

Joachim PŁACZEK , Andrzej CHYCKI

Instytut Metali Nieżelaznych

Janusz WŁOCH, Mirosław FATYGA, Janusz JASIŃSKI, Leszek STENCEL,

Janusz MIERNIK

ZGH „Bolesław”

## WPLYW DROBNEGO MIELENIA BLENDEY PRAŻONEJ (PRAŻONKI) NA EFEKTYWNOŚĆ PROCESU ŁUGOWANIA

**Streszczenie.** Modernizacja Wydziału Elektrolizy Cynku w ZGH „Bolesław” przewiduje wprowadzenie procesu mielenia blendy prażonej na sucho do uziarnienia ok. 60  $\mu\text{m}$ , w celu zintensyfikowania procesu ługowania.

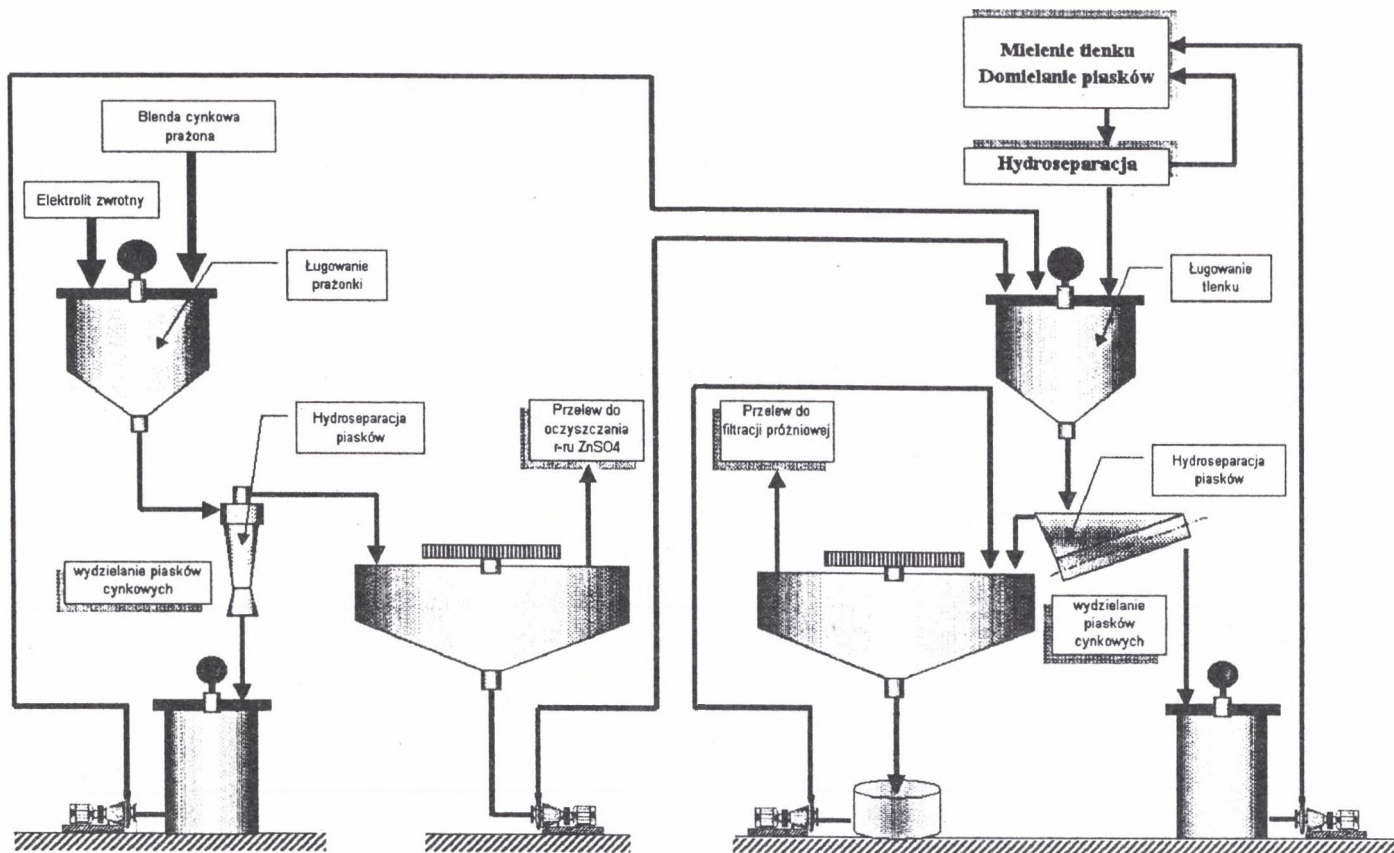
### EFFECT OF ZINC CALCINE FINE GRINDING ON LEACHING PROCESS

**Summary.** Intensifying of the leaching process by preliminary zinc calcine feed dry milling (final particle size 60  $\mu\text{m}$ ) is considered at Electrolytic Zinc Plant Modernization Project for ZGH “Bolesław”.

#### 1. Wstęp

Blendę prażoną o złożonym składzie chemicznym poddaje się procesowi ługowania roztworem kwasu siarkowego o odpowiednim stężeniu. Aktualny schemat technologiczny ługowania blendy prażonej w ZGH „Bolesław” przedstawiono na rys. 1 .

W procesie ługowania uzyskuje się pulpę będącą mieszaniną fazy stałej z cieczą. Skład pulpy określa się stosunkiem ciężarowym fazy stałej do cieczy, zawartością procentową ciał stałych w pulpie i ilością zawiesiny w gramach na  $\text{dm}^3$ . Tlenek cynku stanowi podstawowy składnik wyprażonego koncentratu i rozpuszcza się w  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



Rys.1. Aktualny schemat technologiczny ługowania blendy prażonej  
 Fig.1. The of the day technological chart of leaching of the roasted blend

Kinetyka reakcji ługowania tlenku cynku zależy od szeregu czynników, takich jak:

- 1) temperatury procesu - reakcja egzotermiczna (70 – 80°C),
