

ZAŁĄCZNIK I DANE DOTYCZĄCE KOSZTÓW JEDNOSTKOWYCH DLA PRODUKCJI METALI ORAZ DLA SYSTEMÓW OGRANICZANIA ZANIECZYSZCZEŃ

Niniejszy załącznik zestawia dane umożliwiające porównanie kosztów dla niektórych procesów i instalacji ograniczania zanieczyszczeń. Podane dane skupiają się na instalacji technologicznej i głównych danych zużycia. Czynniki kosztów specyficzne dla określonego miejsca zostały wyeliminowane w maksymalnym możliwym stopniu. Informacje podają rząd wielkości zakresu kosztów i umożliwiają ograniczone porównanie kosztów pomiędzy stosowanymi technikami.

Brak jest dostępnych danych dla wszystkich grup metali, a dostępne dane prezentowane są jako załącznik, tak aby pewne koszty np. dla pieców, systemów ograniczania zanieczyszczeń itd. mogły być odnoszone do tych grup. Koszty są głównie podawane na podstawie kosztów na tonę produkcji. Tam gdzie jest to możliwe podawana jest wielkość instalacji technologicznej (zdolność produkcyjna) lub instalacji ograniczania zanieczyszczenia, tak aby dane mogły być stosowane do określenia zgrubnych oszacowań dla sektorów, które mogą nie być reprezentatywne.

Kilka źródeł przedstawiło dane i wszystkie te dane podają jednostkowy koszt inwestycyjny na tonę wyprodukowanego metalu. Dane zostały podane w różnorodnych walutach będących w użyciu w momencie zakupu. Aby umożliwić bezpośrednie porównania waluty te przeliczono na euro stosując kurs wymiany obowiązujący 16 czerwca 1999 – 1,06 USD = 1€ (euro). Różne kursy wymiany, które obowiązywały od 1950, są podane niżej, tak by można było w razie potrzeby dojść do kosztów początkowych (oryginalnych).

Rok	DM / £	DM / US \$	US \$ / £	DM / ECU *	US \$ / ECU *
1950	11,76	4,20	2,80	-	-
1960	11,71	4,17	2,81	-	-
1970	8,74	3,65	2,40	-	-
1980	4,23	1,82	2,33	2,48	1,36
1990	2,88	1,62	1,79	2,07	1,26
1993	2,48	1,65	1,50	1,90	1,15
1996	2,35	1,50	1,56	1,90	1,27
1998	2,91	1,76	1,66	1,97	1,12

* tylko od 1979

Tabela I.1: Niektóre kursy wymiany walut

Dane kosztów przedstawione w tym załączniku wskazują tylko rząd wielkości.

Pewne źródła podały również koszty finansowania i koszty eksploatacyjne tylko dla konkretnej instalacji. Nie można ich stosować do innych miejsc, ponieważ koszty indywidualnych operacji zawierałyby znaczny udział składników kosztowych specyficznych dla danego miejsca i dla danej firmy.

I.1 Czynniki wpływające na koszty

Niektóre z czynników wpływających na wspomniane powyżej koszty specyficzne dla danego miejsca, obejmują co następuje:-

- Transport:
 - Koszty transportu materiału wsadowego (wpływ na koszt obróbki i rafinacji).
 - Koszty transportu produktu (produktów).

- Bezpośrednie koszty eksploatacyjne:
 - Robocizna, warunki klimatyczne, przygotowanie instalacji produkcyjnych (koszty transportu wewnętrznego), zasilanie energetyczne, dostępna infrastruktura, szczególne wymagania dotyczące ochrony środowiska.
- Koszty sprzedaży:
 - Dostęp do rynku, infrastruktura, warunki klimatyczne.
- Koszty kapitałowe:
 - Opcje wysyłki materiału wsadowego, dostęp do rynku i warunki rynkowe/sprzedaż produktu, struktura korporacyjna.
- Koszty inwestycyjne:
 - Warunki klimatyczne, dostępna infrastruktura, energia i materiały eksploatacyjnego zużycia, specyficzne lokalne wymagania ochrony środowiska.

Powyższe czynniki wskazują, że bardzo trudno podać wiarygodne dane dotyczące kosztów, które mogłyby być stosowane w bardziej ogólnym znaczeniu bez ryzyka wprowadzających w błąd wyników. Kompletna i wiarygodna kalkulacja ekonomiczna/ocena może zostać dokonana tylko dla inwestycji w konkretnym miejscu. Tylko na takiej podstawie dostępne są określone dane dotyczące kosztów. Na przykład następujące czynniki mają decydujący wpływ na aspekty ekonomiczne projektu i nie zawsze mogą być oszacowane w tym załączniku –

- koszty obróbki i rafinacji koncentratu,
- koszty koncentratu, topnika itd. i innych zakupów,
- cena zakupu surowców (po odliczeniach),
- cena zakupu rafinowanego metalu,
- sprzedaż produktów ubocznych jak kwas siarkowy lub podobne,
- wybrany kraj (podatki, robocizna, koszty energii i usuwania, inflacja),
- konkretne miejsce (transport czystych materiałów i wyrobów),
- infrastruktura (dostępność energii, wody, tlenu, konserwacja),
- wydajność instalacji,
- rodzaj i skład wsadu,
- harmonogram i czas trwania inwestycji,
- finansowanie inwestycji,
- koszty budowy i montażu (wykonanie krajowe).

Tam gdzie koszty są znane dokładnie dla konkretnych instalacji, zostały one włączone, ale są one podane oddzielnie, tak by można było wziąć pod uwagę różnorodność w zależności od miejsca. Tam gdzie było to możliwe załączono komentarze, aby zilustrować jak zmiany kosztów, np. kosztów usuwania odpadów, mogą powodować istotną zmianę w kosztach.

I.2 Jednostkowe koszty inwestycyjne dla zakładów produkcyjnych miedzi

Jak wyjaśniono powyżej, na koszty zakładów produkcyjnych miedzi ma wpływ szereg czynników specyficznych dla danego miejsca, a nie tylko wybrana technologia procesu i techniki ograniczania zanieczyszczeń. Następujące tabele podają niektóre dane związane z technologią.

Tabela podaje dla zakładów zbudowanych w terenie nieuzbrojonym-

- rok inwestycji;

- kluczowe instalacje zakładu objęte inwestycją;
- wydajność produkcyjną w odniesieniu do wskaźnika kosztów.

