

**Zespół Szkół Samochodowych**  
**Podstawy Konstrukcji Maszyn**  
**Materiały Konstrukcyjne i Eksploatacyjne**

**Temat: OTRZYMYWANIE STOPÓW ŻELAZA Z WĘGLEM.**

- 1. Stopy metali.**
- 2. Odmiany alotropowe żelaza.**
- 3. Wykres żelazo – węgiel.**
- 4. Otrzymywanie surówki.**
- 5. Otrzymywanie stali.**
  - a) wytapianie stali metodą konwertorową,**
  - b) wytapianie stali metodą martenowską,**
  - c) wytapianie stali metodą elektryczną.**

# *1. Stopy metali .*

**Stopy metali** – to tworzywa o właściwościach metalicznych, w których strukturze metal jest osnową, a poza nim występuje co najmniej jeden dodatkowy składnik, zwany dodatkiem stopowym. Dodatki są wprowadzane w celu poprawienia wytrzymałościowych właściwości materiału.

## **Wybrane stopy**

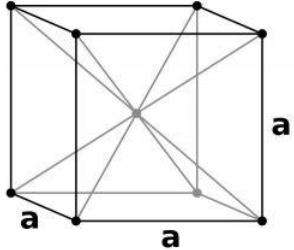
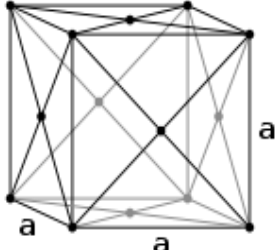
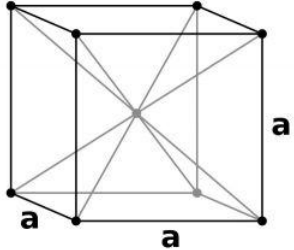
**Stal** – to stop żelaza z węglem i innymi pierwiastkami, zawierający maksymalnie do 2,11% węgla (masowo), przerobiony plastycznie i obrobiony cieplnie.

**Żeliwo** – to stop odlewniczy żelaza z węglem, zawierający ponad 2,11% węgla oraz inne domieszki, takie jak krzem, mangan, fosfor i siarka.

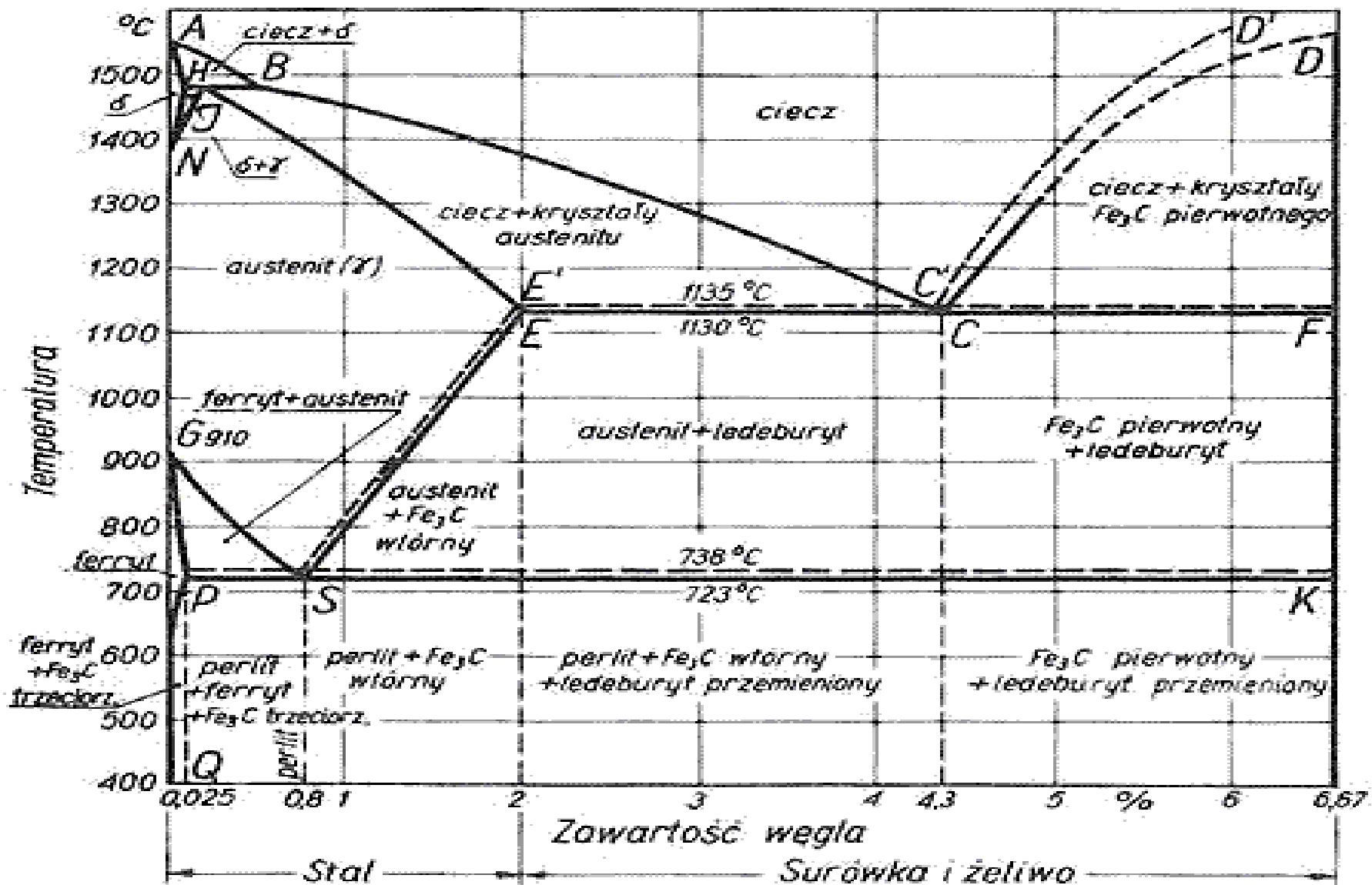
**Silumin** – to stop odlewniczy aluminium z krzemem o stężeniu 2-30% oraz inne domieszki takie jak miedź, mangan, nikiel, magnez i tytan.

