

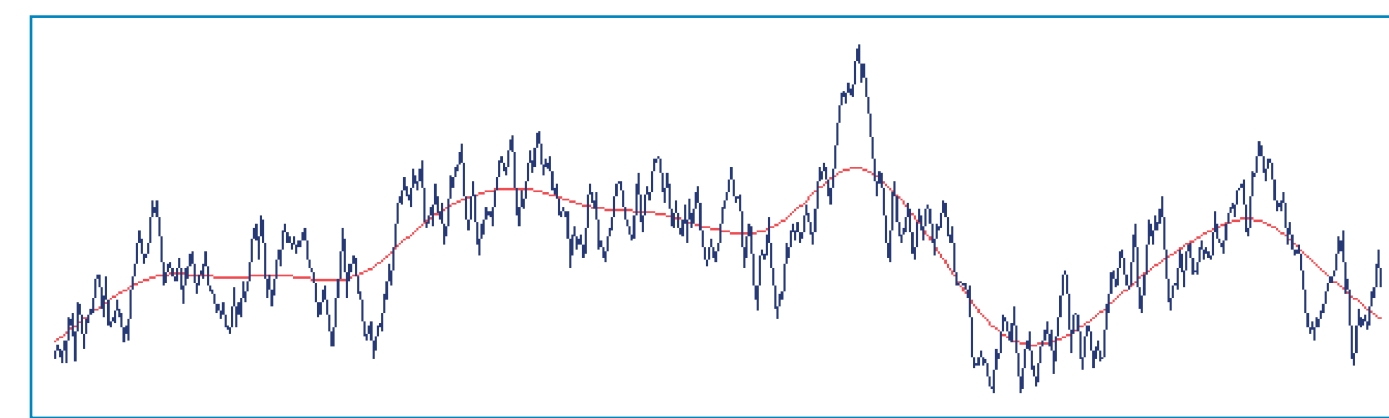
# POMIAR CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI

## Profil i filtr (wg PN-EN ISO 4287:1999 i PN-EN ISO 11562:1998)

**Rzeczywisty profil powierzchni** – profil otrzymany przez przecięcie powierzchni przedmiotu płaszczyzną. Zwykle jest to płaszczyzna prostopadła do jego tworzącej i śladów obróbki.

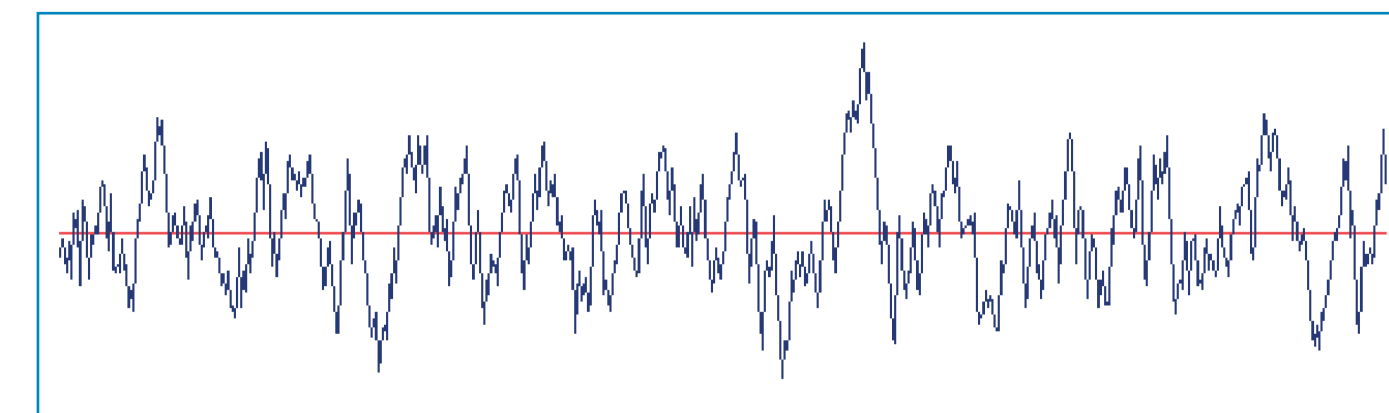
**Profil odwzorowany** – krzywa kreślona przez środek wierzchołka ostrza odwzorowującego o idealnym kształcie (stożkowym z wierzchołkiem kulistym) i wymiarach nominalnych przy nominalnym nacisku ostrza odwzorowującego, kiedy porusza się ono po powierzchni w płaszczyźnie przekroju.

