



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



**Politechnika
Śląska**

Z CZEGO ZBUDOWANA JEST KOLEJ

BADANIA STRUKTURY MATERIAŁÓW STOSOWANYCH NA KOLEI

POCZUJ POCIĄG DO KOLEI

Poczuj pociąg do kolei

Projekt realizowany z Funduszy Europejskich w ramach
Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020,
umowa nr POWR.03.01.00-00-T070/18-00

Dofinansowanie projektu z UE:

110 364,66 PLN





AUTOR PREZENTACJI

Dr. hab. inż. Janusz Ćwiek, prof. PŚ

Ukończył Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej, gdzie pracował przez 20 lat. Od 2009 do 2016 pracował na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej, gdzie zajmował się materiałami metalicznymi i kompozytowymi, mechanizmami ich niszczenia oraz inżynierią powierzchni.

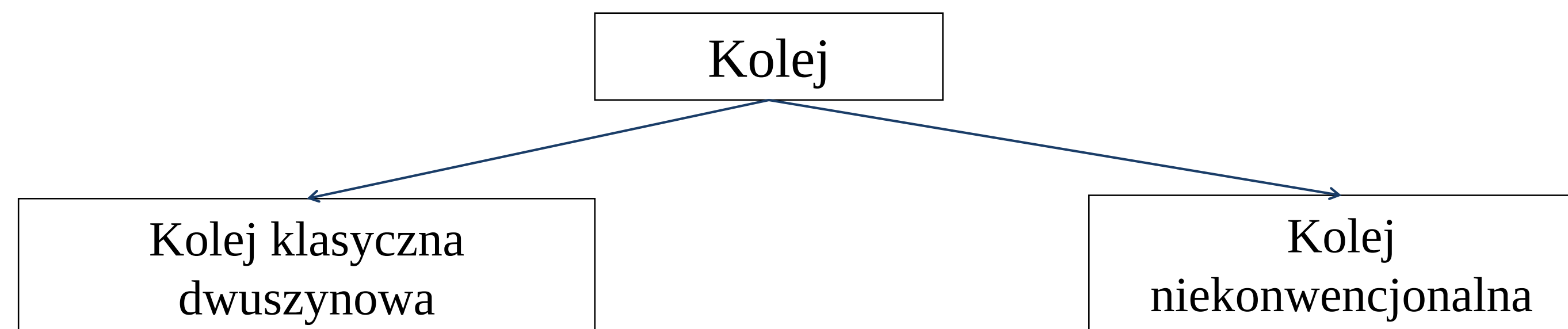
Od 2014 roku zajmował się organizowaniem nowego kierunku kształcenia Transport Kolejowy na Politechnice Śląskiej.

Od listopada 2016 pracuje na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej, gdzie pełni funkcję Kierownika Katedry Transportu Kolejowego.

Email: janusz.cwiek@polsl.pl

Czym jest kolej

Kolej - środek transportu lądowego o trasie wytyczonej torem kolejowym lub w inny sposób - ściśle powiązanie z torem jazdy



Fot. PKP Intercity



<https://pixabay.com/pl/photos/pociag-towarowy-całosci-db-2168988>



Kair Monorail (2019)
Bombardier Transportation

Kolej – wehikuł cywilizacji

Trakcja kolejowa - sposób dostarczania energii do przemieszczania pojazdu:

- konna,
- parowa,
- spalinowa,
- elektryczna.



