

# **MODEL TECHNOLOGICZNY STRUKTURY POWIERZCHNI**

kształtowanej w procesie odlewania  
i obróbki gładzeniem

Dr hab. inż. Józef Gruszka, prof. PP

Wydział Inżynierii Zarządzania

Politechnika Poznańska

# Sylwetka

---



## JÓZEF GRUSZKA

ur.06.01.1951  
w Krotoszynie  
żona Izabela, córki  
Magdalena i Anna  
syn Szymon

- **2012 Kolokwium habilitacyjne Politechnika Poznańska**
- **1999 Menadżer jakości i auditor EOQ / PCBiC**
- **1983 Doktor nauk technicznych Politechnika Poznańska**
- **1975 Magister inżynier mechanik WMRiT w specjalności silniki spalinowe Politechnika Poznańska**
- **Działalność zawodowa: 1975-2012**
  - Funkcja Kier. Działu Rozwoju oraz Pełnomocnika Zarządu i Kierownika Działu Jakości w WSM/ MAHLE Polska Krotoszyn (do 2010) i EBCC / ACE Group Wrocław (2010- 2013)
- **Działalność dydaktyczna: 1990 - 2012**
  - Wykładowca na studium podyplomowym PP i PWr.
  - Wykładowca w PWSZ w Kaliszu,
  - od 2014 Profesor PP
- **Osiągnięcia :**
  - 39 wdrożeń przemysłowych w tym nagrody MPM, NOT, PWr, PP,
  - współautor 3 wdrożonych rozwiązań patentowych
  - członek zespołu w 8 projektach naukowo – badawczych,
  - dorobek naukowy liczy ok 130 pozycji w tym 4 monografie.

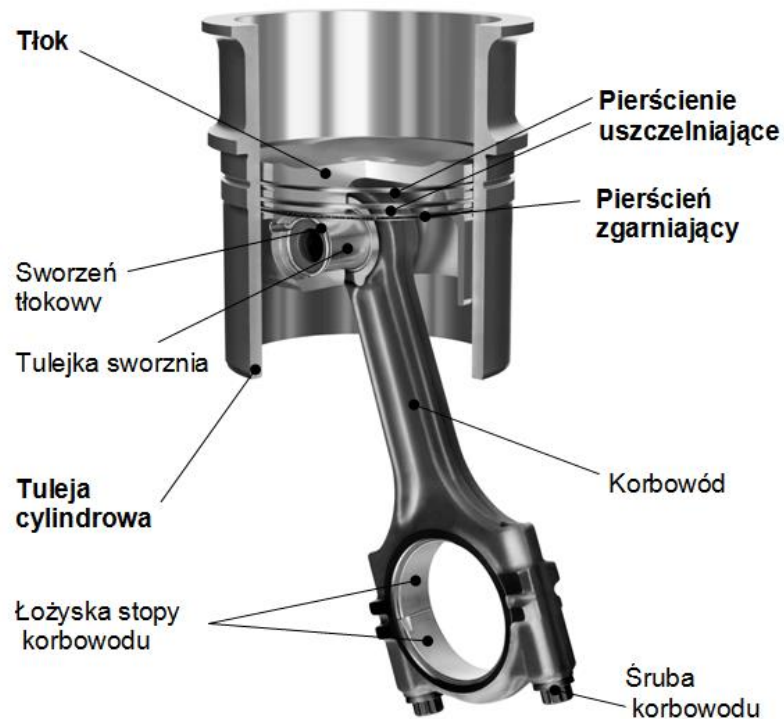
**Cel prezentacja :** **przedstawienie modeli technologicznych**  
**struktury powierzchni gładzi tulei**  
**cyldrowych**

bazując na:

- zachowaniu się struktury powierzchni gładzi tulei cylindrowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji,
- podstawowych zależnościach pomiędzy składem chemicznym i strukturą obszarów przypowierzchniowych
- nowoczesnych metodach kształtowania technologicznego warstwy powierzchniowej