**Profil pierwotny** – powstaje przez odfiltrowanie dolnoprzepustowe krótkofalowych składowych profilu odwzorowanego zgodnie z charakterystyką przenoszenia filtra krótkofalowego o granicznych długościach fali filtra  $\lambda_s$ , po wcześniejszym oddzieleniu nominalnego kształtu. Parametry uzyskane z tego profilu oznaczone są literą **P** i obejmują jeden odcinek pomiarowy.



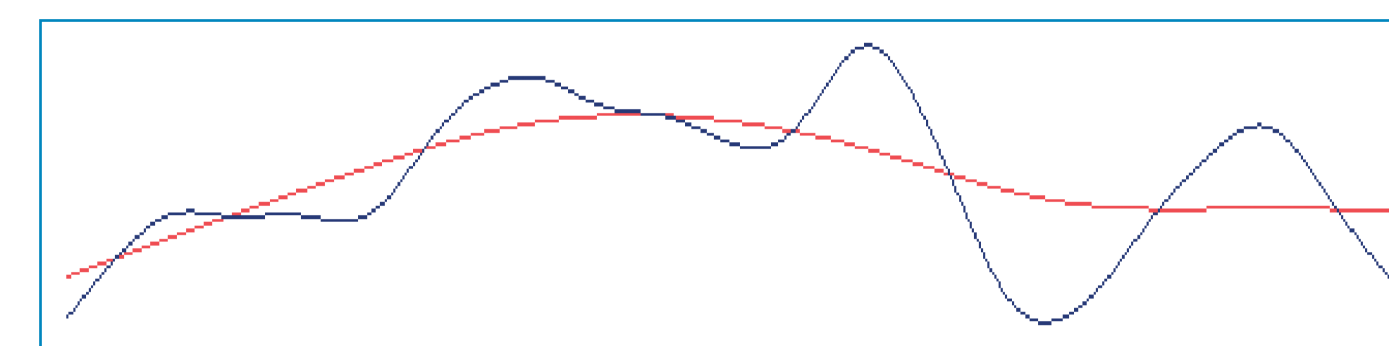
Profil pierwotny i linia średnia po zastosowaniu filtra  $\lambda_s$

**Profil chropowatości** – powstaje z profilu pierwotnego po zastosowaniu filtra krótkofalowego  $\lambda_s$  przez odfiltrowanie górnoprzepustowe składowych długofalowych o granicznej długości fali filtra  $\lambda_c$ . Parametry uzyskane z tego profilu oznaczane są literą **R** i dotyczą odcinka elementarnego **lr**. Zwykle są uśredniane z pięciu odcinków elementarnych **lr**. Długość odcinka elementarnego **lr** odpowiada długości fali  $\lambda_c$ .

