TECHNOLOGIA ROBÓT KOLEJOWYCH

1. Budowa toru

1. Metody budowy toru kolejowego o nawierzchni klasycznej
   - Metoda przęsłowa
   - Metoda bezprzęsłowa
   - Metoda bezprzęsłowa zautomatyzowana

dr inż. Jarosław Zwolski

Literatura

1. Dz. U. nr 151.: Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie
2. Rozporządzenie MIiR z dn. 5.06.2014 zmieniające rozporządzenie nr 151.
3. Id-1 (D-1) Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych - PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2005 ze zmianami z 2006 r., 2010 r., 2015 r.
4. Id-3 (D-4) Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego - PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2009.
5. Bodganiuk B., Towpik K.: Budowa, modernizacja i naprawy dróg kolejowych. Warszawa 2010.
6. Kędra Z.: Technologia robót torowych, Wyd. Politechniki Gdańskiej, 2015.
7. http:// www.zits.pwr.wroc.pl/zwolski/
8. http:// www.zits.pwr.wroc.pl/makuch/
9. http://www.transportszynowy.pl

Technologia robót w kolejnictwie

1. Budowa toru kolejowego o nawierzchni klasycznej
2. Budowa toru kolejowego o nawierzchni bezpodsypkowej
3. Konserwacja i utrzymanie nawierzchni
4. Diagnostyka i utrzymanie toru bezstykowego
5. Naprawy główne toru kolejowego
6. Technologie naprawy i wzmacniania podtorza









Budowa nowych linii kolejowych

Projektowanie – wykonanie projektu budowlanego i wykonawczego spełniającego założone warunki użytkowania i zgodnego z obowiązującymi przepisami (bez „taryfy ulgowej”) i wymaganiami właściciela.

Budowa – realizacji nowego elementu infrastruktury na podstawie wykonanego projektu. W wykonawstwie brane są pod uwagę obowiązujące przepisy oraz aktualne wymagania techniczne i funkcjonalne właściciela.

Głównymi celami planowanej inwestycji kolejowej zwykle są:
• zwiększenie komfortu i skrócenie czasu podróży,
• zwiększenie konkurencyjności kolei (prędkość i punktualność),
• zwiększenie bezpieczeństwa przewozu podróżnych i ładunków,
• zmniejszenie negatywnego wpływu prowadzonego ruchu kolejowego na środowisko naturalne,
• eliminacja barier architektonicznych dla osób o ograniczonej zdolności poruszania się,
• dostosowanie przestarzałych elementów infrastruktury do obowiązujących przepisów, standardów technicznych oraz nowoczesnych technologii.

Etapy procesu budowlanego

1. Prace studialne:
- opracowanie koncepcji programowo-przestrzennej,
- analizy środowiskowe, hydrologiczne, geotechniczne,
- studium wykonalności,
- wybór najkorzystniejszego rozwiązania technicznego i ekonomicznego,
- pozyskanie decyzji środowiskowych, wodnoprawnych i lokalizacyjnych.

2. Projekt techniczny budowlany i wykonawczy
- budowlany w celu uzyskania pozwolenia na budowę,
- wykonawczy w celu dostarczenia wszystkich informacji do budowy.

3. Przyjęcie technologii robót
- opracowanie organizacji robót i wybór niezbędnych maszyn,
- opracowanie harmonogramu robót z uwzględnieniem logicznego następstwa poszczególnych branż,
- przyjęcie schematu fazowania robót i zamknięć torowych.

4. Realizacja robót na budowie - prawidłowość realizacji robót zgodnie z projektem jest zapewniana przez nadzór inwestora oraz nadzór autorski pełniony przez projektanta.

5. Odbiory robót i przekazanie obiektów do eksploatacji

Podstawa prawna

1. Prawo Budowlane
- Dz.U. 1974 Nr 89 poz. 414 z dnia 7 lipca 1994 r. ze zmianami (2013 r.)
- Decyzja o pozwoleniu na budowę (PnB).

2. Ustawa o transporcie kolejowym
- Dz.U. 2003 Nr 86 poz. 789 z dnia 28 marca 2003 r. ze zmianami (2013 r.)
- Decyzja o ustaleniu lokalizacji linii kolejowej (ULLK).

3. Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym
- Dz.U. 2003 Nr 80 poz. 717 z dnia 27 marca 2003 r. ze zmianami (2012 r.)
- Decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego (ULICP).

