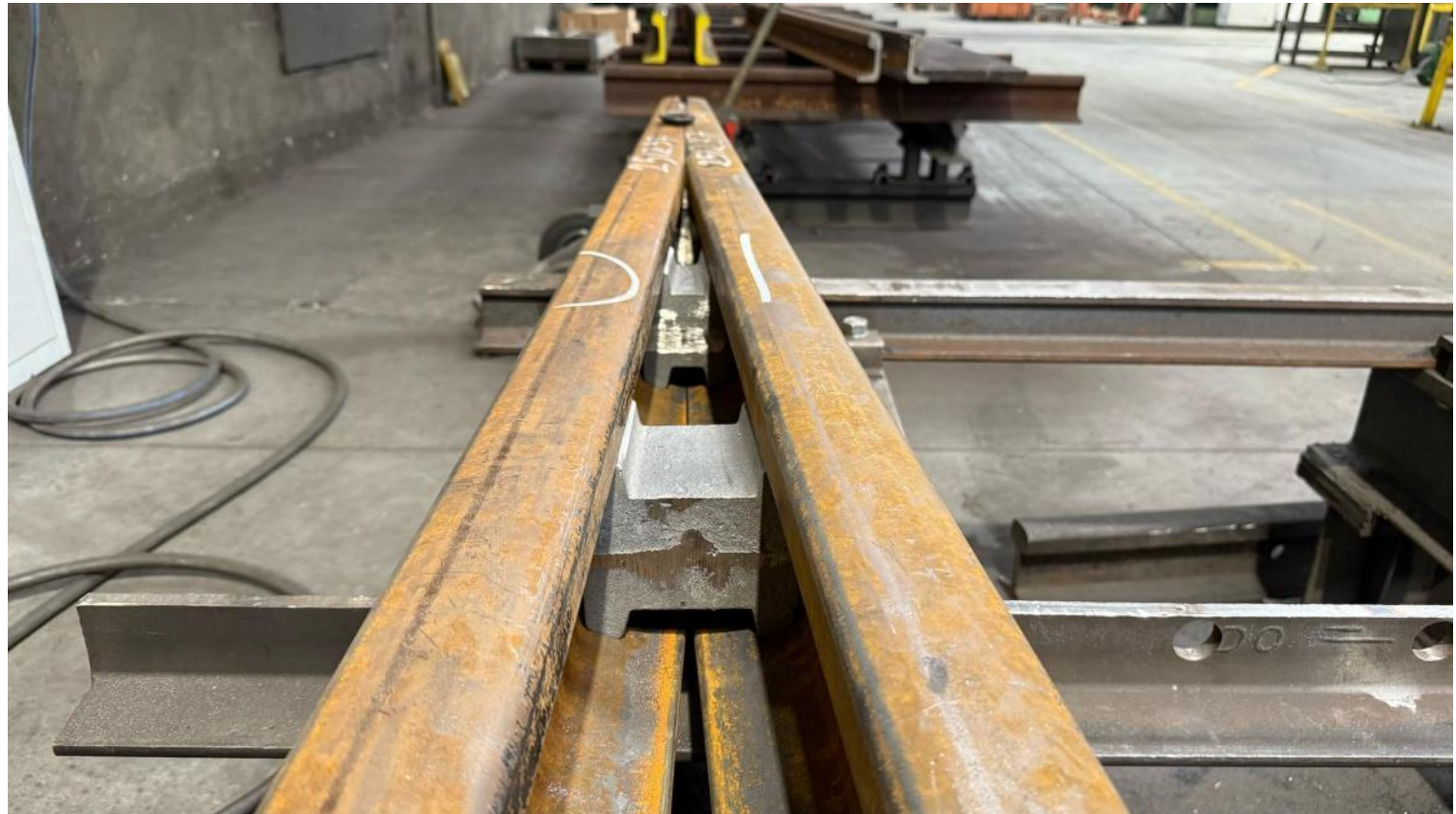
2. Obróbka mechaniczna szyn dziobowych

- Frezowanie skosów do spawania wzdłuż powierzchni styku szyn dziobowych z góry i z dołu