Normalne techniki ograniczania zanieczyszczeń w zakładzie zostały włączone do wskaźnika kosztów. Koszty inwestycyjne zostały podane jako koszt jednostkowy na tonę miedzi. Dane dotyczące kosztów należy rozumieć jako wskazanie rzędu wielkości. Koszty ziemi, finansowe, wewnętrznej i zewnętrznej infrastruktury zakładu, koszty właściciela podczas budowy i wszystkie pozostałe inwestycje, które nie są bezpośrednio związane ze wspomnianymi instalacjami zakładu nie zostały włączone.

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1977	2250 – 2450	Miedź anodowa 70000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>częściowe prażenie i wytapianie w piecu elektrycznym</u> , konwertor pierwotnego wytapiania, instalacja do produkcji anod, piec elektryczny do oczyszczania żużła, dwukatalityczna instalacja kwasu
1980	2450 – 2650	Miedź anodowa 150000 – 160000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec zawieszinowy Outokumpu</u> , konwertor pierwotnego wytapiania, instalacja do produkcji anod, piec elektryczny do oczyszczania żużła, dwukatalityczna instalacja kwasu
1981	1700 – 1850	Miedź anodowa 280000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec zawieszinowy Outokumpu</u> , konwertor pierwotnego wytapiania, instalacja do produkcji anod, piec elektryczny do oczyszczania żużła, dwukatalityczna instalacja kwasu
1981	2850 – 3000	Miedź anodowa 100000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>ciągłe wytapianie Mitsubishi</u> , instalacja do produkcji anod, dwukontaktowa instalacja kwasu
1981	2250 – 2550	Miedź anodowa 120000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec zawieszinowy INCO</u> , konwertor pierwotnego wytapiania, instalacja do produkcji anod, dwukatalityczna instalacja kwasu
1992	2150 – 2250	Miedź anodowa 150000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>proces ISA Melt</u> , konwertor pierwotnego wytapiania, instalacja do produkcji anod, piec elektryczny do oczyszczania żużła, dwukatalityczna instalacja kwasu
1994	2250 – 2350	Miedź anodowa 285000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec zawieszinowy Outokumpu do wytapiania</u> , konwertor zawieszinowy, instalacja do produkcji anod, dwukatalityczna instalacja kwasu. Flotacja żużła nie włączona.
1995	2350 – 2750	Miedź anodowa 120000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec zawieszinowy Outokumpu</u> , konwertor pierwotnego wytapiania, instalacja do produkcji anod, piec elektryczny do oczyszczania żużła, dwukatalityczna instalacja kwasu
1997	1950 - 2150	Miedź anodowa 160000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>ciągłe wytapianie Mitsubishi</u> , instalacja do produkcji anod, dwukontaktowa instalacja kwasu
1998	2550 – 2650	Miedź anodowa 303000 t/r	<u>Piec zawieszinowy Outokumpu do wytapiania</u> , <u>konwertor zawieszinowy</u> , instalacja do produkcji anod, dwukatalityczna instalacja kwasu
1998	2950 – 3150	Miedź anodowa 200000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>ciągłe wytapianie Mitsubishi</u> , instalacja do produkcji anod,

			dwukontaktowa instalacja kwasu
Uwaga: Wskazania kosztów w podanym roku nie uwzględniają rozbudowy lub dostosowania! Oryginalne koszty były podane w \$ i zostały przeliczone po kursie € = 1,06\$.			

Tabela I.2: Kompleksy pieca do wytapiania pierwotnej miedzi/instalacji produkcyjnej kwasu
Źródło: przemysł miedziowy – [tm 92, Copper Export Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998, Copper Conference 1999 - Konferencja nt. miedzi 1999]

Projekt Ronnskar,

Opis elementów projektu: -

- Rozbudowa nabrzeża do rozładunku surowców.
- Obudowanie przenośników do transportu surowców.
- Instalacja mieszania i przenośniki.
- Piec zawieszony Outokumpu.
- Nawa konwertorów z trzema konwertorami Pierce-Smith każdy o pojemności 250 t.
- System wyciągowy powietrza wentylacyjnego i filtr tkaninowy.
- Rafinacja ogniowa i instalacja odlewania anod – dodatkowa wydajność 45 t/h.
- 33 % wzrost w elektorafinerii miedzi, wyparka do produkcji siarczanu miedzi.
- Modernizacja instalacji kwasu siarkowego w celu umożliwienia obróbki 280000 Nm³/h. Stopień usuwania rtęci.
- Aparatura kontrolno-pomiarowo-regulacyjna procesu.
- Koszty robót budowlanych.

Dane eksploatacyjne:

Dostępna są najnowsze informacje nt. modernizacji konkretnego procesu. W tym przypadku publikowane koszty są podane niżej. Zakład w budowie w 1999 – dodatkowa produkcja 100000 ton miedzi/rok.

Aspekty ekonomiczne:

Całkowity koszt projektu – 2 miliardy koron szwedzkich (224 miliony euro). Przewidywany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych – 6,5 roku.

Źródło – Boliden

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1990	1300 – 1500	Miedź anodowa 50000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec szybowy</u> , konwertor, instalacja do produkcji anod.
1990	1100 – 1300	Miedź anodowa 80000 – 100000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec elektryczny</u> , konwertor, instalacja do produkcji anod.
1991	1250 – 1400	Miedź anodowa 60000 t/r	Transport/składowanie materiału, <u>piec TBR</u> , instalacja do produkcji anod. *)

Uwaga *) Koncepcja techniczna jest inna niż proces stosowany teraz w Metallo Chimique i Elmet. Wskazania kosztów w podanym roku nie uwzględniają rozbudowy lub dostosowania! Oryginalne koszty były wyrażone w \$ i zostały przeliczone po kursie € = 1,06\$. Źródło: Przemysł miedziowy – tm 92, Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998.

Tabela I.3: Piece do wytapiania miedzi wtórnej.

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1976	470	Miedź katodowa 380000 t/r	Koncepcja klasycznego procesu z arkuszami rozruchowym i mechanizacją.
1987	550 – 600	Miedź katodowa 40000 t/r	Koncepcja procesu ISA z katodami stałymi.
1990	400 – 450	Miedź katodowa 180000 t/r	Koncepcja procesu ISA z katodami stałymi.
1993	450 – 480	Katody Miedziowe 150000 t/r	Koncepcja procesu ISA z katodami stałymi.
1994	650	Katody Miedziowe 280000 t/r	Modernizacja/rozbudowa istniejącej rafinerii w oparciu o koncepcję Kidd Creek ze stałymi katodami
1996	400 – 450	Katody Miedziowe 200000 t/r	Koncepcja procesu ISA z katodami stałymi.

