



AKADEMIA GÓRNICZO – HUTNICZA
im. Stanisława Staszica
w Krakowie

**WYDZIAŁ INŻYNIERII METALI
I INFORMATYKI PRZEMYSŁOWEJ**



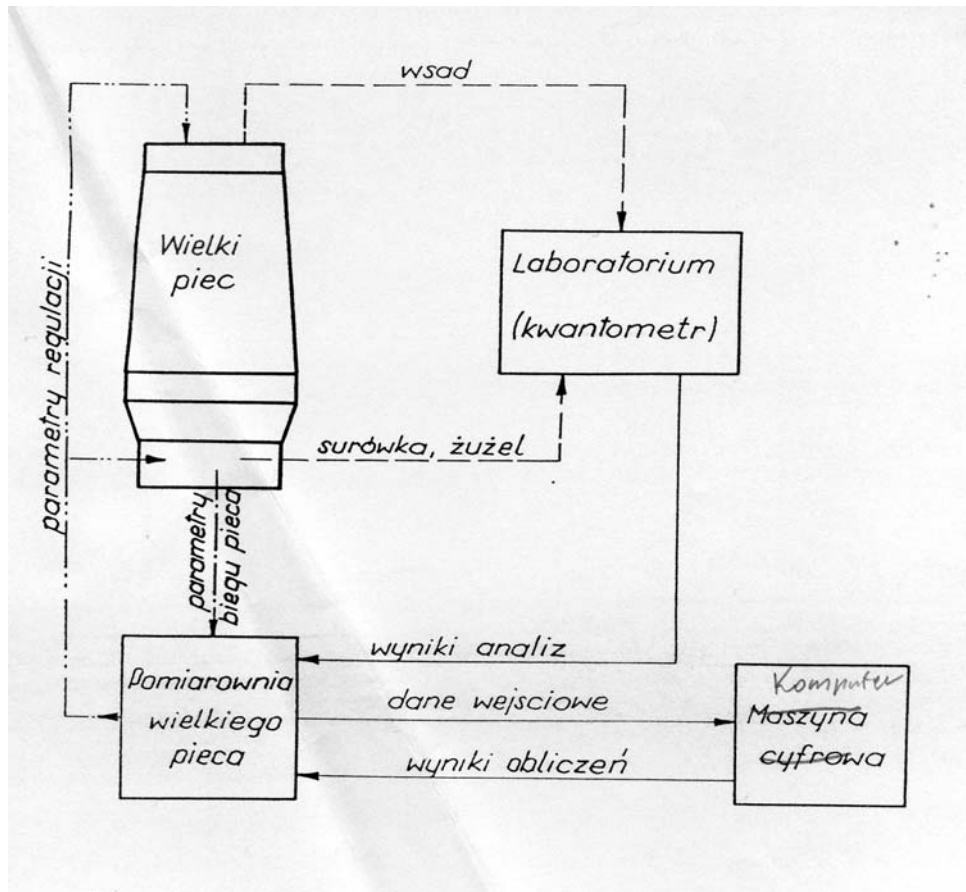
Prof. dr hab. inż. Andrzej Łędzki
Dr inż. Arkadiusz Klimczyk
Dr inż. Ryszard Stachura
Dr inż. Mikołaj Bernasowski
Dr inż. Piotr Migas

TECHNOLOGIA I PODSTAWY STEROWANIA PROCESAMI REDUKCJI

RYSUNKI

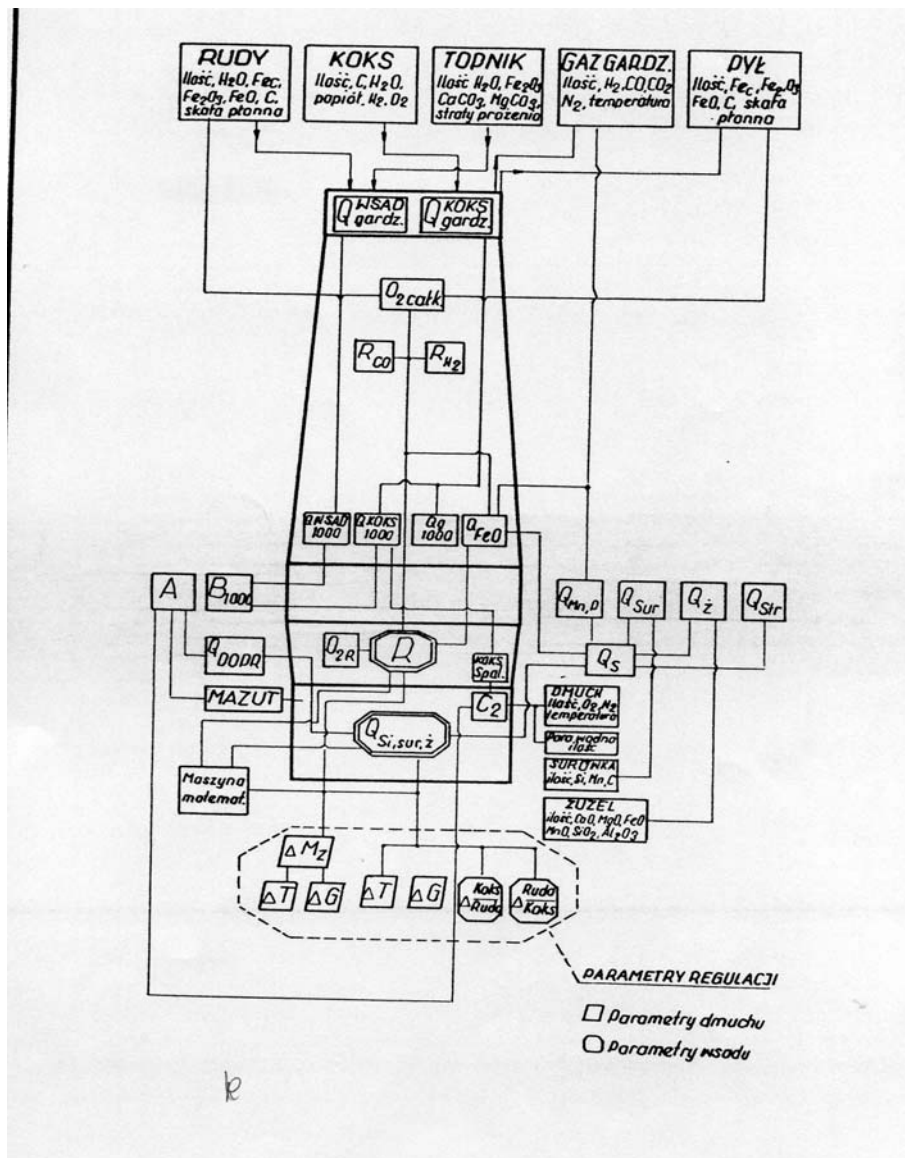
/do użytku wewnętrznego AGH/

Studia inżynierskie, Semestr VII

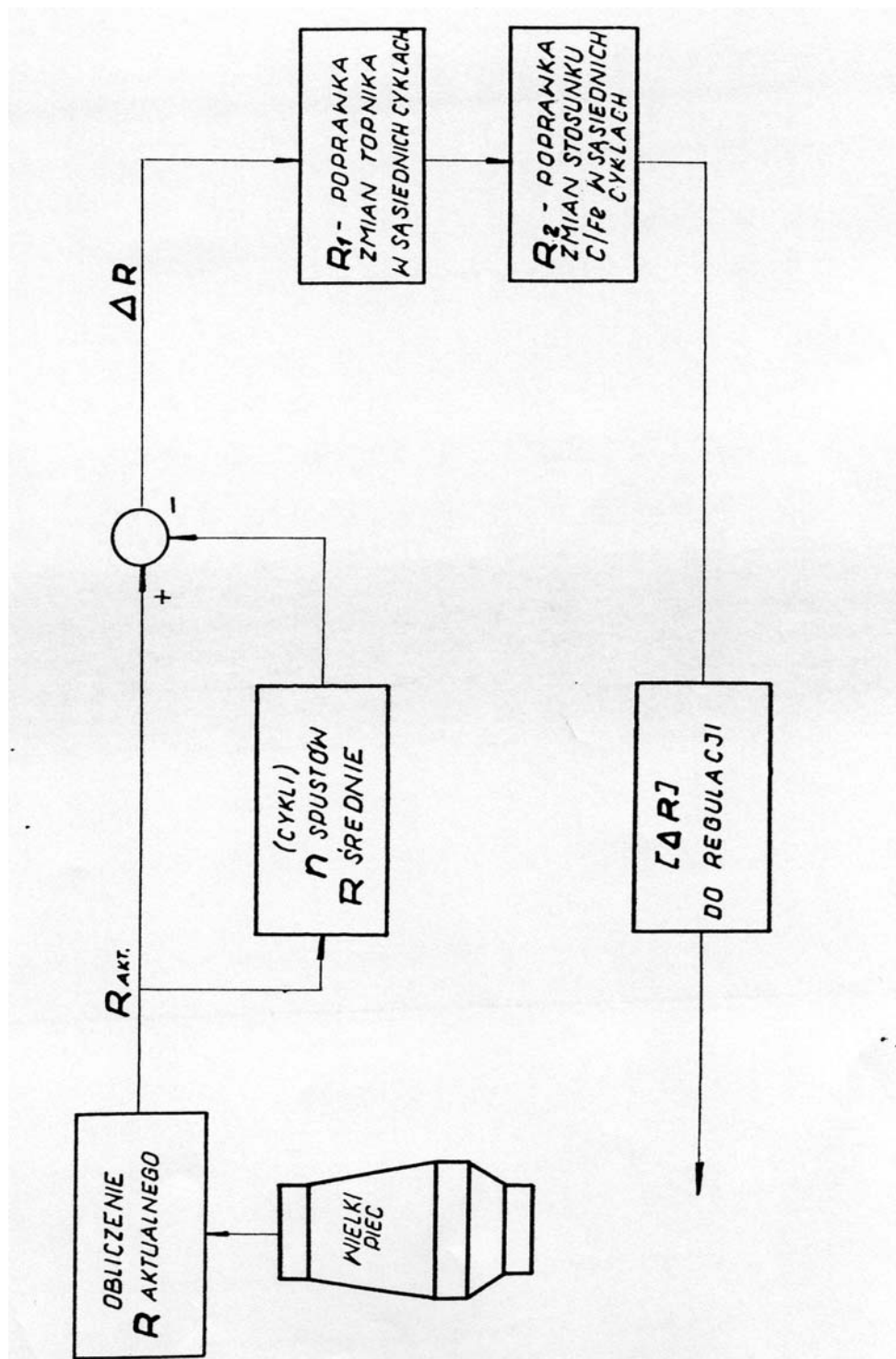


Rys. 57. Ideowy schemat regulacji pracy wielkiego pieca maszyną cyfrową.

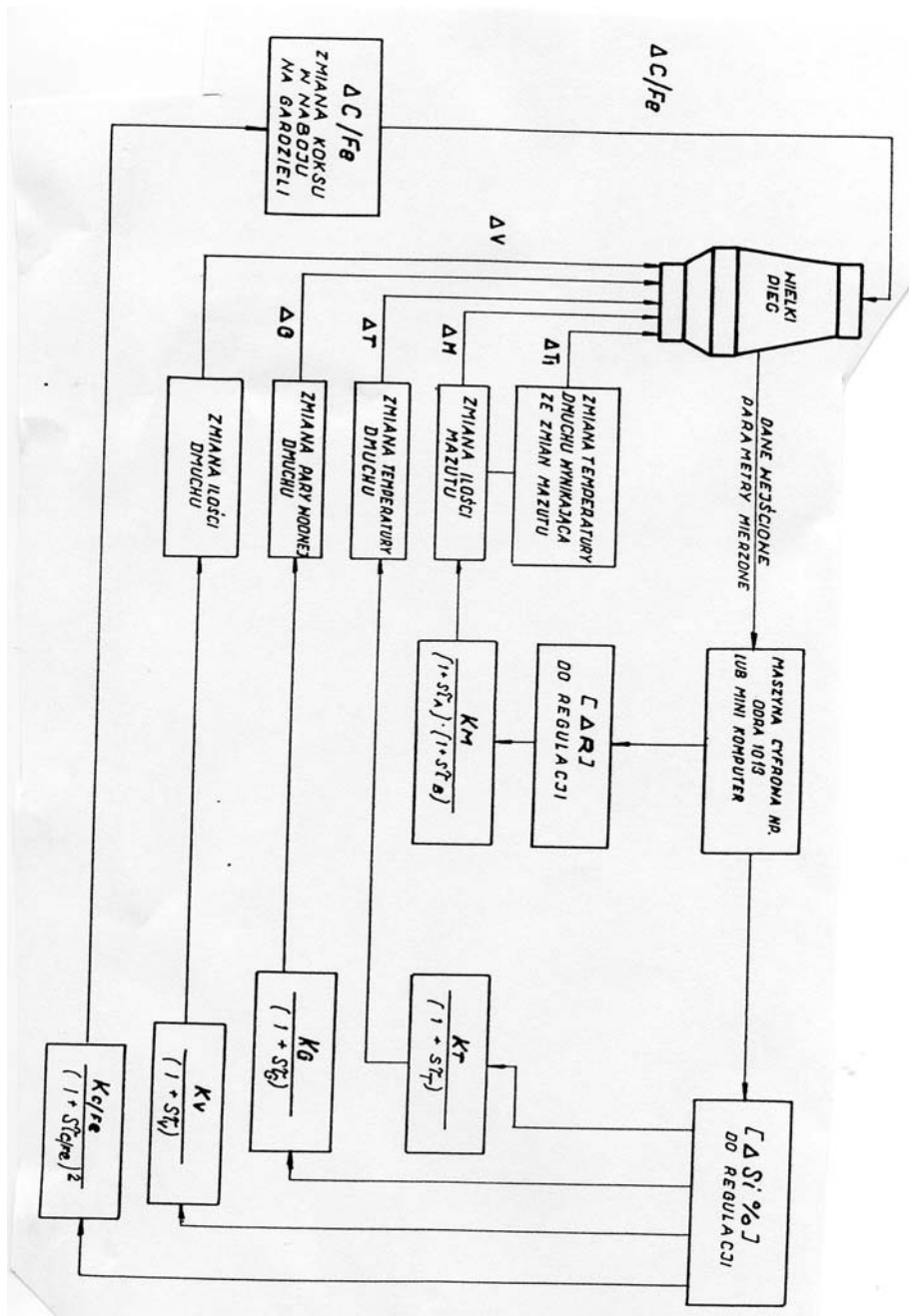
- poczta pneumatyczna
- połączenia dalekopisowe



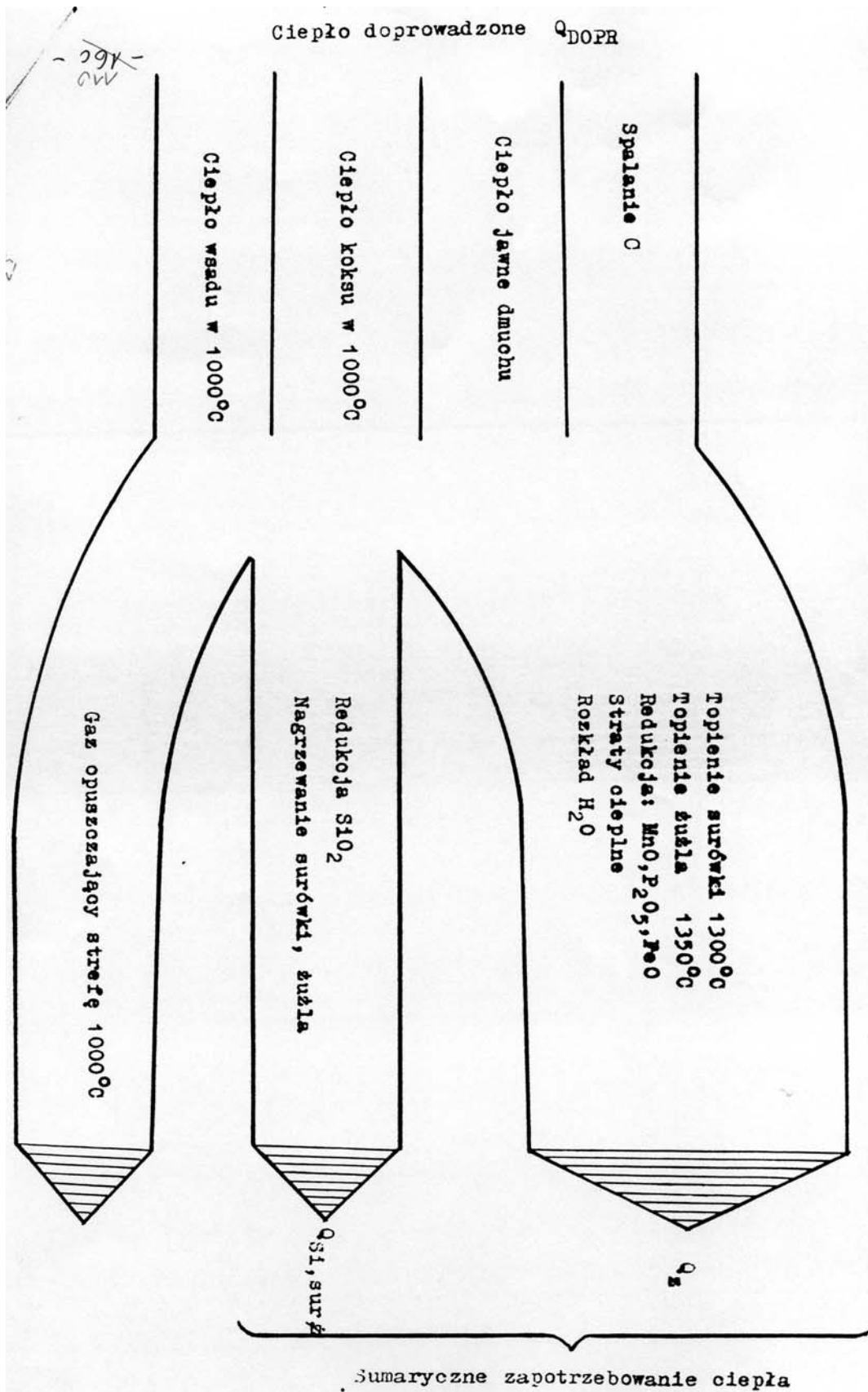
Rys. 56. Schemat regulacji pracy wielkiego pieca na podstawie zmian stopnia redukcji bezpośredniej oraz wynikającego ze strefowego bilansu cieplnego wskaźnika $Q_{Si, sur, z}$ przy użyciu systemu komputerowego.