- 2) intensywności mieszania - mieszanie mechaniczne (60 – 120 obr /min),
- 3) własności fizykochemicznych blendy prażonej, a także wielkości ziarn.

Jest oczywiste, że im drobniejsze uziarnienie, a tym samym większa powierzchnia właściwa, tym intensywniejszy będzie proces ługowania (ponieważ reakcja ługowania należy do typu reakcji heterogenicznych). Uwzględniając to wydawało się celowe przeprowadzenie laboratoryjnych prób drobnego mielenia blendy prażonej w celu określenia najkorzystniejszego uziarnienia produktu mielenia, zarówno z technologicznego, jak i energetycznego punktu widzenia, z uwzględnieniem rezultatów laboratoryjnych prób ługowania.

## 2. Laboratoryjne próby drobnego mielenia blendy prażonej

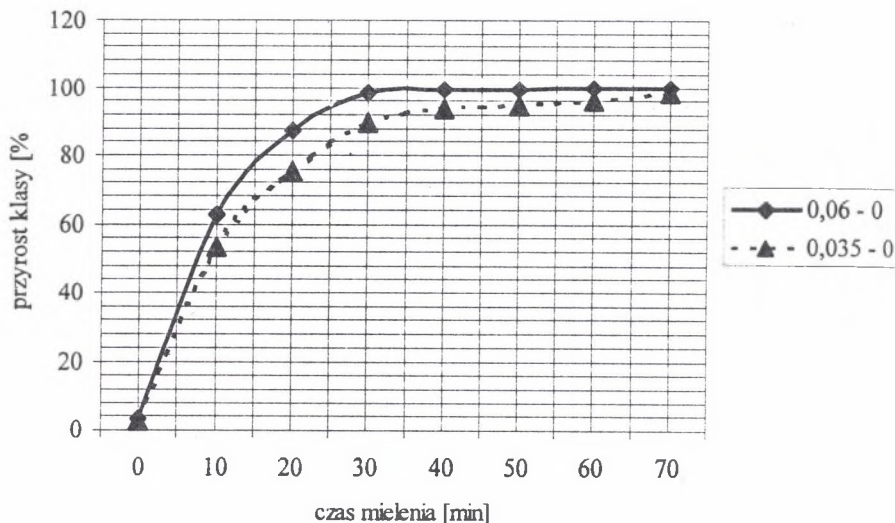
Próby mielenia prowadzono w młynku laboratoryjnym o pojemności 2,5 dm<sup>3</sup> bez dodatku wody. Jednorazowo naważka materiału wynosiła 400 g. Wszystkie próby prowadzono w tych samych warunkach, a jedynym parametrem zmiennym był czas mielenia. Nadawę do procesu mielenia stanowił jeden z produktów prażenia pobrany z progu przesypowego pieca fluidyzacyjnego w ZGH „Bolesław”. Pod względem uziarnienia jest to najgrubszy produkt prażenia i w produkcie (prażonce) wynosi ok. 50% materiału w nadawie do procesu mielenia. Pozostały materiał jest frakcją drobnoziarnistą (pyłową) nie wymagającą mielenia. Dla tego też próby mielenia prowadzono tylko dla materiału grubo ziarnistego, jakim jest blendą prażoną z progu. Próbkę do mielenia przygotowano w porcjach 400 g na rozdzielaczu typu Rotary Sample Divider Laborette 27 firmy Fritsch. Skład granulometryczny tak przygotowanych prób przedstawia tablica 1.