# Wprowadzenie

## Układ TPC silnika spalinowego



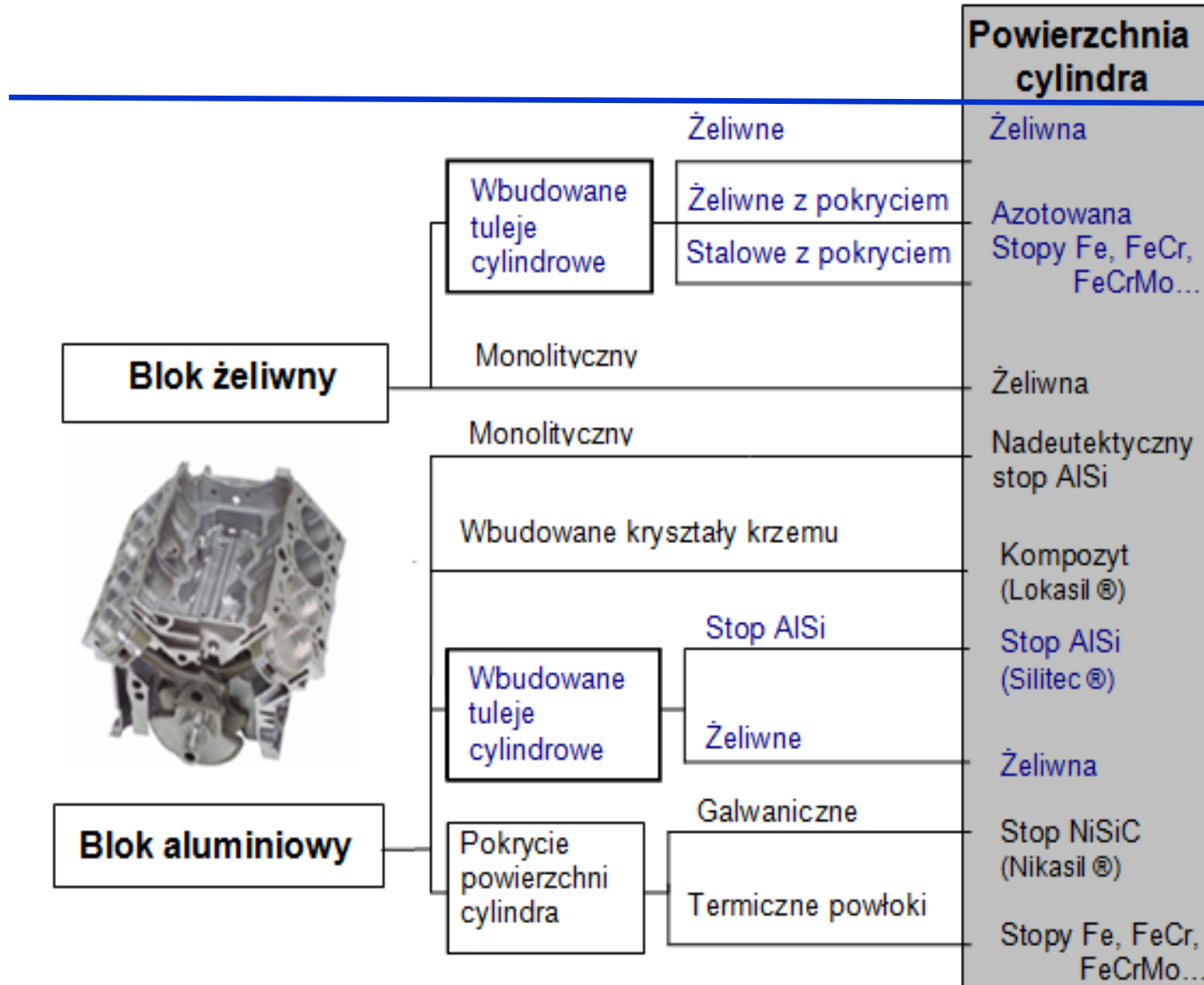
## Podstawowe funkcje tulei cylindrowej w układzie TPC silnika spalinowego:

- utworzenie z tłokiem i pierścieniami uszczelnienia labiryntowego przestrzeni roboczej,
- zminimalizowanie strat tarcia i zużycia oleju,
- prowadzenie tłoka i pierścieni tłokowych,
- odprowadzenie ciepła, przeniesienie zmiennych obciążeń mechaniczno – termicznych,
- kształtowanie filmu olejowego

## Nowe rozwiązania konstrukcje silników spalinowych wymagają od tulei cylindrowych:

- spełnienia podstawowych funkcji w układzie TPC,
- wysokiej wytrzymałości (  $R_m > 300 \text{ MPa}$  )
- zmniejszenie strat tarcia i zużycia oleju według standardów emisji spalin Euro 6.