4. Prawo geodezyjne i kartograficzne
- Dz.U. 1989 Nr 30 poz. 163 z dnia 17 maja 1989 r. ze zmianami (2014 r.)
- Decyzja o podziale nieruchomości.

5. Prawo Wodne
- Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z dnia 18 lipca 2001 r. ze zmianami (2014 r.)
- Decyzja o pozwoleniu wodnoprawnym.

6. Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko
- Dz.U. 2008 Nr 199 poz. 1227 z dnia 3 paźdz. 2008 r. ze zmianami (2014 r.)
- Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach.

Kolejność robót przy budowie linii

1. Roboty przygotowawcze:
   - organizacja składów materiałów, dróg technologicznych i zaplecza budowy,
   - geodezyjne wytyczenie osi trasy i zakresu robót ziemnych,
   - wycinka drzew i roboty wyburzeniowe,
   - rozwiązanie kolizji z sieciami istniejącymi (przebudowy i likwidacje).
2. Roboty ziemne (wykopy, nasypy i ich zabezpieczenie, ew. stabilizacja)
3. Elementy odwodnienia torowiska
4. Obiekty inżynierskie (mosty, wiadukty, przepusty etc.) i budowlane (perony, budynki etc.)
5. Instalacje sanitarne i sieci wod.-kan.
6. Roboty nawierzchniowe w torze
7. Roboty trakcyjne (konstrukcje wsporcze, przewody jezdne i uszynienie)
8. Roboty drogowe (budowa dróg równoległych, przebudowa istniejących)
9. Ekrany akustyczne
10. Sieci elektroenergetyczne, teletechniczne, srk i in.
11. Roboty wykończeniowe (mała architektura etc.)

Dopuszczalne odchyłki przy wytyczeniu

L.p.	Wyszczególnienie	Sposób kontroli	Odchyłki dopuszczalne	Uwagi
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Położenie osi podtorza (osnowa budowlano - montażowa)	Pomiar na wszystkich załamaniach pionowych i poziomych oraz co 100 m na prostych	w planie ± 10 cm w profilu ± 1 cm	
2	Położenie roboczych punktów wysokościowych	Niwelatorem na całej długości odcinka co ok. 200 m (sieć kwadratów) i obok każdego obiektu inżynierskiego	± 5 cm	Repery powinny być zabezpieczone przed zniszczeniem w czasie robót i oznaczone trwałą farbą
3	Wyznaczenie obiektów (w tym również odwodnień)	Niwelatorem i taśmą na każdym obiekcie	w planie ± 10 cm w profilu ± 1 cm	
4	Wyznaczenie nasypów i przekopów	Taśmą i szablonem z poziomnicą, co najmniej w 10 miejscach na każdym kilometrze, w miejscach zmian konstrukcyjnych, w miejscach budzących wątpliwości	± 10 cm	Krawędzie podstaw nasypów i przypór oraz zewnętrzne krawędzie przekopów powinny być oznaczone w sposób trwały palikami w odstępach max 50 m.

źródło: ID3

Roboty ziemne









Roboty odwodnieniowe









Budowa obiektów inżynierskich















Wzmocnienie podtorza

1. Instalacja elementów wzmocnienia podtorza (geomaty, geokraty, geosiatki) (najczęściej na skarpach przekopów i nasypów lub pod warstwą niesortu)





Wzmocnienie podtorza

2. Instalacja elementów wzmocnienia podtorza (geokraty, geomembrany)
(najczęściej na skarpach przekopów i nasypów lub pod warstwą niesortu)