Uwaga: Wskazania kosztów w podanym roku nie uwzględniają rozbudowy lub dostosowania! Oryginalne koszty były wyrażone w \$ i zostały przeliczone po kursie € = 1,06\$.

Tabela I.4: Elektrolityczne rafinerie miedzi

Źródło: Przemysł miedziowy – [tm 92, Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1992	180 – 200	Walcówka miedziana 220000 t/r	Ciągła linia walcownicza typu <u>Southwire</u> do walcowania walcówki z piecem szybowym do topienia
1995	280 – 320	Walcówka miedziana 80000 t/r	Ciągła linia walcownicza typu <u>Southwire</u> do walcowania walcówki z piecem szybowym do topienia
1995	290 – 330	Walcówka miedziana 80000 t/r	Ciągła linia walcownicza typu <u>Contirod</u> do walcowania walcówki z piecem szybowym do topienia

Uwaga: Wskazania kosztów w podanym roku nie uwzględniają rozbudowy lub dostosowania! Oryginalne koszty były w \$ i zostały przeliczone po kursie € = 1,06\$.

Tabela I.5 Instalacje do produkcji walcówki miedzianej

Źródło: Przemysł miedziowy – [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]

I.3 Jednostkowe koszty inwestycyjne dla procesów pierwotnego i wtórnego aluminium

Piece do wytapiania pierwotnego aluminium

Niżej podane są zakresy kosztów inwestycyjnych na przekształcenia, które są identyfikowane jako możliwe opcje dla poprawy osiągniętych instalacji lub na budowę nowych, nowoczesnych instalacji.

Przekształcenie pieca wielokomorowego (z szybem bocznym i załadowniczym) do wstępnego spiekania (SWPB) na piec do wstępnego spiekania z punktowym urządzeniem wsadowym (PFPB):

400 – 1000 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Przekształcenie pieca z szybem centralnym (CWPB) do wstępnego spiekania na piec do wstępnego spiekania z punktowym urządzeniem wsadowym

100 – 200 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Przekształcenie pieca z pionową elektrodą Søderberga (VSS) na piec do wstępnego spiekania z punktowym urządzeniem wsadowym:

2500 – 4000 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Przekształcenie klasycznego VSS na zmodernizowane VSS:

100 – 250 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Nowy piec do wstępnego spiekania z punktowym urządzeniem wsadowym (teren nieuzbrojony):

4000 – 5000 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Przekształcenie SWPB lub VSS na piec do wstępnego spiekania z punktowym urządzeniem wsadowym w większości przypadków nie może dać nigdy osiągniętych porównywalnych z wynikami nowej instalacji PFBP.

Koszt eksploatacyjny dla pieca do wytapiania pierwotnego zależy całkowicie od podanych wyżej czynników i zgodnie z raportami różnych konsultantów będzie się mieścił w zakresie 950 – 1500 euro na tonę, z wyłączeniem kosztów kapitałowych.

Koszty inwestycyjne na wyposażenie ograniczania zanieczyszczeń będą zależeć od warunków specyficznych dla danego miejsca, ponieważ warunki te będą określać zakres dodatkowego wyposażenia i prac dodatkowo do już zainstalowanych urządzeń. Można podać następujące zakresy.

Instalacja do oczyszczania na sucho:

150 – 250 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Skruber z wodą morską do usuwania SO₂ z gazów z elektrolizerni:

40 – 70 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Skruber z alkaliami do usuwania SO₂ z gazów z elektrolizerów:

100 – 200 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Dane dotyczące kosztów dla pieców do wytapiania wtórnego

Koszty instalacji technologicznych:

Piec obrotowy: 15 – 60 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Koszty instalacji do ograniczania zanieczyszczeń:

System filtrów workowych: 30 – 75 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

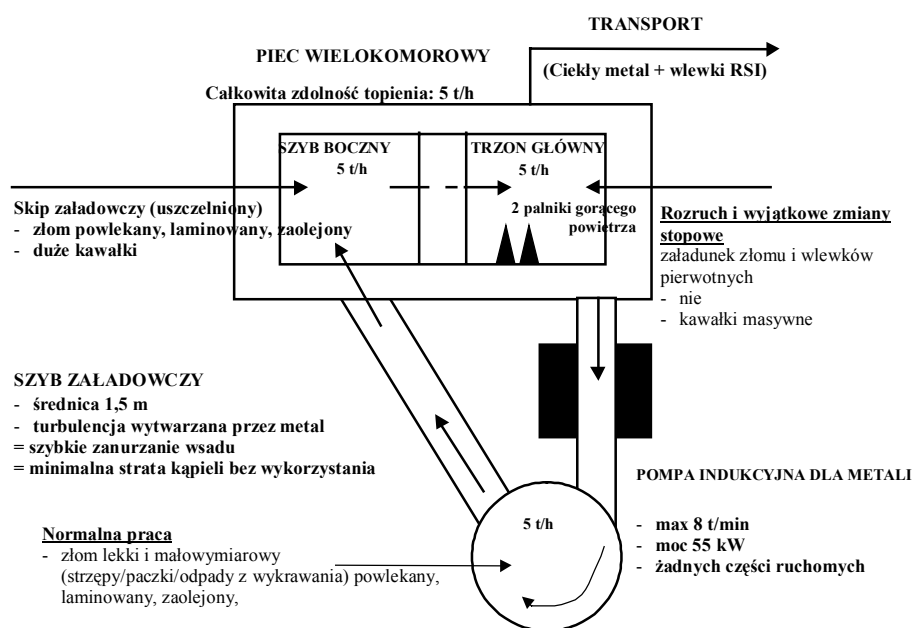
System filtrów ceramicznych:

< 30 euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej

Zastosowanie systemu do pompowania ciekłego metalu w piecu do wytapiania wtórnego.

Opis:

Piec płomieniowy z szybem bocznym, szybem załadoczym i systemem pompowania ciekłego metalu.



Główne korzyści dla środowiska

Potencjalne wyeliminowanie topnika solnego. Większy zakres surowców niż w prostym piecu płomiennym, lepsze wylapywanie gazów odlotowych z pieca.