Jako wskaźnik uintensywnienia procesu ługowania przyjęto wielkość wychodu drobnych klas ziarnowych np.: 60 µm. i 35 µm. W omawianym produkcie wychód tych klas jest niewielki. Aby określić najkorzystniejsze zmielenie blendy prażonej, przeprowadzono szereg prób w celu zobrazowania kinetyki procesu mielenia. Uzyskane wyniki przedstawione w tablicy 2 i na rysunku 2, wykazują, że przyrosty ziaren o wielkościach mniejszych od 60 µm przy zwiększeniu czasu mielenia od 40 do 70 min są mniejsze od 1%, zaś przyrost klasy ziarnowej –35 µm wynosi ok. 5%. O wyborze najkorzystniejszego udziału tych klas powinny

Tablica 1  
Skład granulometryczny  
blendy prażonej gruboziarnistej

Klasa ziarnowa [mm]	Wychód [%]	Wychód sumaryczny [%]
0,5	7,71	7,7
0,5 - 0,3	31,42	39,1
0,3 - 0,2	9,24	48,3
0,2 - 0,1	48,17	96,5
0,1 - 0,06	0,51	97
0,06 - 0,035	0,28	97,3
-0,035	2,67	100

Zależność przyrostu klas ziarnowych od czasu mielenia



Rys.2. Wykres kinetyki mielenia blendy prażonej  
Fig.2. The kinetics of milling of roasted blende

zadecydować rezultaty laboratoryjnych prób ługowania przy różnym udziale tych klas ziarnowych w nadawie do tego procesu. Dlatego też przeprowadzono szereg prób mielenia mających na celu uzyskanie w produkcji mielenia udziału klasy  $-0,06$  mm ok. 60, 70, 80, 90, 100%, (co odpowiada czasom mielenia w danym młynku laboratoryjnym 10, 12, 16, 22, 40, min). Rezultaty analiz granulometrycznych tych produktów zestawiono w tablicy 3.

Tablica 2

## Kinetyka procesu mielenia blendy prażonej

Klasa ziarnowa [mm]	Czas mielenia [min]							
	0	10	20	30	40	50	60	70
0,06 - 0	3	62,3	87,5	98,3	99,2	99,4	99,7	99,9
0,035 - 0	2,7	53,2	75,2	89,8	93,9	94,8	96,1	98,5

Tablica 3

## Wyniki analiz granulometrycznych produktów mielenia blendy prażonej

Klasa ziarnowa [mm]	Wychód %					
	czas mielenia [min]					
	0	10	12	16	22	40
0,2	48,3	0	0	0	0	0
0,2 - 0,1	48,2	7,75	3,19	0,79	0,1	
0,1 - 0,06	0,5	25,85	24,5	17,46	9,47	2,23
0,06 - 0,035	0,3	8,1	7,89	11,14	11,23	5,57
-0,035	2,7	57,3	64,42	70,61	79,2	92,2

Z przedstawionych danych wynika, że praktycznie rzecz biorąc, potwierdzają one rezultaty uzyskane w trakcie określania kinetyki mielenia. Wybór wielkości udziału klasy ziarnowej w produkcie mielenia jest istotny z uwagi na wydajność mielenia, jak i energochłonność tego procesu. Decydujące znaczenie powinny tutaj mieć laboratoryjne próby ługowania poszczególnych produktów.