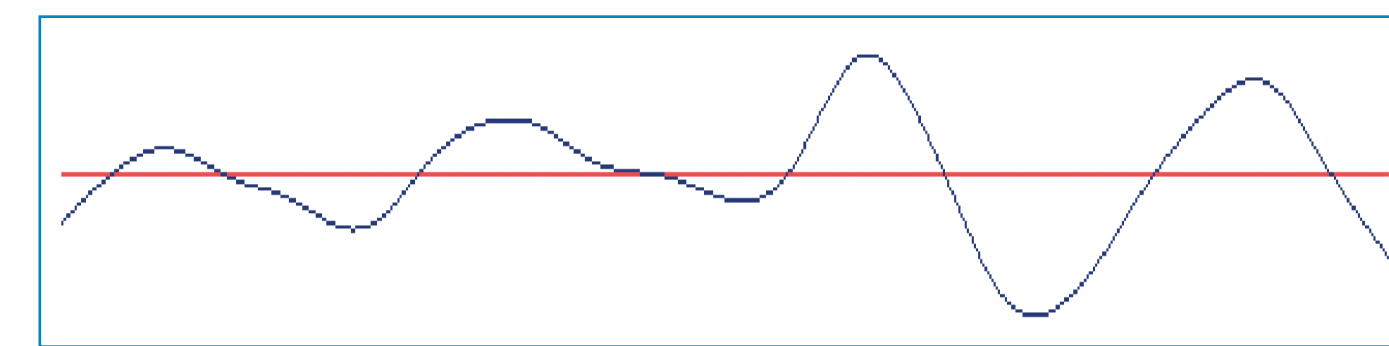


Profil chropowatości i linia średnia po zastosowaniu filtra  $\lambda_c$

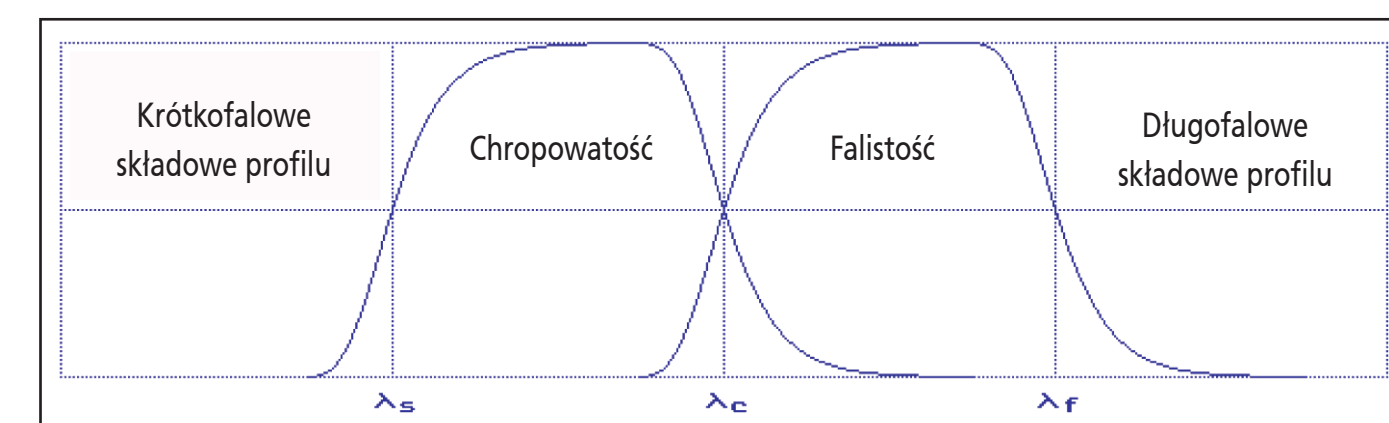
**Profil falistości** – powstaje z profilu pierwotnego przez odfiltrowanie składowych fal profilu filtrem o granicznej długości fali  $\lambda_c$  i składowych długofalowych o granicznej długości fali filtra  $\lambda_f$ . Parametry uzyskane z tego profilu oznaczone są literą **W** i dotyczą odcinka elementarnego **lw**. Zwykle są uśredniane z kilku odcinków elementarnych **lw**. Długość odcinka elementarnego **lw** odpowiada długości fali  $\lambda_f$ . Liczba odcinków elementarnych nie jest normowana, dlatego powinna być podawana na rysunku i zawierać się pomiędzy 5 a 10.