Dane eksploatacyjne:

Zwiększenie uzysku metalu z 83 do 88 %, redukcja kosztów energii.

Aspekty ekonomiczne:

Koszt (1997) 30-tonowego pieca i systemu EMP: 1 800 000 funtów (2,73 miliona euro).

Szacunkowa wielkość oszczędności (energia, większy uzysk, oszczędność topników i oszczędność na oczyszczaniu): 832 000 funtów (1,26 miliona euro) na rok.

Zwrot nakładów inwestycyjnych: 2,2 roku

Koszt systemu pompowania i szybu wsadowego: ~ 300 000 funtów (456 000 euro).

Możliwość zastosowania:

Nowe i modernizowane piece.

Instalacje przykładowe:

Belgia i Zjednoczone Królestwo WB i IP

Bibliografia:

[tm 123, ETSU 1998, tm 122 Mclelan 1998]

I.4 Jednostkowe koszty inwestycyjne dla procesów Pb-Zn

Następujące tabele podają pewne dane dla pieców do wytapiania pierwotnego i wtórnego ołowiu, dla instalacji cynku elektrolitycznego, jak również dla pieców szybowych Zn-Pb, dla pieca Waelza, dla instalacji produkcji tlenku cynku i ołowiu metodą przewalową i dla instalacji H₂SO₄. Koszty są podane w USD na tonę rocznej zdolności produkcyjnej. Kurs wymiany USD na lokalną walutę jest znów bardzo ważny i zależny od czasu.

Prezentowane dane obejmują:

- rok oceny tych wielkości kosztów
- wielkość dostawy
- wielkość pieca do wytapiania
- jednostkowe koszty inwestycyjne na tonę metalu.

W przypadku pieców szybowych Pb-Zn koszty inwestycyjne są związane z produkcją samego Zn, jak również z całkowitą produkcją Zn+Pb. Koszty ukazują tylko rząd wielkości dla takich inwestycji.

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1980	660	100000 t Pb/r	Maszyna spiekalnicza, piec szybowy, H ₂ SO ₄ , rafinacja ołowiu
1990	400	60000 t Pb/r	Surowce wtórne, oddzielanie plastyku, wytapianie, rafinacja ołowiu
1990	635	30000 t Pb/r	Surowce wtórne, oddzielanie plastyku, wytapianie, rafinacja ołowiu (taki sam rząd wielkości dla systemu CX)
1997	625	100000 t Pb/r	Instalacja QSL, H ₂ SO ₄ , bez rafinacji ołowiu (proces Kivcet i TBRC powinny wykazywać podobne koszty inwestycyjne)
1997	330	30000 t Pb/r	Surowce wtórne, piec szybowy, rafinacja ołowiu
1997	145	100000 t Pb/r	Rafinacja ołowiu

Tabela I.6: Procesy produkcji ołowiu
[tm 120, TU Aachen 1999]

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1980	1580	100000 t Zn/r	Prażenie, ługowanie, oczyszczanie, elektroliza, instalacja H ₂ SO ₄ , odlewnia
1996	1530	100000 t Zn/r	Prażenie, ługowanie, oczyszczanie, elektroliza, instalacja H ₂ SO ₄ , odlewnia
1997	1450	100000 t Zn/r	Prażenie, ługowanie, oczyszczanie, elektroliza, instalacja H ₂ SO ₄ , odlewnia

Tabela I.7: Procesy produkcyjne cynku
[tm 120, TU Aachen 1999]

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1980	1550	100000 t Zn/r, 40000 t Pb/r	Spiekanie - prażenie, ISF, instalacja H ₂ SO ₄ , rafinacja Zn
1996	1380	100000 t Zn/r, 40000 t Pb/r	Spiekanie - prażenie, ISF, instalacja H ₂ SO ₄ , rafinacja Zn
1996	2080	100000 t Zn/r	Spiekanie - prażenie, ISF, instalacja H ₂ SO ₄ , rafinacja Zn
1997	1790	100000 t Zn/r, 40000 t Pb/r	Spiekanie - prażenie, ISF, instalacja H ₂ SO ₄ , rafinacja Zn
1997	2580	100000 t Zn/r	Spiekanie - prażenie, ISF, instalacja H ₂ SO ₄ , rafinacja Zn
1994	2800	85000 t Zn/r, 35000 t Pb/r	Spiekanie - prażenie, ISF, instalacja H ₂ SO ₄ , rafinacja Zn

(ISF = angielski piec do wytapiania)

Tabela I.8: Procesy cynku i ołowiu
[tm 120, TU Aachen 1999]

Rok	Zainwestowany koszt w euro na tonę rocznej wydajności produkcyjnej	Wytwarzany produkt i projektowa zdolność produkcyjna w t/r	Instalacje zakładu objęte inwestycją
1980	480	21000 t tlenku Waelza/r	Piec Waelza, chłodnia, filtr
1997	415	20000 t żużla/r	Suszenie, odzysk tlenku cynku i ołowiu, kocioł odzysknicowy, PSA, filtr

Tabela I.9: Pozostałości pochodzące z procesu produkcji cynku
[tm 120, TU Aachen 1999]

I.5 Dane dotyczące kosztów technik ograniczania zanieczyszczeń

I.5.1 Ograniczanie zanieczyszczeń powietrza w przemyśle produkcji miedzi

Techniki stosowane do oczyszczania gazów odlotowych i gazów wentylacyjnych z produkcji miedzi są ukierunkowane na eliminowanie pyłów i substancji gazowych łącznie z SO₂ i SO₃. Przykładami szeroko stosowanych systemów oczyszczania gazów/instalacji do oczyszczania gazów są: suche oczyszczanie gazu: filtr elektrostatyczny, filtry tkaninowe (stacja filtrów workowych), filtry typu kasetowego, filtry ceramiczne, itd.

Poniższe dane są podane dla kotła odzysknicowego, filtrów elektrostatycznych gorących i mokrych, chłodzenia gazu i oczyszczania gazu.

Dane dla kompletnej instalacji kwasu siarkowego są podane dalej.