## 2. *Odmiany alotropowe żelaza.*

Niektóre metale (żelazo) mogą w zależności od warunków (np. temp.) zmieniać swoją siatkę przestrzenną. **Powstają wówczas odmiany alotropowe danego metalu, różniące się budową oraz właściwościami fizycznymi, chemicznymi oraz mechanicznymi.** Żelazo występuje w dwóch odmianach alotropowych  $\alpha$  i  $\gamma$ .

Temperatura 0 – 910°C	<b>żelazo <math>\alpha</math></b>	
Temperatura 910 - 1390°C	<b>żelazo <math>\gamma</math></b>	
Temperatura powyżej 1390°C	<b>żelazo <math>\alpha</math></b>	

### 3. Wykres żelazo - węgiel.



## składniki strukturalne stopów żelazo-węgiel

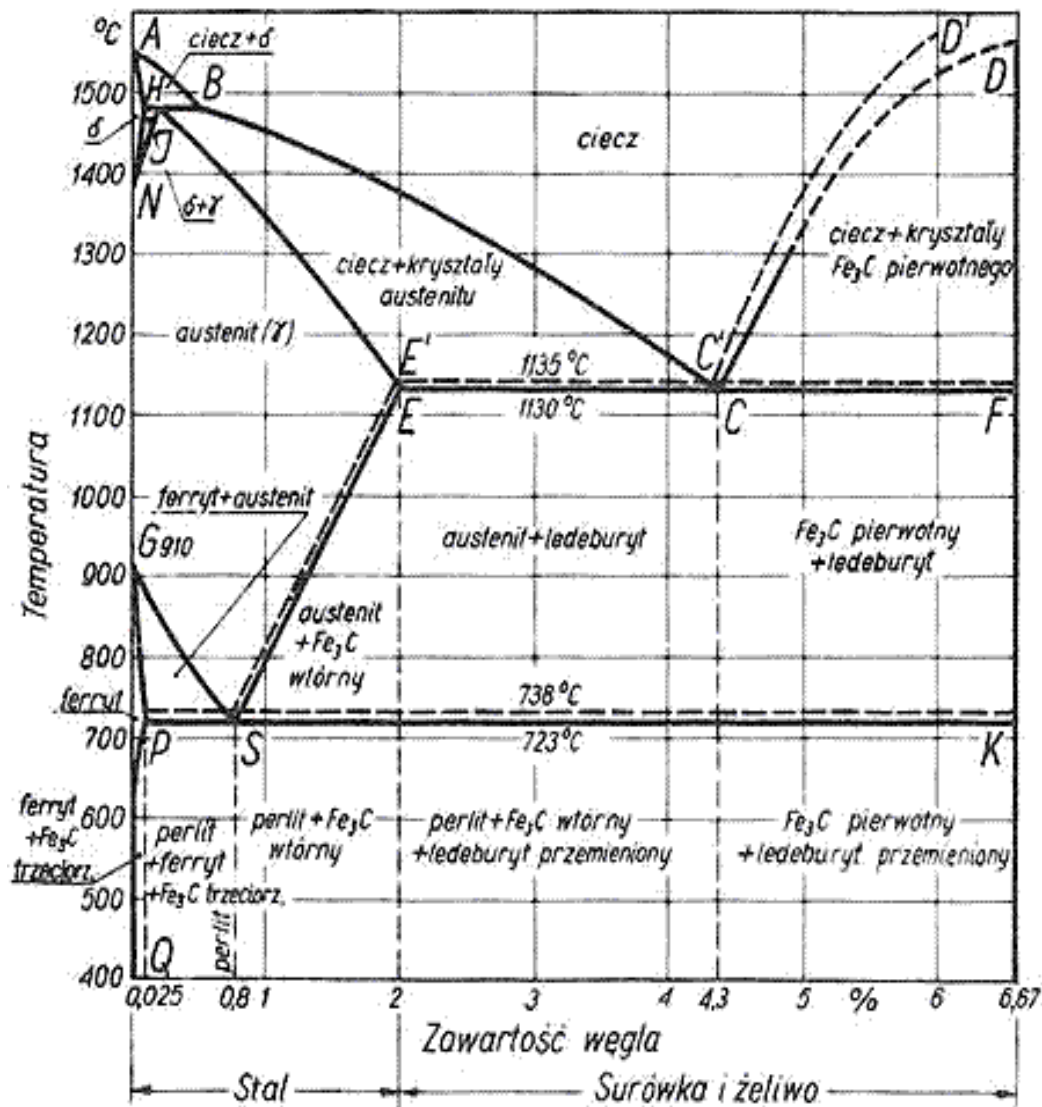
- **feryt** – prawie czyste żelazo o niedużej twardości, a bardzo dużej plastyczności, **jest to roztwór węgla w żelazie  $\alpha$** , o bardzo małej rozpuszczalności węgla w żelazie ok.0,02%,

- **cementyt ( $Fe_3C$ )** – węglik żelaza o zawartości węgla 6,67% bardzo twardy i kruchy,

- **austenit** – roztwór stały węgla w żelazie  $\gamma$  o zawartości węgla do 2,11%, o dużej plastyczności, podczas powolnego chłodzenia rozkłada się na feryt, perlit, cementyt,

