



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Przekładnie stożkowe

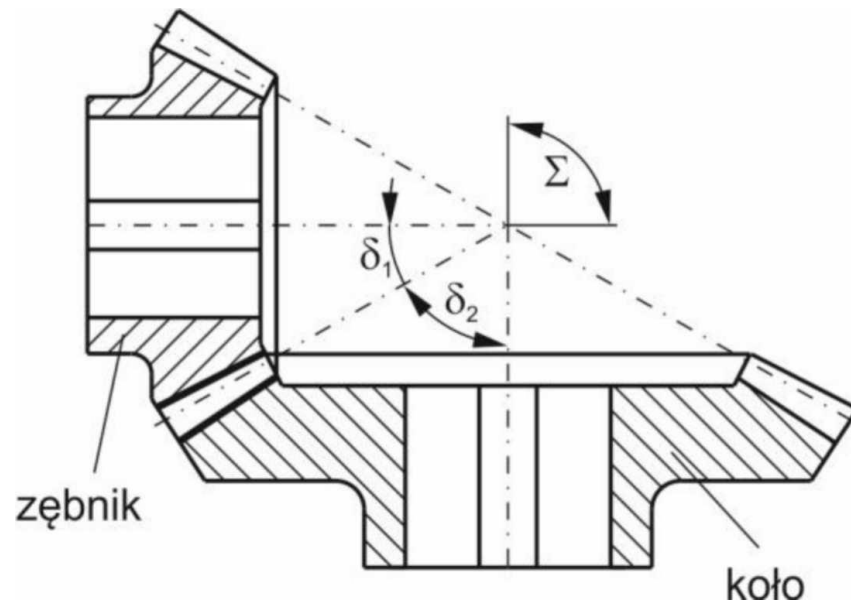
dr inż. Michał Batsch

Wprowadzenie

Przekładnie stożkowe pozwalają na przenoszenie mocy pod pewnym kątem zwanym kątem skrzyżowania osi co pokazano poniżej.

Koła zębate stożkowe można podzielić ze względu na linię zęba na koła:

- o zębach prostych,
- o zębach śrubowych,
- o zębach krzywoliniowych:
 - kołowo-łukowe (system Gleason),
 - epicykloidalne (system Oerlikon),
 - ewolwentowe (system Klingelnberg).

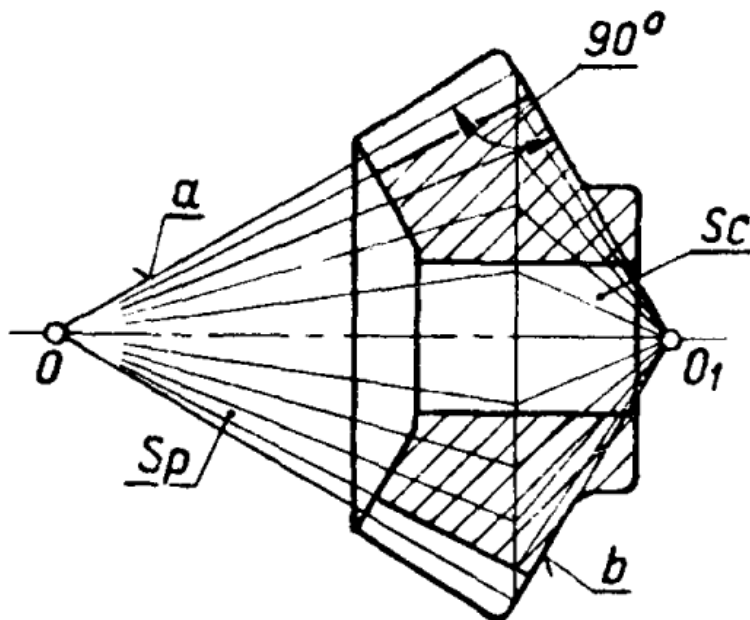


Stosowanie zębów krzywoliniowych w przekładniach stożkowych pozwala na zwiększenie ich nośności jak również posiada pewne zalety technologiczne np.: koła zębate o kołowo-łukowej linii zęba można szlifować. Przekładnie stożkowe stosowane są tam gdzie moc musi być przekazana pod kątem np.: w ogonowej przekładni śmigłowca.