Tramwaj konny w Warszawie 1906 r.
Źródło: Kurier Warszawski nr 3, 2017



Lokomotywa parowa



Lokomotywa spalinowa

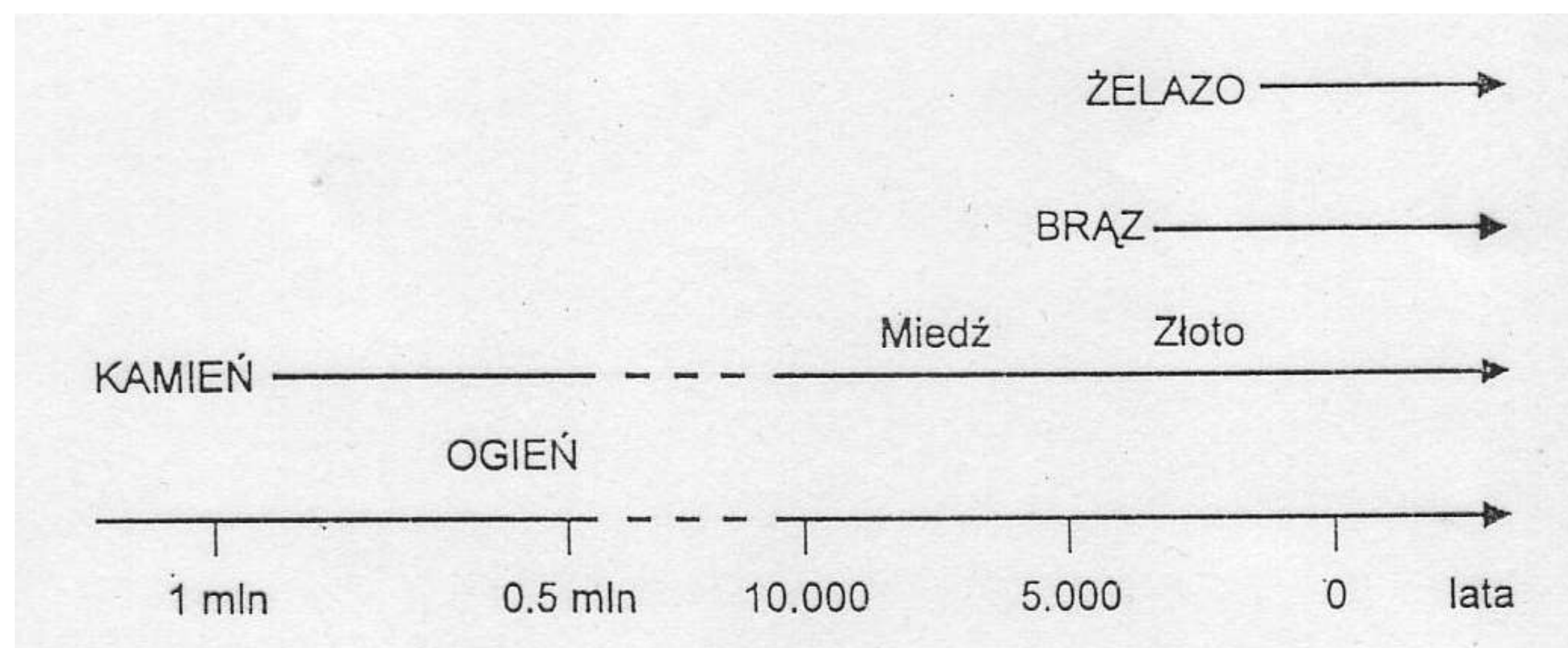


Lokomotywa elektryczna

Materiały i cywilizacje

- Człowiek od zarania dziejów wykorzystywał, a z czasem przetwarzał materiały potrzebne do zdobycia pożywienia, zwiększenia bezpieczeństwa i zapewnienia odpowiedniego poziomu życia
- O rozwoju cywilizacji decydował w dużej mierze rozwój materiałów – okresy w dziejach ludzkości nazwano od dominującego materiału – epoki kamienia, brązu, żelaza i krzemu (materiałów dla elektroniki)

6



Najczęściej wykorzystywane metale

Metal	Gęstość Mg/m ³	Temperatura topnienia °C
Fe	7,87	1538
Al	2,70	660
Cu	8,96	1084
Ti	4,50	1668

Składniki systemu kolejowego

Kolej składa się z czterech podsystemów:

- **Infrastruktura** – droga kolejowa, po której jedzie pociąg i stacje
- **Energia** – urządzenia zasilania w energię elektryczną
- **Sterowanie** - urządzenia do sterowania ruchem pociągów, zapewnienia bezpieczeństwa i komunikacji
- **Tabor** – lokomotywy, wagony, zespoły trakcyjne

Nawierzchnia drogi kolejowej

Szyna - stal

Podkład – beton
zbrojony stalą



Przymocowanie - stal

Podsypka – tłuczeń z
twardych skał

Materiały na elementy nawierzchnia kolejowej

Stal – stop żelaza z węglem i innymi dodatkami stopowymi, zawierający do 2% węgla, przerobiony plastycznie.

Beton – materiał powstały ze zmieszania spoiwa (cementu portlandzkiego), wypełniacza (kruszywa), ewentualnych domieszek nadających pożądane właściwości oraz wody. Jest jednym z najbardziej powszechnych materiałów we współczesnym budownictwie.