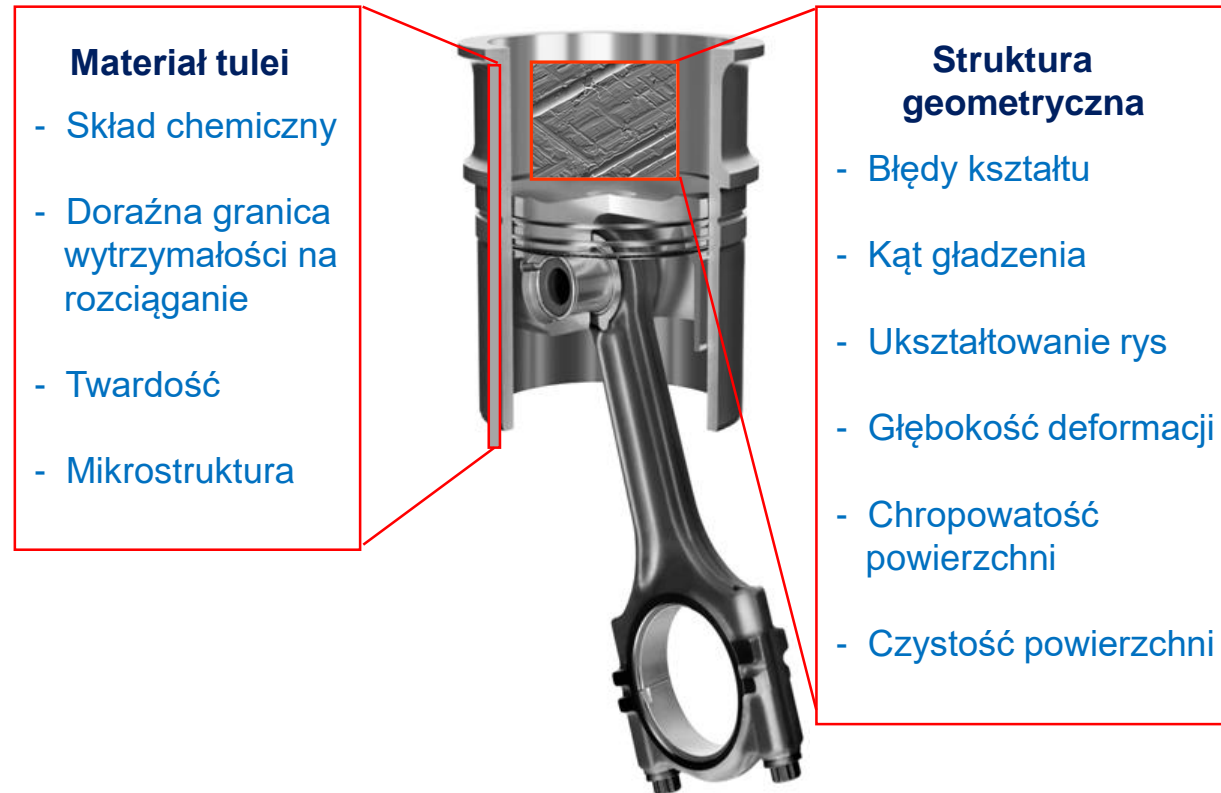
# Rozwiązania konstrukcyjne



# Charakterystyka eksploatacyjna struktury warstwy powierzchniowej

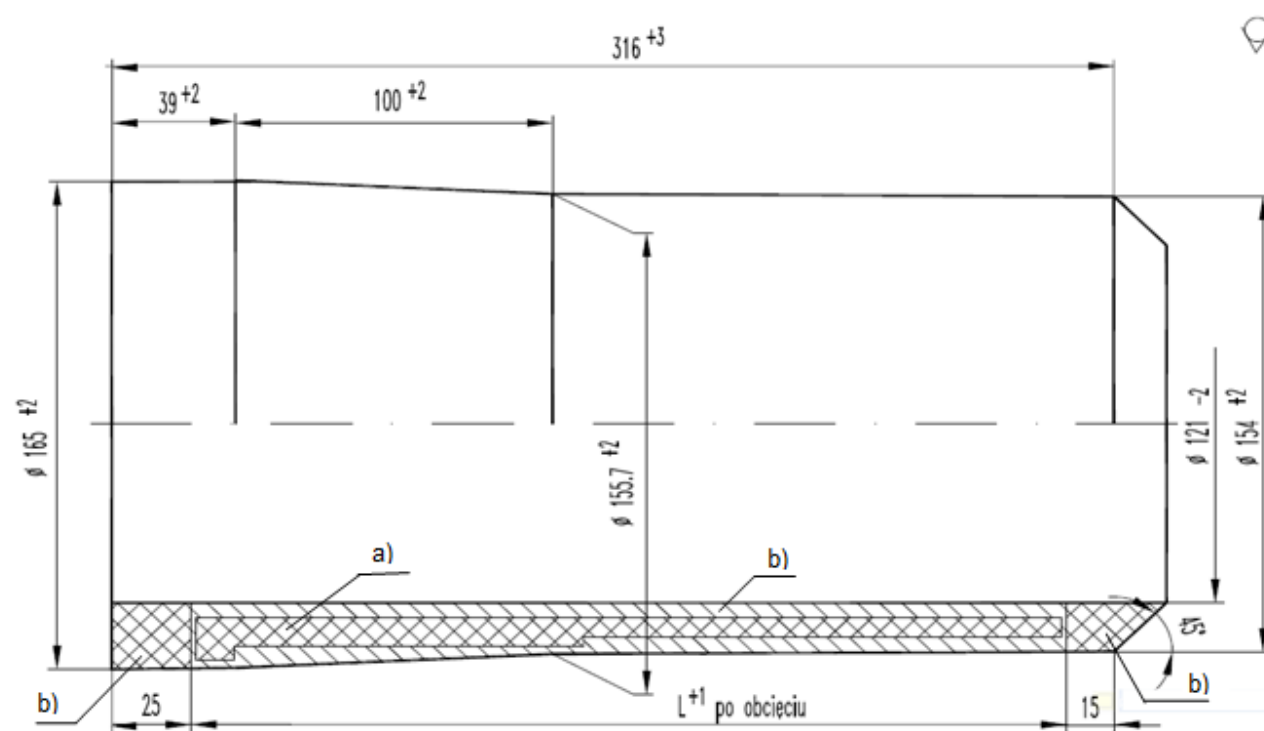
---

## Parametry i cechy funkcjonalne



# Rysunek konstrukcyjny odlewu

Na rysunku odlewu zaznaczono strefę rdzenia materiału (a), która stanowi bazę do końcowej postaci geometrycznej tulei w procesie obróbki mechanicznej, oraz jest strefą pożądaną dla parametrów i cech opisujących strukturę powierzchni gładzi.

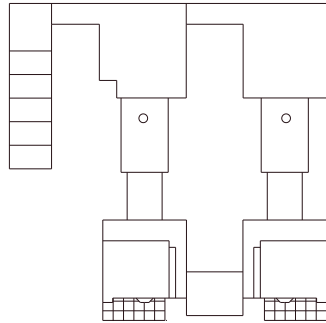


Wokół rdzenia są rozmieszczone nadatki technologiczne (b), które są charakterystyczne dla odlewania kokilowego i mają na celu wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie porowatości oraz wtrąceń niemetalicznych w strefie rdzenia podczas wirowania ciekłego żeliwa i krzepnięcia odlewu.

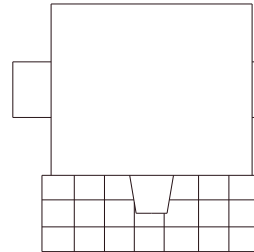
# Proces technologiczny kształtowania odlewu tulei cylindrowej