Zastosowanie: Kocioł odzysknicowy pieca do wytapiania	
Baza projektowa:	
Temperatura gazu: na wlocie:	1300 – 1350 °C
na wylocie:	300 – 400 °C
Przepływ gazu	100000 Nm ³ /h
Produkcja pary	35 t/h
Całkowity zainwestowany koszt: milion euro	7,0 – 8,0

Tabela 1.10: Pośrednie chłodzenie gazu – odzysk energii

Zastosowanie: Odpylanie gazów z pieca do wytapiania z usuwaniem SO₂		
	Filtr elektrostatyczny pieca zawieszinowego	Filtr elektrostatyczny pieca zawieszinowego
Baza projektowa:		
Temperatura robocza	300 – 400 °C	300 – 400 °C
Przepływ gazu	43000 Nm ³ /h	61000 Nm ³ /h
Pył przed filtrem	10 - 20 g/Nm ³	10 – 15 g/Nm ³
Pył za filtrem	150 - 200 mg/Nm ³	200 - 300 mg/Nm ³
Skuteczność	99,9%	99,8%
Charakterystyka filtra elektrostatycznego:	4 pola, powierzchnia zbierania 3000 m ² , jedna jednostka	3 pola, powierzchnia zbierania 4800 m ² , jedna jednostka
Koszty dostawy wyposażenia: Ogółem = miliony euro	1,0 *)	2,0 *)
Główne zużycie: elektryczność	Zainstalowano 250 kW	Zainstalowano 400 kW
Uwaga. *) W tej kwocie nie ujęto robót budowlanych, montażu itp.; do zainwestowanych kosztów należy dodać około 80 – 100 %.		

Tabela I.11: Oczyszczanie gazu za pomocą filtra elektrostatycznego suchego

Źródło: Lurgi Umwelt GmbH

Stacja filtrów workowych, filtr tkaninowy			
Zastosowanie:	Piec szczytowy, konwertor & piec anodowy	TBRC	Chłodnia i filtr tkaninowy
Baza projektowa: Temperatura robocza Przepływ gazu Pył za filtrem	~ 100 °C 750000 Nm ³ /h < 10 mg/Nm ³	~ 100 °C 730000 Nm ³ /h < 10 mg/Nm ³	~ 100 °C 70000 Nm ³ /h < 10 mg/Nm ³
Całkowity zainwestowany koszt: miliony euro	20 *)	14 **)	2 – 2,5 ***)
Główne zużycie: Elektryczność Inne	2.5 - 3 kWh/1000 Nm ³ 1 g wapna /Nm ³ ****)	2 – 3 kWh/1000 Nm ³	1,5 – 4 kWh/1000 Nm ³
Uwaga. *) Łącznie z kanałami i kominem. **) Z wyłączeniem kanałów i komina. ***) Całkowity zainwestowany koszt łącznie z chłodnią i kominem. *****) Dla strumienia gazu z pieca anodowego			

Tabela I.12: Filtry tkaninowe

[tm 92, Copper Export Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]

Filtr elektrostatyczny mokry do odpylania i oczyszczania gazu z SO ₂	
Typ:	Dwa filtry elektrostatyczne mokre w linii
Zastosowanie:	Końcowe oczyszczanie gazu z SO ₂ dla dalszej obróbki
Baza projektowa: Temperatura robocza Przepływ gazu Skuteczność oczyszczania dla pyłu arsenu H ₂ SO ₄	27 °C na wlocie 88,00 Nm ³ /h 99% 99% 99%
Całkowity koszt dostaw wyposażenia: miliony euro	2,0 *)
Główne zużycie Elektryczność	112 kW
Uwaga *) Nie ujęto robót budowlanych, montażu itp.; do zainwestowanych kosztów należy dodać około 60 – 80%	

Tabela I.13: Oczyszczanie gazu za pomocą filtra elektrostatycznego mokrego

Źródło: Lurgi Umwelt GmbH

System mokrego chłodzenia i oczyszczania z SO₂ gazów z pieca do wytapiania		
System:	System mokrego oczyszczania z SO₂ gazów z pieca	System mokrego chłodzenia i oczyszczania z SO₂ połączonych gazów z pieca i konwertora
Wyposażenie systemu:	1 skrubler o przepływie promieniowym, 1 wentylator wyciągowy, 2 filtry elektrostatyczne mokre w linii z całkowitą powierzchnią zbierania 2000 m ² , chłodnia kwasu i pompy obiegowe kwasu, 1 chłodnia kominowa, obieg czynnika chłodzącego z przepływem 900 m ³ /h	2 skrubery z przepływem promieniowym, 3 linie z 2 filtrami elektrostatycznymi mokrymi w linii z całkowitą powierzchnią zbierania 7000 m ² , chłodnia kwasu i pompy obiegowe kwasu, 2 chłodnie kominowe, obieg czynnika chłodzącego z przepływem 2200 m ³ /h
Baza projektowa: Temperatura robocza Przepływ gazu Skuteczność usuwania: pyłu arsenu mgły	390 °C na wlocie, 35 °C na wylocie 96000 Nm ³ /h 96 – 97% 99,0 % > 99,5%	370 °C na wlocie, 27 °C na wylocie 250000 Nm ³ /h 96 – 97% 99,0 % > 99,5%
Koszty dostawy wyposażenia: miliony euro	7,5 - 8 *)	16 - 17 **)
Zużycie energii elektrycznej	828 kW	1250 kW
Uwaga. *) Nie ujęto kosztów robót budowlanych, montażu itd.; do zainwestowanych kosztów należy dodać około 60 – 80 % **) Nie ujęto kosztów robót budowlanych, montażu itd.; do zainwestowanych kosztów należy dodać około 70 – 100 %		

Tabela I.14: Oczyszczanie gazu za pomocą filtra elektrostatycznego mokrego
Źródło: Lurgi Umwelt GmbH

Poniższe dane dotyczące kosztów są podane dla systemów ograniczania zanieczyszczeń stosowanych w procesach produkcji wtórnej miedzi i zostały dostarczone przez Austrię. Koszty są podane w szylingach austriackich (ATS) i w euro, podano również lokalne jednostkowe koszty inwestycyjne i koszty usuwania [tm 160, Winter Cu 1999].