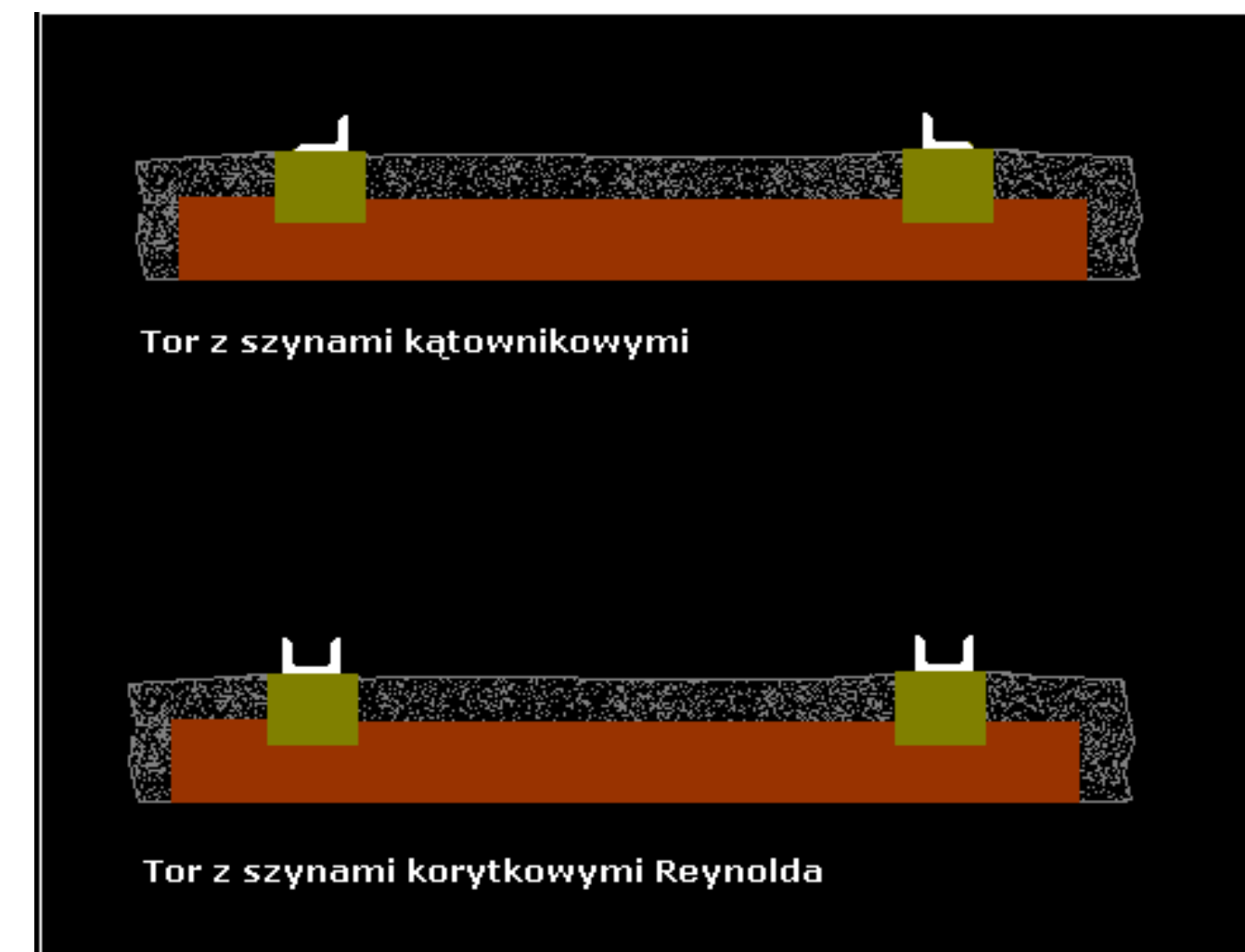
Podsypka – tłuczeń powstający z kruszenia twardych skał, które są wytrzymałe na ściskanie, ścieranie oraz wpływy atmosferyczne. Przykładami takich skał są: granit, porfir, bazalt, sjenit (skały wulkaniczne) lub gnejs, marmur (skały metamorficzne).

Historia szyny kolejowej

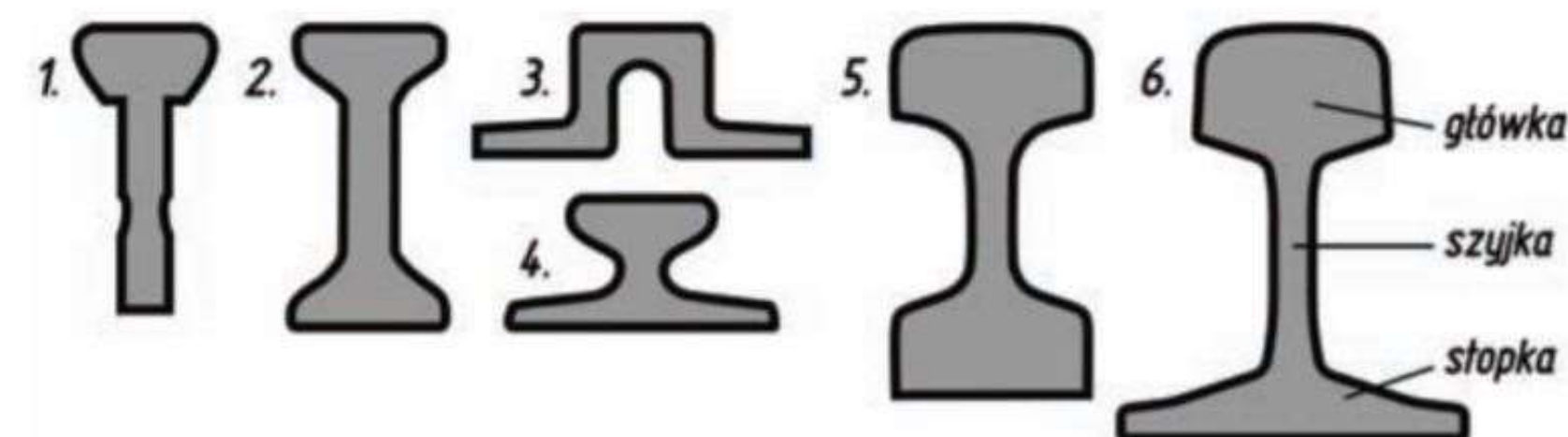
Szyny żelazne o przekroju kątownika. Półka pozioma była powierzchnią toczną dla koła, a pionowa utrzymującą pojazd w torze.