3. Montaż szyn dziobowych

- Pasowanie wkładek i montaż za pomocą złącz śrubowych



3. Montaż szyn dziobowych

- Pasowanie szyn dziobowych zgodnie z WPS
- Spawanie szyn dziobowych ze sobą



4. Zgrzewanie do szyn dziobowych odlewu wkładki ze staliwa austenitycznego

- Frezowanie powierzchni czoła szyn dziobowych dla zachowania równej grubości
- Wkładka przed zgrzaniem musi być obrobiona mechanicznie na kształt profilu zgrzewanego szyn dziobowych



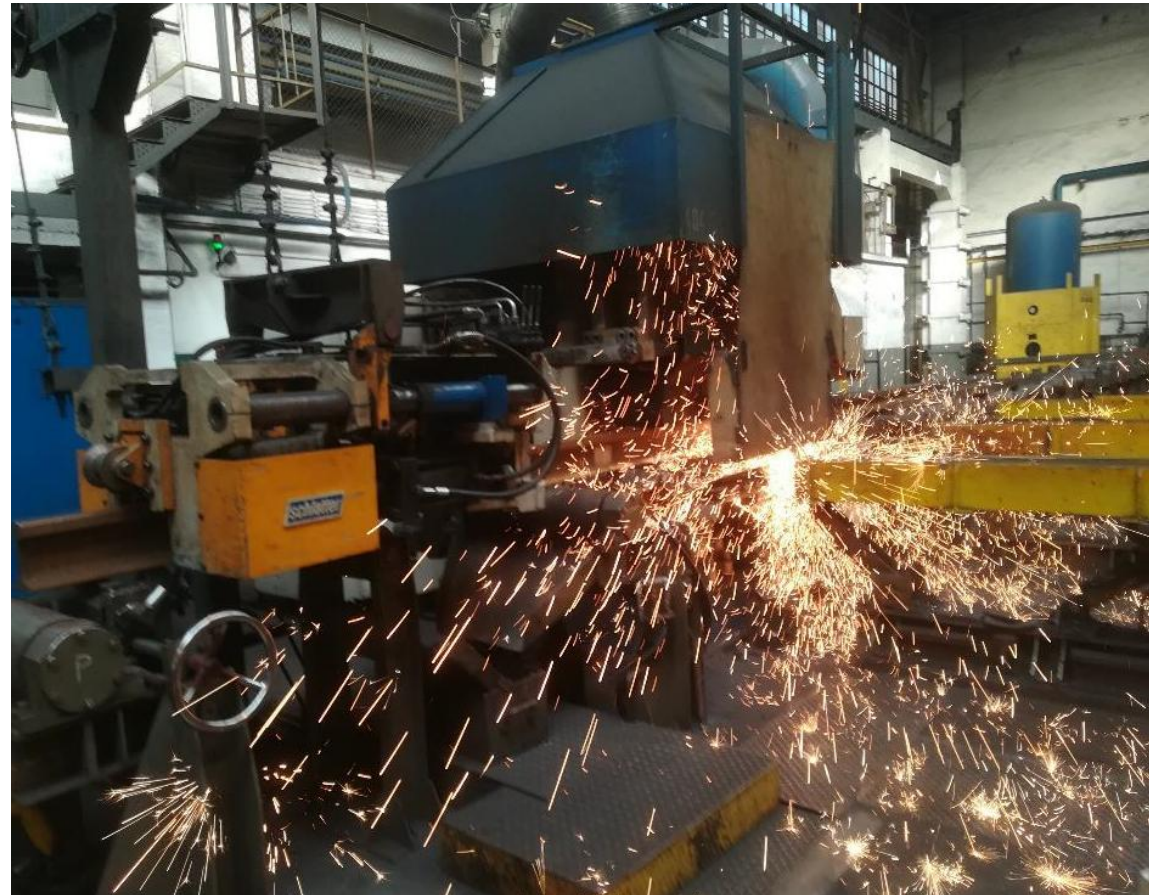
4. Zgrzewanie do szyn dziobowych odlewu wkładki ze staliwa austenitycznego

- Prawidłowe ustawienie zgrzewanych elementów (szyny dziobowe + wkładka austenityczna) w obszarze szczęk zgrzewarki