---

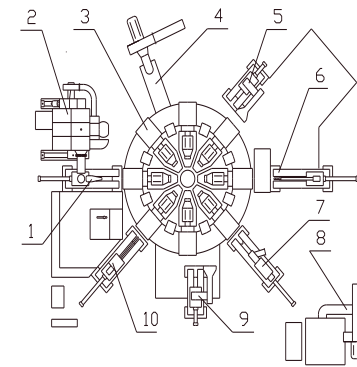
Op.001



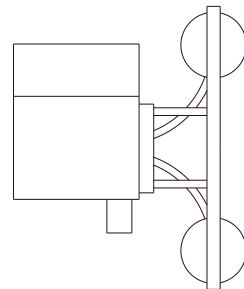
Op.002



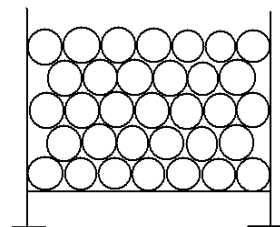
Op.003



Op.004



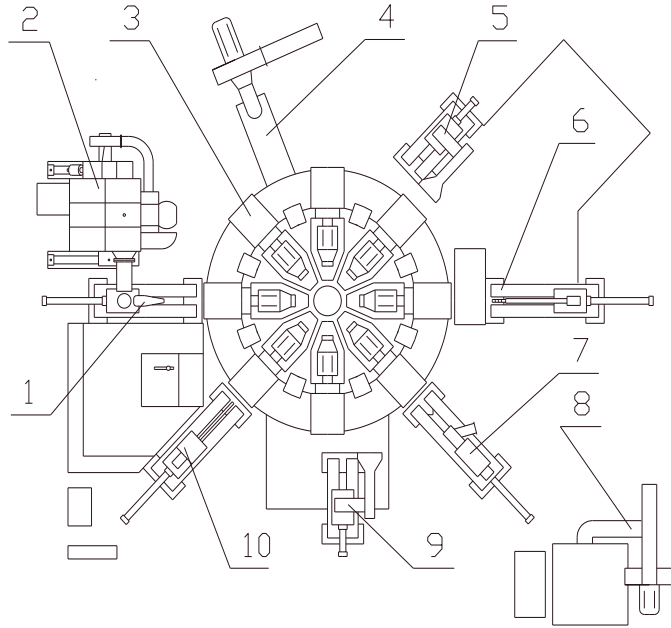
Op.005





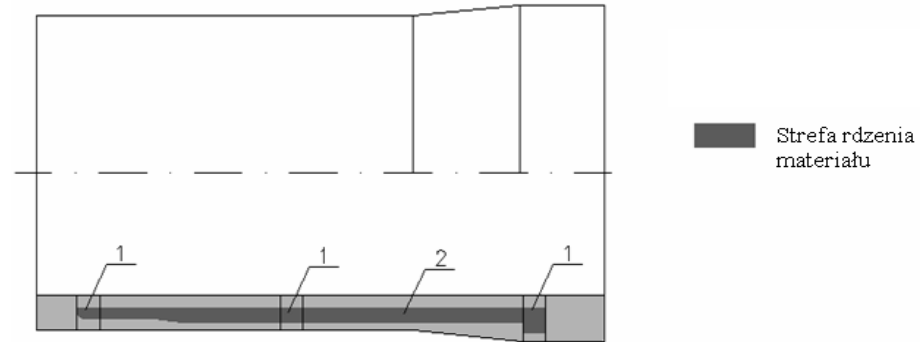
# Charakterystyka modelu technologicznego struktury powierzchni kształtowanej w procesie odlewania

Schemat urządzenia



1. Zalewanie kokili,
2. Piec dozująco-przetrzymujący,
3. Chłodzenie odlewu,
4. Odciąg pary,
5. Otwieranie kokili
6. Wyciąganie odlewu,
7. Czyszczenie kokili,
8. Odciąg pyłów,
9. Zamykanie kokili,
10. Nanoszenie płynnego pokrycia

Odlew tulei cylindrowej



■ Strefa rdzenia materiału



**Strefa nadatków technologicznych**



**Strefa rdzenia materiału - pobierania**

próbek do badań:

1 – twardości i struktury

2 – wytrzymałości

# Charakterystyka modelu technologicznego struktury powierzchni kształtowanej w procesie odlewania



1

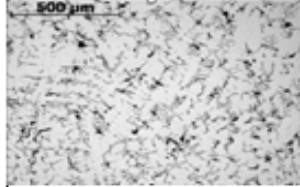
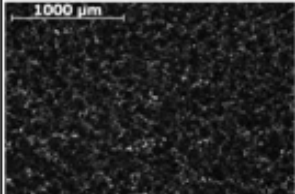
Zewnętrzna strefa nadatku technologicznego powstaje jako pierwsza struktura w wyniku zetknięcia się ciekłego metalu o tem. 1350 – 1450 °C z kokilą o tem. 300 – 350 °C. Następuje gwałtowne schłodzenie ciekłego metalu, który krzepnąc bardzo szybko tworzy struktury grafitu typu E, D, A... Strefa ta stanowi warstwę ochronną pomiędzy kokilą a porcją metalu, która tworzy strefę rdzenia.

2

Metal w strefie rdzenia krzepnie znacznie dłużej co pozwala na rozbudowanie pożądanej struktury grafitu typu A o jednorodnych właściwościach żeliwa w zakresie mikrostruktury i właściwościach mechanicznych. Strefa rdzenia stanowi strefę końcowego położenia postaci geometrycznej tulei w czasie obróbki mechanicznej.