Parametry koła stożkowego

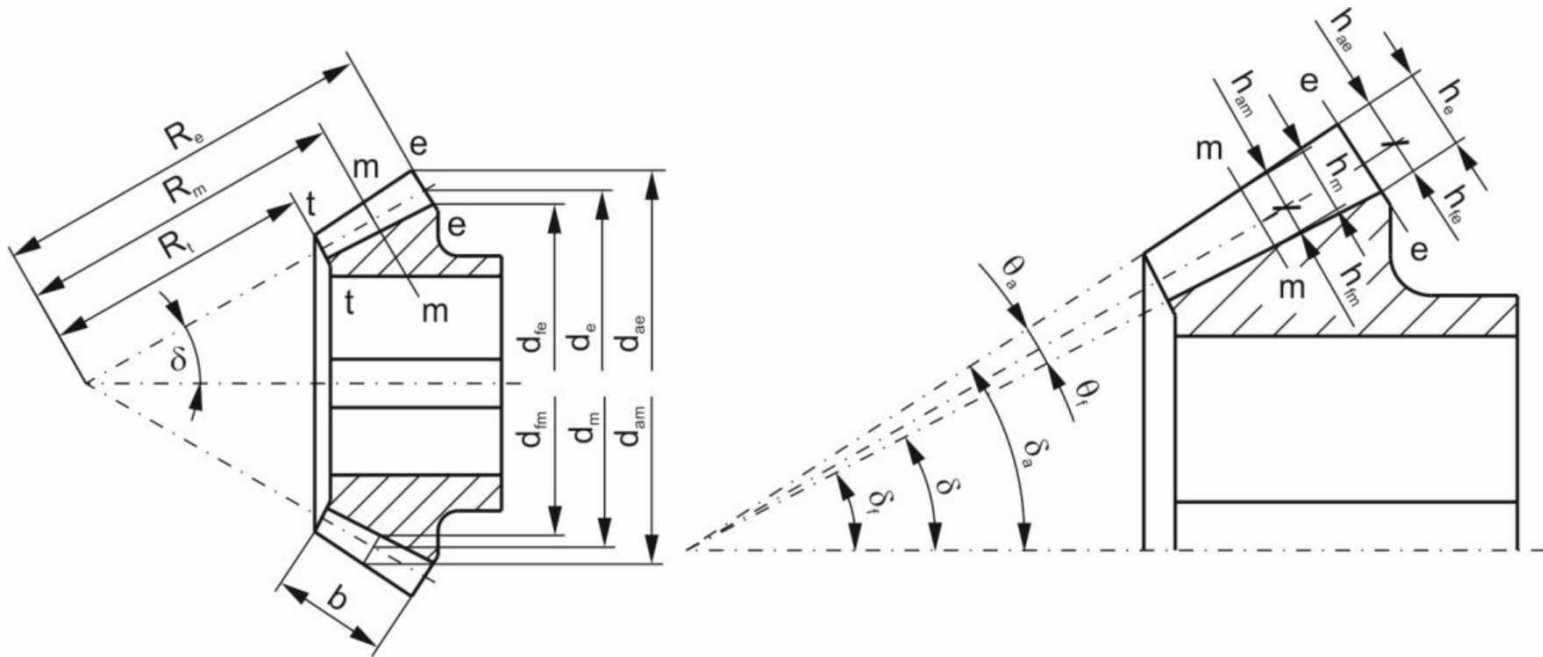
Koło zębate stożkowe przedstawiono poniżej.

W kole zębatych stożkowych występuje stożek podziałowy (S_p o tworzącej a) oraz stożek czołowy/dopełniający (S_c o tworzącej b). Punkt O jest wierzchołkiem stożka podziałowego. Wymiary uzębienia stożkowego przedstawiono poniżej.