### 3. Laboratoryjne próby ługowania produktów mielenia

Celem przeprowadzonych prób ługowania było określenie wpływu czasu mielenia blendy prażonej pozyskiwanej z progu pieca fluidyzacyjnego na uzysk ługowania. Skład ziarnowy nadawy i produktów mielenia przedstawiono w tablicy 3. Wykonana analiza chemiczna wykazała, że próbki zostały prawidłowo uśrednione i nie stwierdza się różnic w poszczególnych próbkach. Próby ługowania prowadzono w warunkach laboratoryjnych przez symulację procesu ługowania okresowego, w zlewkach szklanych o pojemności 2 dm<sup>3</sup>, zaopatrzonych w mieszadło propelerowe ze stali nierdzewnej bez ewolwenty. Utrzymywano stałą szybkość mieszania dla wszystkich prób gwarantujący jednorodność mieszaniny reakcyjnej w całej

objętości. Do zlewki odmierzone 1 dm<sup>3</sup>, sporządzonego uprzednio syntetycznego elektrolitu zwrotnego o stężeniu wolnego H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 11,5%. Początkowa temperatura elektrolitu wynosiła 25°C. Przy ciągłym mieszaniu dozowano jednorodną nawazkę blendy prażonej o masie gwarantującej osiągnięcie po ok. 1-godzinnym mieszaniu docelowe gęstwy pH ≈ 5,0. Proces ługowania prowadzono przez 1 godzinę bez stosowania dogrzewania i termostatowania mieszaniny reakcyjnej i przy stałej szybkości mieszania. Po upływie 1 godziny dokonano pomiaru końcowego pH i oddzielono szlam przez sedymentację, a następnie odwadnianego poprzez filtrację grawitacyjną na lejku laboratoryjnym przez podwójną warstwę miękkiej bibuły filtracyjnej. Otrzymany w wyniku przeprowadzonych prób, szlam cynkowy ważono i oznaczano w nim wilgotność i zawartość Zn, Pb i Fe. Otrzymane wyniki prób ługowania zestawiono w tablicy 4 i na rysunku 3.

Uzysk ługowania obliczono ze wzoru:

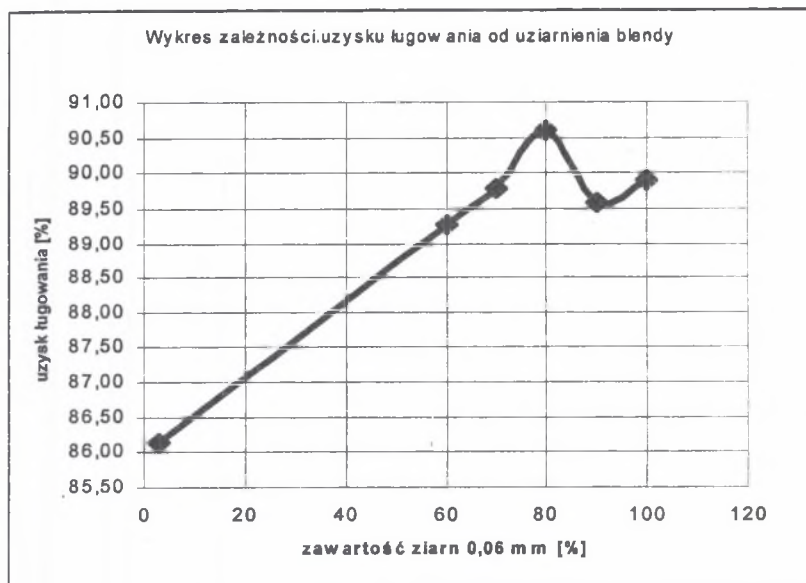
$$U\% = \left( 1 - \frac{\text{masa szlamu} \times \text{analiza szlamu}}{\text{masa blendy} \times \text{analiza blendy}} \right) \times 100\%$$