11 W 1767 roku Reynolds wykonał szyny jako odlew żeliwny w kształcie płytkiego korytka (ceownika) o szerokości 11 cm i długości ok. 15 m.

Od około 1830 roku przyjęły się szyny typu szerokostopowego o kształcie zbliżonym do obecnego (z główką, szyjką i stopą). Stevens USA; Vignoles Anglia.

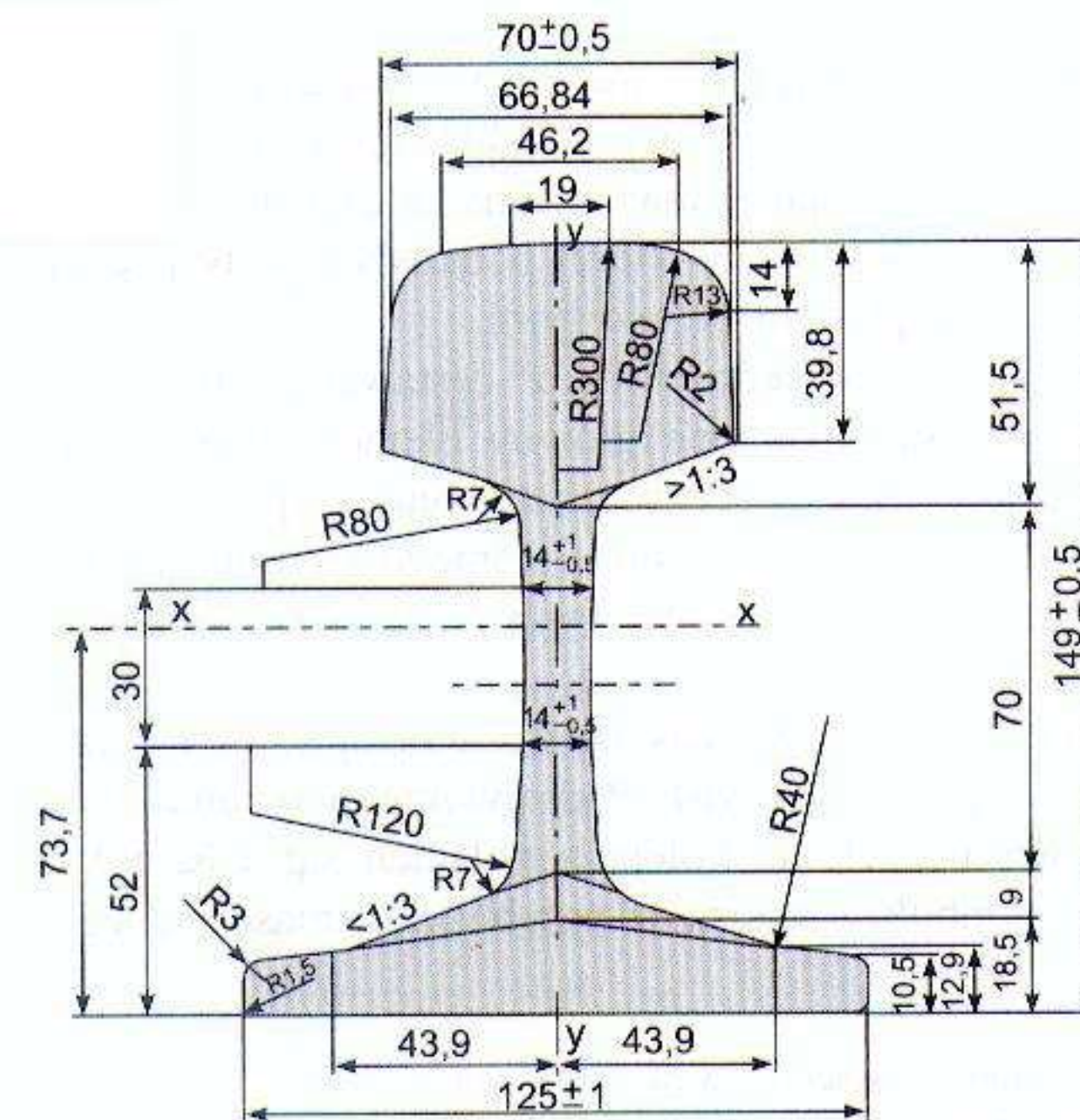


<http://www.transportszynowy.pl/>



Typy szyn kolejowych

Typ szyny	Masa [kG/m]	Powierzchnia przekroju [cm ²]
S42	42,48	54,26
S49	49,43	62,97
S60	60,34	76,86



Przekrój poprzeczny szyny S49

Stale na szyny kolejowe

Skład chemiczny stali szynowych
wg PN-EN 13674-1

Gatunek stali	Udział masowy w %								
	C	Si	Mn	P max	S	Cr	Al max	V max	N max
R200	0,38 0,62	0,13 0,60	0,65 1,25	0,04	0,008 0,040	0,15 max	0,004	0,03	0,01
R220	0,50 0,60	0,20 0,60	1,00 1,25	0,025	0,008 0,025	0,15 max	0,004	0,03	0,01
R260	0,60 0,82	0,13 0,60	0,65 1,25	0,03	0,008 0,030	0,15 max	0,004	0,03	0,01
R260Mn	0,53 0,77	0,13 0,62	1,25 1,75	0,03	0,008 0,030	0,15 max	0,004	0,03	0,01