Parametry koła stożkowego

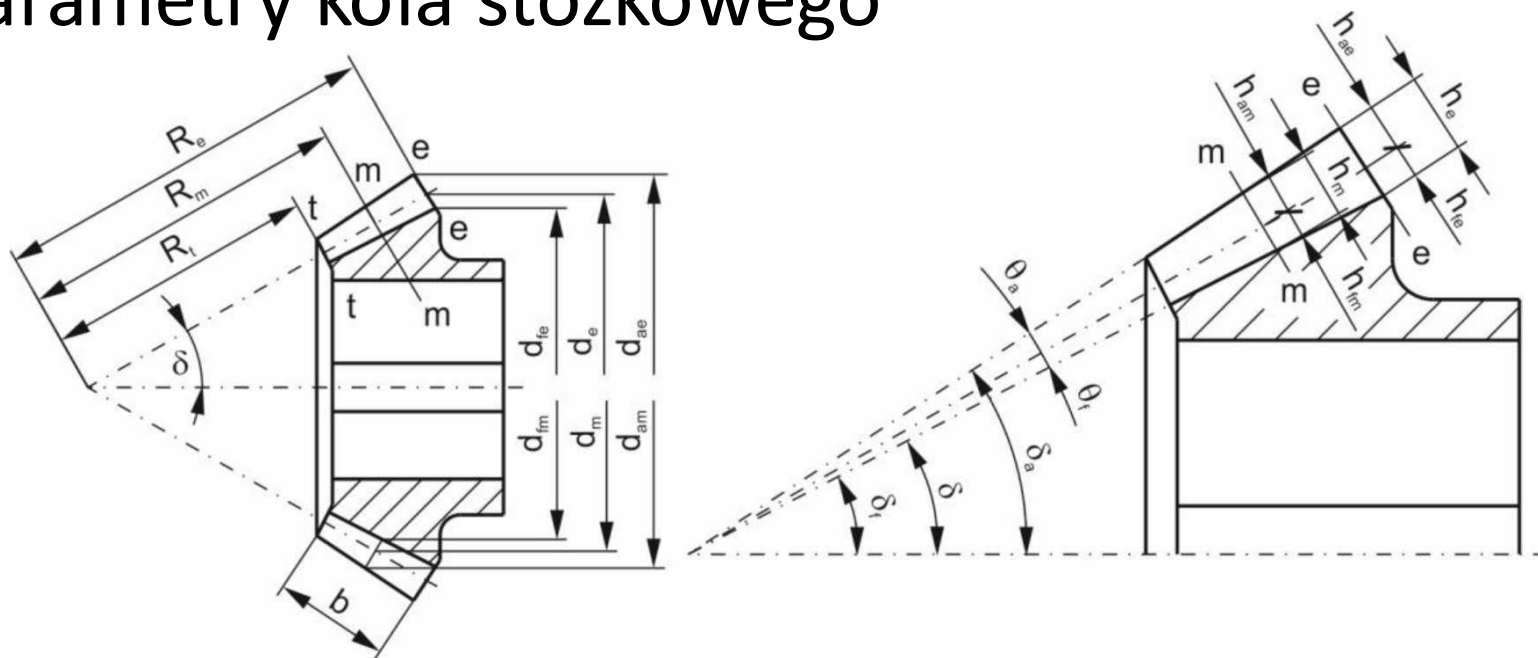
Omawiane będzie uzębienie zbieżne. Oprócz stożka podziałowego występują również stożek dna (oznaczany indeksem f) i stożek wierzchołków (oznaczony indeksem a).



Ponadto wyróżnia się trzy charakterystyczne przekroje:

- przekrój wewnętrzny (t - od strony "małych" modułów),
- przekrój średni (m - w połowie szerokości wieńca),
- przekrój zewnętrzny (e - od strony "dużych" modułów).