Tablica 4

## Zestawienie wyników z prób laboratoryjnych ługowania

Lp.	Czas mielenia	uziarnienie ok. 60 μm	Zawartość metalu w blendzie [%]			pH końcowe	Masa szlamu (mokra) [g]	Wilgotność szlamu [%]	Masa sucha szlamu [g]	Zawartość metalu w szlamie [%]			Uzysk ługowania [%]
			Zn	Pb	Fe					Zn	Pb	Fe	
Próba	min	%	Zn	Pb	Fe		[g]	[%]	[g]	Zn	Pb	Fe	[%]
1	0	3	64,63	1,06	5,29	5,23	48,93	24,91	36,74	27,85	3,85	20,00	86,15
2	10	60	64,61	1,06	5,16	5,43	53,85	35,00	35,02	21,50	4,55	22,15	89,28
3	12	70	64,71	1,06	5,15	5,45	49,10	31,56	33,65	22,03	4,63	20,37	89,79
4	16	80	64,75	1,04	5,07	5,20	49,42	30,93	34,17	19,92	4,76	22,10	90,60
5	22	90	64,74	1,04	5,19	4,84	51,13	32,53	34,46	23,40	4,16	20,62	89,59
6	40	100	64,66	1,03	5,13	4,65	48,98	31,27	33,65	22,37	4,45	21,53	89,89

Przedstawione wyniki wykazują pozytywny wpływ domielenia wyrażający się przede wszystkim wzrostem uzysku. Najkorzystniejsze rezultaty uzyskano w próbach ługowania produktu mielenia zawierającego ok. 80% ziaren mniejszych od 60 μm.