4. Zgrzewanie do szyn dziobowych odlewu wkładki ze staliwa austenitycznego

- Zgrzewanie przy użyciu odpowiedniego programu na zgrzewarce



4. Zgrzewanie do szyn dziobowych odlewu wkładki ze staliwa austenitycznego

- Po usunięciu wypływki po zgrzewaniu należy wkładkę obciąć na szerokość ok 20mm



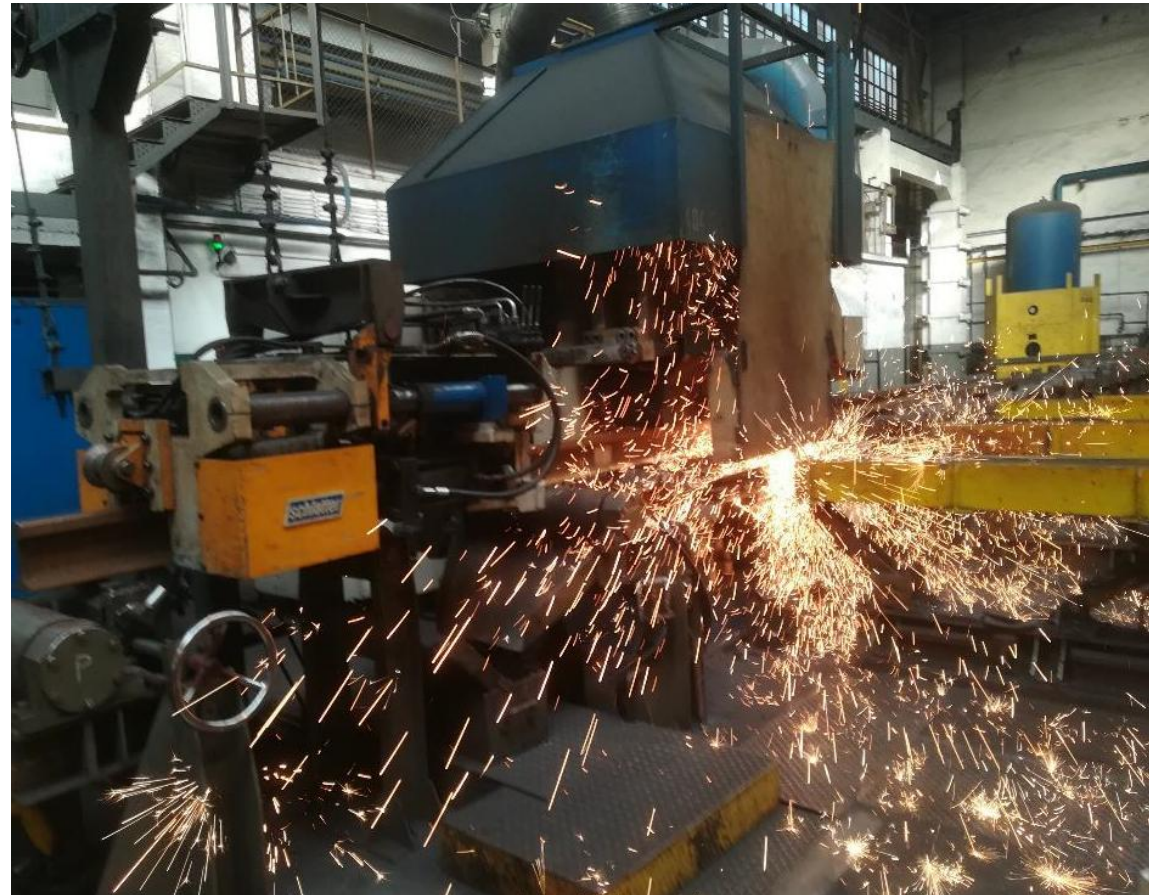
5. Zgrzewanie elementów dziobnicy

- Ustawienie wzajemnego położenia dzioba i szyn dziobowych wraz z wkładką w płaszczyźnie poziomej i pionowej (należy możliwie równomiernie rozłożyć naddatki na obróbkę mechaniczną na dziobie manganowym)