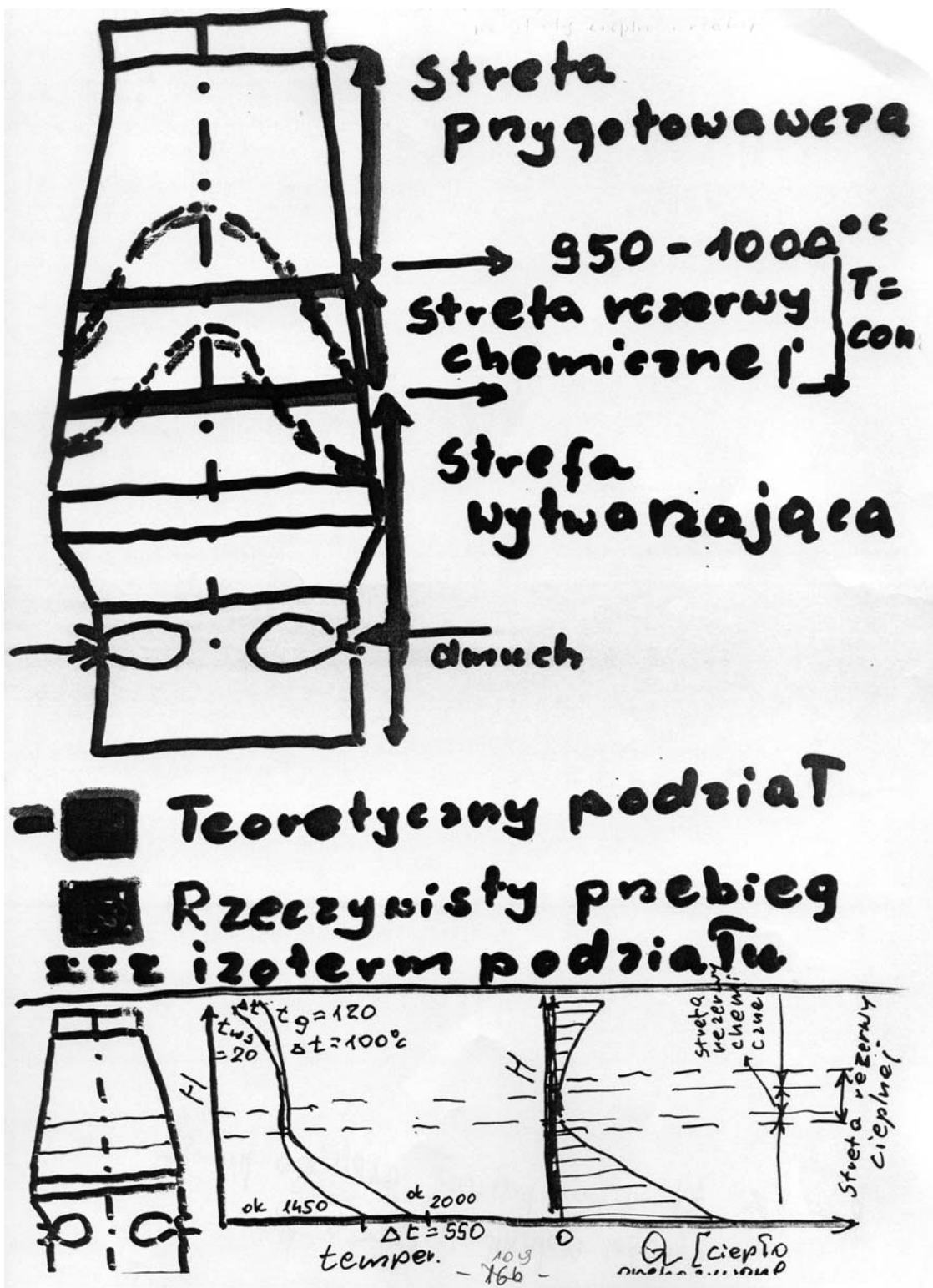
Rys.55. Schemat regulacji pracy szybu wielkiego pieca.



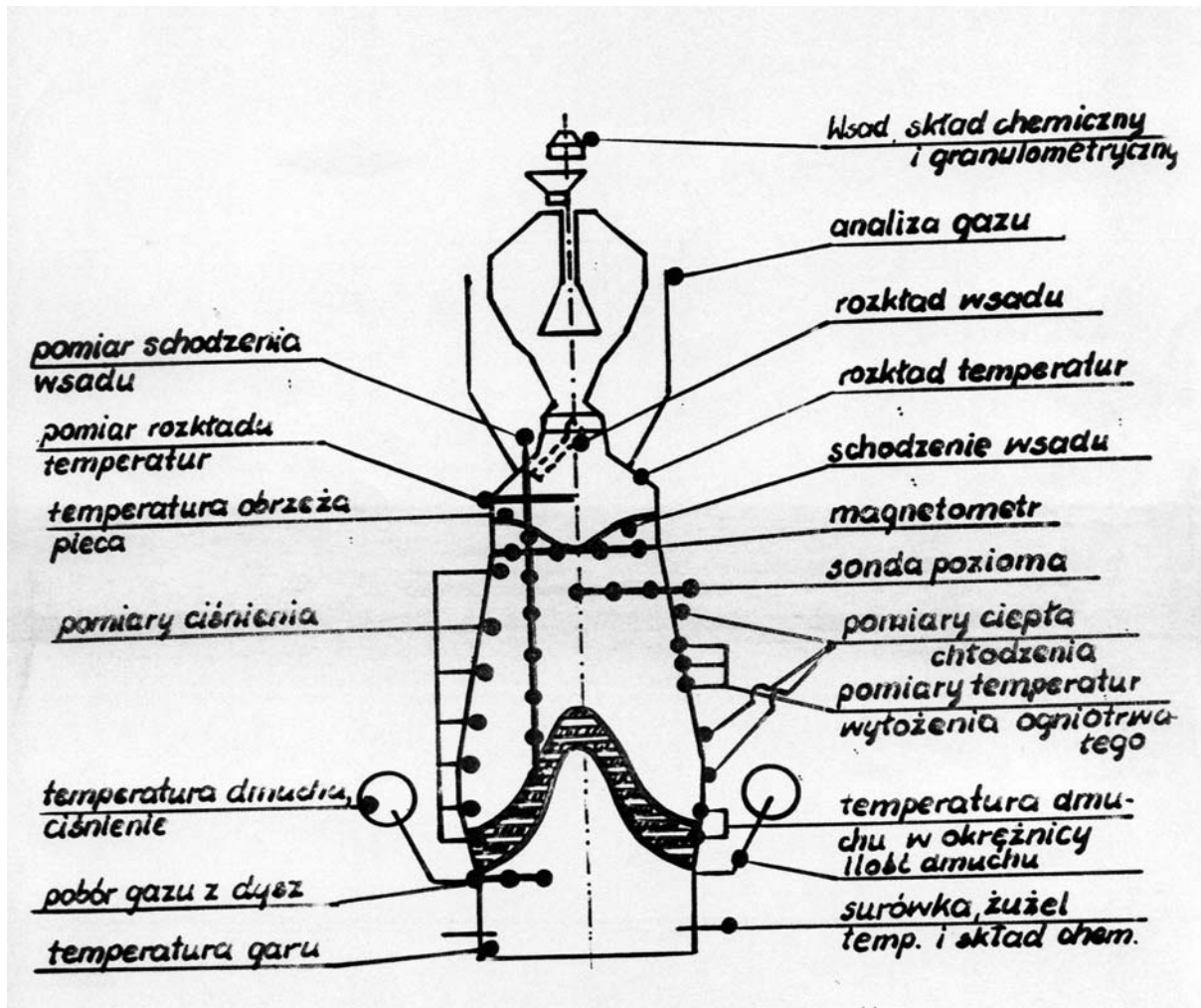
Rys. 54. Schemat regulacji pracy wielkiego pieca



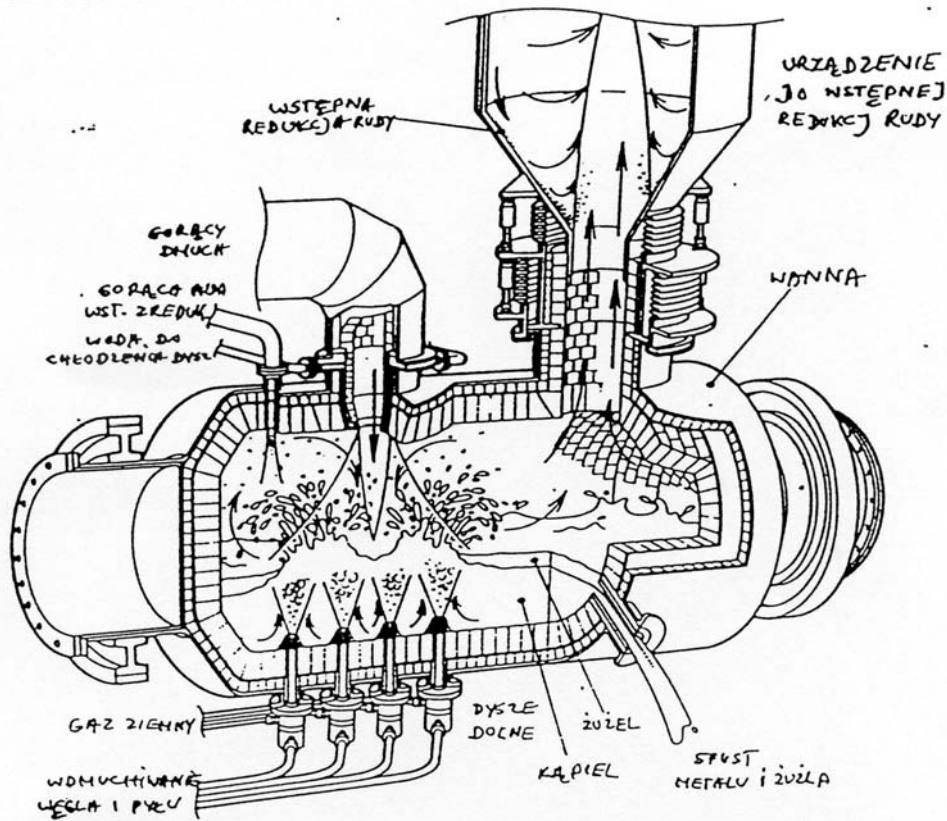
Rys. 53. Schemat bilansu cieplnego dla dolnej części pieca.



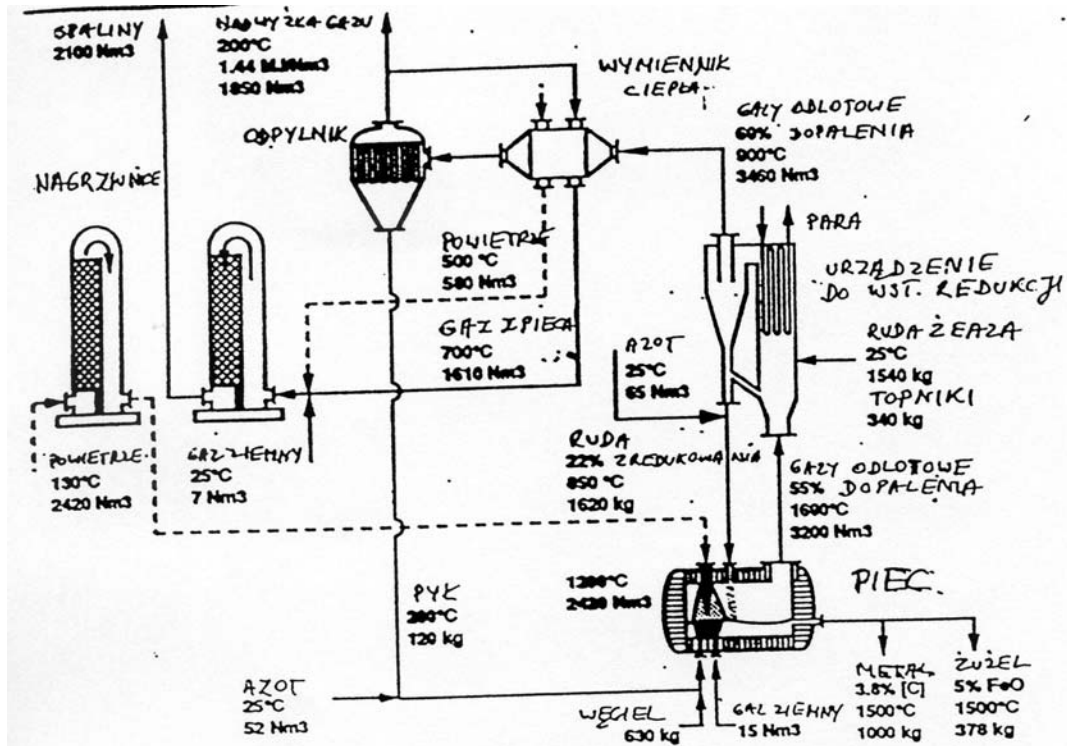
Rys. 52. Klasyczny podział wielkiego pieca na strefę cieplną i reakcji.



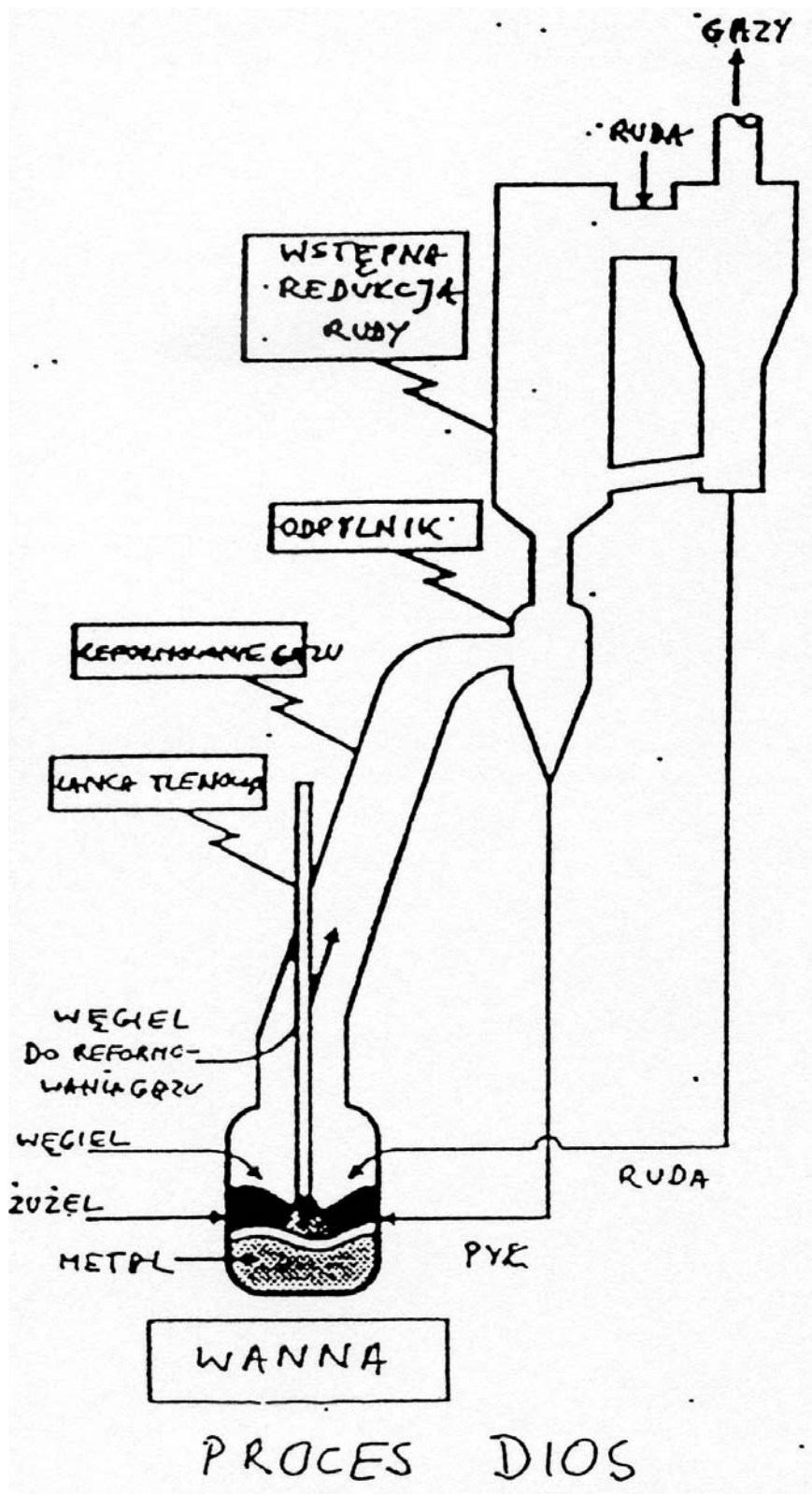
Rys. 46. Pomiary prowadzone na wielkim piecu w najnowszym ujęciu.



