

WSTĘP

1. Status niniejszego dokumentu

O ile nie zaznaczono inaczej, termin „dyrektywa” oznacza w niniejszym dokumencie dyrektywę Rady 96/61/WE w sprawie zintegrowanego zapobiegania i ograniczania zanieczyszczeń (IPPC). Niniejszy dokument stanowi część z serii prezentującej wyniki wymiany informacji pomiędzy Państwami Członkowskimi UE i poszczególnymi gałęziami przemysłu na temat najlepszych dostępnych technik (BAT - ang. *Best Available Techniques*), wspólnego monitoringu i ich rozwoju. Został on opublikowany przez Komisję Europejską zgodnie z postanowieniami art. 16 ust. 2 dyrektywy i dlatego, zgodnie z załącznikiem IV do dyrektywy, musi być brany pod uwagę przy określaniu „najlepszych dostępnych technik”.

2. Istotne zobowiązania prawne wynikające z dyrektywy IPPC oraz definicja najlepszych dostępnych technik BAT

Aby ułatwić czytelnikowi zrozumienie kontekstu prawnego, w jakim usytuowany jest niniejszy dokument, we wstępie tym przedstawiono niektóre najważniejsze postanowienia dyrektywy IPPC, w tym definicję terminu „najlepsze dostępne techniki”. Prezentacja ta jest z konieczności niepełna i ma wyłącznie charakter informacyjny. Nie posiada ona mocy prawnej i w żaden sposób nie zmienia oryginalnych postanowień dyrektywy ani na nie ma wpływu.

Celem niniejszej dyrektywy jest osiągnięcie zintegrowanego zapobiegania i ograniczania zanieczyszczeń powstających w wyniku działań wymienionych w załączniku I, prowadzącego do wysokiego poziomu ochrony środowiska jako całości. Podstawa prawna dyrektywy związana jest z ochroną środowiska naturalnego. Jej realizacja powinna przebiegać również w oparciu o inne cele Wspólnoty takie, jak na przykład konkurencyjność przemysłu wspólnotowego, przyczyniając się przez to do zrównoważonego rozwoju.

Uściślając, dyrektywa ta przewiduje stworzenie systemu pozwoleń dla pewnych kategorii instalacji przemysłowych i wymaga zarówno od ich użytkowników, jak i od tworzących przepisy przyjęcia zintegrowanego, całościowego podejścia do potencjału danej instalacji w zakresie zanieczyszczeń i zużycia surowców. Ogólnym celem takiego podejścia musi być poprawa zarządzania i kontroli procesów przemysłowych, która zapewni wysoki poziom ochrony środowiska jako całości. Kluczowe znaczenie dla tego podejścia ma ogólna zasada przedstawiona w art. 3, zgodnie z którą użytkownicy powinni podjąć wszystkie właściwe działania zapobiegające zanieczyszczeniom, w szczególności poprzez stosowanie najlepszych dostępnych technik umożliwiających im osiągnięcie lepszych wyników w zakresie ochrony środowiska.

Określenie „najlepsze dostępne techniki” zostało zdefiniowane w art. 2 ust. 11 dyrektywy jako „najbardziej skuteczne i zaawansowane stadium w rozwoju działań i metod eksploatacji, wskazujące na praktyczną przydatność poszczególnych technik do zapewnienia podstawy dla określenia granicznych wielkości emisyjnych służących zapobieganiu, a gdy nie jest to możliwe, ogólnie ograniczaniu emisji i wpływu na środowisko jako całość”. W art. 2 ust. 11 definicja ta zostaje dodatkowo wyjaśniona w następujący sposób:

„techniki” obejmują zarówno stosowaną technologię, jak i sposób zaprojektowania, budowy, utrzymania, eksploatacji i wycofania z użycia danej instalacji;

„dostępne” techniki są to te techniki, które zostały rozwinięte w skali umożliwiającej ich wdrożenie w danych sektorach przemysłowych na warunkach opłacalnych z ekonomicznego i technicznego punktu widzenia, przy uwzględnieniu kosztów i korzyści, niezależnie od tego, czy techniki te są

stosowane lub produkowane w danym Państwie Członkowskim, o ile są one w rozsądnym zakresie dostępne dla użytkownika;

„najlepsze” oznacza najskuteczniejsze w osiąganiu ogólnie wysokiego poziomu ochrony środowiska jako całości.

Ponadto, załącznik IV dyrektywy zawiera wykaz „okoliczności, które należy uwzględnić generalnie, lub w poszczególnych przypadkach, przy określaniu najlepszych dostępnych technik, biorąc pod uwagę prawdopodobne koszty i korzyści związane z zastosowaniem danego środka oraz zasady ostrożności i zapobiegania”. Okoliczności te obejmują informacje publikowane przez Komisję zgodnie z art. 16 ust. 2.