R320Cr	0,58 0,82	0,48 1,12	0,75 1,25	0,25	0,008 0,030	0,75 1,25	0,004	0,20	0,01
R350HT	0,70 0,82	0,13 0,60	0,65 1,25	0,025	0,008 0,030	0,15 max	0,004	0,03	0,01
R350LHT	0,70 0,82	0,13 0,60	0,65 1,25	0,025	0,008 0,030	0,3 max	0,004	0,03	0,01

Badania metalograficzne

Do oceny **struktury** (mikrostruktury) metali i stopów służą między innymi **badania metalograficzne**, przy czym w zależności od stosowanych urządzeń oraz powiększeń wyróżnia się badania:

a) **makroskopowe** przeprowadzane okiem nieuzbrojonym lub przy powiększeniach osiągalnych za pomocą lupy (do 40x),

b) **mikroskopowe** z zastosowaniem:

- **mikroskopu metalograficznego świetlnego**, na którym możliwe jest osiągnięcie powiększeń od 10 do 2000x (zdolność rozdzielcza $d_{\min} = 0,3 \mu\text{m}$)

- **mikroskopu elektronowego**: dla którego powiększenie wynosi:

skaningowego od 10 do 100 000x ($d_{\min} = 1,5 \text{ nm}$)

transmisyjnego od 1000 do 1 000 000x ($d_{\min} = 0,2\div 0,3 \text{ nm}$)