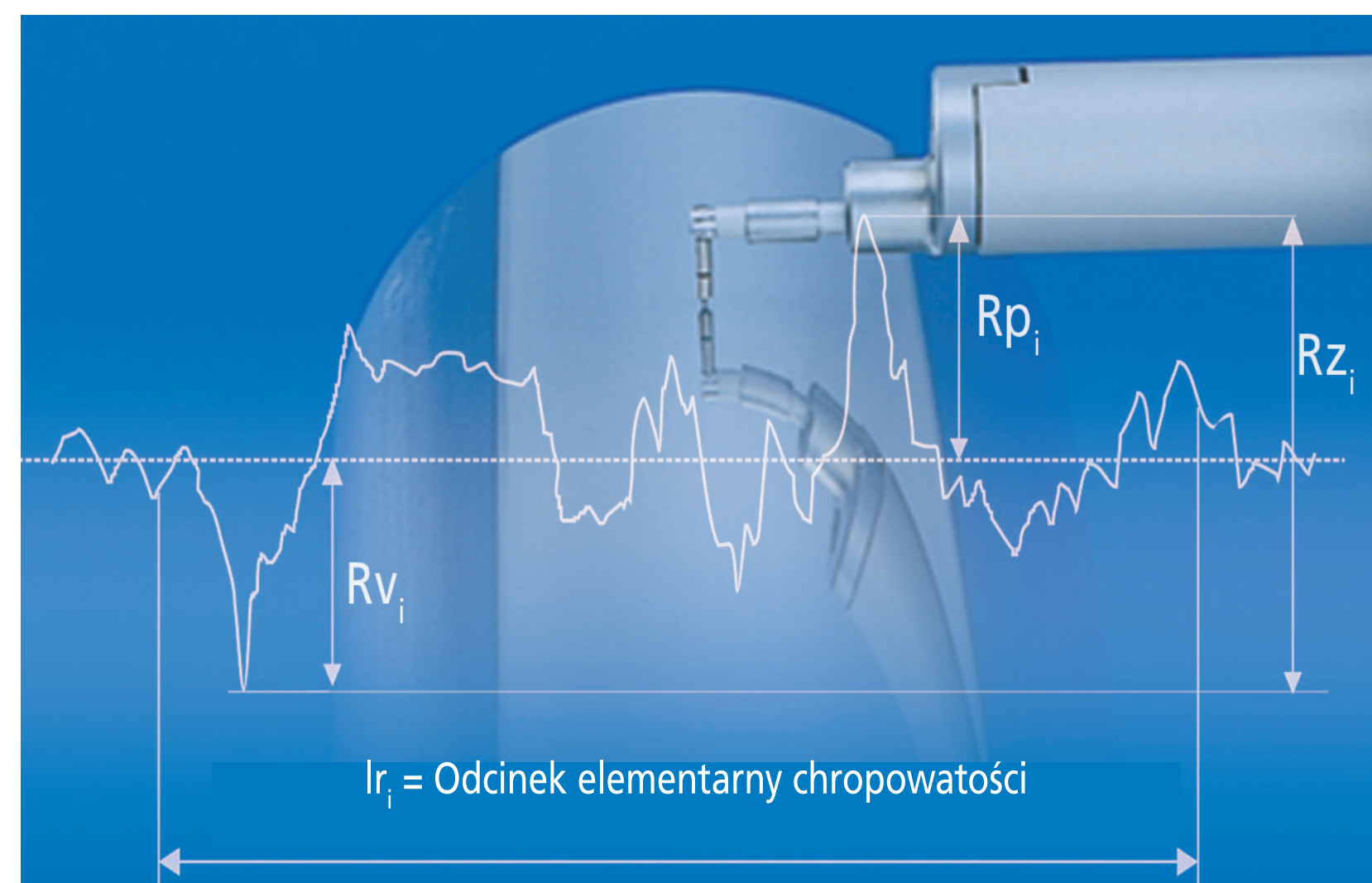
Profil pierwotny po zastosowaniu filtra  $\lambda_f$



Profil falistości po zastosowaniu filtra  $\lambda_c$



Charakterystyki przenoszenia profili chropowatości i falistości



## Zalecenia dla pomiaru chropowatości (PN-ISO 4288:1998)

Profile nieokresowe	Profile okresowe	Zalecenia według PN-ISO 4288 PN-ISO 3274				
Szlifowanie, honowanie, polerowanie, obróbka erozyjna	Toczenie, frezowanie, struganie	$r_{tip}$ promień wierzchołka	$lr$ odcinek elementarny	$ln$ odcinek pomiarowy	$lt$ odcinek przejazdu igły zawiera odcinek na rozrząd i odcinek na hamowanie.	
<b>Rt, Rz</b> μm	<b>Ra</b> μm	<b>RSm</b> mm	$r_{tip}$ μm	$\lambda_c=lr$ mm	<b>ln</b> mm	<b>lt</b> mm
> 0,025...0,1	> 0,006...0,02	> 0,013...0,04	2	<b>0,08</b>	0,4	0,48
> 0,1...0,5	> 0,02...0,1	> 0,04...0,13	2	<b>0,25</b>	1,25	1,5
> 0,5...10	> 0,1...2	> 0,13...0,4	2*)	<b>0,8</b>	4	4,8
> 10...50	> 2...10	> 0,4...1,3	5	<b>2,5</b>	12,5	15
> 50...200	> 10...80	> 1,3...4	10	<b>8</b>	40	48

\*) Dla **Rz** > 3 μm lub **Ra** > 0,5 μm można używać igły o promieniu  $r_{tip} = 5 \mu m$

Dodatkowo normowana jest minimalna odległość pomiędzy rejestrowanymi punktami  $\Delta x$  i graniczna długość fali filtra dolnoprzepustowego  $\lambda_s$ . Te wartości ustawiane są zwykle automatycznie przez urządzenia pomiarowe.