5. Zgrzewanie elementów dziobnicy

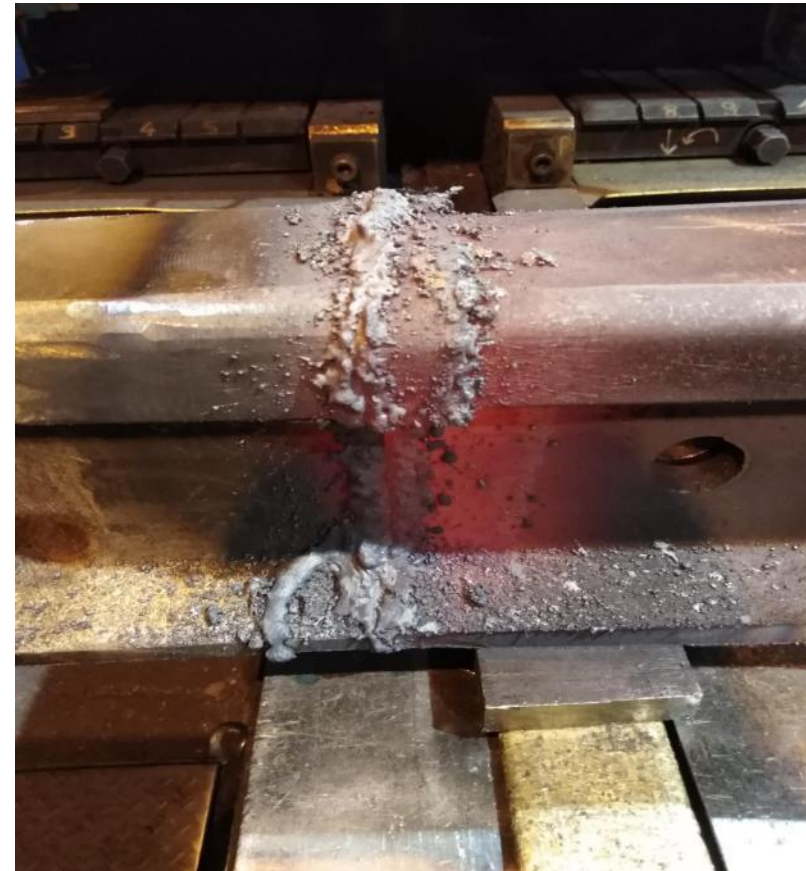
- Zgrzewanie wg ustalonego programu



5. Zgrzewanie elementów dziobnicy

- Normalizowanie zgrzewu odpowiednim programem zgrzewarki

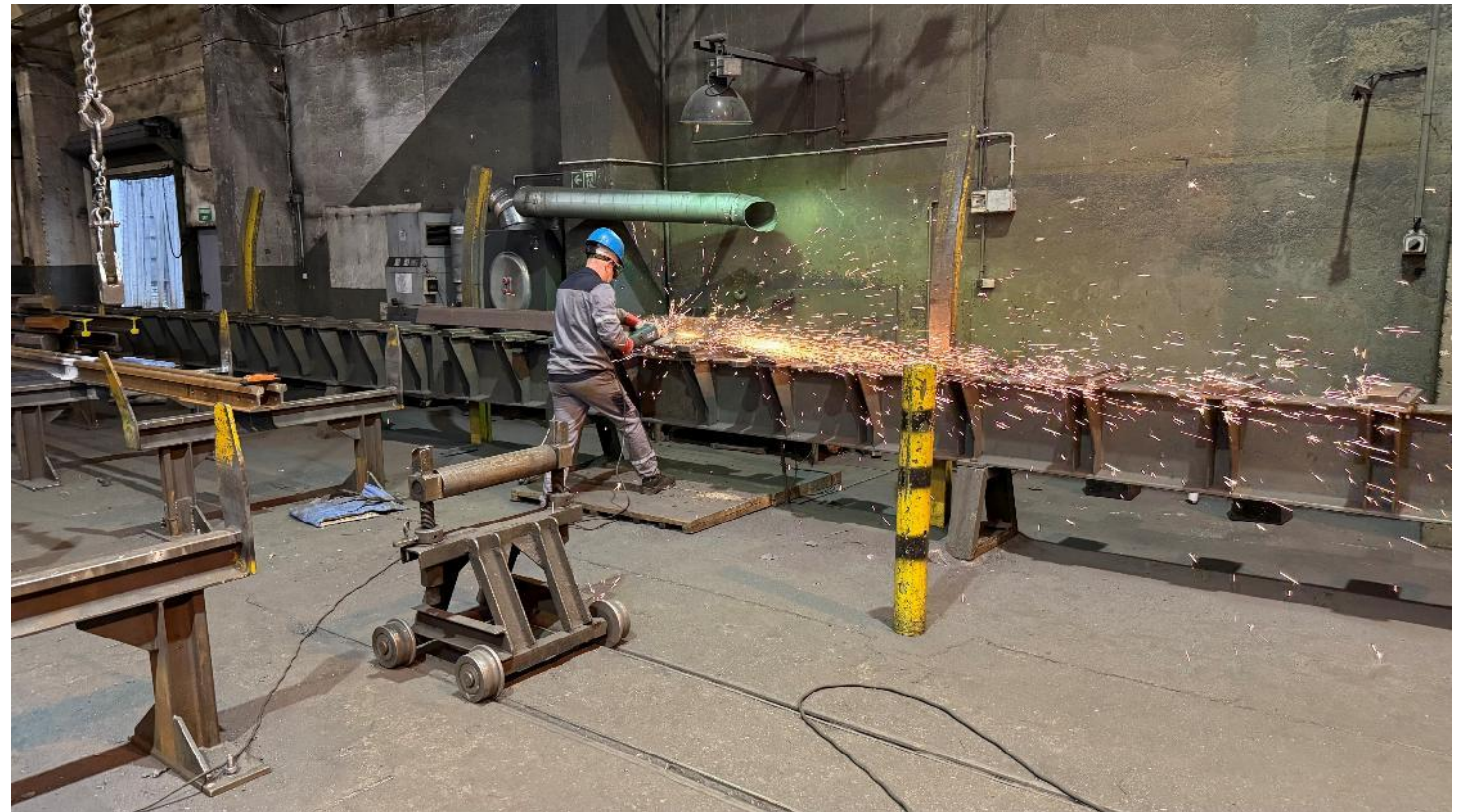
Po ostygnięciu zgrzewu poniżej 600°C nagrzanie do temp. ok. $830\text{-}860^{\circ}\text{C}$, a następnie wolne studzenie do temp. poniżej 500°C