Właściwe organy odpowiedzialne za wydawanie pozwoleń przy określaniu warunków pozwolenia muszą brać pod uwagę ogólne zasady podane w art. 3. Warunki te muszą obejmować graniczne wielkości emisyjne, które tam, gdzie stosowne zostaną uzupełnione lub zastąpione przez równoważne parametry lub środki techniczne. Zgodnie z art. 9 ust. 4 dyrektywy te graniczne wielkości emisyjne, równoważne parametry i środki techniczne muszą – bez uszczerbku dla standardów jakości środowiska – opierać się na najlepszych dostępnych technikach, bez zalecania stosowania jakiejkolwiek techniki lub konkretnej technologii, lecz przy uwzględnieniu właściwości technicznych danej instalacji, jej lokalizacji geograficznej oraz lokalnych warunków środowiska. W każdych okolicznościach warunki pozwolenia muszą obejmować postanowienia dotyczące minimalizacji emisji zanieczyszczeń o dalekim zasięgu oraz zanieczyszczeń transgranicznych i muszą gwarantować wysoki poziom ochrony środowiska jako całości.

Zgodnie z art. 11 dyrektywy, Państwa Członkowskie mają obowiązek zapewnić, by właściwe organy zapoznawały się z rozwojem najlepszych dostępnych technik lub były o nim informowane.

3. Cele niniejszego dokumentu

Art. 16 ust. 2 dyrektywy zobowiązuje Komisję do organizowania „wymiany informacji pomiędzy Państwami Członkowskimi oraz zainteresowanymi gałęziami przemysłu na temat najlepszych dostępnych technik, związanego z nimi monitorowania oraz ich rozwoju” oraz do publikowania wyników takiej wymiany informacji.

Cele tej wymiany informacji przedstawiono w wyszczególnieniu nr 25 do dyrektywy, w którym stwierdzono, że „opracowanie i wymiana informacji na temat najlepszych dostępnych technik na szczeblu wspólnotowym pomoże w niwelowaniu nierównowagi technologicznej w obrębie Wspólnoty, przyczyni się do upowszechniania na całym świecie granicznych wielkości emisyjnych i technik stosowanych we Wspólnocie oraz pomoże Państwom Członkowskim w skutecznej realizacji niniejszej dyrektywy.”

Aby pomóc w wykonywaniu zadań przewidzianych w art. 16 ust. 2 Komisja (Dyrekcja generalna ds. środowiska) utworzyła forum wymiany informacji (IEF), w obrębie którego utworzono szereg Technicznych Grup Roboczych. Zarówno w IEF, jak i w Technicznych Grupach Roboczych uczestniczą przedstawiciele Państw Członkowskich i przedstawiciele przemysłu, zgodnie z wymaganiami art. 16 ust. 2.

Celem tej serii dokumentów jest wierne przedstawienie wymiany informacji, która odbyła się zgodnie z wymogami art. 16 ust. 2 oraz dostarczenie organom udzielającym pozwoleń informacji, które zostaną uwzględnione przy określaniu warunków pozwoleń. Dostarczając odpowiednich informacji dotyczących najlepszych dostępnych technik, dokumenty te powinny spełniać rolę wartościowych narzędzi wpływających na wyniki w zakresie ochrony środowiska.

4. Źródła informacji

Niniejszy dokument stanowi zestawienie informacji zaczerpniętych z wielu źródeł, w tym w szczególności wiadomości opracowanych przez grupy utworzone w celu wspierania Komisji w jej pracach, poddane weryfikacji przez służby Komisji. Wyrażamy wdzięczność za wkład wniesiony przez wszystkie strony.

5. Jak rozumieć i stosować niniejszy dokument?

Informacje zawarte w niniejszym dokumencie mają być wykorzystywane jako materiał źródłowy przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT w poszczególnych przypadkach. Podczas określania BAT i ustalania warunków pozwoleń opartych na BAT należy zawsze brać pod uwagę ogólny cel, jakim jest osiągnięcie wysokiego poziomu ochrony środowiska jako całości.

W dalszej części wstępu opisano różne rodzaje informacji przedstawione w kolejnych rozdziałach niniejszego dokumentu.

W rozdziale 1 przedstawiono ogólne informacje na temat danego sektora przemysłu. W rozdziale 2 przedstawiono informacje na temat powszechnie stosowanych procesów przemysłowych, metod ograniczania zanieczyszczeń oraz ogólnych technik stosowanych w danym sektorze. Rozdziały od 3 do 12 przedstawiają stosowane procesy, bieżące poziomy emisji i zużycia, techniki, jakie należy wziąć pod uwagę podczas określania BAT, techniki uważane za BAT oraz nowo powstające techniki dla grup metali omówionych w tych rozdziałach.

W każdym z rozdziałów od 3 do 12 przedstawiono informacje na temat grupy metali opisywanej w danym rozdziale w następującym układzie:

Część 1 opisuje stosowane procesy i techniki wykorzystywane dla konkretnej grupy metali.

Część 2 przedstawia dane i informacje dotyczące aktualnych poziomów emisji i zużycia odpowiadające sytuacji w istniejących instalacjach w momencie pisania tego materiału.