Przygotowanie torowiska

1. Układanie geowłókniny (separacja i drenaż)
(na górnej powierzchni torowiska)





Przygotowanie torowiska

2. Układanie niesortu jako warstwy ochronnej (mrozoochronnej)









Przygotowanie torowiska

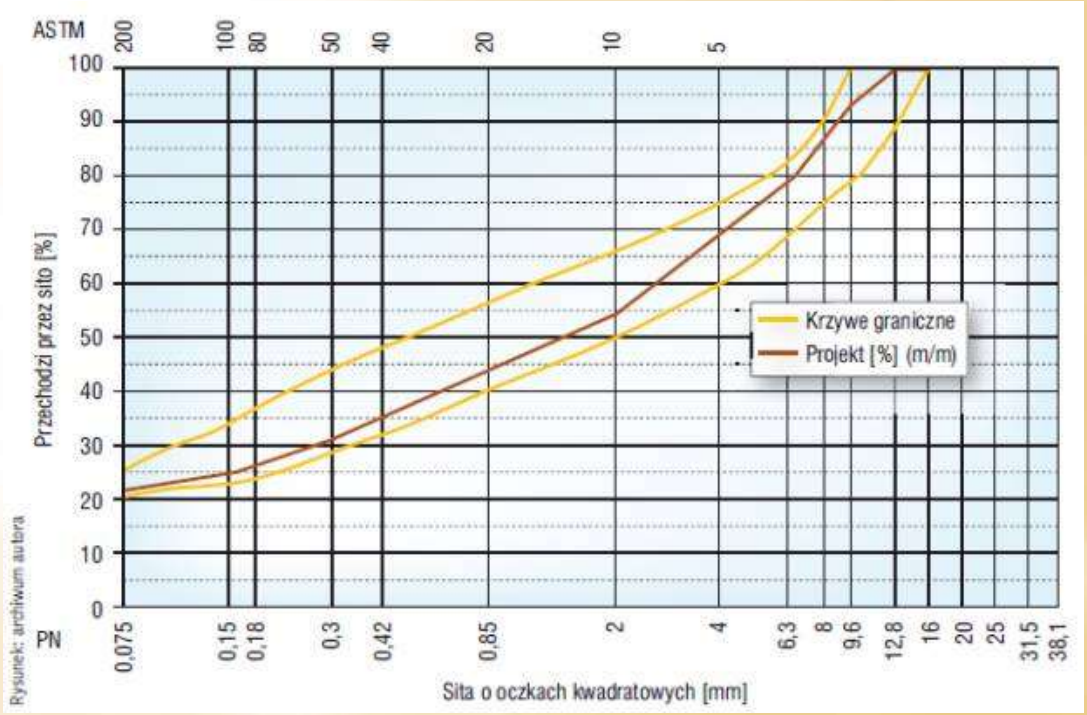








Kontrola parametrów



Przykładowe krzywe graniczne dobrego uziarnienia

Minimalne wartości modułu odkształcenia gruntu E_o [MPa] mierzone na torowisku. Wartości w nawiasach dotyczą linii modernizowanych.

Typ linii	Prędkość v_{max}	Natężenie przewozów T [Tg/rok]			
	[km/h]	T ≥ 25	10 ≤ T < 25	3 ≤ T < 10	T< 3
P250	$200 < v_{max} \leq 250$	120 (80)	120 (80)	120 (80)	110 (70)
P200, M200	$160 < v_{max} \leq 200$	120 (80)	120 (70)	110 (60)	100 (55)
P160, M160	$120 < v_{max} \leq 160$	120 (70)	110 (60)	100 (50)	90 (45)
P120, M120, T120	$80 < v_{max} \leq 120$	110 (60)	100 (55)	90 (45)	80 (40)
P80, M80, T80, T40	$v_{max} \leq 80$	100 (50)	90 (45)	80 (40)	80 (40)

źródło: ID3, TSI

Stabilizacja cementem









- stabilizator gruntu / recykler (rozsypuje spoiwo, miesza z gruntem, układa, zagęszcza)

Film 1

Budowa nawierzchni

Budowa nawierzchni składa się z następujących faz:

1. Uformowanie subwarstwy pryzmy podsypki
2. Ułożenie rusztu torowego (podkłady, szyny, złączki, elementy przymocowania)
3. Balastowanie toru (zasypanie tłuczniem)
4. Regulacja toru w planie i w profilu
5. Zagęszczenie podsypki pod, pomiędzy i od czoła podkładów (podbijarką)
6. Oprofilowanie pryzmy podsypki (profilarką tłucznia)
7. Stabilizacja toru (dociążenie połączone z wibracją)