**Praktyczna rada 1.** Jeśli na powierzchni mierzonego elementu jest za mało miejsca dla wymaganego **lt**, należy zmniejszyć liczbę odcinków **lr** a informację o niej zamieścić w rysunku lub dokumentacji technicznej.

**Praktyczna rada 2.** Jeśli w dalszym ciągu miejsca jest za mało, należy zamiast parametrów **np. Rt** mierzyć parametry profilu pierwotnego **np. Pt** na dostępnej długości powierzchni mierzonej. Wartości parametrów **P** są zwykle większe od wartości parametrów **R**.

## Ocena pomiaru chropowatości (PN-ISO 4288:1998)

Ponieważ wartości parametrów chropowatości jak **Ra, Rt, Rz, Rz1max** mogą istotnie zmieniać się na obszarze mierzonej powierzchni, dlatego wynik pojedynczego pomiaru nie zawsze daje wystarczające informacje pozwalające na zaklasyfikowanie wyrobu jako zgodnego z tolerancją lub nie.

Norma PN-ISO 4288 załącznik A definiuje zasady pomiaru:

### Zasada maksimum

Jeśli przy parametrze chropowatości występuje oznaczenie „**max**” to wykonujemy co najmniej trzy pomiary, w tym jeden w miejscu, gdzie powierzchnia wydaje się mieć najgorszą wartość, lub trzy pomiary równo rozmieszczone dla powierzchni jednorodnej. Wynikiem pomiaru jest najwyższa zmierzona wartość.

### Zasada 16%

Stosowana jest do parametrów chropowatości bez oznaczenia „**max**”. Oznacza, że jeśli nie więcej niż 16% wszystkich wartości zmierzonych na jednym odcinku pomiarowym przekracza wartość podaną na rysunku, to powierzchnia uznawana jest za zgodną z wymaganiami.

### Sposób postępowania:

1. Jeśli pierwsza wartość zmierzona nie przekracza 70% wartości dopuszczalnej to powierzchnia uznawana jest za zgodną a pomiar zakończony.
2. Jeśli trzy wartości zmierzone nie przekraczają wartości dopuszczalnej to powierzchnia uznawana jest za zgodną a pomiar zakończony.
3. Jeśli nie więcej niż jedna z sześciu wartości zmierzonych przekracza wartość dopuszczalną to powierzchnia uznawana jest za zgodną a pomiar zakończony.

## Oznaczenia na rysunku (PN-EN ISO 1302:2004)

✓	Symbol podstawowy	a pierwsze wymaganie dotyczące struktury geometrycznej powierzchni b drugie wymaganie dotyczące struktury geometrycznej powierzchni
∇	Symbol oznaczający, że wymagane jest usunięcie materiału	c metoda obróbki
∠	Symbol oznaczający, że nie dopuszcza się usunięcia materiału	d oznaczenie kierunku obróbki e naddatek obróbkowy
⊕	Symbol dotyczący wszystkich powierzchni	x Litera pozwalająca na wprowadzenie danych, kiedy miejsce jest ograniczone

Pozycje symboli (powyżej)

Kierunki i symbole obróbki (pozycja d poniżej)

=	⊥	X	M	C	R	P
Równoległy*	Prostopadły*	Krzyżowy	Wielokierunkowy	Współśrodkowy	Promieniowy	Nieregularny