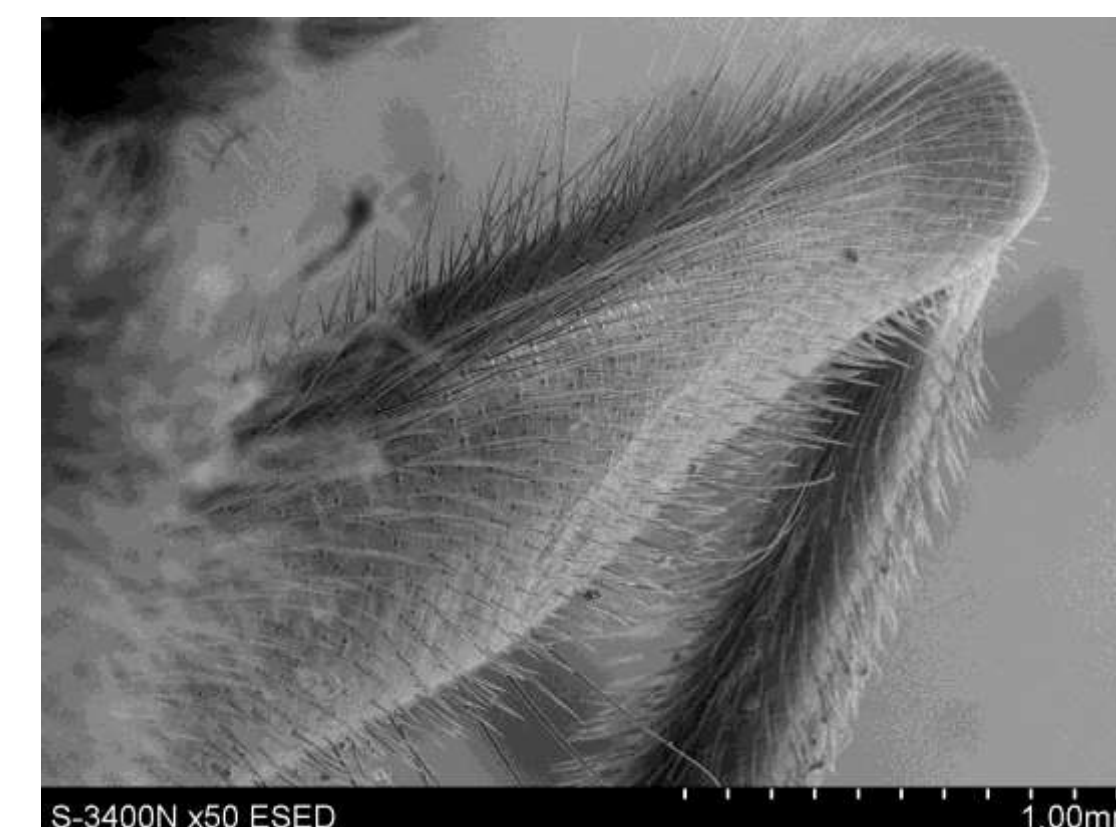
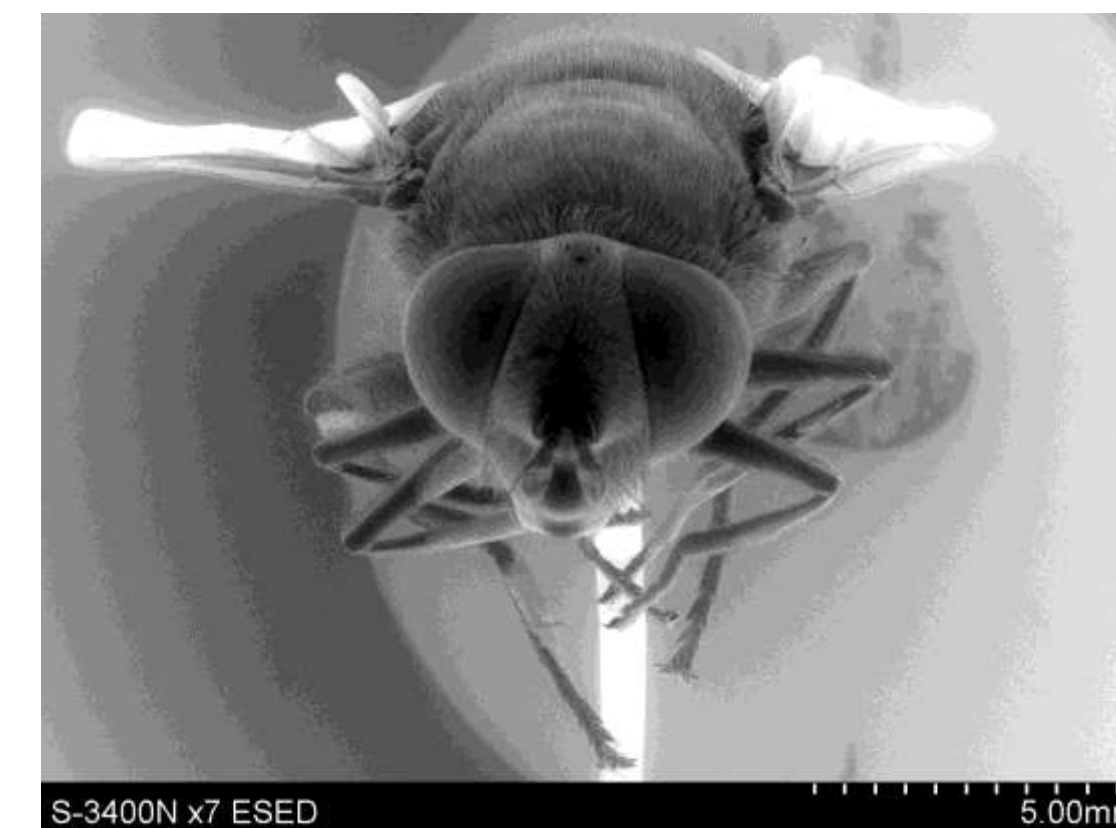
Mikroskopy