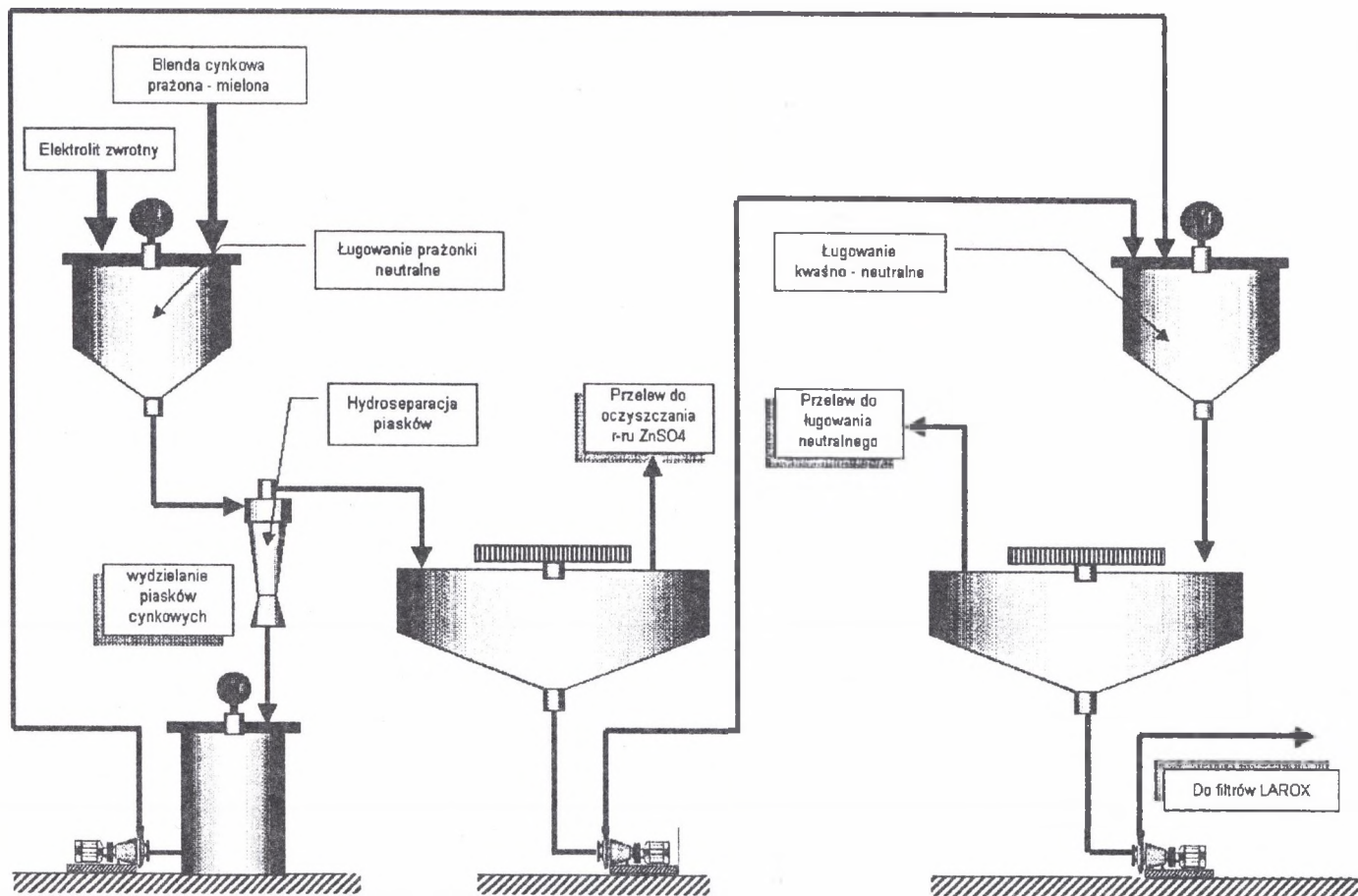


Rys.3. Wykres zależności uzysku ługowania od uziarnienia blendy

Fig.3. The yield leaching versus granulation of the blende

### Podsumowanie

Wykonane badania kinetyki mielenia blendy prażonej wykazały, że już po 30 minutach mielenia uzyskuje się produkt zawierający ok. 98% klasy ziarnowej 0,06 – 0  $\mu\text{m}$ . Dalsze zwiększanie czasu mielenia powoduje już tylko nieznaczny przyrost tej klasy. Z uwagi na fakt, że proces mielenia jest jednym z najbardziej energochłonnych procesów, bardzo istotne jest określenie wpływu rozdrobnienia blendy na efektywność procesu ługowania. Laboratoryjne próby ługowania blendy prażonej pobranej z progu pieca wykazały znaczny wpływ mielenia na efektywność procesu ługowania. Uzysk cynku w produkcie ługowania blendy nie mielonej wynosił ok. 86,0%. W przypadku gdy produkt mielenia zawierał ok. 60% ziarn – 60  $\mu\text{m}$  uzysk wynosił ok. 89%. Zwiększenie udziału tych ziarn do ok. 80% pozwoliło na zwiększenie uzysku do ok. 91%. Dalsze mielenie blendy, do udziału ziaren < 60  $\mu\text{m}$  ok. 100%, spowodowały spadek uzysku w procesie ługowania do ok. 90%. Zagadnienie to wymaga uwzględnienia w dalszych badaniach. Analizując otrzymane wyniki, można stwierdzić, że najkorzystniej byłoby prowadzić proces mielenia tak, aby uzyskany produkt mielenia za-



Rys.4. Przewidywany schemat technologiczny ługowania po wprowadzeniu mielenia  
 Fig.4. The anticipated technological scheme of leaching after applying of milling



wierał ok. 80% ziarn poniżej 60  $\mu\text{m}$ . Można założyć, że w procesie ługowania całości prażonki, tj. frakcji pylistej i zmielonej frakcji gruboziarnistej, będzie można osiągnąć w skali przemysłowej uzysk w granicach 90–91%. Przyjmując, że przy obecnie stosowanej technologii uzysk cynku wynosi 88–89%, można oczekiwać wzrostu uzysku ługowania o ok. 2% w wyniku zastosowania procesu drobnego mielenia grubszej frakcji blendy prażonej. Na rysunku 4 przedstawiono przewidywany schemat technologiczny po wprowadzeniu drobnego mielenia blendy prażonej. Reasumując można stwierdzić, że badania nad wpływem drobnego mielenia blendy na efektywność procesu ługowania dały pozytywne rezultaty i wykazały możliwość:

- podwyższenia uzysku ługowania o ok. 2%,
- możliwość obniżenia jednostkowego zużycia energii elektrycznej,
- znaczne uproszczenia schematu technologicznego.

Należy jednak podkreślić, że uzyskane w trakcie badań laboratoryjnych rezultaty wymagają potwierdzenia w dalszych badaniach uwzględniających przyrost powierzchni właściwej, energochłonność procesu mielenia oraz założenia techniczno-ekonomiczne nowej technologii.

#### Abstract

Intensifying of the leaching process by preliminary zinc calcine feed dry milling (final particle size 60  $\mu\text{m}$ ) is considered at Electrolytic Zinc Plant Modernization Project for ZGH "Bolesław". There are presented the test milling results with different <60  $\mu\text{m}$  fraction contents in a particle size distribution of product. The influence of <60  $\mu\text{m}$  fraction contents on the leaching process were investigated for optimalization of the whole process.

The results of laboratory tests have been discussed.