\*)... do widoku płaszczyzny rzutowania, do której stosuje się symbol

Przykład	Wyjaśnienie
$\nabla \sqrt{Rz\ 5}$	Niedopuszczalne jest usunięcie materiału w procesie produkcji, tolerancja jednostronna górna, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , największa wysokość profilu 5 μm, odcinek pomiarowy złożony z pięciu odcinków elementarnych, zasada 16%.
$0,2 \nabla \sqrt{Rzmax\ 3}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, tolerancja jednostronna górna, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , największa wysokość profilu 3 μm, odcinek pomiarowy złożony z pięciu odcinków elementarnych, zasada maksimum. Naddatek na obróbkę 0,2 mm.
$\nabla \sqrt{C\ Rz3\ 4}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, tolerancja jednostronna górna, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , największa wysokość profilu 4 μm, odcinek pomiarowy złożony z trzech odcinków elementarnych, zasada 16%. Ślady obróbki współśrodkowe względem środka powierzchni.
$\nabla \sqrt{Rz\ 5\ Ra\ 1}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, tolerancja jednostronna górna, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , zasada 16%, największa wysokość profilu 5 μm, średnia arytmetyczna rzędnych profilu 1 μm.
$\nabla \sqrt{U\ Rz\ 3\ L\ Rz\ 1}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , zasada 16%, największa wysokość profilu powinna zawierać się pomiędzy 1 μm a 3 μm.
$\nabla \sqrt{Pt\ 25}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, znormalizowane pasmo przenoszenia dla $\lambda_s$ bez filtra długofalowego $\lambda_c$ , profil <b>P</b> , odcinek elementarny równy odcinkowi pomiarowemu, zasada 16%, całkowita wysokość profilu 25 μm, tolerancja jednostronna górna.
$\nabla \sqrt{0,8 - 25 / Wt\ 5\ 10}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, pasmo przenoszenia $\lambda_c=0,8$ do $\lambda_f=10$ mm, profil <b>W</b> , odcinek pomiarowy składa się z 5 odcinków elementarnych $ln=5 \times lw=125$ mm, zasada 16%, całkowita wysokość profilu 10 μm, tolerancja jednostronna górna.
$\nabla \sqrt{Rt\ 1\ Rmr\ (c=0,3)\ 90\%}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , zasada 16%, całkowita wysokość profilu 1 μm, tolerancja jednostronna górna, względny udział materiałowy 90% na poziomie cięcia $c=0,3$ , tolerancja jednostronna dolna.
$\nabla \sqrt{U\ RSm\ 0,3\ L\ RSm\ 0,1}$	Powinno się usunąć materiał w procesie produkcji, znormalizowane pasmo przenoszenia, profil <b>R</b> , zasada 16%, średnia szerokość rowków profilu powinna zawierać się pomiędzy 0,1 mm a 0,3 mm.
$\nabla \sqrt{y} = \nabla \sqrt{Rz\ 10}$	Sposób zapisu jeśli na rysunku jest zbyt mało miejsca. Wyjaśnienie znaczenia litery powinno znaleźć się w innym miejscu na rysunku.

## Wybrane parametry chropowatości według (PN-EN ISO 4287:1999)

**Ra** – średnia arytmetyczna rzędnych profilu: średnia arytmetyczna bezwzględnych wartości rzędnych wewnątrz odcinka elementarnego.

**Rmr(c)** – udział materiałowy profilu: iloraz długości materiałowych elementów profilu na danym poziomie **c** (w μm) i odcinka pomiarowego **ln**.

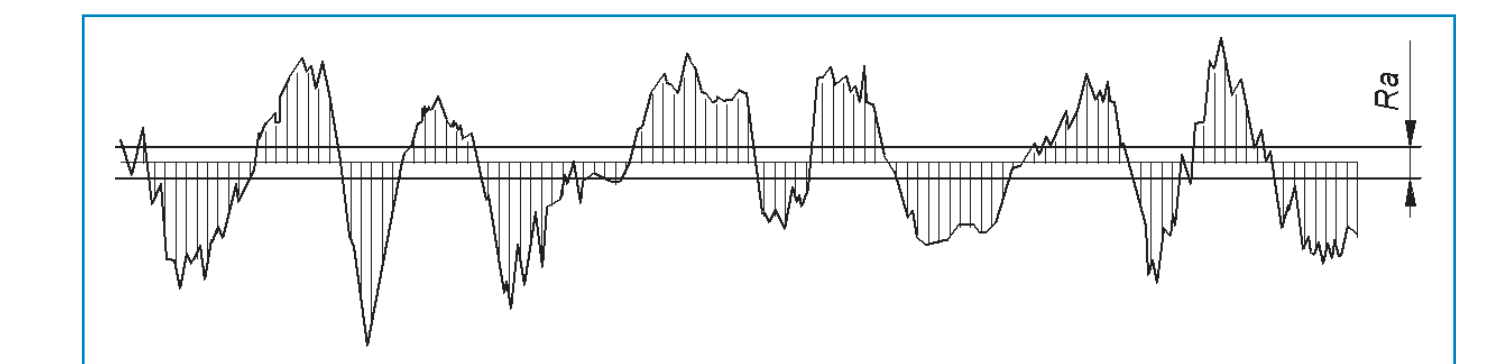
**RSm** – średnia szerokość elementów profilu: wartość średnia szerokości elementów profilu **Xs** wewnątrz odcinka elementarnego.