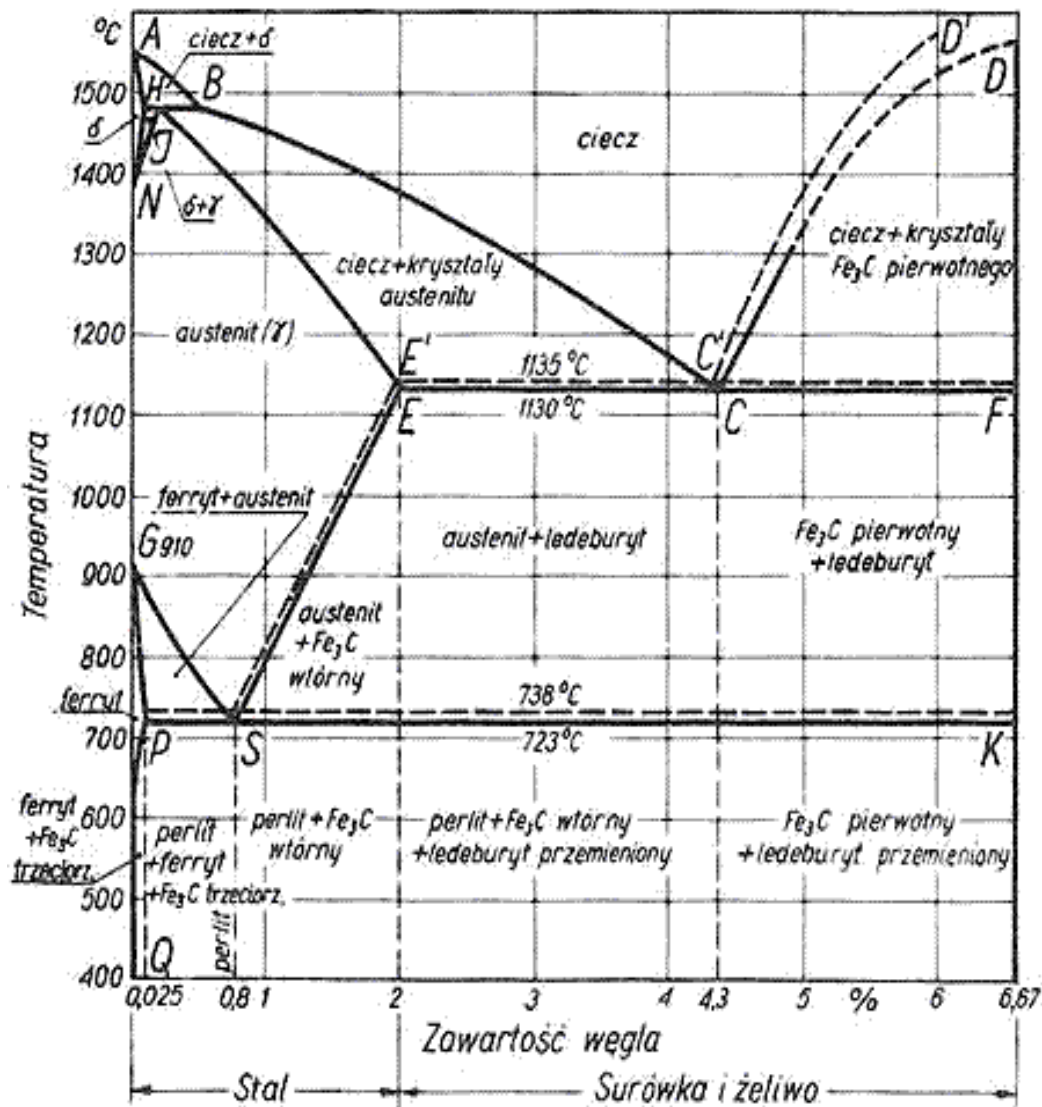
- **perlit** – to mieszanina ferytu i cementytu, stal o zawartości węgla 0,8% ma czystą strukturę perlityczną,