3

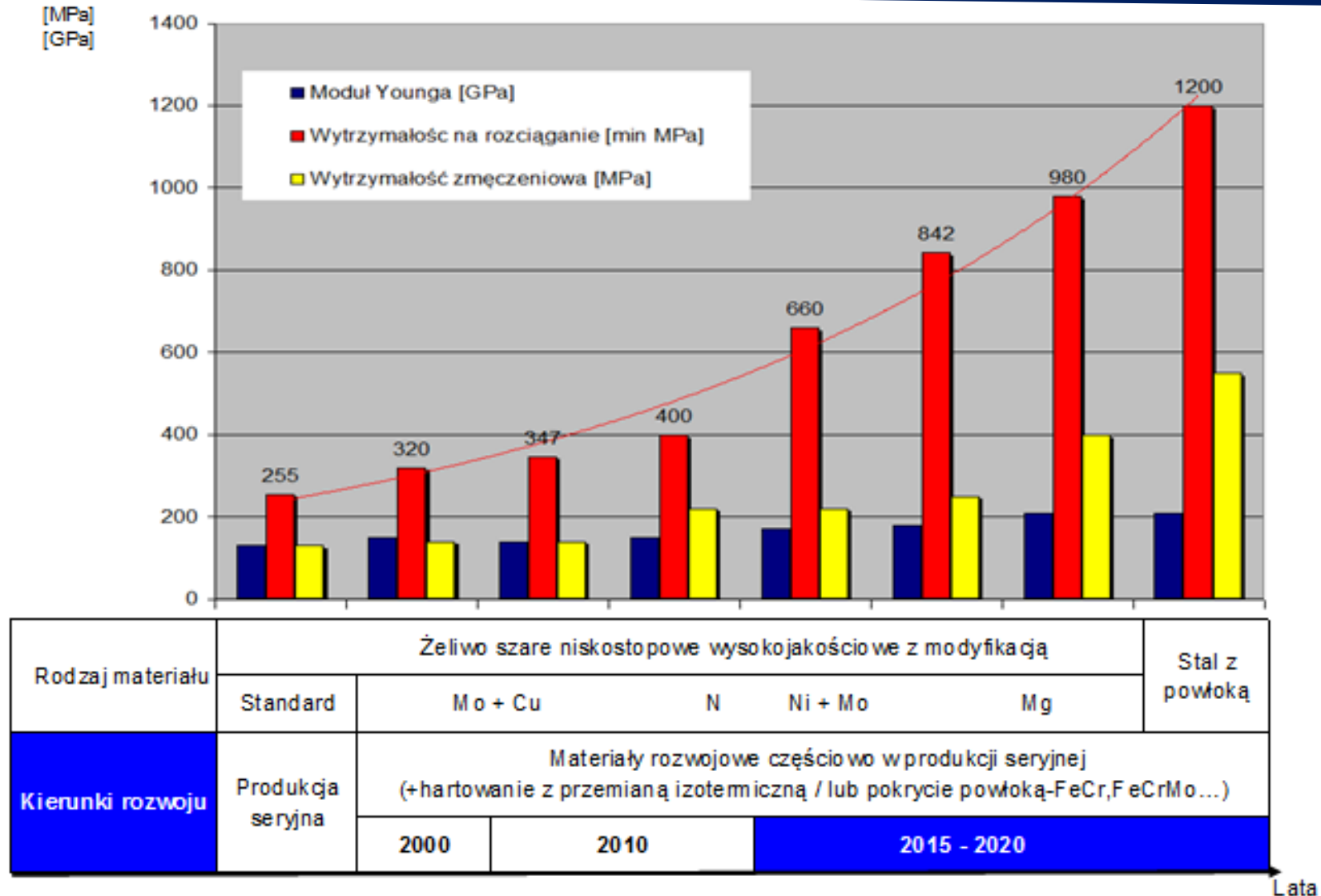
Wewnętrzna strefa nadatku technologicznego zabezpiecza strefę rdzenia przed porowatością (typu żuźlowego i skurczowego)

Strefa	Postać grafitu	Osnowa	Eutektyka	Twardość [HBW]	Wytrzymałość Rm [MPa]
1	A 60 - 75 % D 5 - 15 % E 10 - 30 %			253 - 260	-
2	A 100 %	Perlityczna, Feryt 0,5 - 1,5 %	Równomiernie rozmieszczona w formie zamkniętych oczek	229 - 234	320 - 370
3					

# Zastosowanie modelu technologicznego struktury powierzchni kształtowanej w procesie odlewania

- Przyjęcie takiego modelu technologicznego pozwoliło na przeprowadzenie badań nad nowymi rozwiązaniami materiałów żeliwnych z przeznaczeniem na tuleje cylindrowe o wytrzymałości  $R_m > 300 \text{ MPa}$

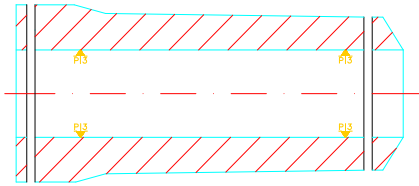
# Kierunki rozwoju materiałów żeliwnych z przeznaczeniem na tuleje cylindrowe