Metody niezautomatyzowane

Budowa nowej nawierzchni



Metody zautomatyzowane

Wymiana starej nawierzchni



Subwarstwa tłucznia

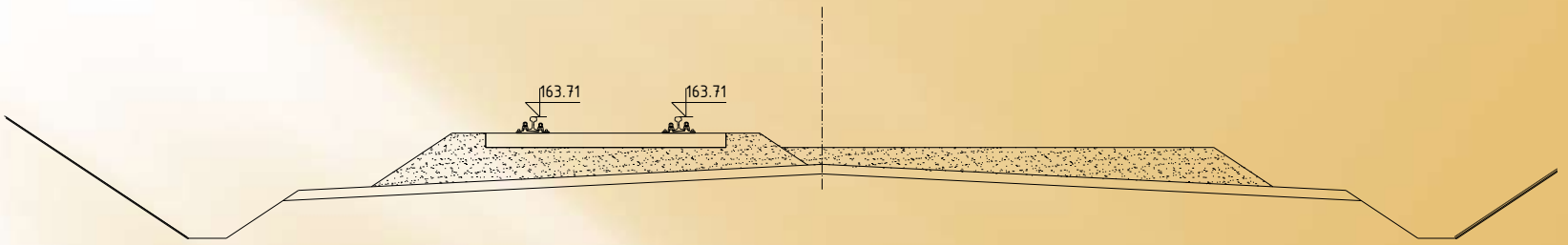






Wagony do transportu tłucznia z możliwością bocznego rozładunku - budowanie subwarstwy tłucznia kiedy dokładany jest drugi tor

Subwarstwa tłucznia

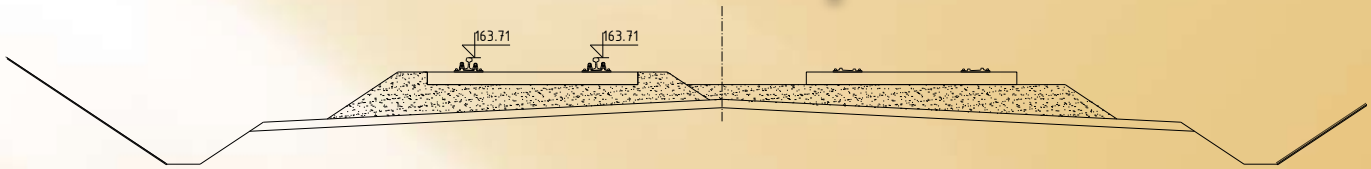






1. Transport tłucznia wzdłuż torowiska za pomocą spycharek i ładowarek.
2. Zagęszczanie subwarstwy tłucznia walcami wibracyjnymi.

Układanie podkładów







Metoda przęsłowa z wykorzystaniem dźwigu układkowego



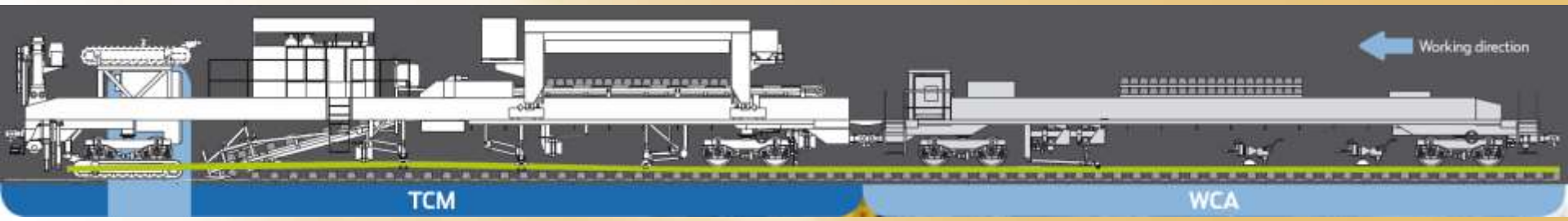
Metoda bezprzęsłowa z wykorzystaniem suwnic bramowych

Film 2

Film 3

Pociąg do ciągłej budowy nawierzchni

TCM 60, TCM80 (www.matisa.ch)



Kolejność wykonywania robót:

1. Ciągnik wciąga na gąsienicach pociąg na torowisko pokryte subwarstwą tłucznia
2. Układanie nowych podkładów (suwnica bramowa dostarcza je z wagonów) – prędkość do 16 podkładów/min.
3. Układanie przekładek podszynowych na podkładach
4. Układanie elementów przymocowań (łapek sprężystych)
5. Układanie nowych szyn (system rolek i siłowników)
6. Zapinanie przymocowań (automat do Pandrol Fastclip i Vossloh, inne manualnie)