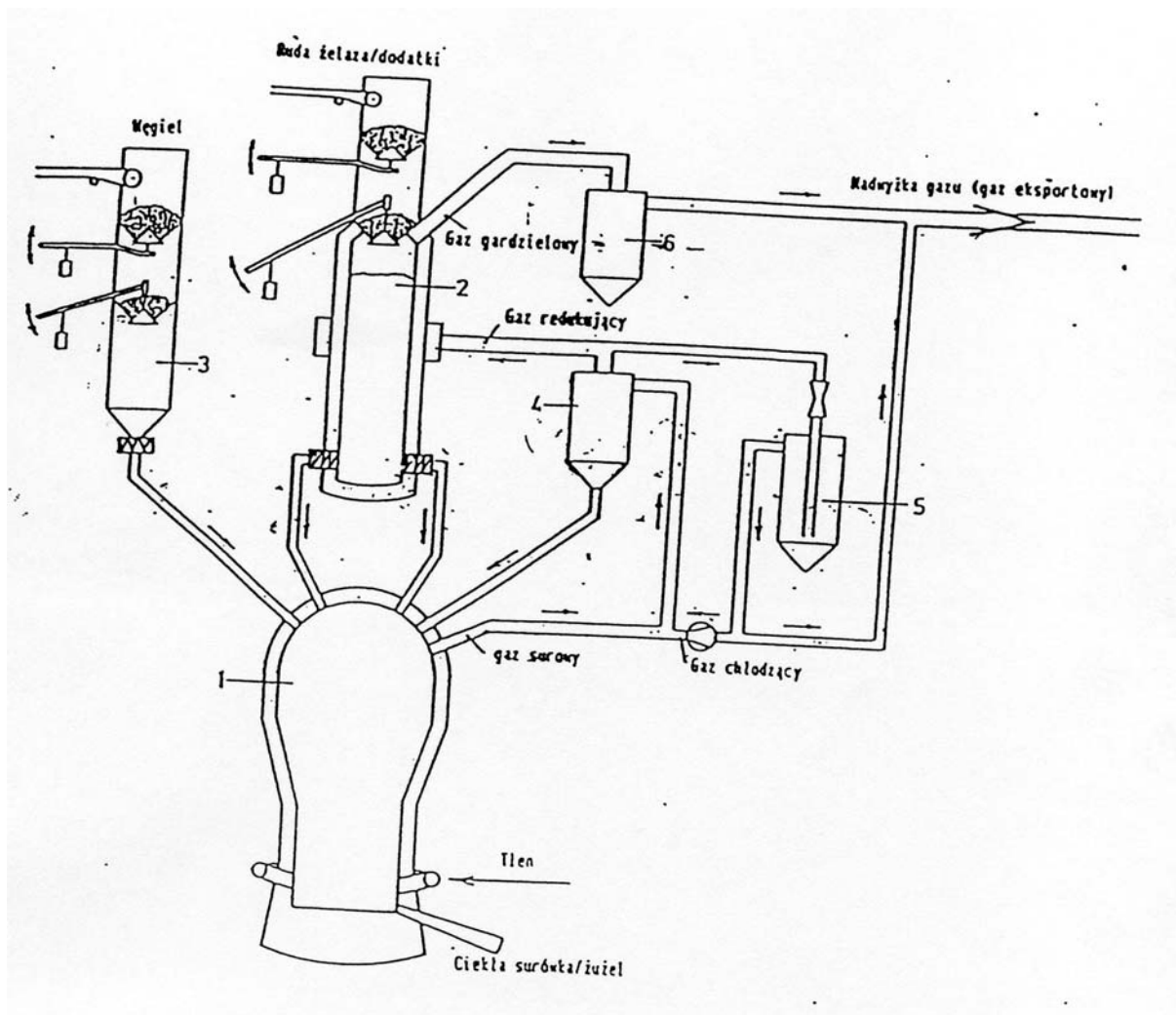
Rys. 45. Schemat wanny Hismelt



Rys. 44. Schemat procesu Hismelt



Rys. 43. Schemat procesu DIOS.



Rys. 42. Schemat procesu COREX

1. Reaktor do topienia i zgazowania.
2. Reaktor wstępnej redukcji.
3. Zasobnik węgla.
4. Odpylnik cyklonowy gazu gorącego.
5. Płuczka wodna gazu chłodzącego.
6. Płuczka wodna gazu gazdzielowego.

Załącznik 1 i 2.

1. Remonty wielkich pieców.
2. Hala lejnicza.

ZATRZYMANIE WIELKIEGO PIECA



Wydmuchanie wielkiego pieca

Decyzję o wydmuchaniu wielkiego pieca do kapitalnego remontu podejmuje się na podstawie stanu wymurówki wielkiego pieca, chłodnic i pancerza pieca. W końcowej fazie kampanii pieca całkowite zniszczenie wymurówki jest równoznaczne z szybkim niszczeniem płyt chłodniczych. Znacznie bardziej jednak poważniejsze jest gdy nastąpi zniszczenie wymurówki garu i trzonu, co z kolei może doprowadzić do przerwania się surówki z garu.

Podstawowym zadaniem w czasie wydmuchania wielkiego pieca jest maksymalne opróżnienie go z materiałów wsadowych oraz płynnych produktów procesu wielkopiecowego. Jeżeli warunek ten nie zostanie spełniony, to późniejsze opróżnienie pieca wymaga wiele nakładu sił i środków, aby można to było przeprowadzić i tak już skróconym harmonogramie remontu.

ZATRZYMANIE WIELKIEGO PIECA



W praktyce wielkopiecowej stosuje się szereg metod wydmuchiwania pieca. Jedne z nich stanowią metody, w których górna, wydmuchiwana część pieca zapełnia się kamieniem wapiennym, syderytem - jak to się obecnie praktykuje - koksem, koksikiem wielkopiecowym, żużlem kawałkowym, czy normalnym lekkim wsadem wielkopiecowym. Wszystkie te metody w końcowym wyniku zmuszają do mniej lub bardziej kłopotliwego usuwania tych materiałów z pieca.

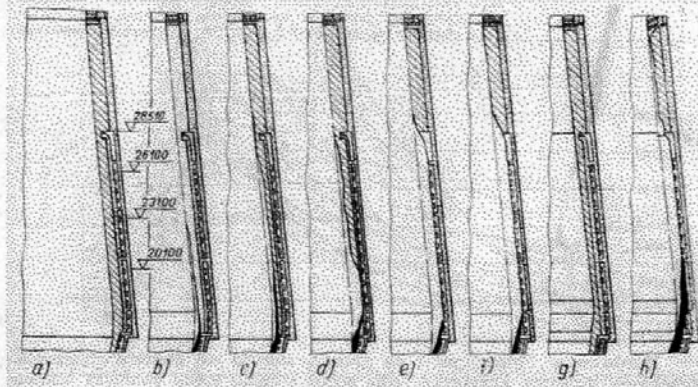
Przykrym doświadczeniem jest zatrzymanie wielkiego pieca na kamieniu wapiennym z niezwykle trudnym opróżnieniem pieca. Dlatego stosuje się metodę wydmuchiwania pieca „na wodzie”

Polega ona na opuszczeniu wsadu do poziomu lub nieco ponad poziom dysz z jednoczesnym utrzymywaniem temperatury gardzieli poniżej 500°C przez podawanie wody do pieca, jest najkorzystniejsza. Przed rozpoczęciem wydmuchiwania pieca montuje się instalację wodną, która ma na celu dostarczanie wody do gardzieli pieca.

REMONTY WIELKIEGO PIECA



Zużywanie się i niszczenie wymurowania pieca i nagrzewnic, elementów konstrukcyjnych i urządzeń wymaga planowego przeprowadzania remontów wielkich pieców.



W polskich hutach przeprowadza się następujące remonty:

- bieżące, trwające od 16 do 32 godz.,
- średnie, trwające od 4 do 6 dni,
- kapitalne, trwające zależnie od wielkości pieca i zakresu remontu od 30 do 65 dni.

89

REMONTY BIERZĄCE



Remonty bieżące wykonywane są w warunkach krajowych w cyklach czteromiesięcznych i mają na celu przeprowadzenie wymiany poszczególnych części lub całych zespołów dla zapewnienia ciągłej, bezawaryjnej pracy urządzeń.

PODCZAS REMONTÓW BIERZĄCYCH:

- wymienia się siedzenia i pokrywy zaworów wypustowych atmosferycznych pieca,
- wymienia się i reguluje sondy pomiarowe wsadu,
- wymienia się mały stożek (co 8 do 12 miesięcy) i liny wyciągu skipowego,
- remontuje się zasobniki koksu i rud, zbiorników odsiewu mialu, wymienia się wykładziny zsyków i sit,
- przeprowadza się prace na nagrzewnicach w potrzebnym zakresie łącznie z wymianą zasuw,
- remontuje się zatykarkę otworu spustowego przez wymianę poszczególnych jej mechanizmów,
- spawa się pęknięcia i nieszczelności pancerza pieca i odpylników.

REMONTY BIERZĄCE



Remont każdego z urządzeń odbywa się według z góry określonego cyklu remontowego, a zakres remontu wynika z sumy cykli remontowych.

W zależności od stanu wielkiego pieca remonty bieżące prowadzi się w następujących cyklach:

Stan pieca	Cykl	Czas trwania remontu h
Dobry	Półroczny	12-16
Zadowolający	Kwartalny lub co dwa miesiące	6-10
Niezadowolający	Miesięczny	6-8
Wysoce niezadowolający	Dwukrotnie w ciągu miesiąca	6-8

9 1

REMONTY ŚREDNIE



Przeprowadzanie remontu średniego zależy od czasu pracy urządzenia zasypowego i wynosi od 24 do 18 miesięcy w zależności od wielkości pieca.

Z uwagi na duże i pracochłonne przygotowania do wymiany aparatu zasypowego, remonty średnie przeprowadza się według ściśle ustalonych cykli remontowych. Gwarantuje to pracę na pełnym podwyższonym ciśnieniu w gardzieli przez cały okres pomiędzy remontami.

Do zakresu remontu średniego należy:

1. wymiana aparatu zasypowego,
2. remont urządzeń nagrzewnic z profilaktyczną wymianą zasuw gorącego dmuchu, poprawą wymurówki w króćcach gorącego dmuchu, palnikach,
3. remont urządzeń odpylników,
4. kontrola wszystkich maszyn, przekładni i wymiana części i zespołów.
5. remont urządzeń załadowniczych i hali namiarowej
6. remont instalacji energetycznej
7. remont układów elektrycznych automatyki załadowniczej, automatyki nagrzewnic.
8. wymiana elementów zestawów dyszowych i żuźlowych, spawanie wszelkich nieszczelności pancerza pieca, nagrzewnic i odpylników,

0 1

7

REMONTY KAPITALNE



W praktyce hutniczej przeprowadza się remonty kapitalne o dwóch zakresach:

- remonty całkowite z wymianą wymurówki trzonu pieca,
- remonty z pozostawieniem wymurówki trzonu pieca (bez wypuszczania „wilka” przed remontem).

W praktyce krajowej remonty kapitalne trwają do 30 do 65 dni, w zależności od wielkości pieca i ustalonego zakresu; przeprowadzane są w okresach co 3 do 7 lat.

Remont kapitalny stwarza okazję do wprowadzenia szeregu zmian konstrukcyjnych pieca, a nawet poważnych rekonstrukcji zmieniających jego objętość użyteczną.

Prace przygotowawcze prowadzi się na miesiąc lub dwa przed rozpoczęciem remontu. Polegają one na zgromadzeniu materiałów i urządzeń, które będą potrzebne w pierwszej fazie remontu, instalacji urządzeń dźwigowych, wykonywaniu konstrukcji pomocniczych.

8

REMONTY KAPITALNE



Właściwa organizacja prac remontowych i wykonanie remontu w możliwie krótkim czasie wymaga:

1. szczegółowego opracowania technologicznego remontu,
2. dostawy znacznej ilości materiałów, zespołów i części zamiennych potrzebnych do remontu przed zatrzymaniem pieca.
3. przygotowania miejsca remontu z zainstalowaniem wszystkich urządzeń transportowych, dźwigowych i spawalniczych.
4. przeprowadzenia prawidłowego wydmuchania pieca.
5. dokonania maksymalnego zmechanizowania prac remontowych.
6. wykonania wymurówki pieca równocześnie z dwóch lub trzech poziomów, tj. trzonu, pierścienia oporowego szybu i środka szybu.
7. wystarczającego potencjału remontowego, wysokiej wydajności i dobrej organizacji pracy.

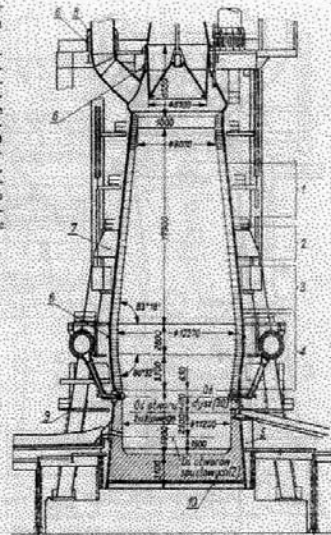
URUCHAMIANIE WIELKIEGO PIECA



W końcowych etapach remontu kapitalnego WP przystępuję się do realizacji podstawowych czynności do uruchomienia wielkiego pieca:

- Suszenie kominu i czopucha
- Suszenie i nagrzewanie nagrzewnic
- Badanie szczelności pancierza pieca, przewodów dmuchu, garu i odpylników
- Suszenie i studzenie obmurza pieca
- Budowa pomostu w piecu i zabudowa rury w otworze spustowym
- Ładowanie pieca
- Pomiar wsadu
- Zadmuchanie wielkiego pieca

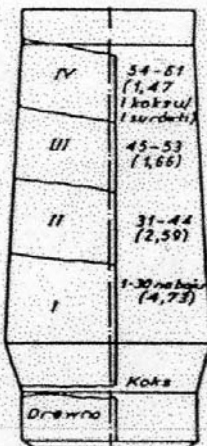
Wielki piec nr 3 w Hucie „Llanwern” (Wielka Brytania)
 1 — stalowe chłodnice skrzynkowe (7 rzędów po 33 szuki), 2 — mieszane chłodnice skrzynkowe (2 rzędy po 4 szuki), 3 — mieszane chłodnice skrzynkowe (2 rzędy po 33 szuki), 4 — mieszane chłodnice skrzynkowe (20 rzędów po 33 szuki), 5 — chłodzenie natryskiem, 6 — kompensator, 7 — pierścień poszy pancierza sztybu, 8 — pierścień nosny (wieloletni) garu surowego, 9 — pomost dyskowy, 10 — potrzebne chłodzenie powietrza



PRZYGOTOWANIE WSADU ROZRUCHOWEGO



Pierwsze partie wsadu rozruchowego – po jałowych nabojach koksowych – zawierają żużel wielkopiecowy. Konieczny jest dodatek rudy manganu. Stosuje się łatwo redukcyjne dobrze posortowane rudy żelaza i spieki.