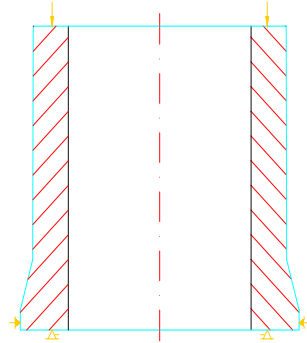


# Proces obróbki mechanicznej tulei cylindrowej

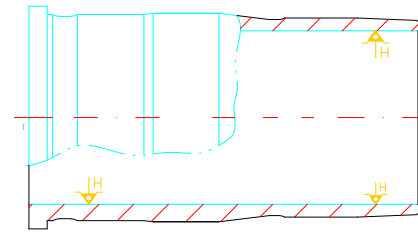
Op.010



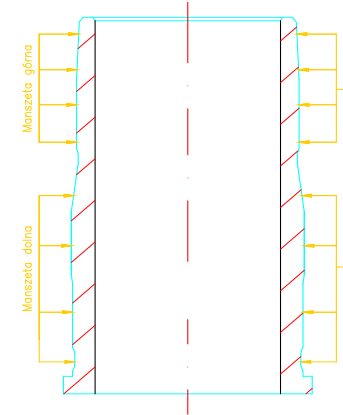
Op.020



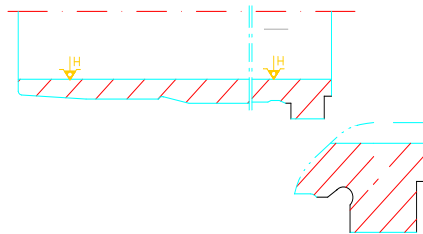
Op.030



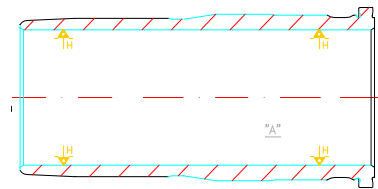
Op.040



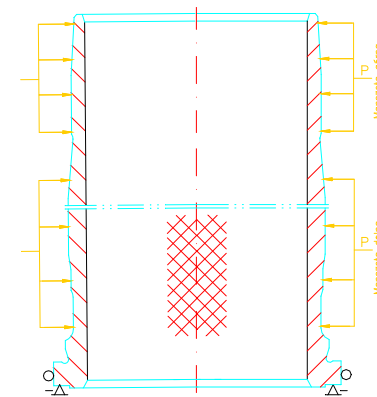
Op.050



Op.060

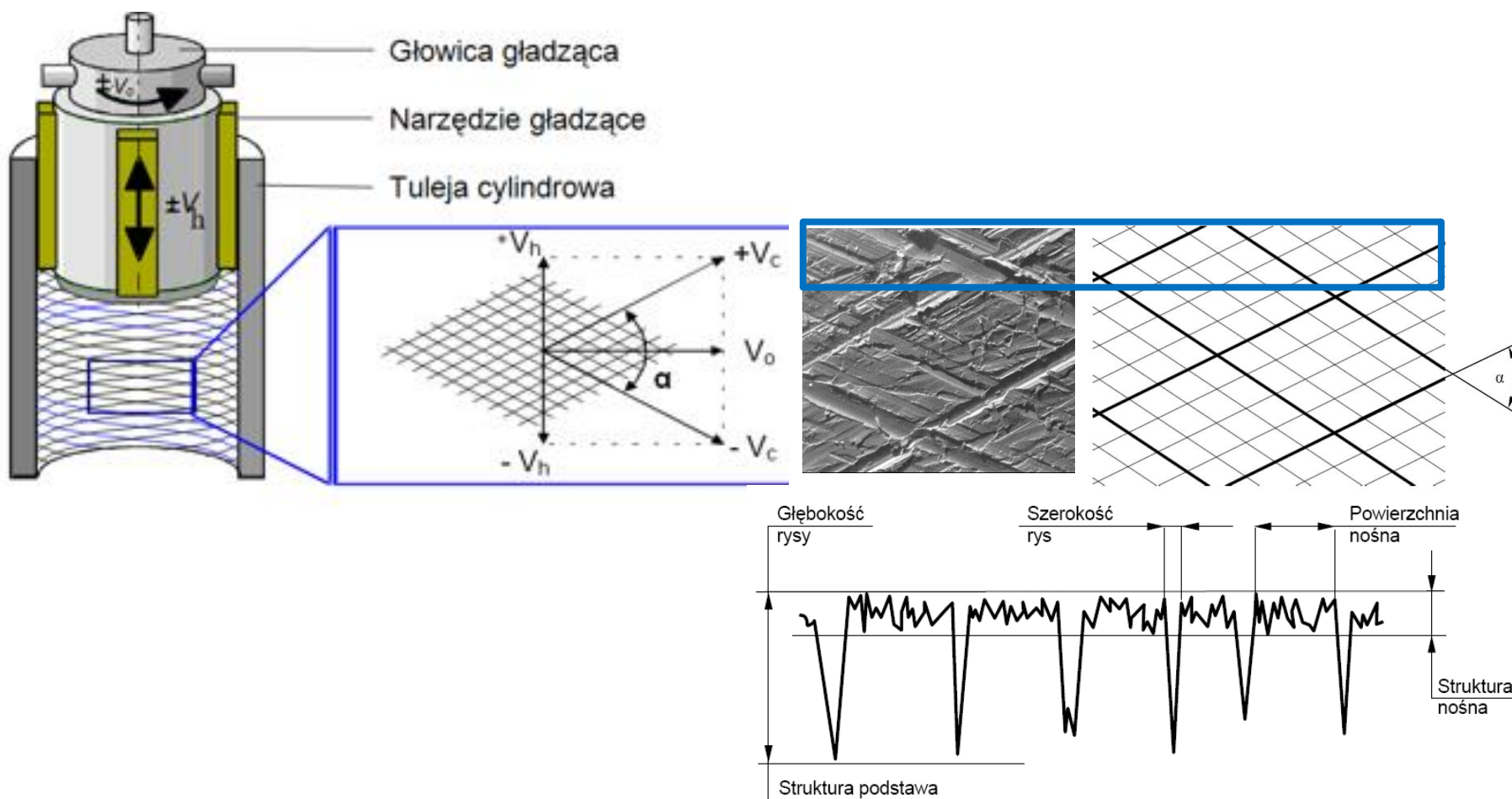


Op.070



# Charakterystyka modelu technologicznego struktury powierzchni kształtowanej w procesie gładzenia

W wyniku procesu gładzenia uzyskuje się strukturę anizotropową o wyraźnie ukierunkowanym kształcie skrzyżowanych rys pod kątem  $\alpha$  oraz określonej wielkości i odległości rys



# Zastosowanie modelu technologicznego struktury powierzchni kształtowanej w procesie gładzenia

---

- Przyjęcie modelu technologicznego struktury powierzchni gładzi tulei kształtowanej w procesie gładzenia pozwoliło na przeprowadzenie badań nad nowymi wariantami technologicznymi gładzenia plateau gładkiego z możliwością wykorzystania głowicy laserowej.