Film 4

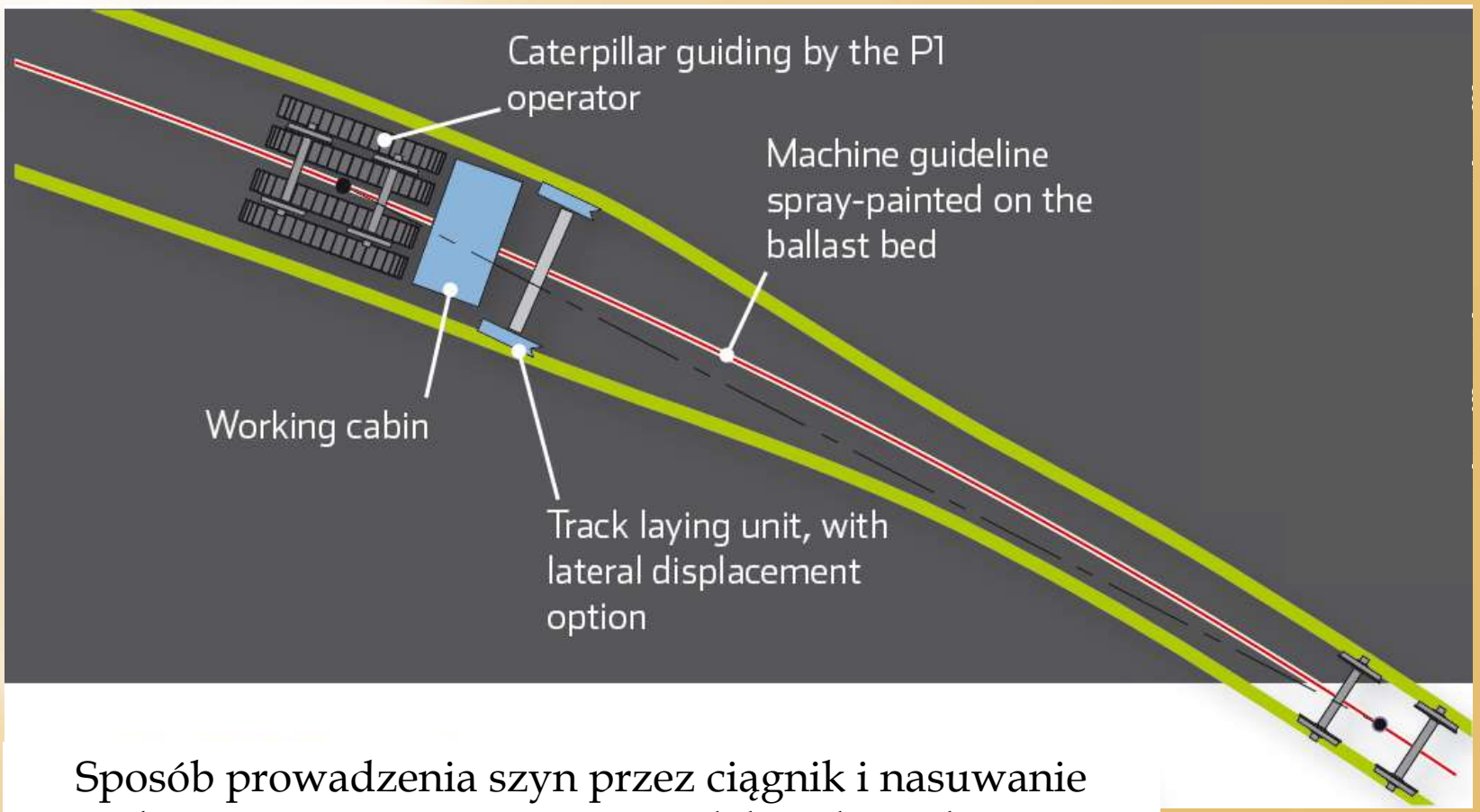
Pociąg do ciągłej budowy nawierzchni







Pociąg do ciągłej budowy nawierzchni

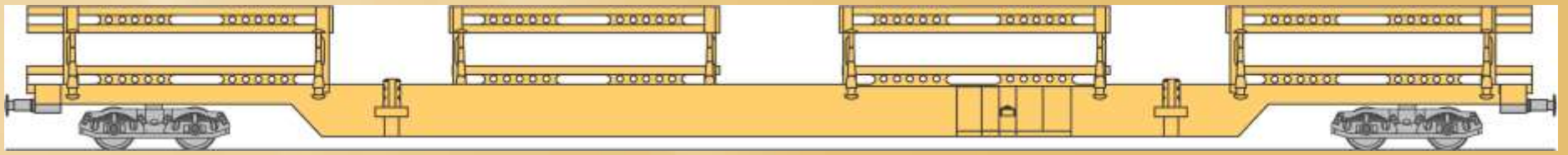


Sposób prowadzenia szyn przez ciągnik i nasuwanie boczne za pomocą systemu rolek i siłowników