6. Obróbka zgrzewu

- Usunięcie wyptywki za pomocą szlifowania i obróbki mechanicznej

Wskazane, aby ten proces był zautomatyzowany celem uzyskania prawidłowego odwzorowania główki.



7. Prostowanie dziobnicy

- Przy użyciu gięciarki w temp. max 450°C

Zaleca się nagrzewanie tylko szyn dziobowych omijając strefę zgrzewu i odlewu manganowego



8. Obróbka mechaniczna dziobnicy po zgrzewaniu

- Obróbka na frezarkach CNC zgodnie z dokumentacją



1. Wstępna obróbka mechaniczna dzioba

- Sprawdzenie prostości odlewu w płaszczyźnie pionowej
- Przy ewentualnej korekcie na prasie poziomej stosować przekładki miedziane w celu uniknięcia wgnieceń



2. Frezowanie wstępne

- Obróbka na frezarce numerycznej CNC

Należy wracać uwagę na staranność mocowania.



3. Obróbka dziobnicy monoblokowej przed zgrzewaniem

- Wyprostowaną dziobnicę zabudować na stole i wykonać pomiar geometrii dla określenia rozkładu naddatków oraz wielkości przegięcia odlewu do krzyżownicy P lub L



3. Obróbka dziobnicy monoblokowej przed zgrzewaniem

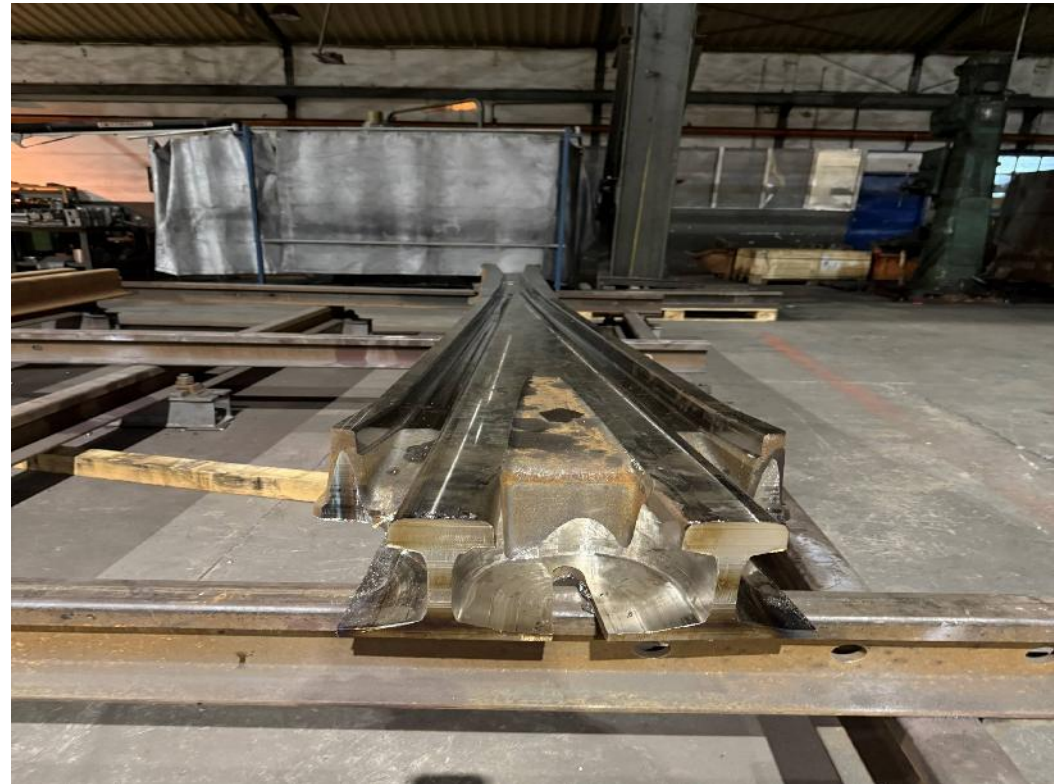
- Wyprofilować odlew na żądany kierunek P lub L.

Zaleca się przeprowadzać tą operację w obszarze małego przekroju poprzecznego – gardzieli i rowków równoległych



4. Obróbka na frezarce CNC

- Sprawdzić równomierne doleganie do podkładek oraz rozkład naddatków (ok 3mm na stronę)
- Obróbka wg właściwego programu



4. Obróbka na frezarce CNC

- Jeśli po obróbce ujawnią się odkształcenia dziobnicę wyprostować na prasie stosując przekładki miedziane w celu uniknięcia wgnieceń



5. Przygotowanie szyn do zgrzewania

- Szynę 60E1 zgrzać z wkładką austenityczną obrobioną do profilu 60E1
- Zgrzaną szynę obciąć po stronie wkładki austenitycznej na grubość ok 20mm
- Wyptywkę obrobić na frezarce CNC lub poszlifować