Instalacja dopalacza regeneracyjnego z reaktorem i filtrem workowym do oczyszczania gazów odlotowych z pieca szybowego	
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 20 000 Nm ³ /h.	Ilość produkowanego metalu 18000 t/r miedzi surowej. Godziny robocze 6300 h/r
Dane wyjściowe: - < 0,1 ng/Nm ³ PCDD/F	
Opis: Regeneracyjny dopalacz zainstalowany za filtrem	Koszty w

tkaninowym oczyszczającym 20 000 Nm ³ /h odpylonego gazu z 98% redukcją dioksyn.		ATS/t metalu (euro/t metalu)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	12 +/- 20%	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion. ATS/r)	1,24	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		68,64 (4,99 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych = 0,24 miliona ATS/r)	2	13,33 (0,97 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Paliwo MJ/t	1342	80,52
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t) po 0,9 ATS/kWh	13,5	12,15
Koszty całkowite		~ 175 (12,72 euro/t)

Tabela I.15: Dopalacz, reaktor i filtr tkaninowy

Źródło: Austriackie dane dotyczące kosztów w [tm 160, Winter Cu 1999]

Dopalacz umieszczony pomiędzy piecem szywowym i kotłem odzysknicowym		
Dane wejściowe: Ilość gazów odlotowych 20 000 Nm ³ /h	Ilość produkowanego metalu 18000 t/r miedzi surowej. Godziny robocze 6300 h/r	
Opis: Usuwanie dioksyn ze skutecznością 98%		Koszty w ATS/t metal (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	8 +/-20%	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion. ATS/r)	0,82	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		45,76 (3,33 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	2	

		8,89 (0,65 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Paliwo MJ/t	1304	78,24
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t)	16,0	5,4
Koszty całkowite		~ 138 (10,03 euro/t)

Tabela I.16: Dopalacz

Źródło: Austriackie dane dotyczące kosztów w [tm 160, Winter Cu 1999]

Proces mokrego odsiarczania do usuwania dwutlenku siarki z gazów odlotowych z konwertora złomu		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 35000 Nm ³ /h. Średnia zawartość SO ₂ w gazie przed oczyszczaniem ~2300 mg/Nm ³ , zawartość maksymalna 4000 mg/Nm ³ .		Ilość produkowanego metalu 12000 t/r surowej miedzi. Godziny robocze 1200 h/r
Dane wyjściowe: - Średnia roczna zawartość SO ₂ < 50 mg/Nm ³ – szczytowa zawartość < 200 mg/Nm ³		
Opis		Koszty w ATS/t metal (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	25	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion. ATS/r)	2,54	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		214,51 (15,59 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	2	41,67 (3,03 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Koszt CaO kg/t po1 ATS/kg	6,74	6,74
Koszt usuwania gipsu kg/t po 0,2 ATS/kg	22,99	4,6
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t) po0,9 ATS/kWh	16,39	14,75
Koszty całkowite		~ 282 (20,49 euro/t)

Tabela I.17: Mokre odsiarczanie

Źródło: Austriackie dane dotyczące kosztów w [tm 160, Winter Cu 1999]

Proces półsuchego odsiarczania do redukcji dwutlenku siarki z pieca anodowego		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 80 000 Nm ³ /h. Spadek ciśnienia 20 mbar SO ₂ ~500 mg/Nm ³	Ilość produkowanego metalu 60 000 t/r miedzi anodowej. Godziny robocze 7000 h/r	
Dane wyjściowe SO ₂ ~ 50 mg/Nm ³ , 95% redukcja PCDD/F		
Opis		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metalu)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	30 +/- 20%	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion. ATS/r)	3,09	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		51,48 (3,74 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	3	15 (1,09 euro/t)
Koszty jednostkowe		
CaO kg/t Cu	7,35	7,35
Węgiel kg/t Cu	1,87	6,53
Powietrze spalania	23,33	3,97
Usuwanie kg/t Cu	13,42	26,83
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t)	14,08	12,67
Koszty całkowite		~ 124 (9,01 euro/t)

Tabela I.18: Skrubler półsuchy

Źródło: Austriackie dane dotyczące kosztów w [tm 160, Winter Cu 1999]

Filtr końcowy z węgla aktywnego dla produkcji miedzi surowej	

Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 20 000 Nm ³ /h. Spadek ciśnienia 25 mbar	Ilość produkowanego metalu 18000 t/r miedzi surowej. Godziny robocze 6300/h/r	
Dane wyjściowe: - PCDD/F < 0,1 ng/Nm ³		
Opis		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	12	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r)	1,24	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		68,64 (4,99 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	2	13,33 (0,97 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Zużycie i usuwanie węgla aktywnego kg/t po 6,5 ATS/kg	1,4	9,1
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t) po 0,9 ATS/kWh	17,51	15,76
Koszty całkowite		~ 107 (7,78 euro/t)

Tabela I.19: Filtr z węgla aktywnego

Źródło: Austriackie dane dotyczące kosztów w [tm 160, Winter Cu 1999]

Selektywna redukcja katalityczna dla obniżania zawartości tlenków azotu		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 20000 Nm ³ /h	Ilość produkowanego metalu 18000 t/r miedzi surowej. Godziny robocze 6300 h/r	
Dane wyjściowe: - NO _x < 100 mg/Nm ³ , 98% redukcja PCDD/F		
Opis		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	10	

Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r)	1,03	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		57,2 (4,16 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	2	11,11 (0,81 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Koszt amoniaku kg/t po 1,8 ATS/kg	2,07	3,73
Wymiana katalizatora m ³ /r po 200000 ATS/m ³	0,5	5,56
Energia na ogrzewanie MJ/t po 60 ATS/GJ	284	17,01
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t) po 0,9 ATS/kWh	19,03	17,13
Koszty całkowite		~ 112 (8,14 euro/t)

Tabela I.20: Selektywna redukcja katalityczna

Źródło: - Austriackie dane dotyczące kosztów w [tm, Winter Cu 1999]

I.5.2 Ograniczanie zanieczyszczeń powietrza – przemysł aluminium

Następujące dane dotyczące kosztów systemów ograniczania zanieczyszczeń stosowanych w procesach produkcyjnych wtórnego aluminium są dostarczone przez Austrię. Koszty są podane w szylingach austriackich (ATS) i w euro; podano jednostkowe koszty eksploatacyjne i koszty usuwania [tm 145, Winter Al 1998]

Proces oczyszczania gazów odlotowych za pomocą filtra tkaninowego		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 40000 Nm ³ /h zawierających ~ 600 mg pyłu /Nm ³ , 500 mg SO ₂ /Nm ³ , 300 mg HCl/Nm ³ i 50 mg HF/Nm ³ .	Ilość produkowanego metalu 40000 t Al/r Godziny robocze 5500 h/r	
Dane wyjściowe: - < 5 mg pyłu/Nm ³ < 300 mg SO ₂ /Nm ³ , < 30 mg HCl/Nm ³ i < 5 mg HF/Nm ³ .		
Opis		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego Koszty inwestycyjne (milion ATS) Ilość lat Stopa procentowa (%) Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r) Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami	15 15 6 1,54	38,61 (2,81 euro/t)

Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	3	11,25 (0,82 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Zużycie CaO (kg/t metalu)	22	22
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t)	102	14,03
Koszty technologiczne		86 (6,25 euro/t)
Usuwanie pyłu pofiltracyjnego (kg/t metalu)	35 - 60	70 - 240 (5,09 – 17,44 euro/t)
Koszty całkowite		~ 156 - 326 (11,34 – 23,69 euro/t)

Tabela I.21: Skruber suchy i filtr tkaninowy
[tm 145, Winter Al 1998]

Na zakres kosztów całkowitych wpływa zmienność kosztów usuwania pyłu pofiltracyjnego. Czynniki ten wykazuje dość znaczne zróżnicowanie w UE.