Wsad oblicza się na podstawie :

- Zawartość Si w pierwszych surowkach -2-4%
- Konieczna zawartość manganu co najmniej 1%
- Optymalna zasadowość żużla CaO/SiO_2 ok. 1,1

Metody zestawienia wsadu:

- od 6 do 10 kolejnych, różniących się składem nabojów (pierwszy jałowy-koksowy)
- 2 naboje jałowy i normalny

Rys. 58. Wypełnienie wielkiego pieca wsadem rozruchowym

96

ZAŁADUNEK I ROZRUCH WIELKIEGO PIECA



Przed załadunkiem pieca montuje się w otworze rurę stalową o średnicy 100 – 150 mm, która dokładnie ubija wokół niej masę spustową, odprowadza ona gazy w pierwszym etapie po zadmuchaniu pieca.

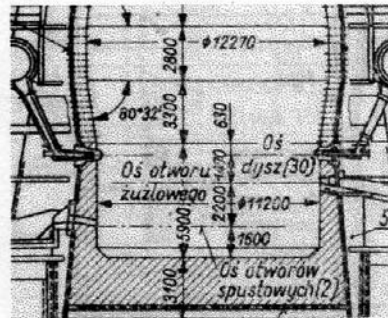
Gar pieca wypełnia się drewnem lub buduje się pomost drewniany. Ostonięcie spadków drewnem układanym tak że chronią również dysze przed zasypywaniem od góry koksem.

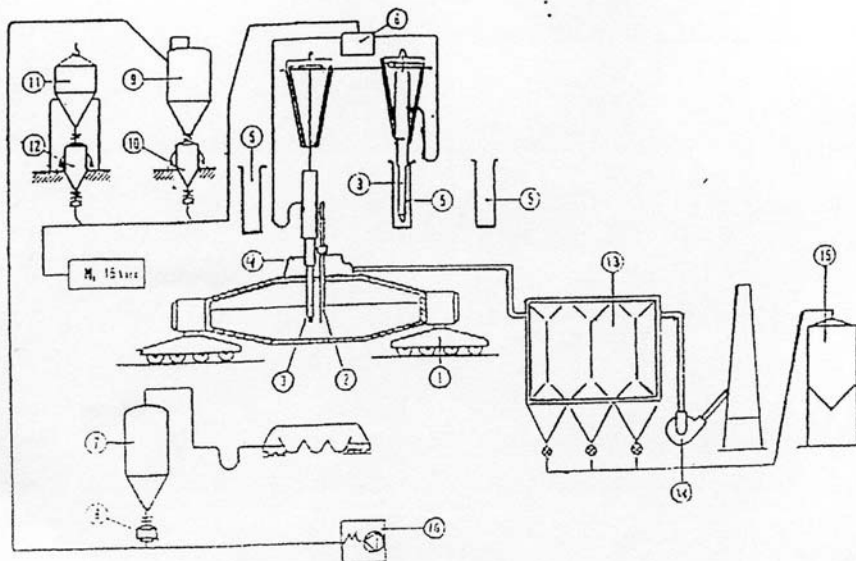
Zadmuchanie pieca wykonuje się bezpośrednio po załadowaniu.

Okresem rozruchowym wielkiego pieca są dwa lub trzy tygodnie po jego zadmuchaniu.

Po pierwszym miesiącu pracy uzyskuje się ok. 90% wydajności.

Aby zwiększać wydajność w tym okresie prowadzi się intensywne prace regulacyjne WP i jego osprzętu.





Rys. 46. Odsiarczanie surówki w kadzi surówkowej

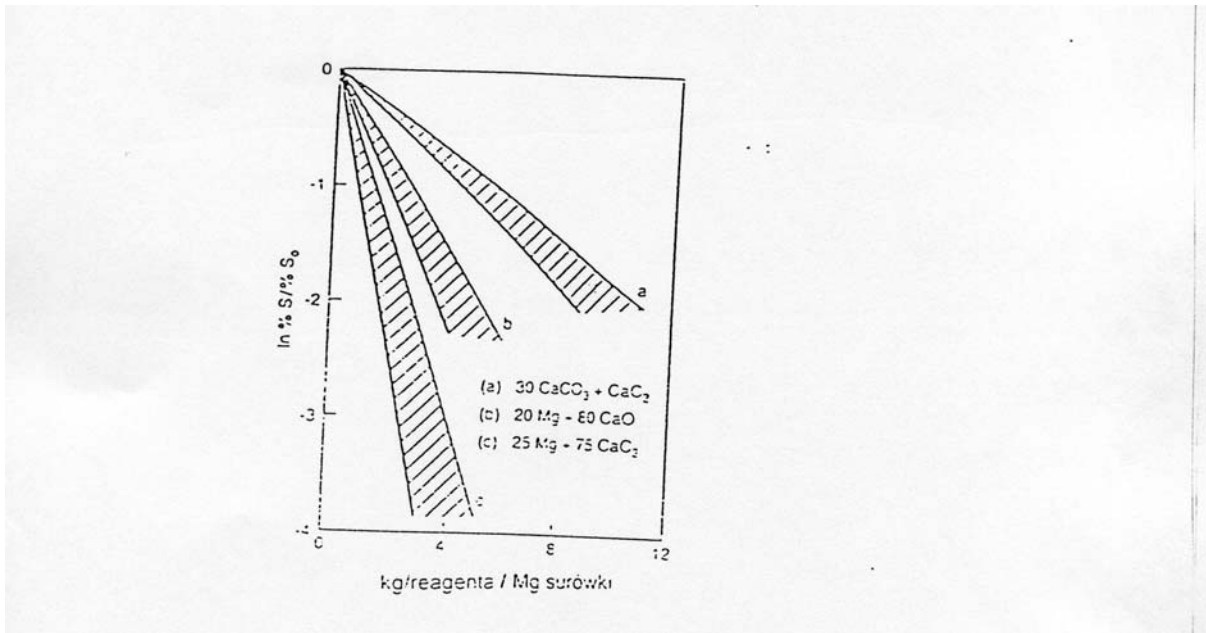
- 1) kadź surówkowa 450 ton;
- 2) pomiar temperatury;
- 3) lanca do wdmuchiwania czynników odsiarczających;
- 4) pokrywa spalinowa;
- 5) parkingi lanc;
- 6) rozdzielacz;
- 7-8-9-10) instalacja dystrybucji środków odsiarczających;
- 11-12) układ podawania magnezu;
- 13-14-15) układ odpylający;
- 16) kompresor powietrza do podawania środków

Surówka:

	C	Si	P	S
przed odsiarczaniem	4,4%	0,45%	0,080%	0,040%
po odsiarczaniu	4,4%	0,45%	0,080%	0,010 - średni 0,002 - możliwy

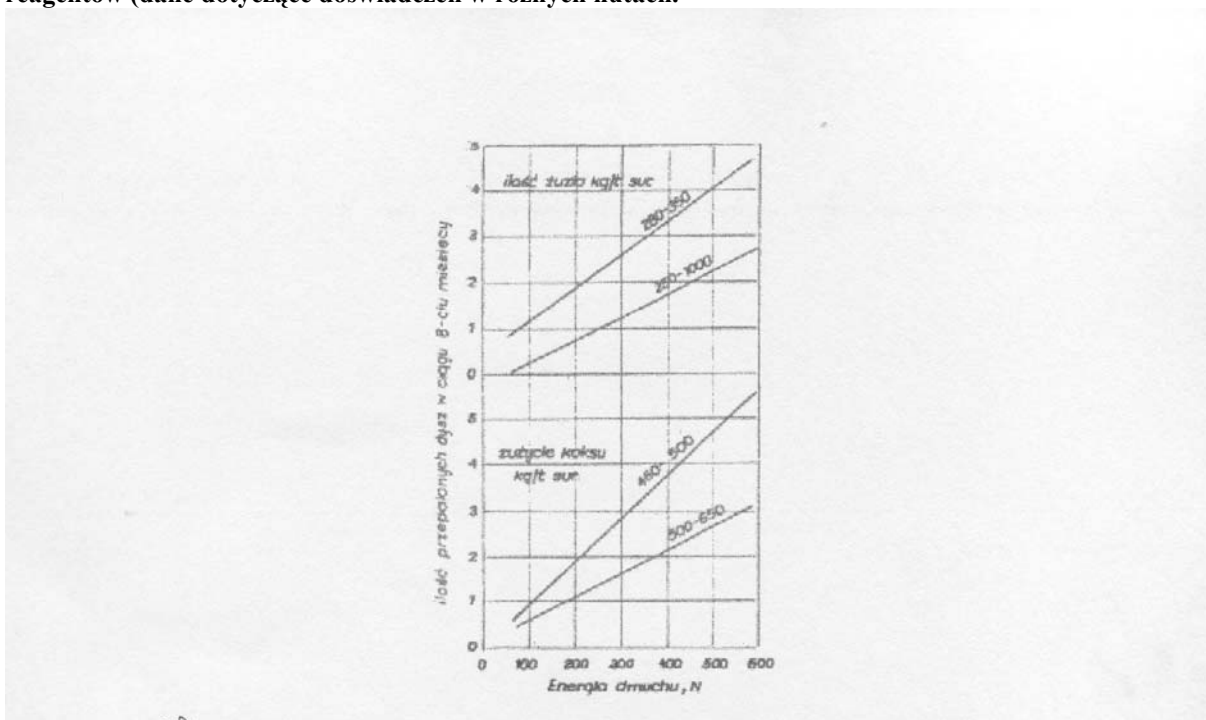
Zużycie środka odsiarczającego 80 kg/min
 Jednostkowe zużycie środka 3 kg/t sur.
 Czas odsiarczania 15 min
 Zanurzenie lancy 600 mm

Rys. 41 Odsiarczanie surówki w kadzi surówkowej.



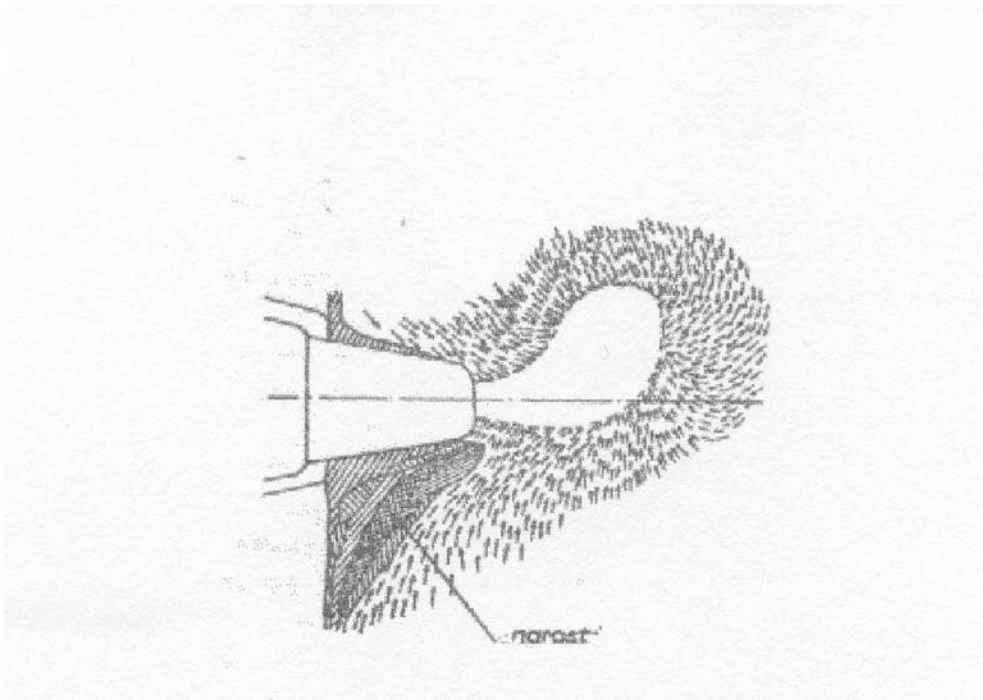
Rys.40.

Wyniki odsiarczania surówek przeróbczych w kadzi surówkowej poprzez wdmuchiwanie laną różnych reagentów (dane dotyczące doświadczeń w różnych hutach).

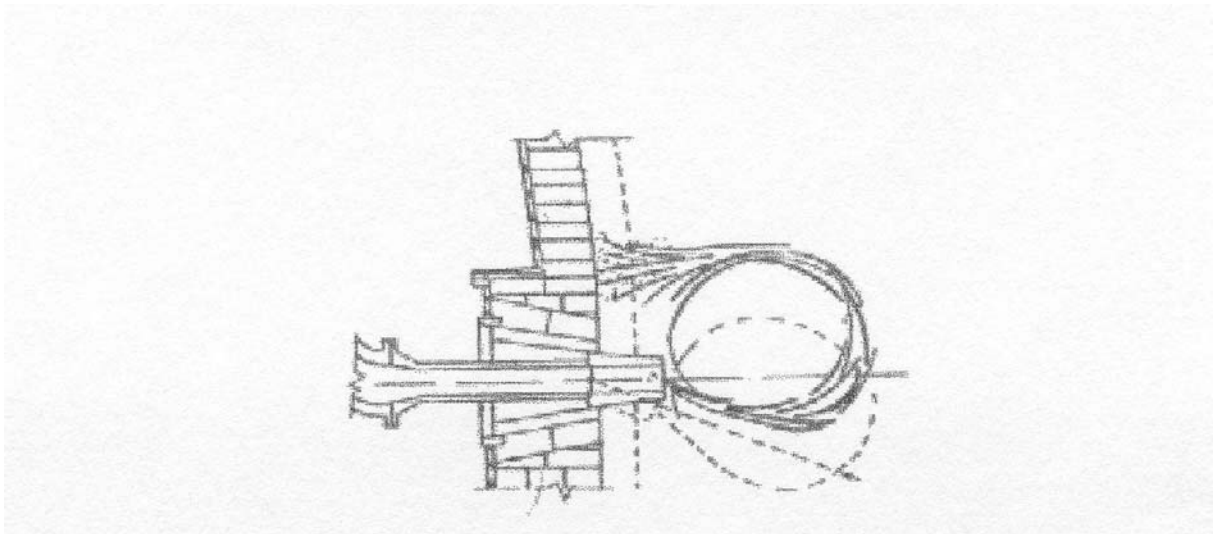


Rys. 39.

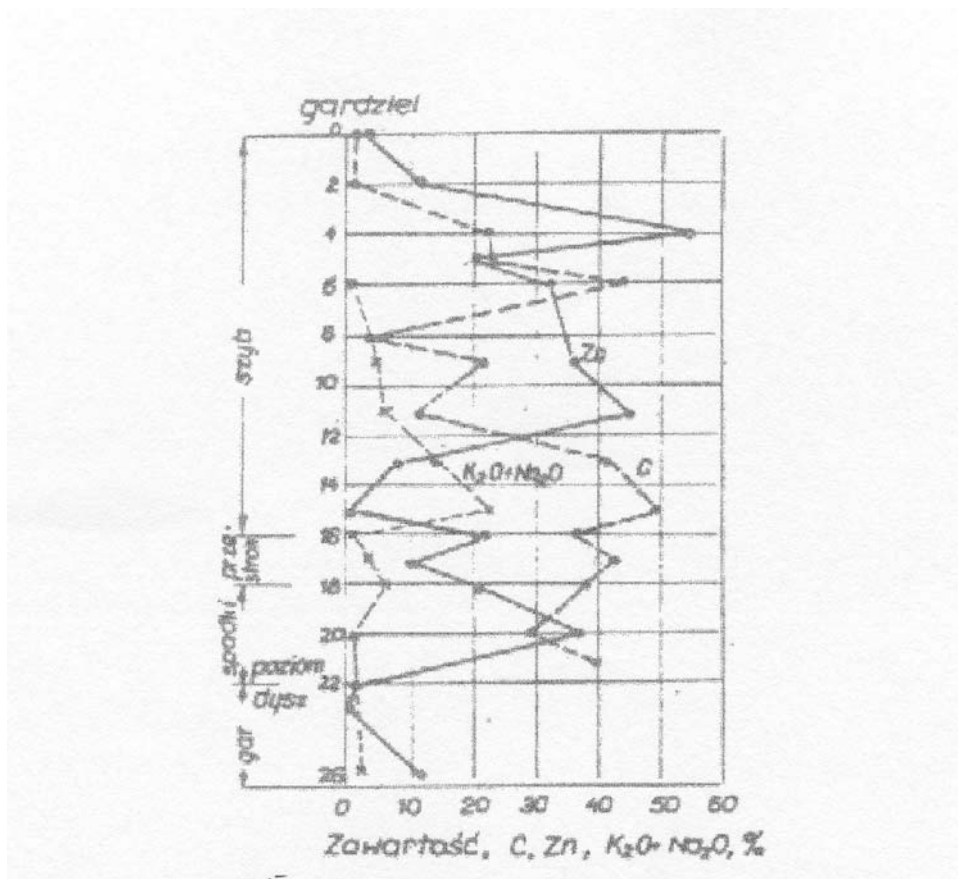
Zależność palenia się dysz od energii dmuchu przy różnych ilościach żużla i różnym zużyciu koksu.