**Rt** – całkowita wysokość profilu: suma wysokości najwyższego wzniesienia profilu **Zp** i największej głębokości wgłębienia profilu **Zv** wewnątrz odcinka pomiarowego **ln**.

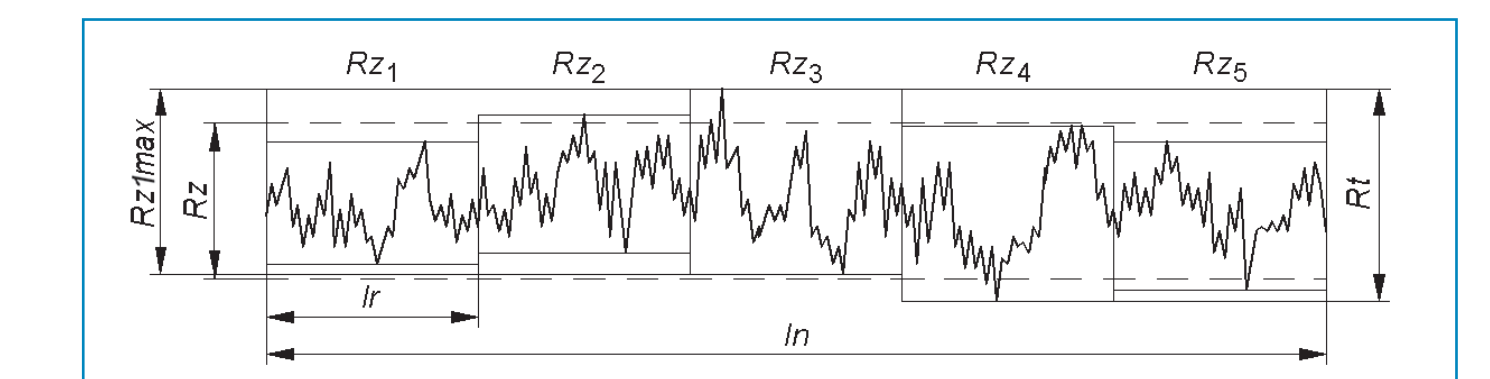
**Rz** – najwyższa wysokość profilu chropowatości: suma wysokości najwyższego wzniesienia profilu **Zp** i głębokości najniższego wgłębienia profilu **Zv** wewnątrz odcinka elementarnego. Dotyczy odcinka elementarnego **lr**. W procedurach obliczeniowych **Rz** zwykle jest uśredniane spośród pięciu wartości w odcinkach elementarnych **lr** składających się na odcinek pomiarowy **ln**.

**Rz1** (JIS) – maksymalna wysokość profilu: suma wysokości najwyższego wzniesienia **Zp** i głębokości najniższego wgłębienia **Zv** wewnątrz odcinka elementarnego **lr**.

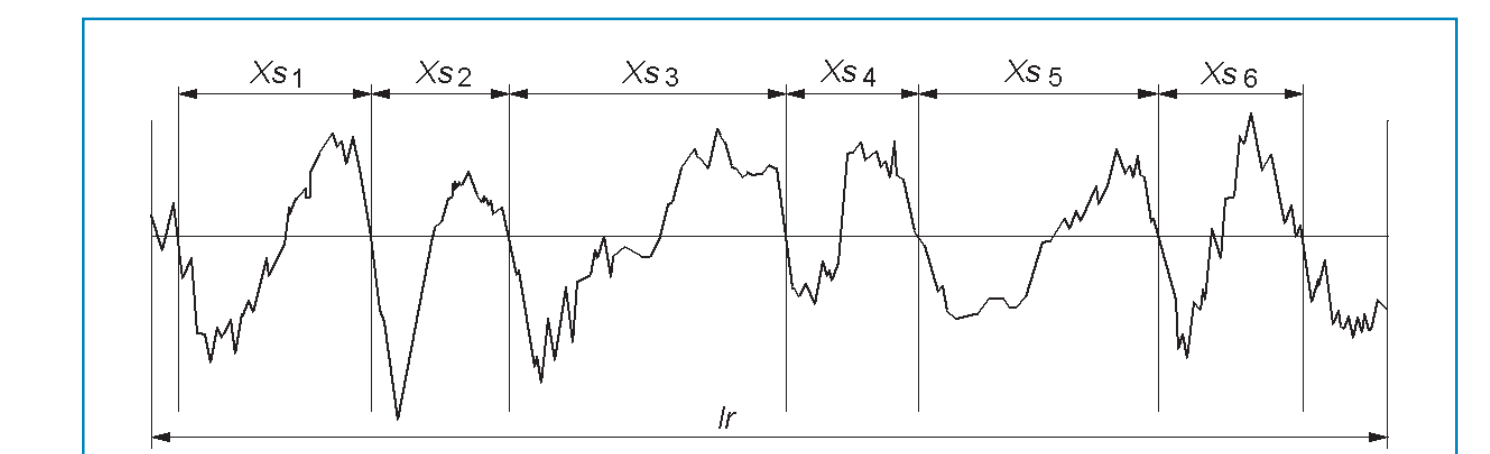
**Rz1max** (JIS) – maksymalna wysokość chropowatości: największa wartość **Rz1** spośród pięciu wartości w odcinkach elementarnych **lr** składających się na odcinek pomiarowy **ln**.