Mikroskop świetlny odwrócony
Olympus GX53



Skaningowy mikroskop elektronowy
JEOL JSM-IT500HR

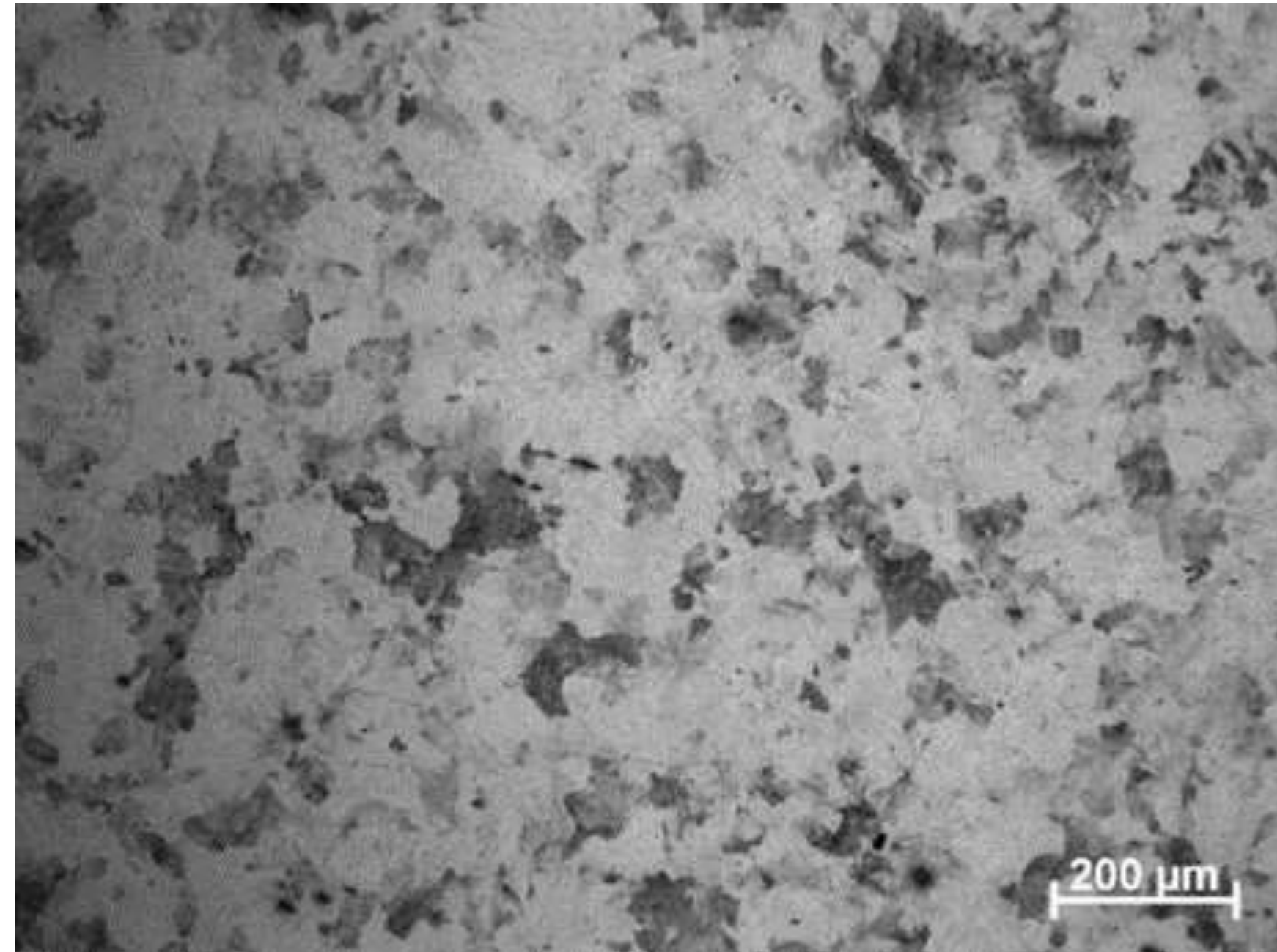


Przygotowanie próbek do badań

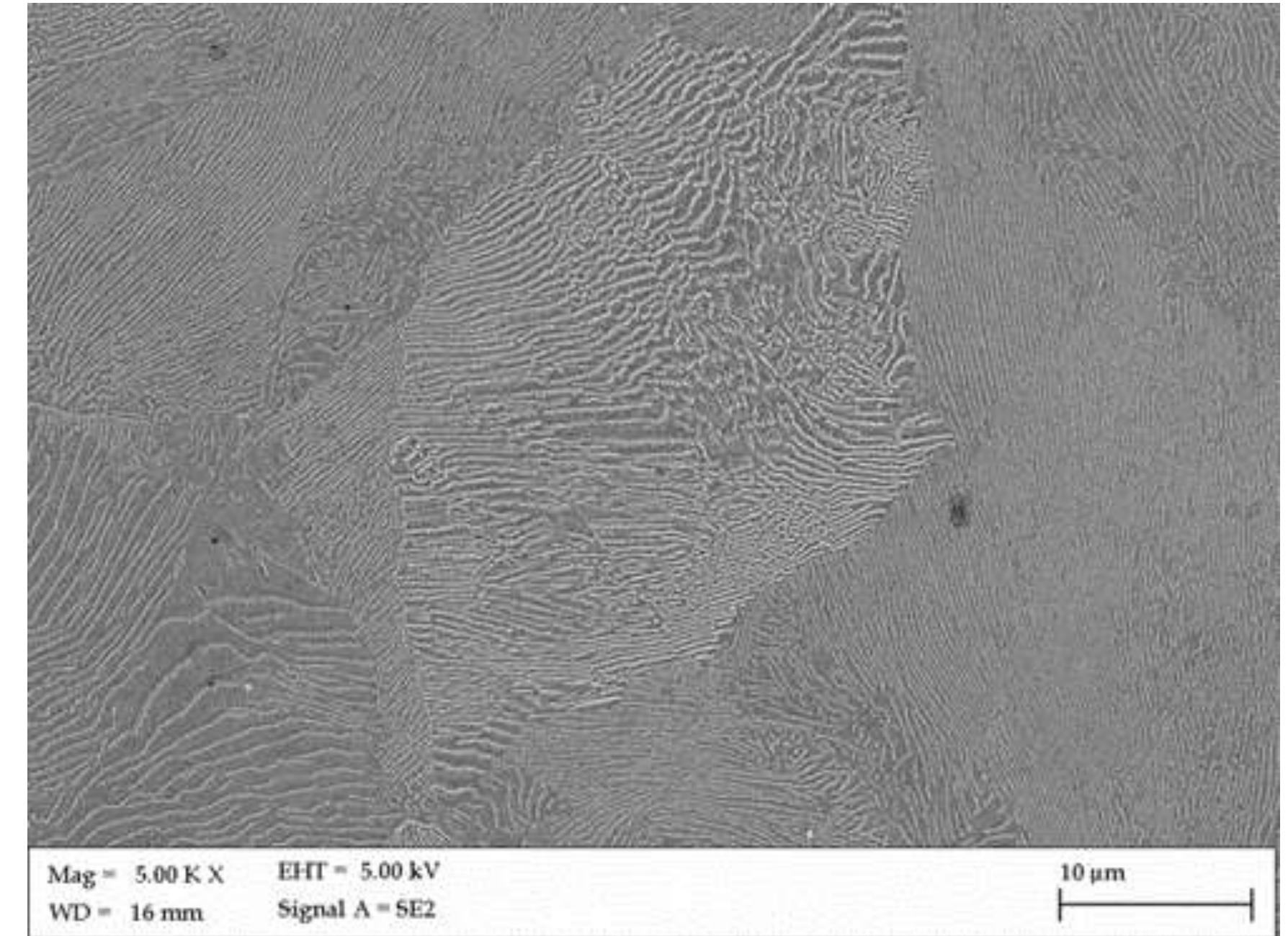
Etapy przygotowania próbek do badań mikroskopowych:

- wybór miejsca do pobrania próbki,
- pobranie (wycięcie) próbki,
- wstępna obróbka mechaniczna (frezowanie i/lub szlifowanie na szlifierkach do płaszczyzn),
- inkludowanie próbki (zatopienie w żywicy polimerowej lub stopie niskotopliwym),
- szlifowanie na papierach wodoodpornych z nasypem SiC o różnej gradacji (ziarnistości); zwykle cztery gradacje od 100 do 1200,
- polerowanie mechaniczne na tarczach pokrytych sukrem lub filcem oraz zwilżonych zawiesiną (pastą) polerską zawierającą korund lub diament polikrystaliczny; zwykle trzy gradacje o wielkości ziarna od 9 do 1 μm ,
- polerowanie mechaniczne lub elektrolityczne, które polega na anodowym rozpuszczaniu powierzchni zglądu, przygotowanego wstępnie przez szlifowanie,
- trawienie elektrolityczne lub cieplne (chemiczne utlenianie).

Mikrostruktura stali szynowej



Mikrostruktura stali szynowej R350HT
(mikroskop świetlny)



Mikrostruktura stali szynowej R350HT
(SEM - skaningowy mikroskop elektronowy)

„Poczuj pociąg do
kolei

”

Dziękuję za uwagę

KONTAKT

Biuro projektu:
Katowice,
Ul. Krasińskiego 8,
p.206 lub 115



Telefon:

+48 32 603 40 26

+48 32 603 41 08



E-mail:

lukasz.wierzbiński@polsl.pl

renata.rajkiewicz@polsl.pl



Strona www:

www.ktk.polsl.pl