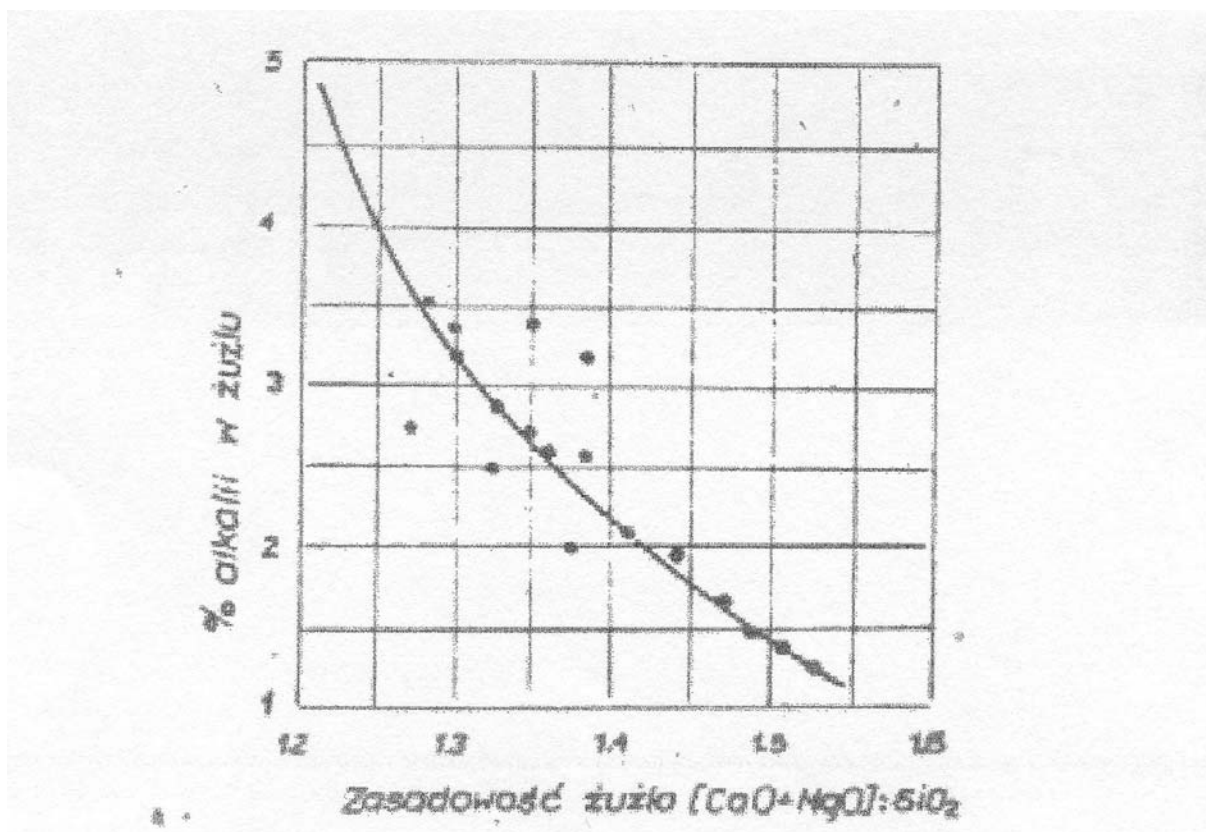
Rys. 37. Schemat pracy dyszy poziomej.



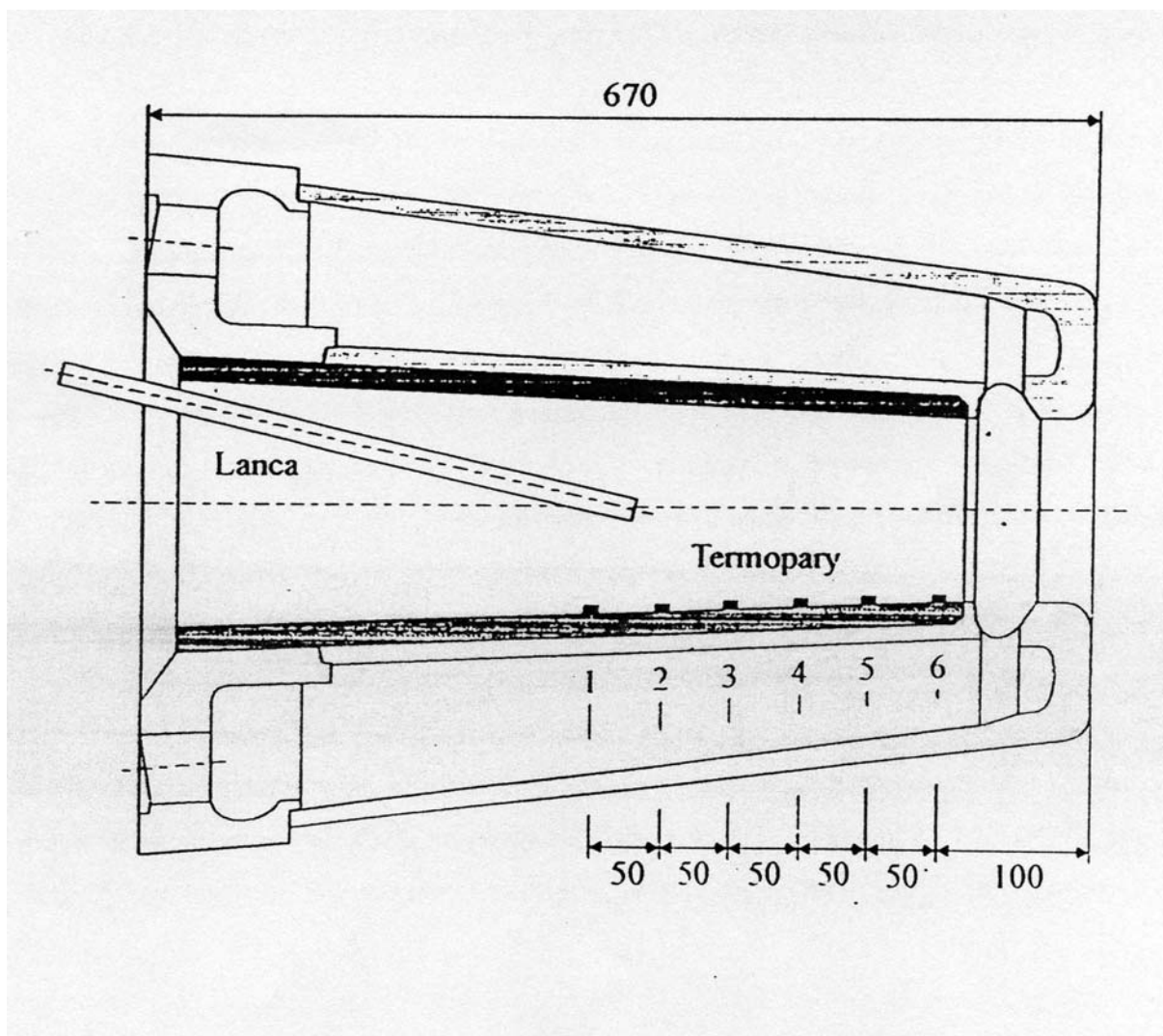
Rys.38. Schemat pracy dyszy pochylej



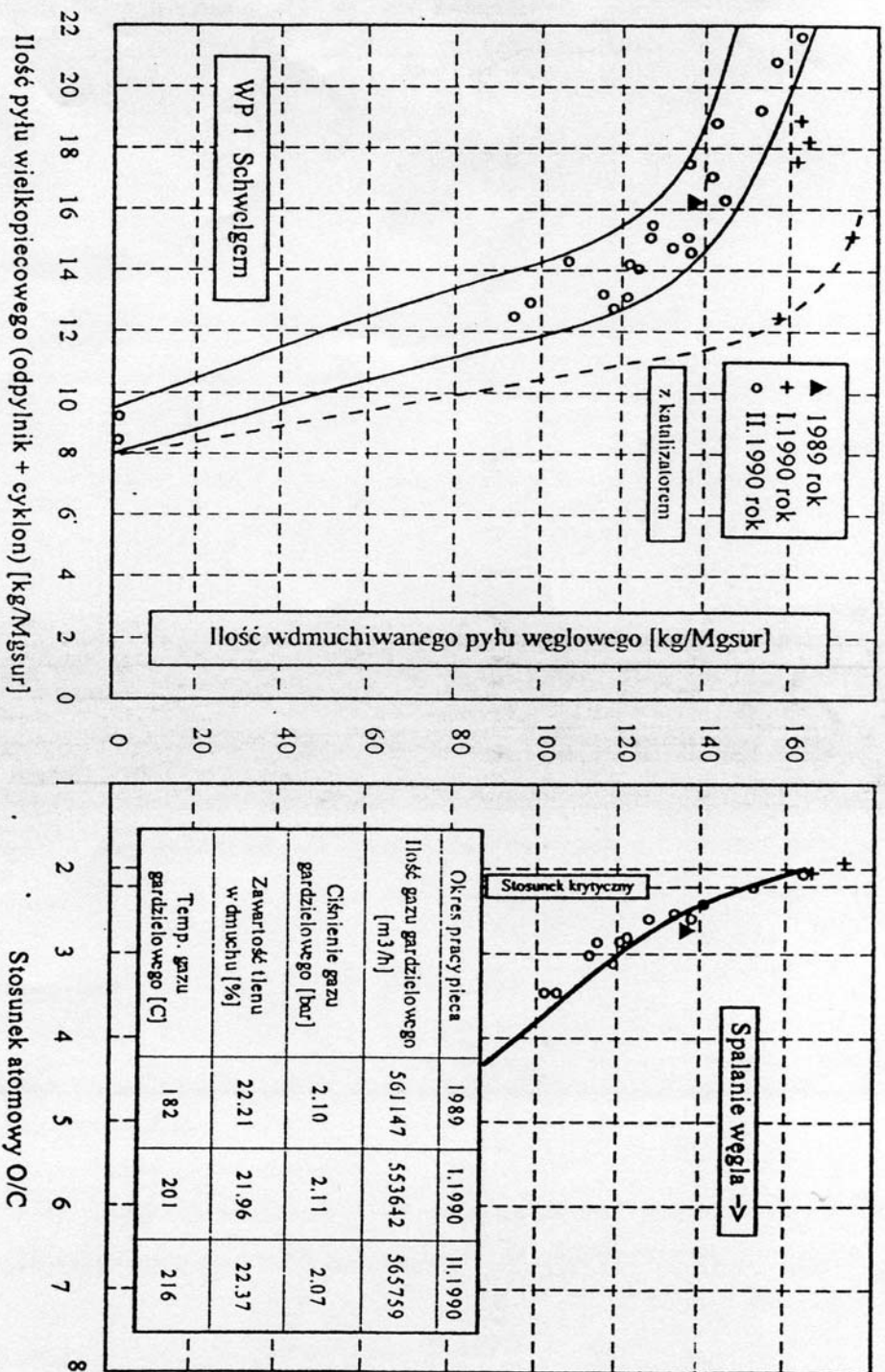
Rys.35. Skład narostów w wielkim piecu



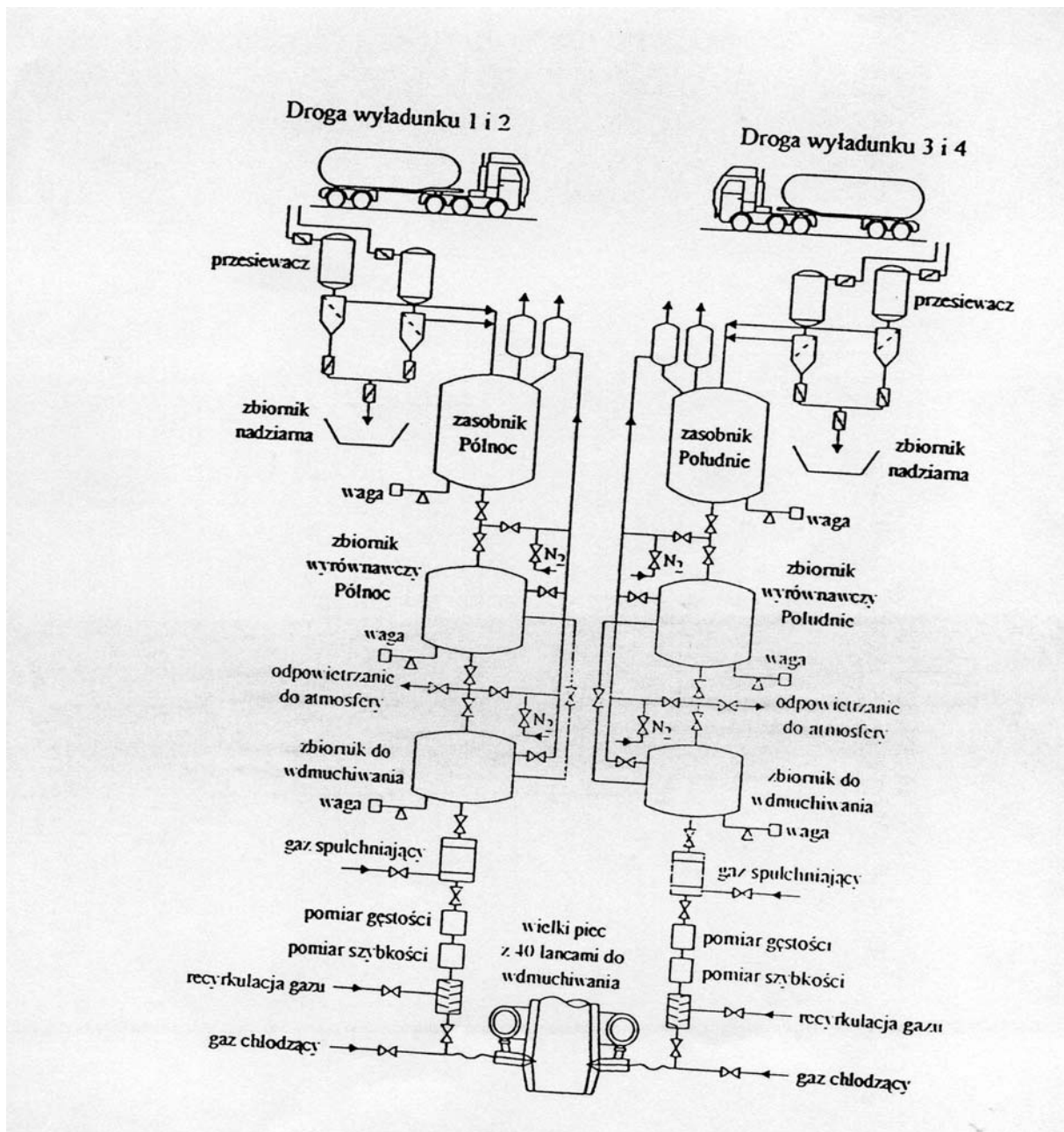
Rys.36. Rozpuszczalność alkaliów w żużlu wielkopiecowym w zależności od jego zasadowości.



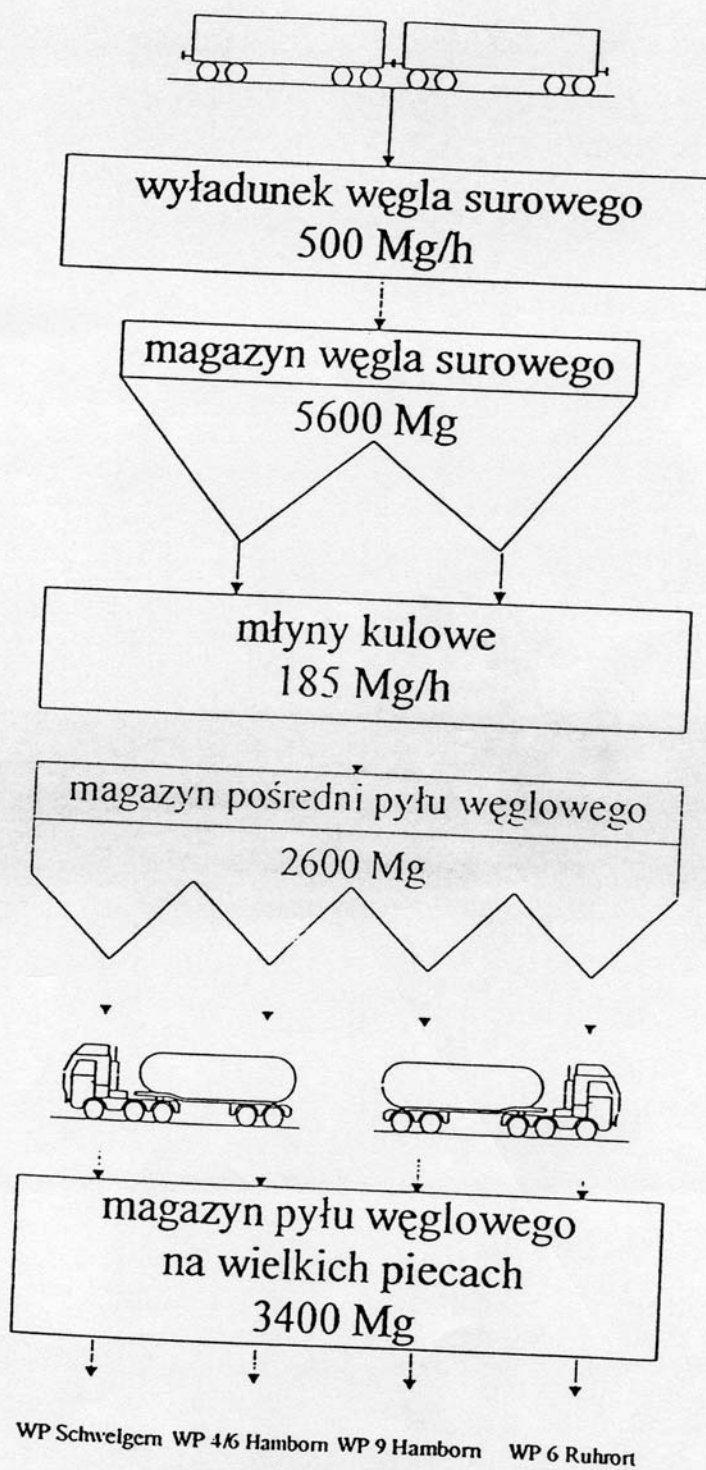
Rys. 34.
Usytuowanie lancy w dyszy wielkopiecowej przystosowanej do pomiarów stacjonarnych.