Proces półsuchej redukcji z zastosowaniem absorbera natryskowego, filtra tkaninowego i recyrkulacji absorbera		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 40000 Nm ³ /h, ~ 600 mg pyłu/Nm ³ , 1000 mg SO ₂ /Nm ³ , 300 mg HCl/Nm ³ i 50 mg HF/Nm ³	Ilość produkowanego metalu 40000 t Al/r Godziny robocze 5500 h/r	
Dane wyjściowe: - < 5 mg pyłu/Nm ³ , < 200 mg SO ₂ /Nm ³ , < 10 mg HCl/Nm ³ , < 1 mg HF/Nm ³ i < 0,1 ng PCDD/F/Nm ³ .		
Opis		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metalu)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	20	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r)	2,06	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		51,48 (3,74 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	3	15 (1,09 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		

Zużycie CaO (kg/t metalu)	22	22
Zużycie węgla aktywnego (kg/t metalu)	1	3,5
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t)	110	15,13
Koszty technologiczne		107,11 (7,78 euro/t)
Usuwanie pyłu pofiltracyjnego (kg/t metalu)	35 - 60	70 - 240 (5,09 – 17,44 euro/t)
Koszty całkowite		~ 180 - 350 (13,08 – 25,44 euro/t)

Tabela I.22: Skrubler pólsuchy i filtr tkaninowy
[tm 145, Winter Al 1998]

Na zakres kosztów całkowitych wpływa zmienność kosztów usuwania pyłu pofiltracyjnego. Czynniki ten wykazuje dość znaczne zróżnicowanie w UE.

Proces pólsuchej redukcji z zastosowaniem absorbera natryskowego, filtra tkaninowego i recyrkulacji absorbera dla gazu wolnego od dwutlenku siarki		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 40000 Nm ³ /h, ~ 600 mg pyłu/Nm ³	Ilość produkowanego metalu 40000 t Al/r Godziny robocze 5500 h/r	
Dane wyjściowe: - < 5 mg pyłu/Nm ³ , < 0,1 ng PCDD/F/Nm ³ .		
Opis		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	14	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r)	1,44	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		36,04 (2,62 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	3	10,5 (0,76 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Zużycie NaHCO ₃ (kg/t metalu) po 3ATS/kg	12	36

Zużycie energii elektrycznej (kWh/t) po 1 ATS/kWh	110	15,13
Koszty technologiczne		97,67 (7,1 euro/t)
Usuwanie pyłu pofiltracyjnego (kg/t metalu)	15 - 30	15 - 30 (1,09 - 2,18 euro/t)
Koszty całkowite		~ 110 - 130 (7,99 - 9,45 euro/t)

Tabela I.23: Skrubler pól suchy i filtr tkaninowy
[tm 145, Winter Al 1998]

Na zakres kosztów całkowitych wpływa zmienność kosztów usuwania pyłu pofiltracyjnego. Czynniki ten wykazuje dość znaczne różnicowanie w UE. W tym konkretnym przykładzie pył pofiltracyjny zawiera głównie wodorowęglan sodu i chlorek sodu i nadaje się do przetwarzania w procesie odzysku soli.

Procesy mokre z zastosowaniem filtra elektrostatycznego i skrubera		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 40000 Nm ³ /h ~ 600 mg pyłu/Nm ³ , 1000 mg SO ₂ /Nm ³ , 300 mg HCl/Nm ³ i 50 mg HF/Nm ³		Ilość produkowanego metalu 40000 t Al/r Godziny robocze 5500 h/r
Dane wyjściowe: - ~5 - 15 mg pyłu/Nm ³ , < 50 mg SO ₂ /Nm ³ , < 5 mg HCl/Nm ³ i < 1 mg HF/Nm ³		
		Koszty w ATS/t metalu (euro/t metalu)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	17	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r)	1,75	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		43,76 (3,18 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	2	8,5 (0,62 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Zużycie wody (m ³ /t metalu) i usuwanie ścieków	0,3	1,5 - 9
Zużycie CaO (kg/t metalu)	11	11
Zużycie energii elektrycznej (kWh/h)	90	12,38

Koszty technologiczne		77,14 – 84,64 (5,61 – 6,15 euro/t)
Usuwanie pyłu pofiltracyjnego (kg/t metalu)	10 - 35	20 - 140 (1,45 – 10,17 euro/t)
Usuwanie szlamu zobojętniania (kg/t metalu)	15	22,5 - 45 (1,64 – 3,28 euro/t)
Koszty całkowite		~ 120 - 270 (8,72 – 19,62 euro/t)

Tabela I.24: Skrubler mokry i filtr elektrostatyczny
[tm 145, Winter Al 1998]

Na zakres kosztów całkowitych wpływa zmienność kosztów usuwania pyłu pofiltracyjnego i szlamu. Czynniki ten wykazują dość znaczne zróżnicowanie w UE.