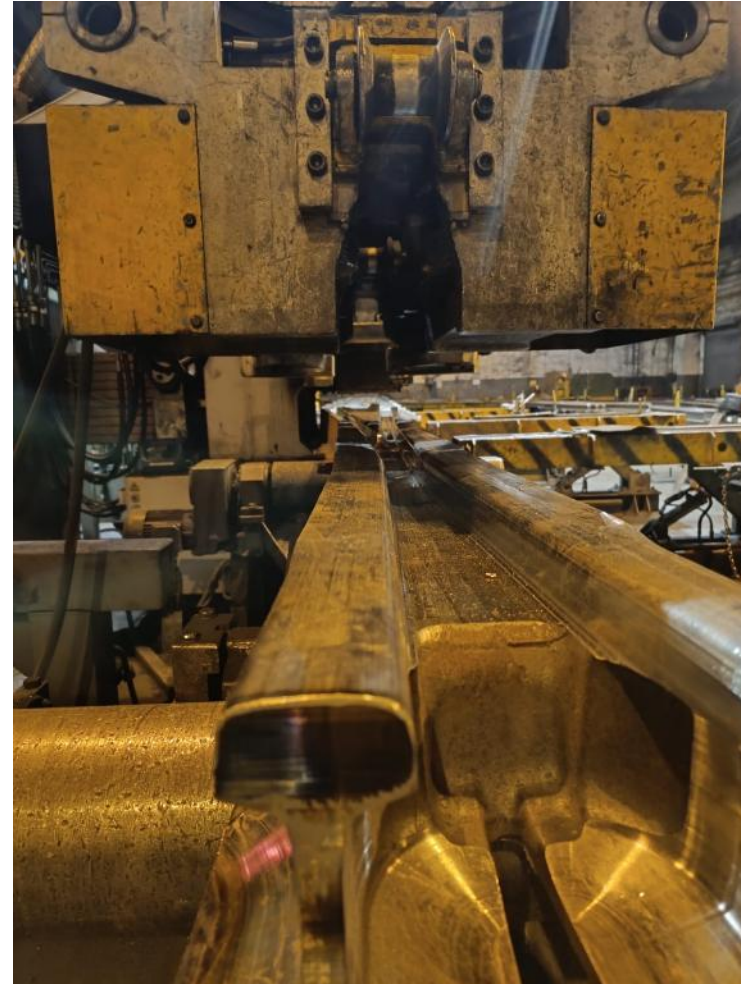
6. Zgrzewanie monobloku i 4 szyn 60E1

UWAGI

- Przed zgrzewaniem zawsze należy sprawdzić stan powierzchni szczęk miedzianych i stalowych zgrzewarki oraz zgodnie z dokumentacją czyścić elektrody zgrzewarki.
- W przypadku przyklejenia zgorzeliny do szczęk usunąć ją skrobakiem.
- Na górnej powierzchni bloku można zastosować blachy miedziane 1,5 ÷ 2,0mm aby uniknąć wgnieceń.