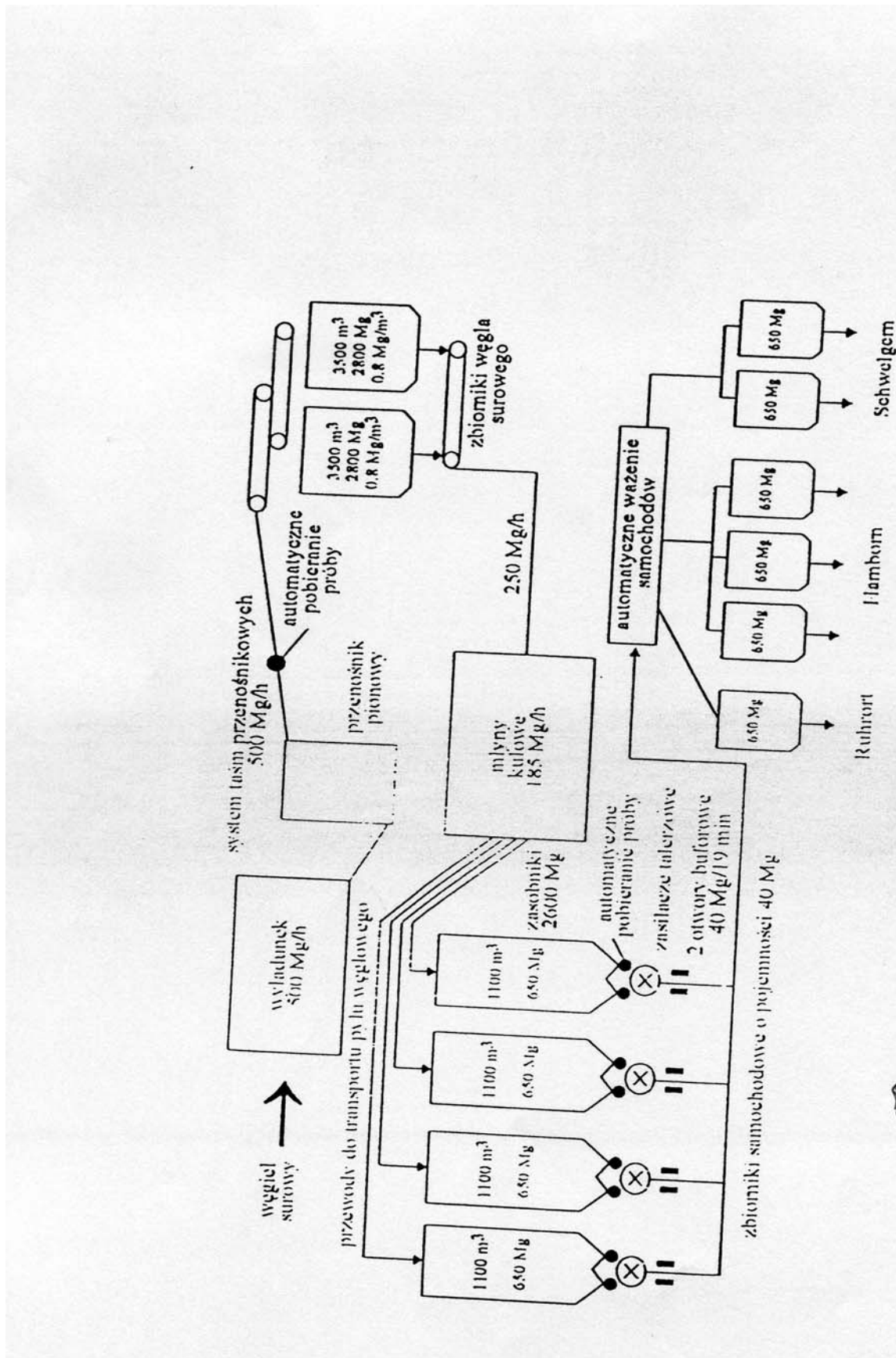
Rys. 35 Wpływ ilości wdmuchiwanego pyłu węglowego na stosunek atomowy tlen/węgiel oraz na ilość powstałego pyłu wielkopieczowego.



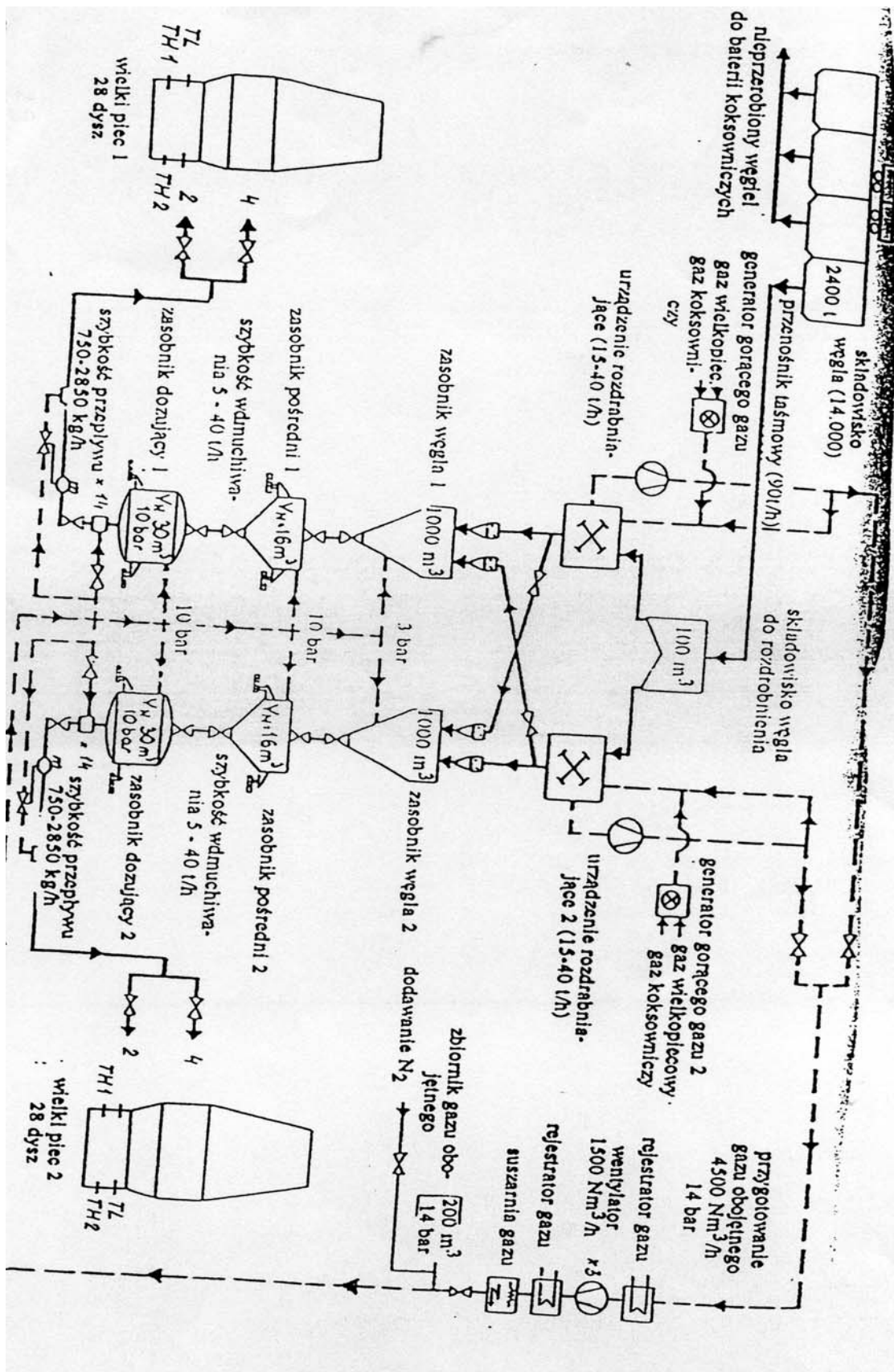
Rys. 32.
 Schemat instalacji do wdmuchiwania pyłu węglowego do wielkiego pieca nr 1 w Schwelgern.



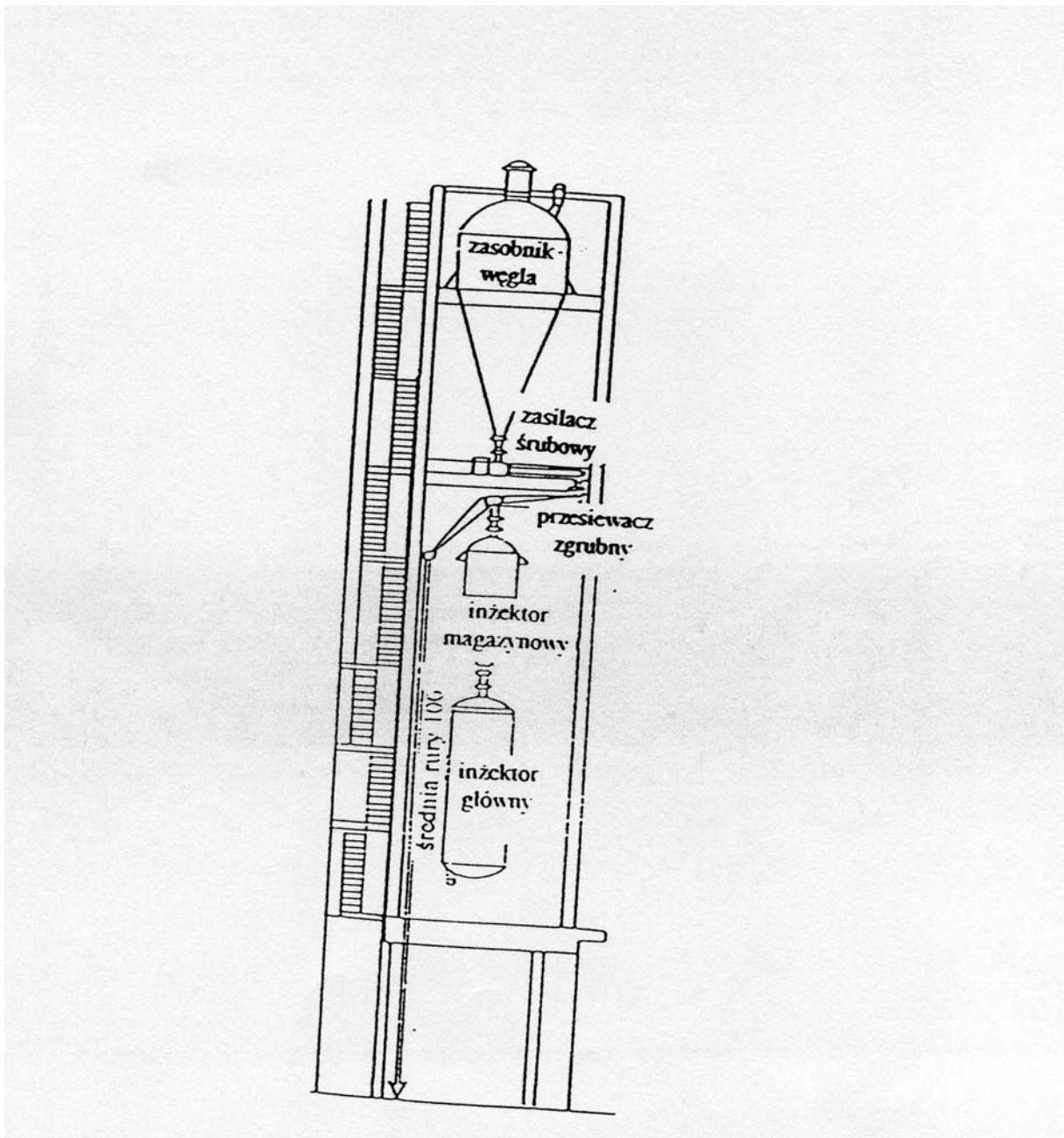
Rys. 31.
Dostawa pyłu węglowego do wielkich pieców.



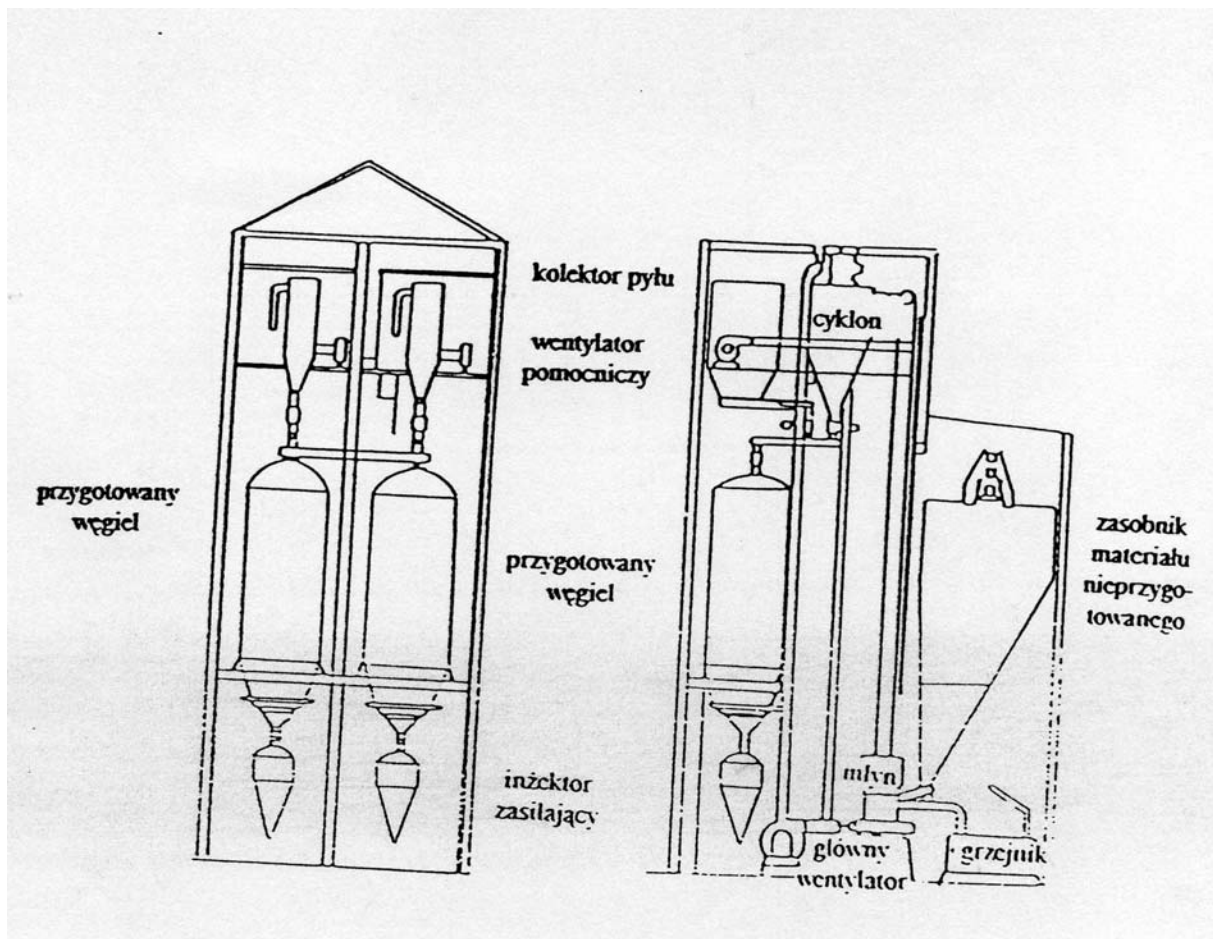
Rys. 30. Dostawa pyłu węglowego do wielkich pieców.