Kombinacja procesu półsuchego z serią skrublerów z zastosowaniem absorbera natryskowego i filtra tkaninowego		
Dane wejściowe: - Ilość gazów odlotowych 40000 Nm ³ /h ~ 600 mg pyłu/Nm ³ , 1000 mg SO ₂ /Nm ³ , 300 mg HCl/Nm ³ i 50 mg HF/Nm ³		Ilość produkowanego metalu 40000 t Al/r Godziny robocze 5500 h/r
Dane wyjściowe: - < 5 mg pyłu/Nm ³ , < 50 mg SO ₂ /Nm ³ , < 5 mg HCl/Nm ³ , < 1 mg HF/Nm ³ i redukcja dioksyn do poniżej 0,1 ng/Nm ³ .		
		Koszty w ATS/t metal (euro/t metal)
Czynniki wejściowe dla nakładu rocznego		
Koszty inwestycyjne (milion ATS)	22	
Ilość lat	15	
Stopa procentowa (%)	6	
Roczna spłata łącznie z odsetkami (milion ATS/r)	2,27	
Jednostkowe koszty inwestycyjne łącznie z odsetkami		56,63 (4,16 euro/t)
Konserwacja + zużycie (% kosztów inwestycyjnych)	3	16,5 (1,2 euro/t)
Koszty jednostkowe (proporcjonalne)		
Zużycie CaO (kg/t metalu)	11	11
Zużycie węgla aktywnego (kg/t metalu)	1	3,5
Zużycie energii elektrycznej (kWh/t)	160	22

Koszty technologiczne		109,63 (7,97 euro/t)
Usuwanie pyłu pofiltracyjnego (kg/t metalu)	25 - 50	50 - 200 (3,63 – 14,53 euro/t)
Koszty całkowite		~160 - 310 (11,63 – 22,53 euro/t)

Tabela I.25: Skruber pól suchy i filtr tkaninowy
[tm 145, Winter AI 1998]

Na zakres kosztów całkowitych wpływa zmienność kosztów usuwania pyłu pofiltracyjnego. Czynniki te wykazują dość znaczne zróżnicowanie w UE.

I.5.3 Instalacje kwasu siarkowego

Sekcja chłodzenia i oczyszczania gazu, dwukontaktowa instalacja kwasu siarkowego. Stosowana w zakładach z piecem do wytapiania miedzi		
System chłodzenia i oczyszczania gazu:	Sekcja mokrego chłodzenia i oczyszczania dla gazu zawierającego SO ₂ i pochodzącego z połączenia gazów odlotowych z pieca i konwertora	Sekcja mokrego chłodzenia i oczyszczania dla gazu zawierającego SO ₂ i pochodzącego z połączenia gazów odlotowych z pieca i konwertora
Dostarczone wyposażenie:	2 skrubery z przepływem promieniowym, 3 linie z 2 filtrami elektrostatycznymi mokrymi w linii, chłodnia kwasu i pompy obiegowe kwasu, 2 chłodnie kominowe, cyrkulacja czynnika chłodzącego 2200 m ³ /h.	1 skruber ze strumieniem wstecznym (przeciwprądowym), 1 chłodnia kominowa, 3 linie pierwszego stopnia filtrów elektrostatycznych mokrych, chłodnia kwasu, układ odpędzania SO ₂ , pompy obiegowe kwasu, 2 chłodnie kominowe, ściek słabego kwasu 6 – 24 m ³ /h.
Kontaktowa instalacja kwasowa:	Dwukontaktowa instalacja kwasu siarkowego	Dwukontaktowa instalacja kwasu siarkowego
Dostarczone wyposażenie:	Jedna żyła, Konwertor 4 przepustowy z absorpcją międzyprzepustową po 2-gim przepuście	Jedna żyła, Konwertor 5 przepustowy z absorpcją międzyprzepustową po 3-cim przepuście
Baza projektowa dla oczyszczania gazu: Temperatura robocza	370 °C na wlocie, 27 °C na wylocie	370 °C na wlocie, 27 °C na wylocie
Przepływ gazu	91000 – 123000 Nm ³ /h	45000 – 115000 Nm ³ /h
Skuteczność usuwania pyłu	96,7%	96,7%
Baza projektowa dla		

kontaktowej instalacji kwasu:		
Przepływ gazu	91000 – 123000 Nm ³ /h	45000 – 115000 Nm ³ /h
SO ₂	10 – 15,1% (średnia 13%)	6 – 11,3%
Przemiana SO ₂ /SO ₃	> 99,5%	> 99,5%
Produkcja H ₂ SO ₄	1700 t/d	1350 t/d
Zainwestowane koszty: milion euro	44 – 45	51 – 52
Główne zużycie:	*)	*)
Elektryczność	75 – 80 kWh/t kwasu	55 – 60 kWh/t kwasu
Olej opałowy		2 – 3 kg/t kwasu
Gaz ziemny	3 - 4 Nm ³ /t kwasu	
Katalizator	0,02 – 0,04 l/t kwasu	0,02 – 0,04 l/t kwasu
Robocizna	0,1 h/t kwasu	0,1 h/t kwasu

*) odniesione do tony kwasu = nominalna produkcja wg projektu

Tabela I.26: Instalacje do produkcji kwasu siarkowego z gazów odlotowych pieców do wytapiania miedzi.

Źródło: Przemysł miedziowy –tm 92, Copper Export Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998

Instalacje kwasu siarkowego Piece do wytapiania ołowiu/cynku			
Rok	Rodzaj urządzenia	Koszt inwestycyjny w euro na tonę rocznej zdolności produkcyjnej kwasu	Produkcja kwasu
1995	Instalacja dwukontaktowa	40	800000 t kwasu/r
1996	Instalacja dwukontaktowa + usuwanie Hg	155 120	100000 t kwasu/r 200000 t kwasu
1997	Instalacja dwukontaktowa + usuwanie Hg	130 100	100000 t kwasu/r 200000 t kwasu

Tabela I.27: Instalacje kwasu siarkowego

Źródło: Przemysł ołowiu/cynku – Tm 120, TU Aachen 1999

I.5.4 Systemy oczyszczania ścieków

Neutralizacja kwasu z instalacji kwasu siarkowego i z innych kwaśnych wód pochodzących z procesu	
Wyposażenie systemu:	Zagęszczacze, zbiorniki, pompy, prasa filtracyjna
Zastosowanie:	Neutralizowanie słabego kwasu, powstałego z gazu odlotowego o przepływie 200000 Nm ³ /h zawierającego SO ₂
Baza projektowa: Przepływ	32 m ³ słabego kwasu/h
Zainwestowany koszt:	

milion euro	2,5*)
Główne zużycie:	
Elektryczność	200 kW
Mleko wapienne (10%)	15 m ³ /h
H ₂ SO ₄ (10%)	0,8 m ³ /h
FeSO ₄ ·7 H ₂ O	80 kg/h
Uwaga. *) Nie ujęto kosztów robót budowlanych, montażu itd.; do zainwestowanych kosztów należy dodać około 90 - 110%. ŹRÓDŁO: Lurgi Umwelt GmbH	

Tabela I.28: Neutralizacja kwasu