6. Zgrzewanie monobloku i 4 szyn 60E1

- Prawidłowe ustawienie zgrzewanych elementów w obszarze szczęk zgrzewarki



6. Zgrzewanie monobloku i 4 szyn 60E1

- Zgrzewanie właściwym programem zgrzewarki



6. Zgrzewanie monobloku i 4 szyn 60E1

- Normalizacja zgrzewu

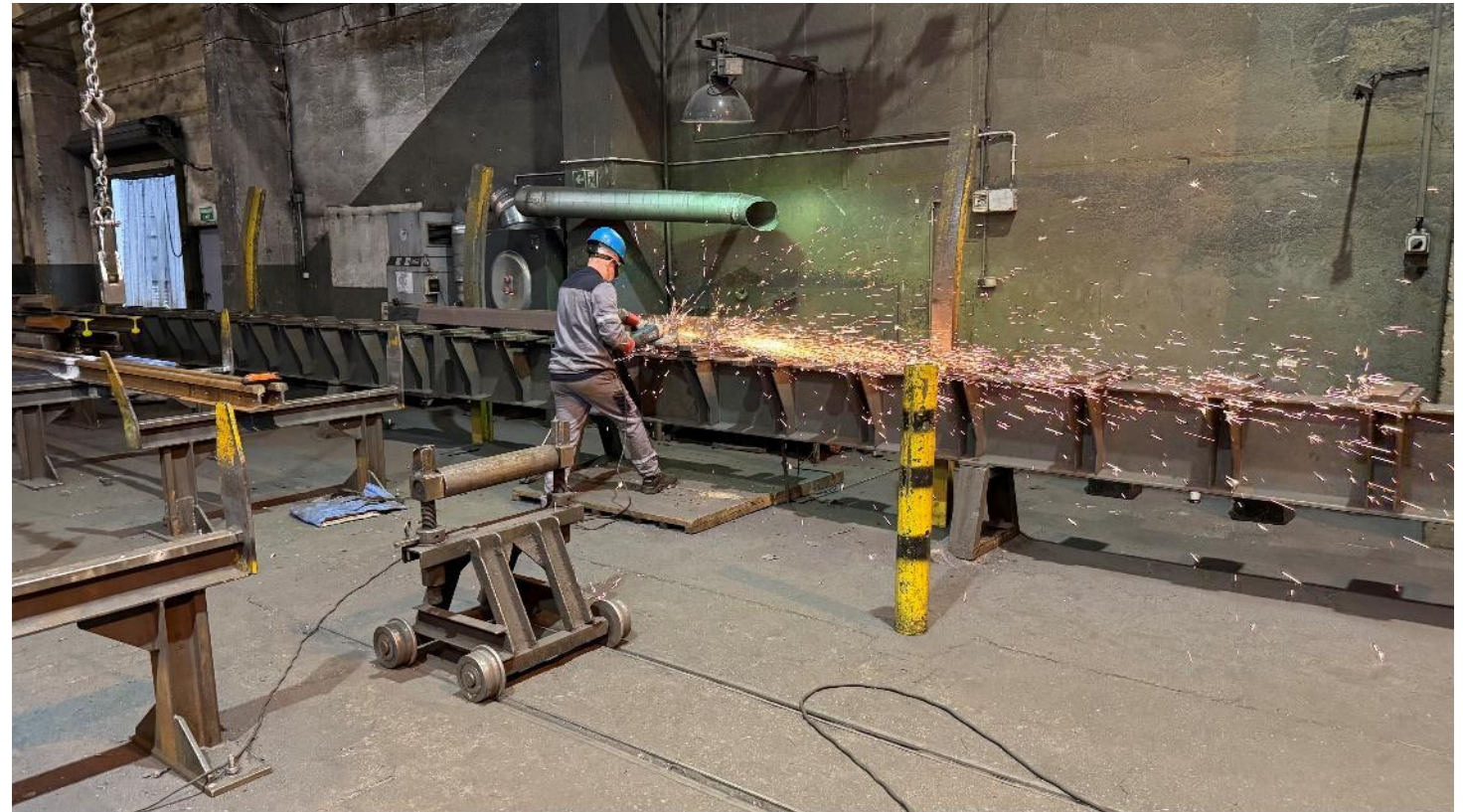
Po ostygnięciu zgrzewu poniżej 600°C nagrzanie do temp. ok. $830\text{-}860^{\circ}\text{C}$, a następnie wolne studzenie do temp. poniżej 500°C