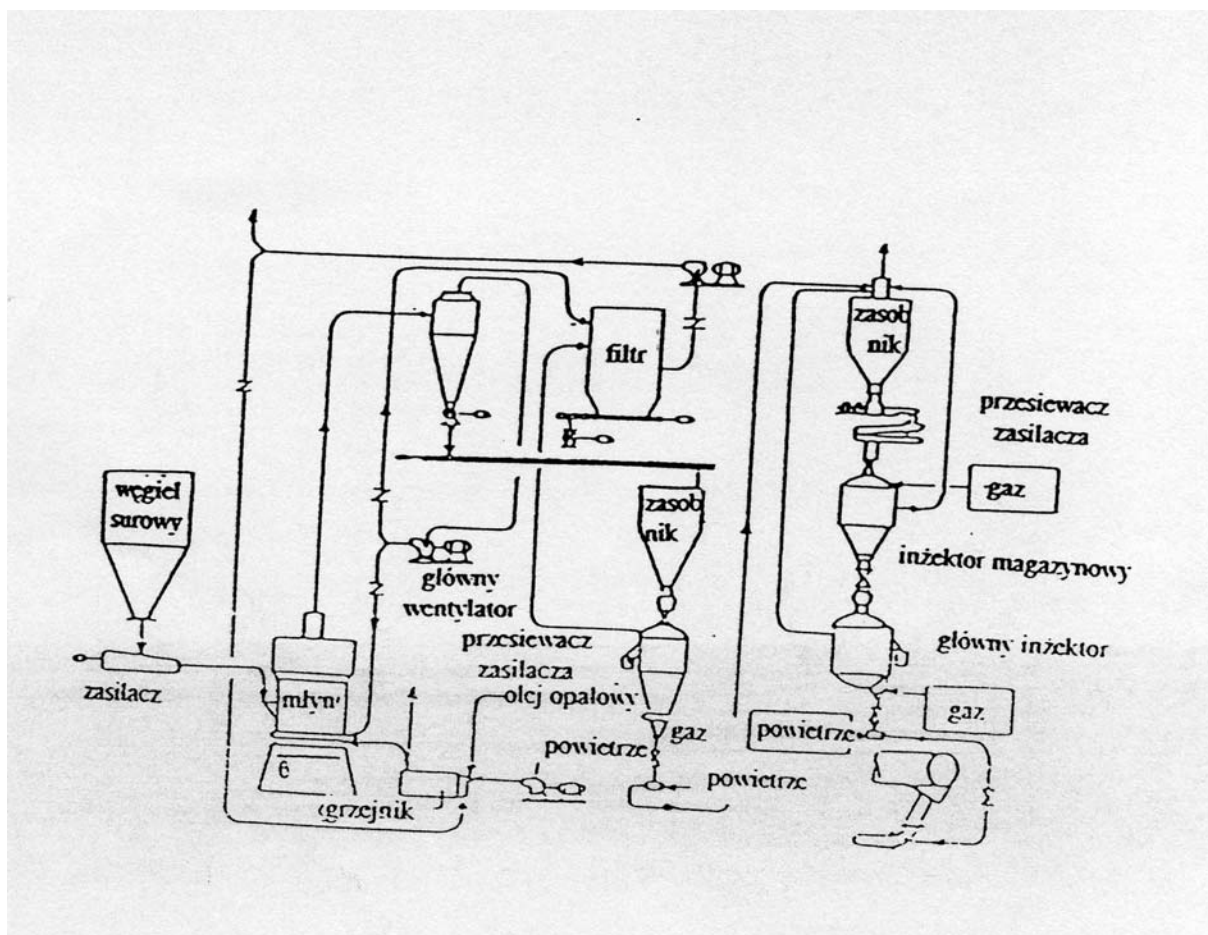
Rys. 29. Poglądowy schemat przygotowania i wdmuchiwania węgla w systemie Kutnera.



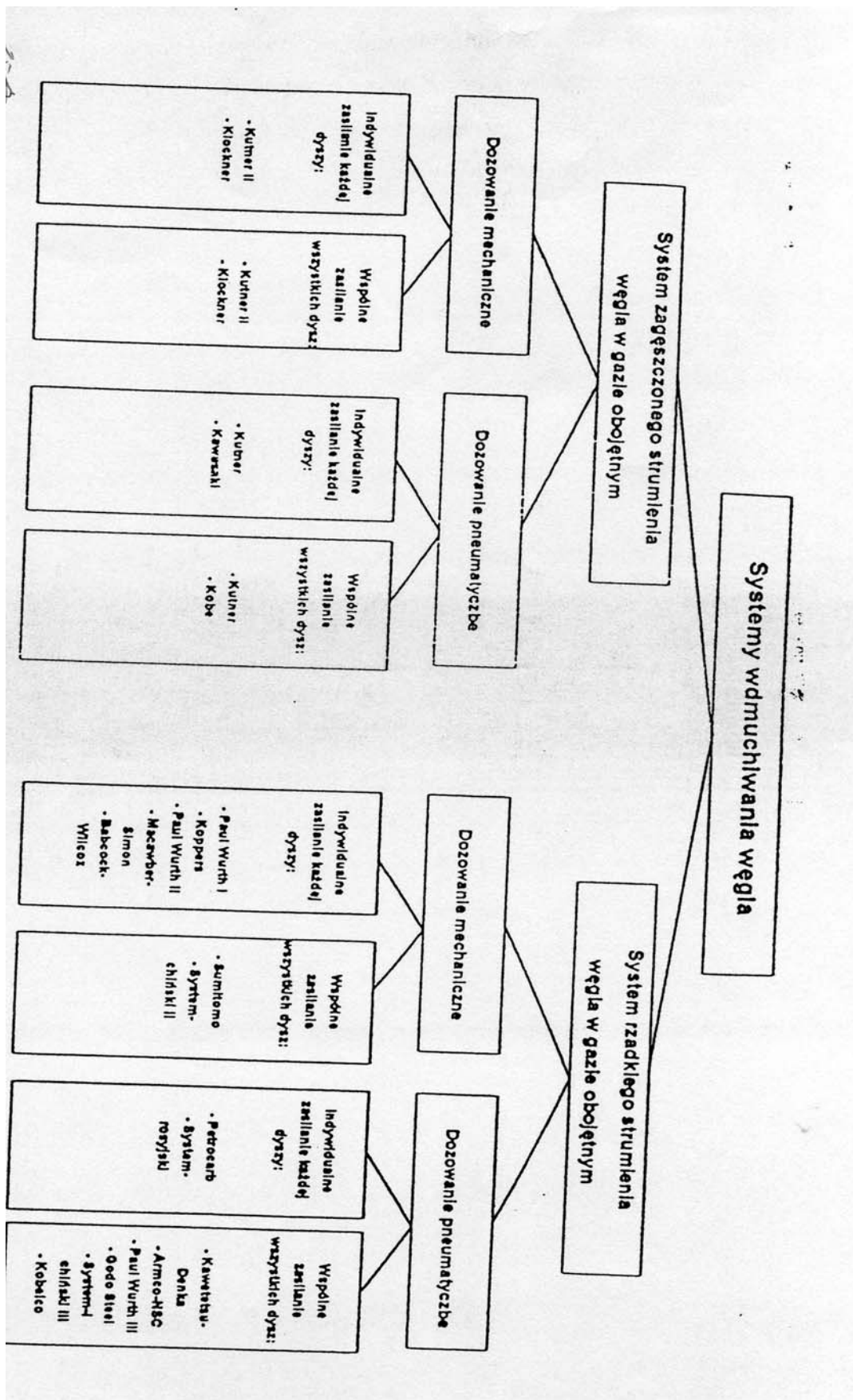
Rys.28.
Typowa wieża do wdmuchiwania.



Rys.27. Typowa instalacja do przygotowania węgla.



Rys. 26
 Typowy schemat urządzeń do przygotowania węgla połączony z systemem wdmuchiwania węgla.



Rys. 25 System wdmuchiwanla węglu.

Tablica 4. Skład chemiczny i granulometryczny wdmuchiwanycy pyłów węglowych.

Analiza	Typ	Części lotne [%]	C [%]	H [%]	S [%]	Popiół [%]	H ₂ O [%]	Na ₂ O+K ₂ O [%]	Ziarnistość [mm]
Antracyt	nr 6	9.1	81.2	3.6	0.8	10.0	0.8	0.6	0.06
Węgiel o małej zawartości części lotnych	nr 1	15.3	83.3	4.1	0.8	6.6	0.4	0.3	0.05
	nr 11	15.9	83.3	4.1	0.8	6.9	0.6	0.4	0.05
	nr 2	22.7	81.7	4.8	1.1	7.7	0.4	0.3	0.05
Węgiel o średniej zawartości części lotnych	nr 8	25.3	80.5	4.7	1.0	7.5	0.9	0.3	0.06
	nr 10	23.9	71.9	3.9	0.5	13.8	1.3	0.1	0.07
	nr 9	29.3	76.5	4.5	0.6	8.4	1.4	0.2	0.07
Węgiel o dużej zawartości części lotnych	nr 4	32.1	78.8	4.9	1.1	6.7	1.2	0.3	0.06
	nr 3	31.2	72.3	4.8	1.5	12.0	0.4	0.5	0.06
	nr 7	33.4	78.3	5.2	1.0	5.8	1.4	0.3	0.06
	nr 5	50.5	65.3	4.7	0.3	5.2	11.1	0.1	0.10
Węgiel brunatny	nr 5	50.5	65.3	4.7	0.3	5.2	11.1	0.1	0.10
Mieszanka 8+3+6	nr M1	18.4	81.3	4.3	0.9	8.1	0.8	0.5	0.06
Mieszanka 4+6	nr M3	20.8	80.3	4.3	1.1	7.8	0.9	0.5	0.06
Mieszanka 8+3	nr M2	28.5	77.3	4.6	1.3	8.4	1.2	0.4	0.08
	nr M4	32.7	78.9	5.0	1.1	6.6	0.9	0.3	0.06

Tablica 4

Regulacja pracy wielkiego pieca za pomocą dwóch zmiennych

Zmienna podstawowa	Druga zmienna	Zmiana					Wpływ na pracę wielkiego pieca			
		ΔT °C	ΔW g/m ³	Δ_s kg/t	Δ_{gz} m ³ /t	Δ_{gk} m ³ /t	ΔR %	Δr_{CO} %	Δr_{H_2} %	ΔT_{sp} °C
Temperatura dmuchu	wilgość dmuchu	+112	+8	—	—	—	0	-1,00	+1,00	+40
	olej	+31	—	+6	—	—	0	-0,40	+0,40	+15
	gaz ziemny	+47	—	—	+5	—	0	-0,60	+0,60	+20
	gaz koksowniczy	+51	—	—	—	+9	0	-0,75	+0,75	+20
Wilgość dmuchu	olej	—	-3	+8	—	—	0	-0,20	+0,20	+5
	gaz ziemny	—	-6	—	+8	—	0	-0,40	+0,40	+10
	gaz koksowniczy	—	-7	—	—	+17	0	-0,60	+0,60	+10

Tablica 5

Regulacja pracy wielkiego pieca za pomocą trzech zmiennych

Dwie zmienne podstawowe	Trzecia zmienna	Zmiana					Wpływ na pracę wielkiego pieca			
		ΔT °C	ΔW g/m ³	Δ_s kg/t	Δ_{gz} m ³ /t	Δ_{gk} m ³ /t	ΔR %	Δr_{CO} %	Δr_{H_2} %	ΔT_{sp} °C
Temperatura dmuchu i wilgość	olej	+10	-2	+7	—	—	0	-0,30	+0,30	0
	gaz ziemny	-12	-7	—	+9	—	0	-0,30	+0,30	0
	gaz koksowniczy	-7	-8	—	—	+18	0	-0,50	+0,50	0

Tablica 6

Regulacja pracy wielkiego pieca za pomocą jednej zmiennej

Zmienna wybrana do regulacji pracy wielkiego pieca	Zmiana					Wpływ na pracę wielkiego pieca			
	ΔT °C	ΔW g/m ³	Δ_s kg/t	Δ_{gz} m ³ /t	Δ_{gk} m ³ /t	ΔR %	Δr_{CO} %	Δr_{H_2} %	ΔT_{sp} °C
Temperatura dmuchu	+70	—	—	—	—	+0,80	-0,70	-0,10	+50
Wilgość dmuchu	—	-14	—	—	—	+2,50	-0,10	-2,40	+75
Olej	—	—	+10	—	—	-1,00	-0,10	+1,10	-15
Gaz ziemny	—	—	—	+14	—	-2,00	-0,40	+2,40	-25
Gaz koksowniczy	—	—	—	—	+32	-2,70	-0,70	+3,40	-45

Wpływ wilgoci dmuchu na teoretyczny skład chemiczny gazu garowego Tablica 1

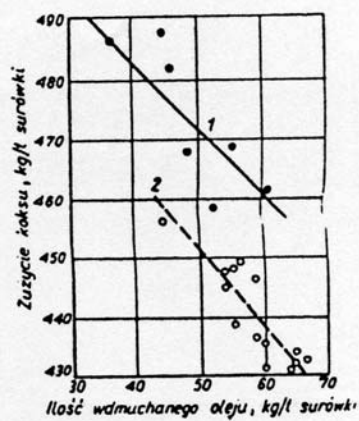
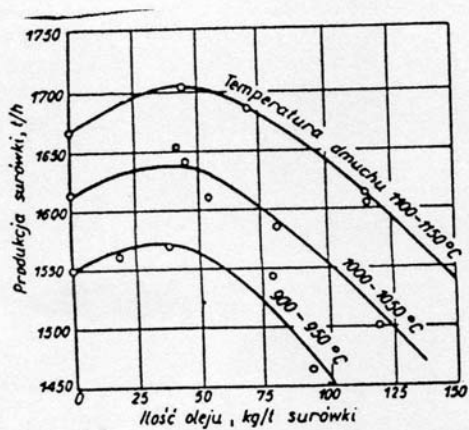
Zawartość wilgoci w dmuchu		Teoretyczny skład chemiczny gazu garowego, %		
%	g/m ³	CO	H ₂	N ₂
0	0	34,7	—	65,3
1,0	8	35,0	—	64,2
2,0	16	35,2	0,8	63,2
3,0	24	35,5	1,0	62,1
4,0	32	35,9	2,4	60,9
			3,2	

Osiągnięte wskaźniki ruchowe wielkiego pieca przy spalaniu różnych paliw Tablica 2

Paliwo	Temperatura płomienia °C	Koks potrzebny na regenerację kg	Ilość gazów powstała przy spalaniu m ³
Motan	-300	-07	+273
Olej	-300	-31	+145
Węgiel	-90	-10	+60
Gaz koksowniczy	-400	-43	+128

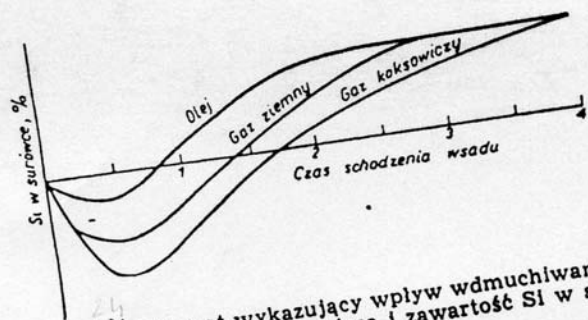
Efekt działania zmiennych stosowanych do regulacji pracy wielkiego pieca Tablica 3

Wyszczególnienie	Temperatura dmuchu +1°	Wilgość +1 g/Nm ³	Tlen +1 %	Olej +1 kg	Gaz ziemny +1 m ³	Gaz koksowniczy +1 m ³
E ₁ (kg koksu zastąpionogo w szybie)	-0,10	+1,42	-1,53	+0,61	+1,01	+0,60
E ₂ (kg koksu zastąpionego w strefie wytwarzającej)	+0,25	-2,26	+2,73	+0,49	-0,24	-0,26
E (sumaryczny współczynnik zamiany)	+0,15	-0,84	+1,20	+1,10	+0,77	+0,34
Zmiana wskaźnika redukcji bezpośredniej Δr	+0,014	-0,199	+0,103	-0,078	-0,134	-0,08
Zmiana wskaźnika redukcji pośredniej						
ΔrCO	-0,013	+0,033	-0,071	-0,035	-0,054	-0,033
ΔrH ₂	-0,001	+0,166	-0,122	+0,113	+0,188	+0,133