- **ledeburyt** – mieszanina austenitu i cementytu o zawartości węgla 4,3%



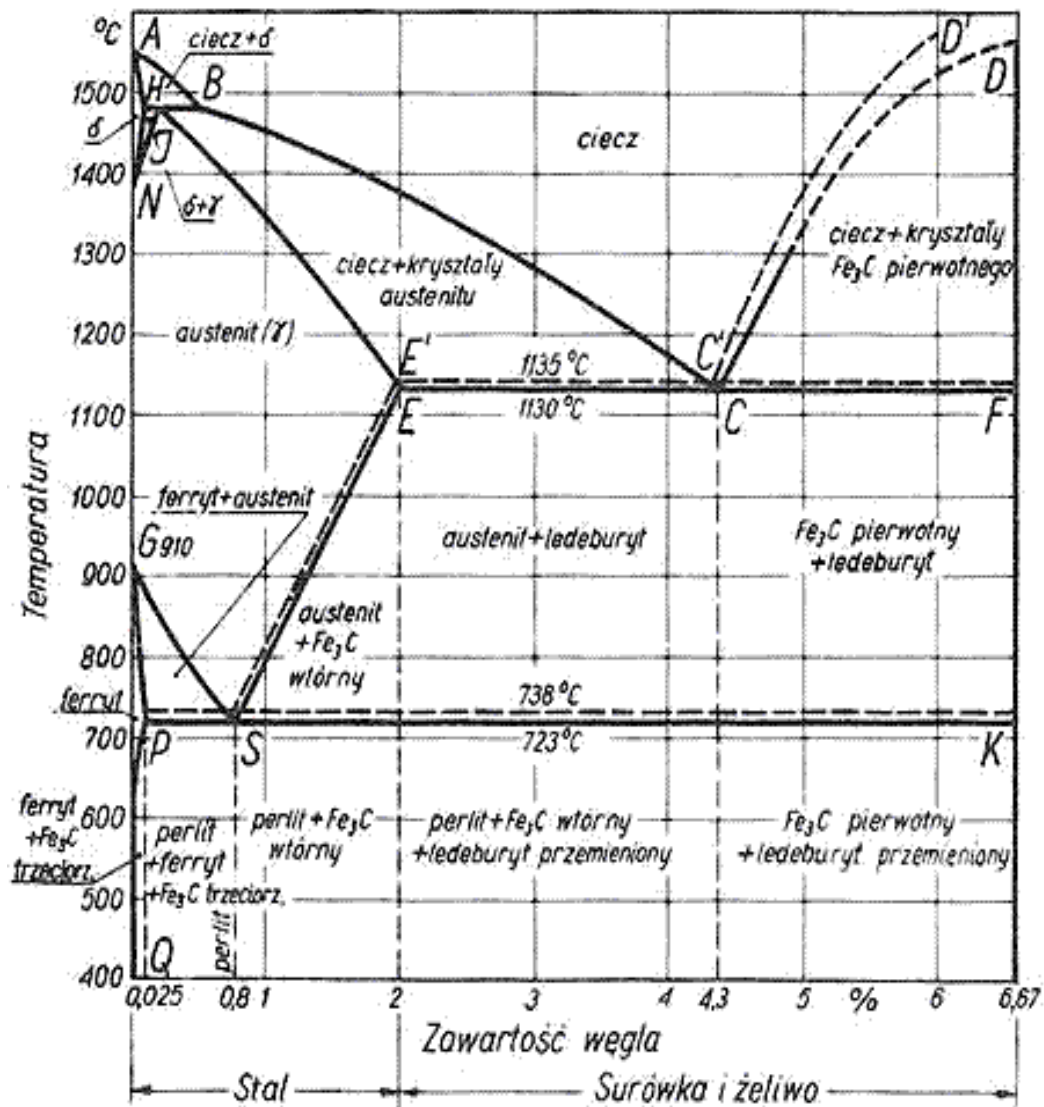
## przemiany na wykresie żelazo-węgiel

Na osi poziomej wykresu pokazano zawartość węgla w stopie od 0 do 6,67%, natomiast na osi pionowej rozkład temperatur od 400 do ponad 1500°C. Jak można zaobserwować powyżej linii ABCD stop żelaza z węglem jest cieczą np.: prawie czyste żelazo topi się w temperaturze powyżej 1500°C natomiast stop o zawartości węgla 2% topi się w temp. około 1380°C. Podczas powolnego stygnięcia poniżej linii ABCD zaczynają wydzielać się kryształy austenitu w przypadku stali i cementytu w przypadku żeliw np.: stop zawierający 4,3%C całkowicie krzepnie w temp. 1130°C. Jak widać poniżej pewnej temperatury stal ma jednorodną strukturę austenityczną. Poniżej linii SE z austenitu zaczyna wydzielać się cementyt.