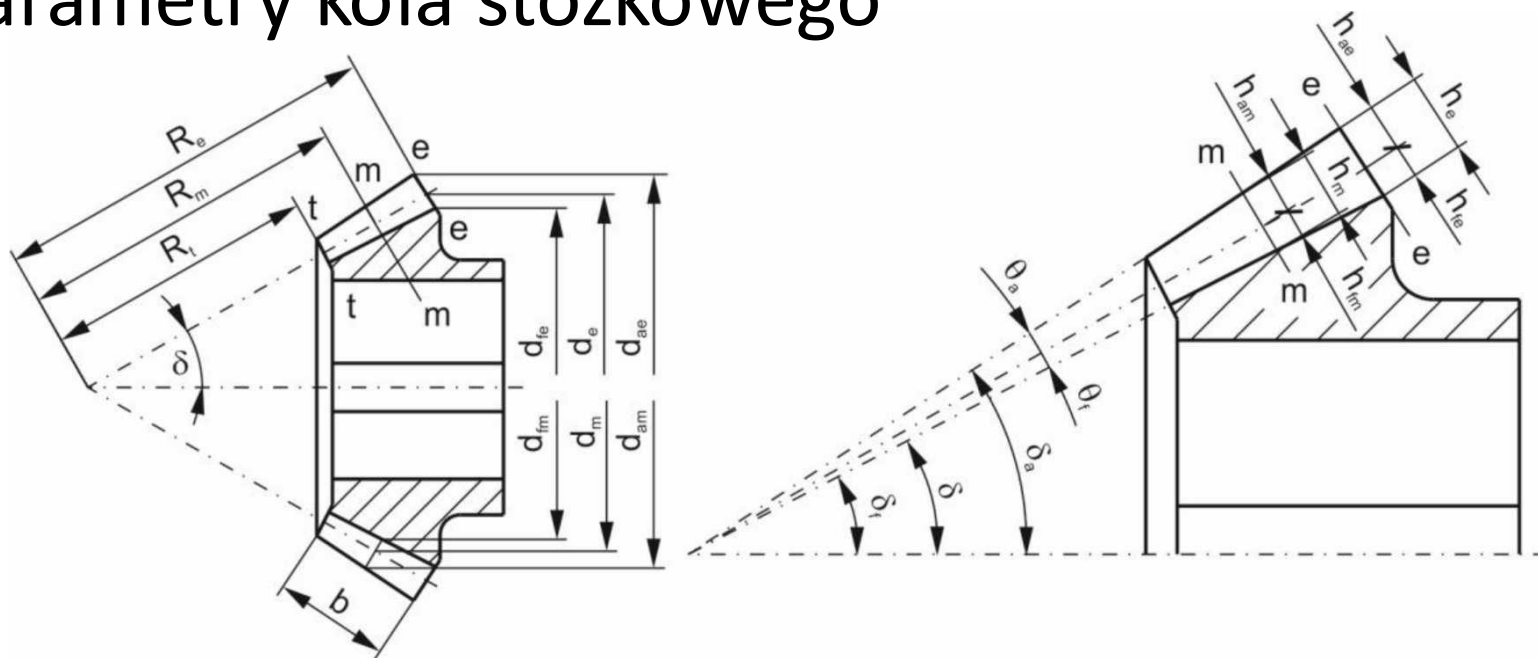
Parametry koła stożkowego



W każdym z tych przekrojów można zdefiniować średnicę wierzchołków, średnicę dna oraz moduł. Dla uzębienia zbieżnego moduł zmienia się wzdłuż szerokości wieńca zębatego. Poniżej zestawiono podstawowe parametry stożkowego koła zębatego:

- δ_f , δ , δ_a to półkąty rozwarcia stożka odpowiednio: dna, podziałowego i wierzchołków,
- θ_f , θ_a to kąty odpowiednio stopy oraz głowy zęba,
- m_e , m_m to moduł odpowiednio zewnętrzny oraz średni,
- h_{fe} , h_{ae} , h_e to wysokości odpowiednio stopy zęba, głowy zęba i zęba w przekroju zewnętrznym,
- h_{fm} , h_{am} , h_m to wysokości odpowiednio stopy zęba, głowy zęba i zęba w przekroju średnim,
- R_e , R_m to długości tworzących stożka podziałowego odpowiednio zewnętrzna i średnia.

Parametry koła stożkowego



Modułem znormalizowanym dla zębów prostych jest m_e , a dla zębów krzywoliniowych m_m . Wymiary uzębienia określa się wg poniższych zależności:

$$d_e = m_e z$$

$$h_{ae} = y m_e$$

$$R_e = \frac{m_e z}{2 \sin \delta} = R_m + \frac{b}{2}$$

$$d_m = m_m z$$

$$h_{fe} = (y + c^*)m_e$$

$$R_m = \frac{m_m z}{2 \sin \delta}$$

$$d_{ae} = d_e + 2h_{ae}$$

$$h_e = h_{ae} + h_{fe}$$

$$\frac{R_e}{R_m} = \frac{m_e}{m_m}$$

$$d_{fe} = d_e - 2h_{fe}$$

$$\delta_a = \delta + \theta_a$$

$$\delta_f = \delta - \theta_f$$

Kąty stożków podziałowych

Przekładnię stożkową o dowolnym kącie skrzyżowania osi Σ przedstawiono poniżej.