Wariant	Ilość stopni gładzenia			Rodzaj narzędzi stosowanych w procesie gładzenia								
	2	3	4	Diament i / lub Ceramika					Szczotki	Ciecz + SiC/FG	Laser	
				ND	MD	SiC	SGG	NQG			Nacięcie rys	UV
1	Gładzenie normalne (dwustopniowe)											
	■			■	■	■						
2	Gładzenie plateau standardowe											
		■		■	■	■	■	■				
3	Gładzenie plateau gładkie											
		■		■	■	■	■	■			■	
4	Gładzenie plateau spiralne											
		■		■	■	■	■	■				
5	Gładzenie plateau spiralne gładkie											
		■		■	■	■	■	■				
6	Gładzenie plateau z nacięciem zasobników olejowych laserem											
			■	■	■	■	■	■			■	
7	Gładzenie plateau z naświetleniem UV											
			■	■	■	■	■	■				■

Oznaczenia :

ND - ziarno diament naturalny

MD - ziarno diament syntetyczny

SiC - ziarno węgiel krzemu

SGG - ziarno kubitron

NQG - ziarno Norton Quantum

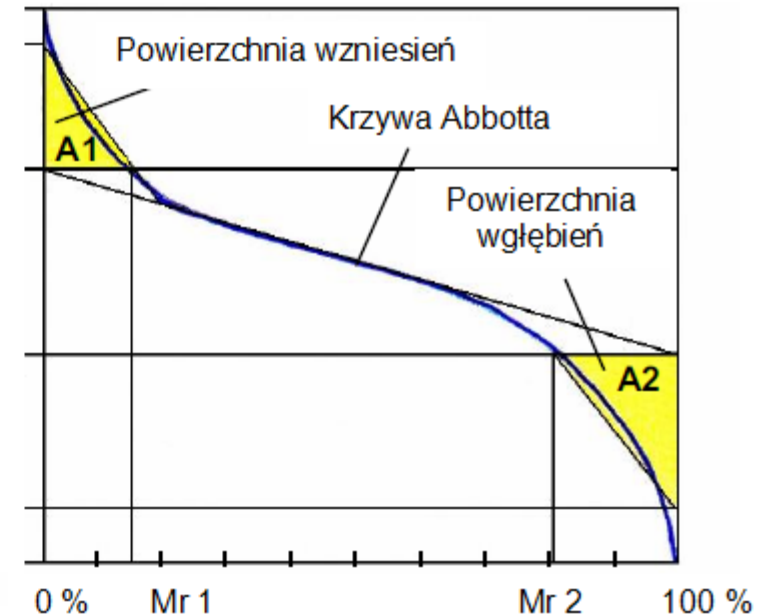
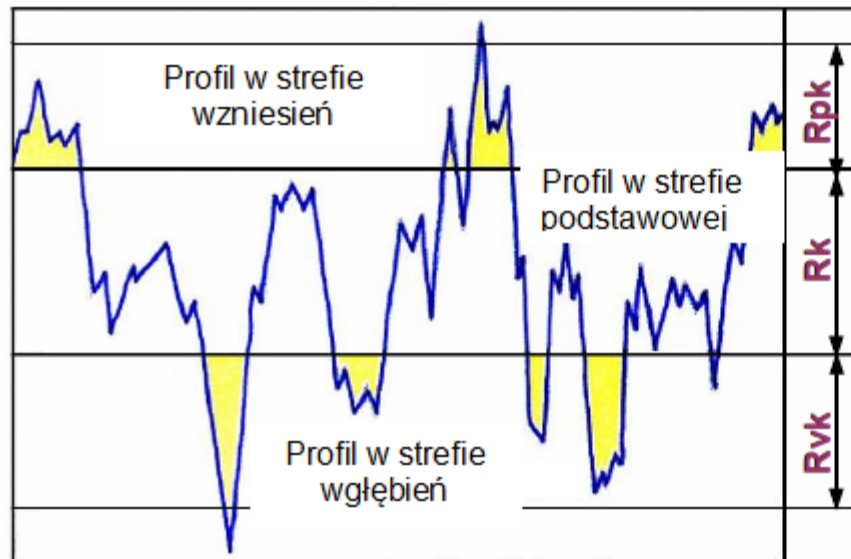
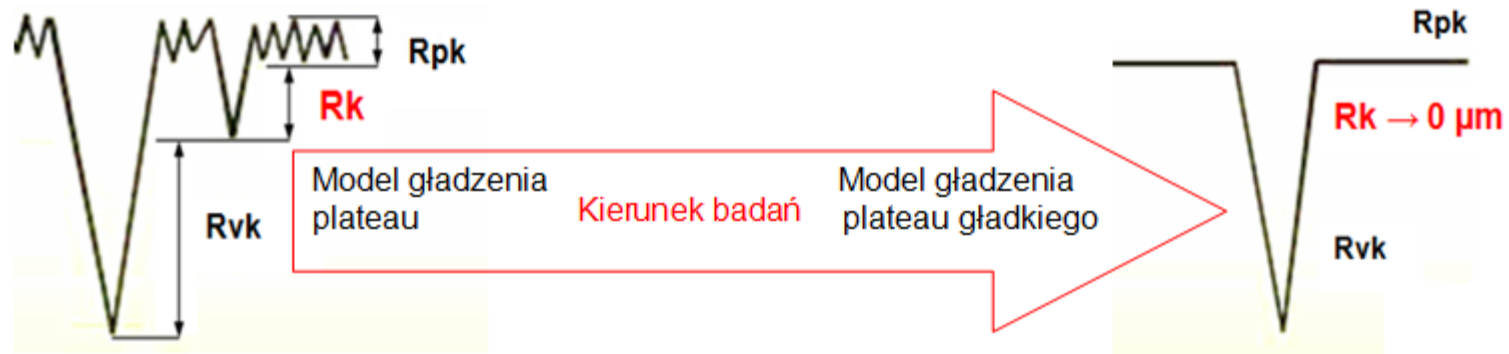
FG - gładzenie strumieniem cieczy

z ziarnem diamentowym

UV - naświetlanie laserem

# Charakterystyka modelu technologicznego struktury powierzchni kształtowanej w procesie gładzenia

17



Oznaczenia parametrów :