## przemiany na wykresie żelazo-węgiel

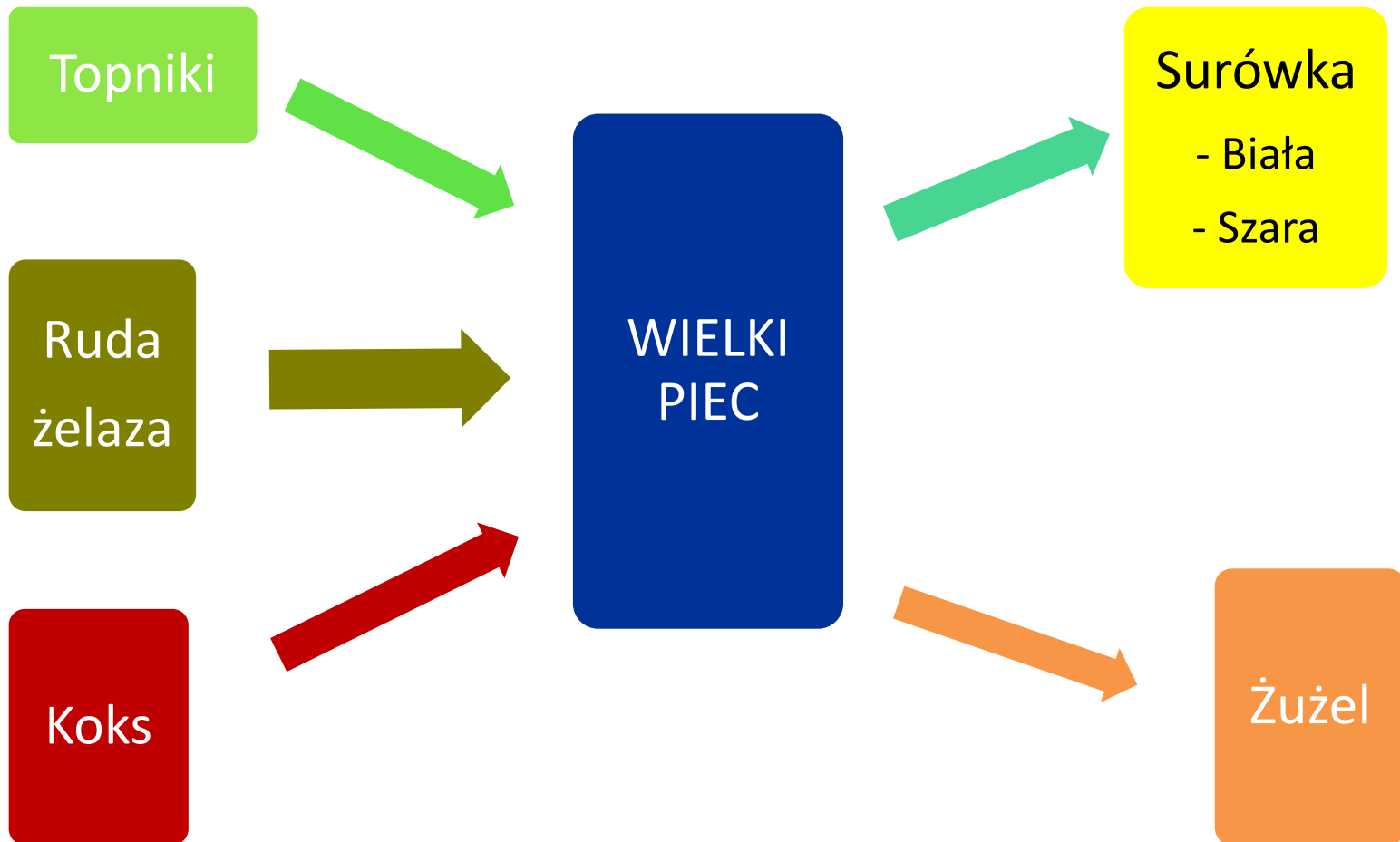
Poniżej linii PSK austenit już nie występuje – rozpada się na ferryt, perlit, cementyt. W punkcie S austenit rozpada się na ferryt i cementyt – mieszanina ta została nazwana perlitem, a stop ten stopem eutektoidalnym. Stale zawierające mniej niż 0,8%C to stale podeutektoidalne natomiast stale zawierające powyżej 0,8%C nazywają się stalami nadeutektoidalnymi.