Rozpatrywana jest współpraca stożków podziałowych w przekroju zewnętrznym. Na podstawie rysunku można zapisać

$$\frac{O_1C}{OC} = \sin \delta_1$$

$$\frac{O_2C}{OC} = \sin \delta_2 = \sin(\Sigma - \delta_1)$$

Na podstawie powyższych równań

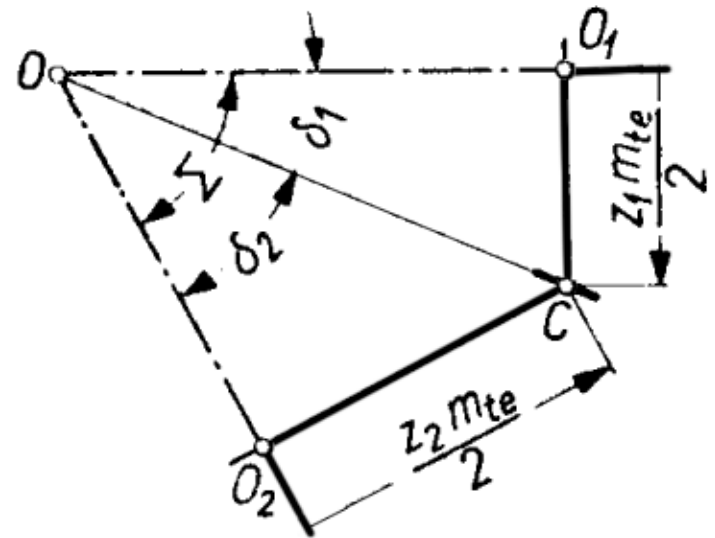
$$\frac{z_1}{\sin \delta_1} = \frac{z_2}{\sin(\Sigma - \delta_1)}$$

Korzystając z tożsamości trygonometrycznej powyższe równanie można sprowadzić do postaci

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\sin \Sigma}{z_2/z_1 + \cos \Sigma}$$

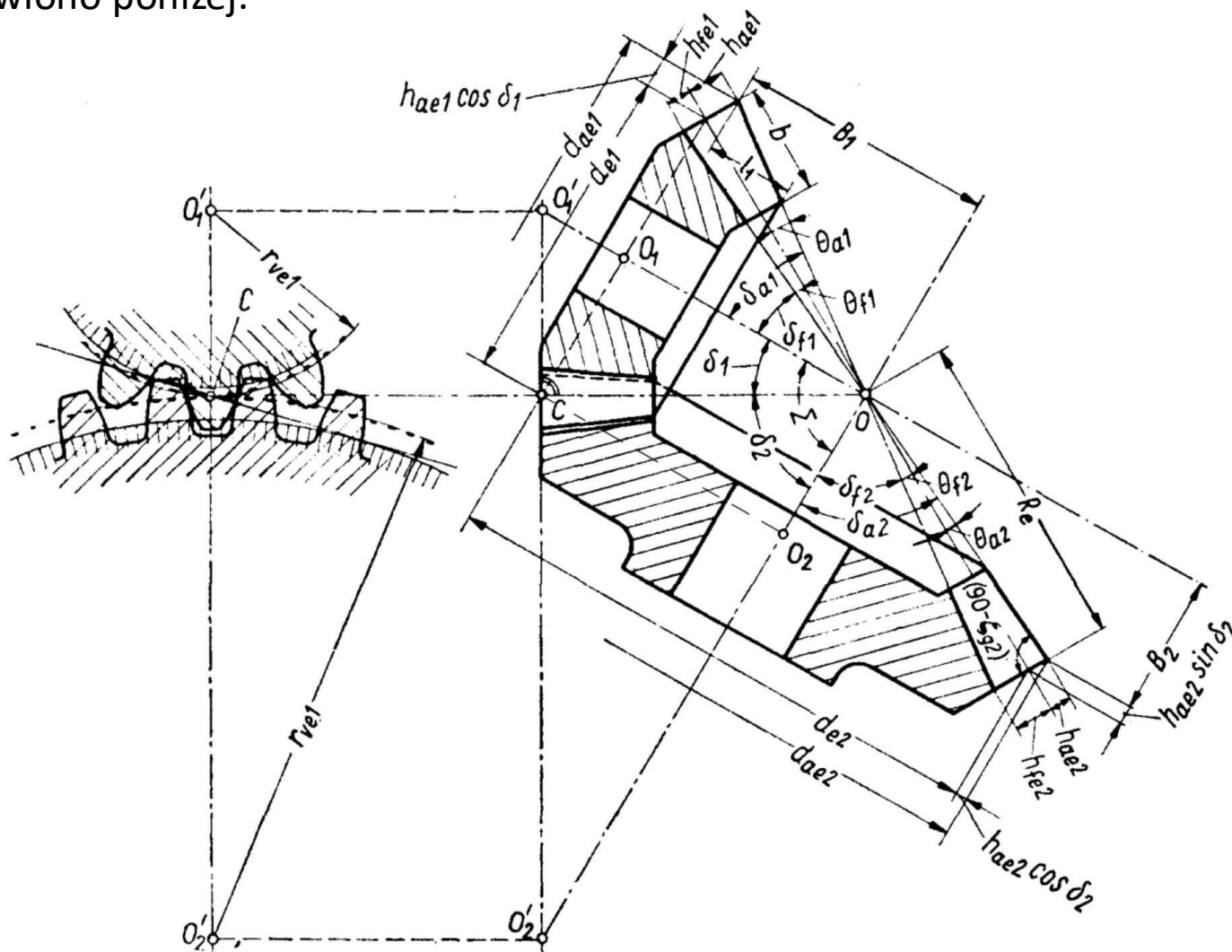
która pozwala na wyznaczenie stożka podziałowego koła 1 na podstawie kąta skrzyżowania osi oraz liczb zębów. Kąt stożka podziałowego koła 2 oblicza się jako