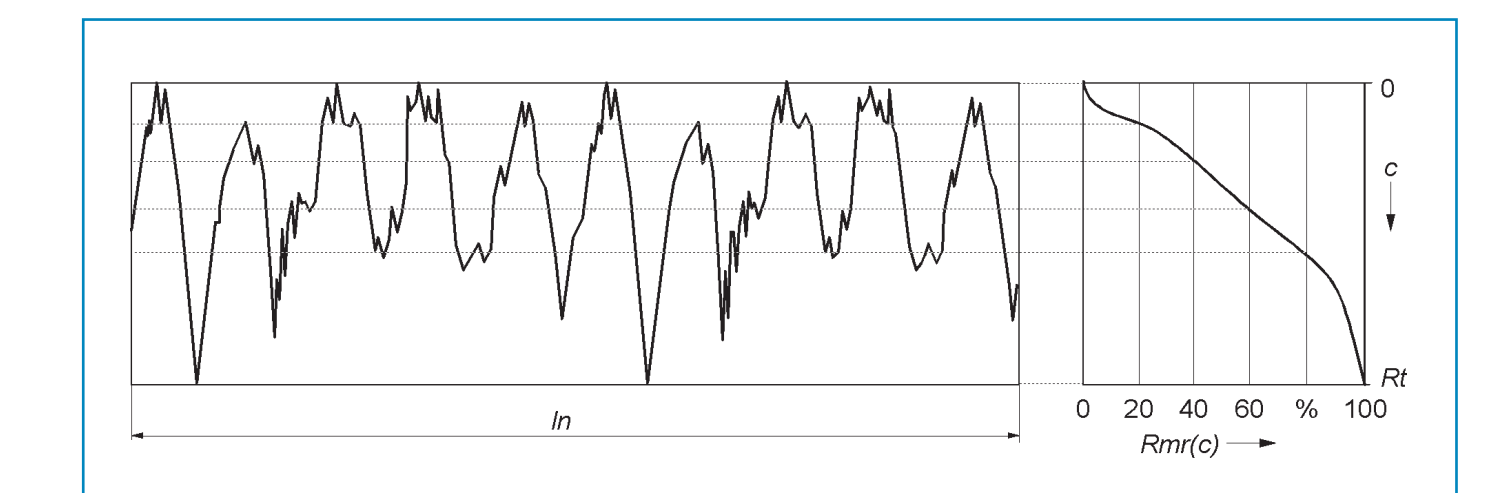
**Ra** – średnia arytmetyczna rzędnych profilu



**Rt** – całkowita wysokość profilu, **Rz** - największa wysokość profilu i **Rz1max** – maksymalna wysokość chropowatości



**RSm** – jest wartością średnią szerokości elementów profilu **Xsi**



**Rmr(c)** udział materiałowy profilu, zadany poziom cięcia **c** w odcinku pomiarowym **ln**. (Krzywa Abbotta-Firestone)

## Właściwości parametrów

**Rz1max** – maksymalna wysokość chropowatości – użyteczna jest dla powierzchni gdzie ze względu na charakter pracy ważne są miejscowe zmiany, np. uszczelnienia.

**Rmr(c)** – udział materiałowy profilu – użyteczny jest dla powierzchni prowadzących i dla szczelności powierzchni poruszających się po innych.

**Rz** – największa wysokość profilu: użyteczny dla większości powierzchni.

**Ra** – średnia arytmetyczna wartości rzędnych profilu, słabo reaguje na miejscowe zmiany a jej wartość nie daje jasnego obrazu stanu powierzchni.