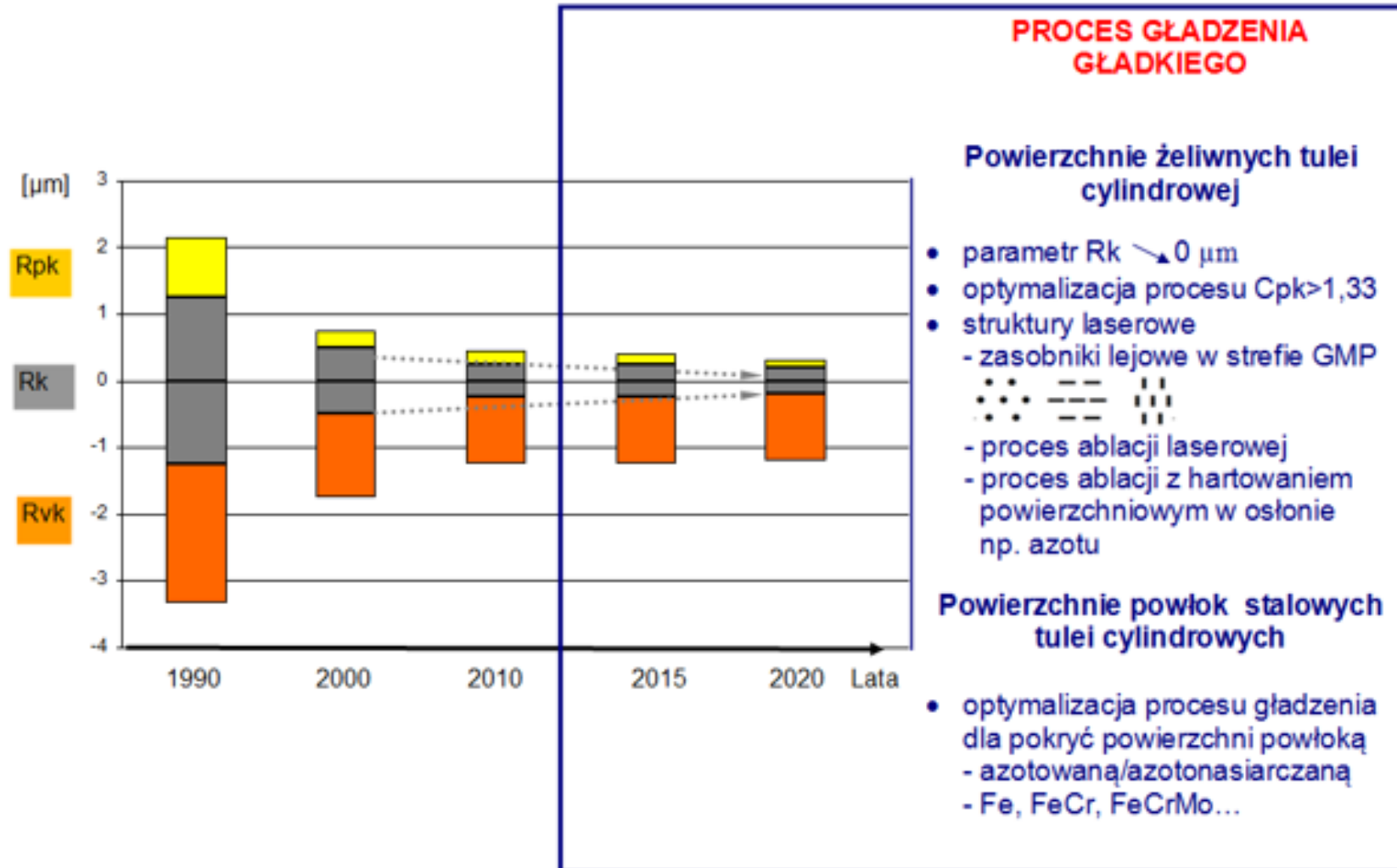
$Rvk$  [ $\mu m$ ] – zredukowana wysokość wzniesień określa strefę powierzchni nośnej dla pierścieni tłokowych

$Rk$  [ $\mu m$ ] – głębokość rdzenia chropowatości określa strefę efektywnej pracy eksploatacyjnej powierzchni

$Rvk$  [ $\mu m$ ] – zredukowana głębokość wgłębień określa strefę powierzchni utrzymującą olej

$Mr 1$ ,  $Mr 2$  [%] – procentowy udział materiału w strefie powierzchni wzniesień ( $Mr 1$ ) i strefie powierzchni wgłębień ( $Mr 2$ ).

# Kierunki rozwoju procesu gładzenia



# Podsumowanie

---

- Bazując na :
  1. Zachowaniu się struktury powierzchni gładzi tulei cylindrowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji układu silnika spalinowego
  2. Wymaganiach nowych konstrukcji silników w stosunku do tulei cylindrowych w zakresie :
    - wysokiej wytrzymałości (  $R_m > 300$  MPa )
    - zmniejszenie strat tarcia i zużycia oleju według standardów emisji spalin Euro 6.

# Podsumowanie

---

Oraz

3. Przyjmując podstawę zasadę, że wytrzymałość żeliwa szarego jest przede wszystkim funkcją jego struktury, rodzaju osnowy jak i również udziału i postaci oraz rozmieszczenia wydzieleni grafitu

Przyjęto określone w prezentacji modele technologiczne, które pozwoliły na przeprowadzenie badań nad nowoczesnymi metodami kształtowania technologicznego warstwy powierzchniowej w procesie odlewania i gładzenia