$$\delta_2 = \Sigma - \delta_1 \quad , \text{ dla } \Sigma = 90^\circ \text{ mamy: } \operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$$



Przekładnia zastępcza

Współpracę uzębienia stożkowego można analizować jak uzębienie walcowe o parametrach zastępczych. Walcową przekładnię zastępczą stożkowej pary zębatej przedstawiono poniżej.



Przekładnia zastępcza

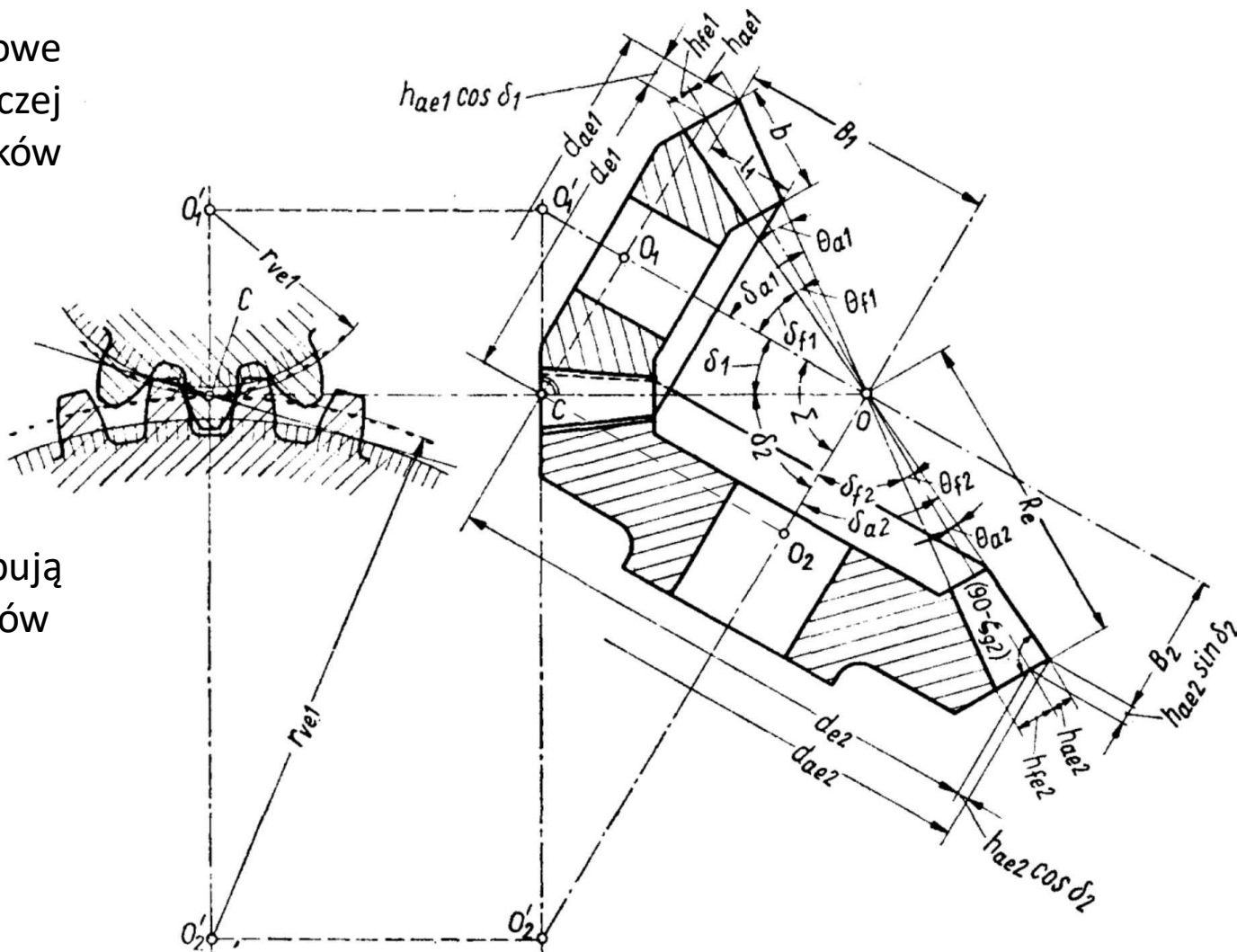
Promienie podziałowe przekładni zastępczej są tworzącymi stożków dopełniających:

$$r_{vel} = \frac{z_1 m_e}{2 \cos \delta_1}$$

$$r_{ve2} = \frac{z_2 m_e}{2 \cos \delta_2}$$

Ponadto występują zastępcze liczby zębów

$$z_{v1,2} = \frac{z_{1,2}}{\cos \delta_{1,2}}$$



Rozkład sił

Siły obciążające wał wyznacza się w przekroju średnim (rys. poniżej).

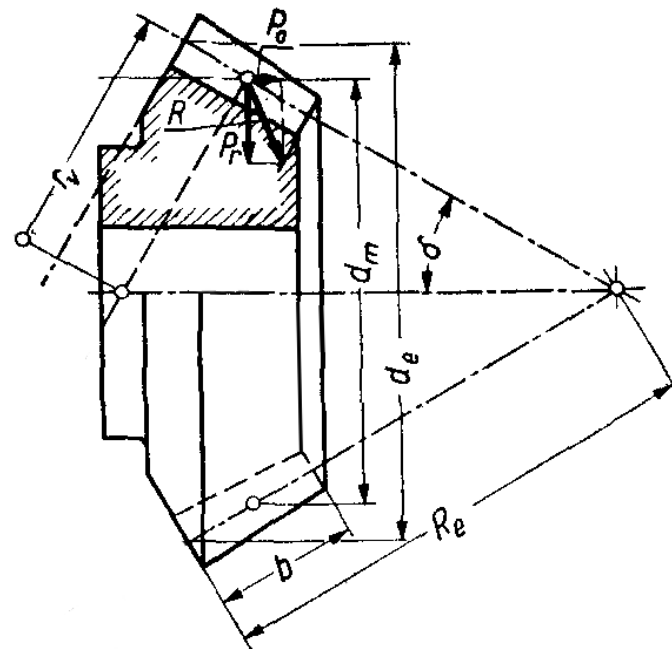
Przyjmując, że:

$$P = \frac{2M}{d_m}$$

to siła obwodowa, siły obciążające wał (siła osiowa i siła promieniowa) dane są jako

$$P_o = P \operatorname{tg} \alpha \sin \delta$$

$$P_r = P \operatorname{tg} \alpha \cos \delta$$





**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Dziękuję za uwagę!

dr inż. Michał Batsch