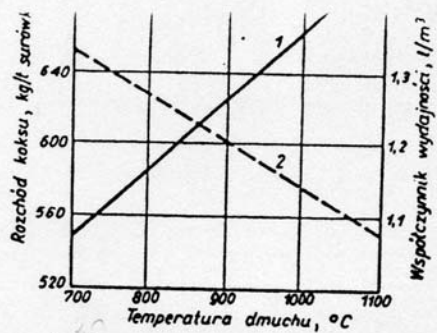


Rys. 24 (z lewej). Zależność wydajności wielkiego pieca od ilości wdmuchanego oleju

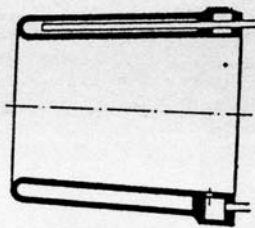
Rys. 25 (z prawej). Zależność zużycia koksu od ilości wdmuchanego oleju
1 - dmuch zwykły, 2 - dmuch wzbogacony w tlen do 22,5%



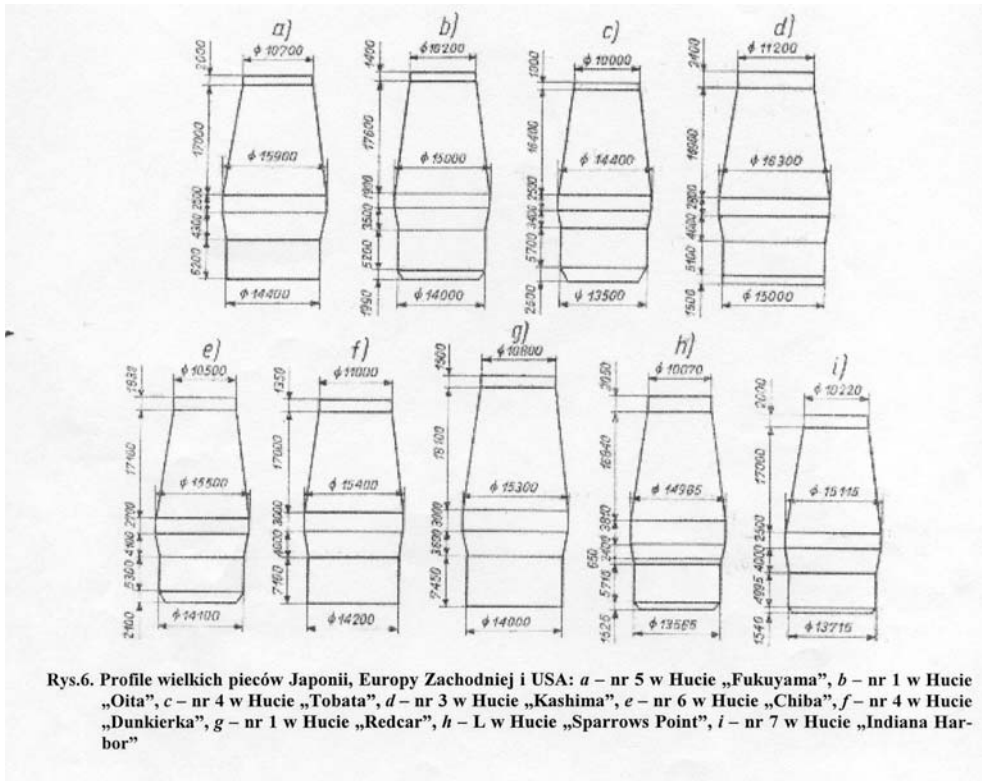
Rys. 24 Schemat wykazujący wpływ wdmuchiwania paliw na bieg wielkiego pieca i zawartość Si w surowce



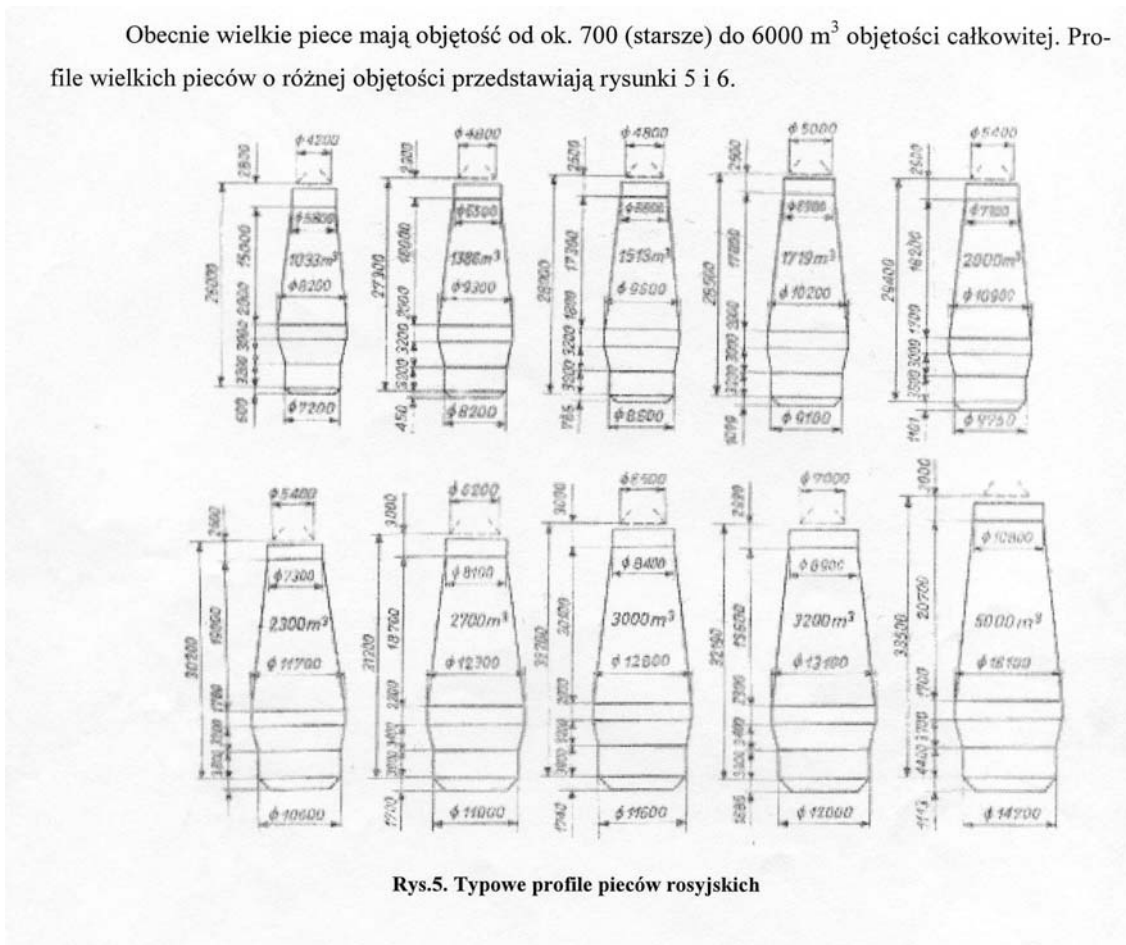
Ryś. 20 Wpływ temperatury dmuchu na pracę wielkiego pieca
 1 — współczynnik wydajności, 2 — rozchód koksu



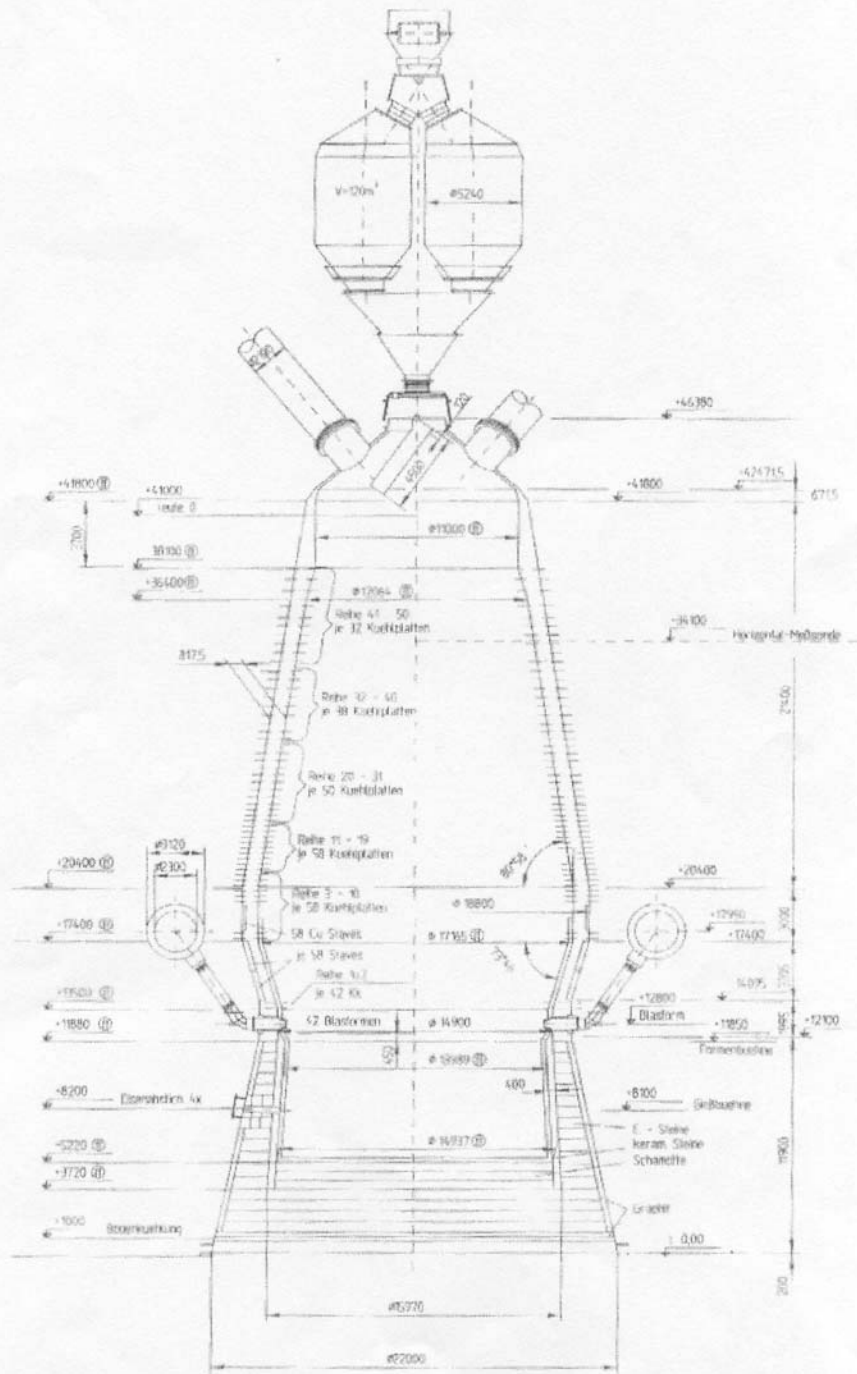
Rys. 21. Dysza do wdmuchiwania gazu ziemnego



Obecnie wielkie piece mają objętość od ok. 700 (starsze) do 6000 m³ objętości całkowitej. Profile wielkich pieców o różnej objętości przedstawiają rysunki 5 i 6.

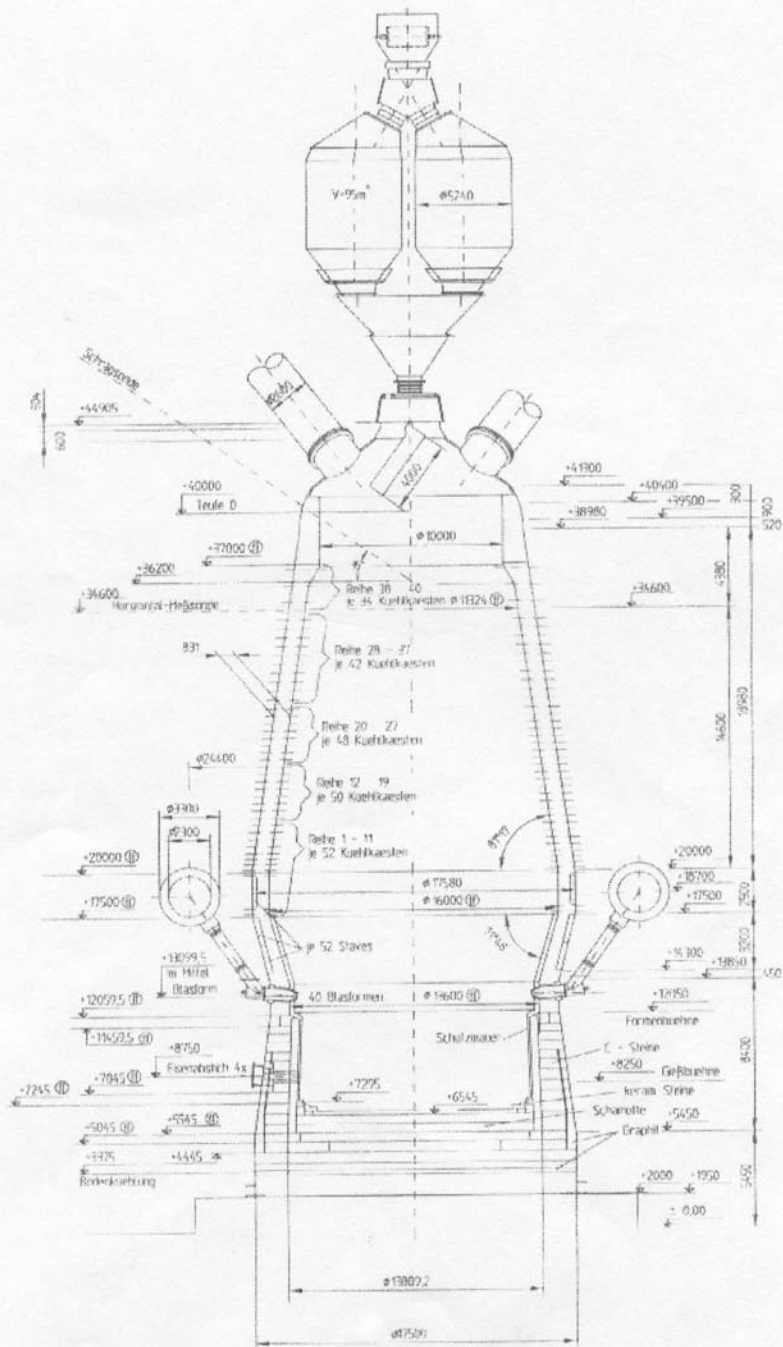


HO 2 / Schwelgern

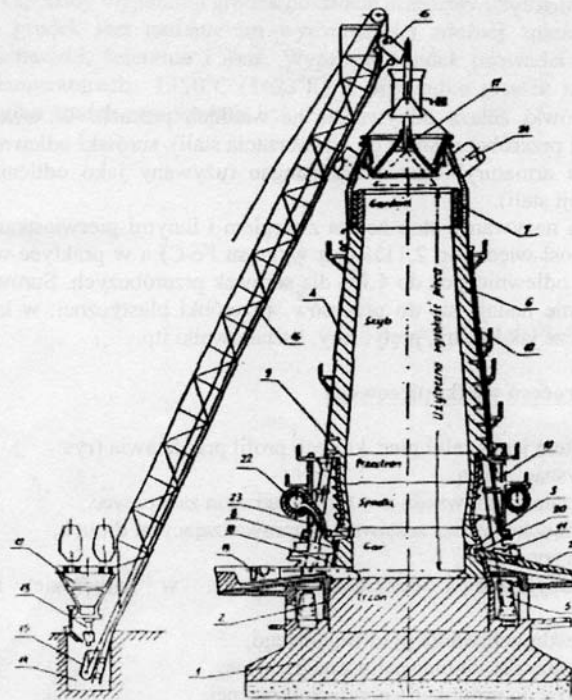


Rys.4. Przekrój wielkiego pieca nr 2 w Hucie Schwelgern (Thyssen Krupp Stahl AG)

HO 1 / Schmelzger



Rys.3. Przekrój wielkiego pieca nr 1 w Hucie Schmelzger (Thyssen Krupp Stahl AG)



Wielki piec z zespołem urządzeń załadunkowych: 1 - fundament; 2 - pancerz trzonu; 3 - pancerz garu i spadków; 4 - pancerz szybu i gardzieli; 5 - kolumny podszybowe; 6 - obmurze z materiałów ogniotrwałych; 7 - płyty stalowe dla ochrony gardzieli; 8 - chłodnice zewnętrzne; 9 - chłodnice wewnętrzne; 10 - rury wodne zasilające; 11 - zbiorniki wody z chłodnic; 12 - zasobniki tworzyw; 13 - wagon-waga; 14 - jama skipowa; 15 - skip (wózek skipowy); 16 - wyciąg skipowy; 17 - urządzenie zasypowe; 18 - otwór spustowy; 19 - rynna do surówki; 20 - otwór żużlowy; 21 - rynna do żużla; 22 - okrężnica doprowadzająca dmuch; 23 - zestaw dyszowy; 24 - przewody odprowadzające gaz.

Rys.7.