## 4. *Otrzymywanie surówki.*

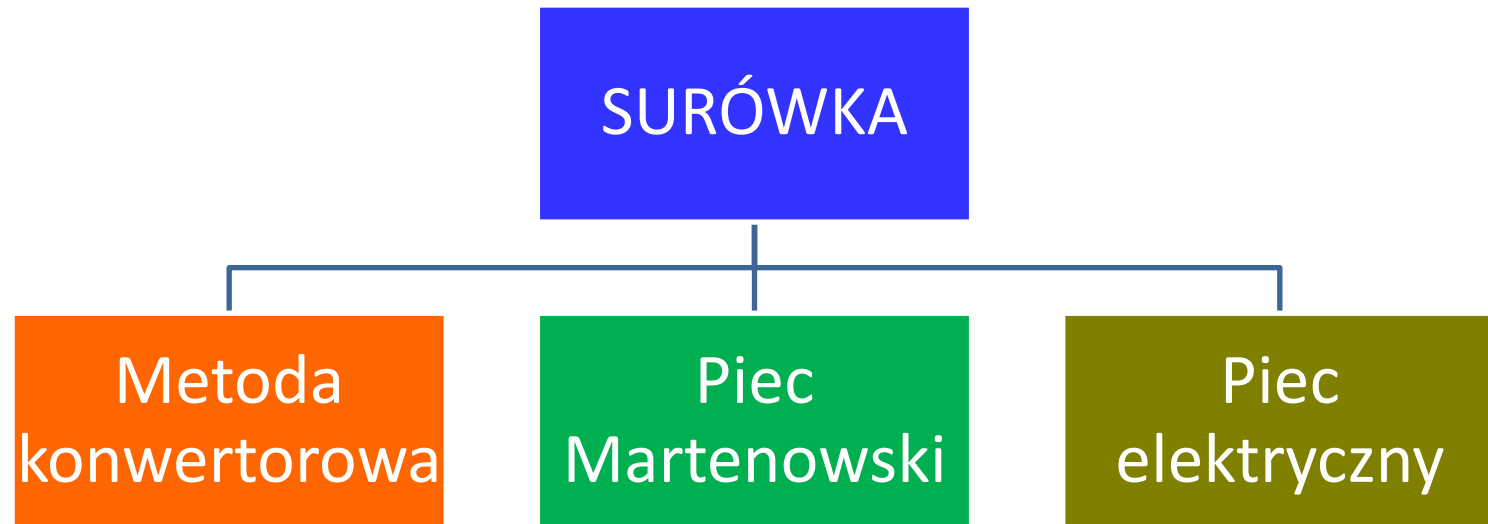
Produktami wyjściowymi do otrzymania stopów żelaza są surówki żelaza, wytwarzane z rud żelaza w tzw. wielkich piecach hutniczych.



## 5. *Otrzymywanie stali.*

Stal otrzymuje się w wyniku przeróbki surówki białej, jednego z produktów wielkiego pieca. Nazwa „surówka biała” pochodzi od bardzo jasnego przełomu. Surówka zawiera od 3,2% do 4,3% węgla, a więc surówkę należy odwęglić.

### *Metody otrzymywania stali*



## ***5. Otrzymywanie stali.***

### ***a) wytapianie stali metodą konwertorową.***

Polega na przedmuchiwaniu sprężonego powietrza przez roztopioną surówkę. Następuje wówczas utlenianie węgla i domieszek (krzemu, manganu, siarki, fosforu), które w postaci żużla lub gazu opuszczają piec konwertorowy. ***Strumień powietrza przechodzący przez ciekłą surówkę wypala zawarty w niej węgiel i domieszki, w wyniku czego otrzymuje się stal.***

## **5. Otrzymywanie stali.**

### ***b) wytapianie stali metodą martenowską.***

Stal w piecach martenowskich otrzymuje się przez wytopienie surówki ze złomem żelaznym i topnikami w piecu wannowym opalany gazem. Regeneratory umożliwiają odzyskanie części ciepła zawartego w spalinach. ***Dzięki odzyskiwaniu ciepła, w piecu martenowskim można uzyskać bardzo wysoką temperaturę (ok. 1750°C) w wyniku czego stal ma lepszą jakość niż otrzymywana w konwertorach, gdyż zawiera mniej siarki i fosforu.***

## ***5. Otrzymywanie stali.***

### ***c) wytapianie stali metodą elektryczną.***

Służą najczęściej do dalszego oczyszczania stali otrzymanej w piecu martenowskim. Piece elektrodowe typu Heroult zasialane są prądem przemiennym trójfazowym i mają trzy elektrody wprowadzane do przestrzeni roboczej pieca przez jego sklepienie. Topienie odbywa się przez wytwarzanie łuku elektrycznego między elektrodami a wsadem. Cały piec może być przechylany w celu wylania stali przez otwór spustowy.