7. Obróbka zgrzewu

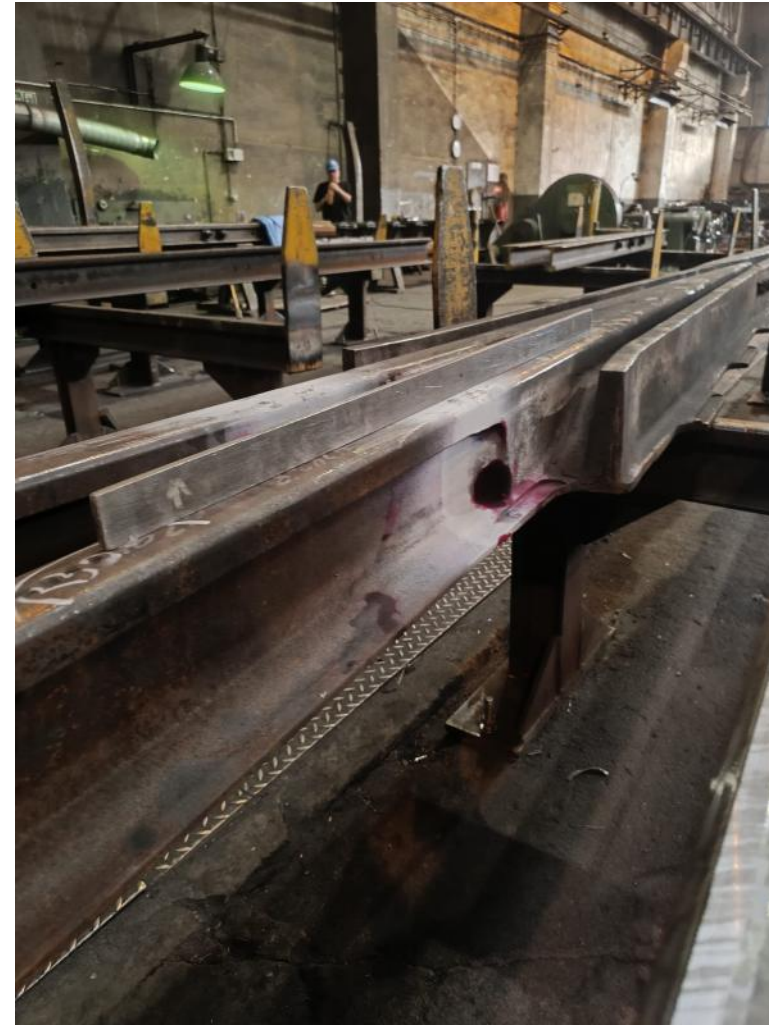
- Szlifowanie wyływki w 4 komorach zewnętrznych

Wskazane, aby ten proces był zautomatyzowany celem uzyskania prawidłowego odwzorowania główki.



7. Obróbka zgrzewu

- Prostowanie krzyżownicy.
Nagrzewanie tylko szyn omijając zgrzew i odlew manganowy
- Pomiar prostoliniowości w płaszczyźnie pionowej i poziomej



8. Obcięcie szyn dziobowych i skrzydłowych

- Obcięcie na frezarce wg punktu matematycznego



Dziękujemy za uwagę

Opracowali:

- **Damian Kot**
- **Kamil Wasiak**

Zdjęcia wykonane dzięki uprzejmości Track Tec KolTram