Wagony do transportu rozjazdów







Nasuwarki torowe



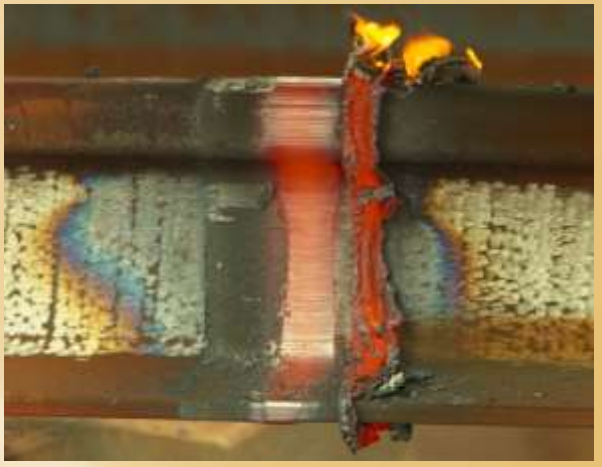




Film 5

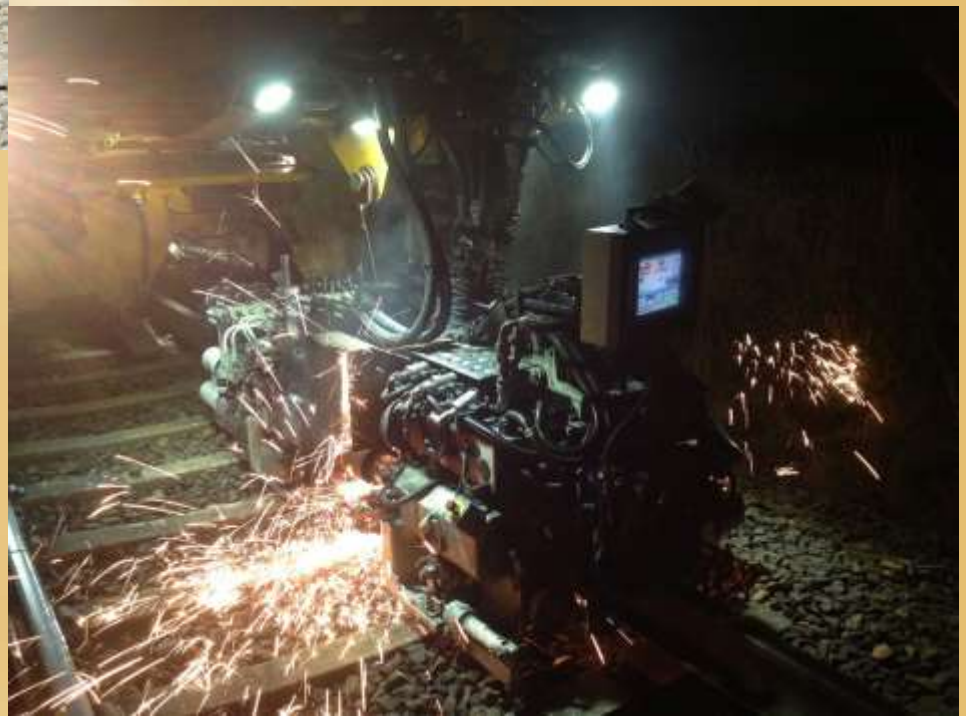
Elektrooporowe spawanie szyn





Film 6





Termitowe spawanie szyn









Film 7

Szlifowanie styku szyn



Zakrętarki przymocowań





Budowa nawierzchni „na boso"



1. Przygotowanie torowiska i ukształtowanie rowu oraz budowa systemu odwodnienia

Budowa nawierzchni „na boso"



2. Ułożenie nawierzchni metodą krótkich przęseł i tymczasowe połączenie łubkowe szyn – na gołym torowisku, bez subwarstwy tłucznia

Budowa nawierzchni „na boso"



3. Zasypywanie toru tłuczniem i stopniowe podnoszenie rusztu torowego za pomocą podbijarki