Część 3 opisuje bardziej szczegółowo techniki redukcji emisji i inne techniki, które uważa się za najważniejsze przy określaniu BAT oraz opartych na BAT warunków pozwoleń. Informacje te obejmują poziomy zużycia i emisji uważane za osiągalne przy zastosowaniu danej techniki, szacunkowe koszty i kwestie oddziaływania na środowisko związane z daną techniką oraz zakres, w jakim możliwe jest zastosowanie danej techniki w różnych instalacjach wymagających pozwoleń IPPC, na przykład w instalacjach nowych, istniejących, dużych lub małych. Techniki, które powszechnie uważa się za przestarzałe, nie zostały uwzględnione.

W części 4 przedstawiono techniki oraz poziomy emisji i zużycia, które generalnie uważa się za zgodne z BAT. Celem tej części jest podanie ogólnych wskazówek dotyczących poziomów zużycia i emisji, które można traktować jako punkt odniesienia przy określaniu warunków pozwoleń opartych na BAT lub przy ustalaniu ogólnych zasad wiążących na mocy art. 9 ust. 8. Należy jednak podkreślić, że w niniejszym dokumencie nie proponuje się granicznych wielkości emisyjnych. Przy określaniu odpowiednich warunków pozwoleń trzeba będzie wziąć pod uwagę czynniki lokalne, specyficzne dla danego miejsca, takie jak charakterystyka techniczna danej instalacji, jej lokalizacja geograficzna oraz lokalne warunki środowiska. W przypadku instalacji istniejących należy również rozważyć sensowność ich ulepszenia z ekonomicznego i technicznego punktu widzenia. Nawet tak oczywisty cel, jakim jest zapewnienie wysokiego poziomu ochrony środowiska jako całości, będzie często wymagał wyważenia ocen różnych oddziaływań na środowisko, zaś na ostateczną ocenę często będzie miała wpływ sytuacja lokalna.

Chociaż podjęto próbę omówienia niektórych z tych kwestii, nie jest możliwe ich pełne rozważenie w niniejszym dokumencie. Z tego względu techniki i poziomy przedstawiane w częściach dotyczących BAT nie muszą być odpowiednie dla wszystkich instalacji. Z kolei obowiązek zagwarantowania wysokiego poziomu ochrony środowiska, w tym minimalizacji emisji zanieczyszczeń na dużą odległość i zanieczyszczeń transgranicznych, powoduje, że warunki pozwoleń nie mogą być ustalane wyłącznie na podstawie okoliczności lokalnych. Tak więc kwestią najwyższej wagi jest to, aby organy wydające pozwolenia w pełni uwzględniły informacje zawarte w niniejszym dokumencie.

Ponieważ najlepsze dostępne techniki BAT zmieniają się z biegiem czasu, niniejszy dokument w razie potrzeby podlegać będzie rewizji i aktualizacji. Wszystkie uwagi i sugestie należy kierować do Europejskiego Biura IPPC w Instytucie Przyszłościowych Badań Technologicznych (Institute for Prospective Technological Studies) pod następujący adres:

Edificio Expo-WTC, C/Inca Garcilaso, s/n, E-41092 Seville - Spain

Telefon: +34 95 4488 284

Faks: +34 95 4488 426

e-mail: eippcb@jrc.es

Internet: <http://eippcb.jrc.es>

Spis treści

STRESZCZENIE.....	2
WSTĘP.....	27
1 Podstawowe informacje.....	59
1.1 Procesy objęte zakresem niniejszego opracowania.....	59
1.2 Krótka charakterystyka poszczególnych przemysłów.....	60
1.2.1 Metale nieżelazne i ich stopy.....	60
1.2.2 Zakres przemysłu.....	60
1.2.3 Struktura przemysłu.....	61
1.2.4 Aspekty ekonomiczne przemysłu.....	61
1.2.5 Skutki dla środowiska.....	62
1.3 Miedź i jej stopy.....	62
1.3.1 Uwagi ogólne.....	62
1.3.2 Źródła materiałów.....	63
1.3.3 Produkcja i zużycie.....	63
1.3.4 Miejsca produkcji.....	65
1.3.5 Skutki dla środowiska.....	67
1.4 Aluminium.....	68
1.4.1 Uwagi podstawowe.....	68
1.4.2 Źródła materiałów.....	68
1.4.3 Produkcja i zużycie.....	69
1.4.4 Miejsca produkcji.....	70
1.4.5 Skutki dla środowiska.....	70
1.5 Cynk, ołów i kadm.....	71
1.5.1 Cynk.....	71
1.5.1.1 Uwagi ogólne.....	71
1.5.1.2 Źródła materiałów.....	72
1.5.1.3 Produkcja i zużycie.....	73
1.5.1.4 Miejsca produkcji.....	74
1.5.1.5 Skutki dla środowiska.....	75
1.5.2 Ołów.....	75
1.5.2.1 Uwagi ogólne.....	75
1.5.2.2 Źródła materiałów.....	76
1.5.2.3 Produkcja i zużycie.....	77
1.5.2.4 Miejsca produkcji.....	77
1.5.2.5 Skutki dla środowiska.....	78
1.5.3 Kadm.....	79
1.5.3.1 Uwagi ogólne.....	79
1.5.3.2 Źródła materiałów.....	80
1.5.3.3 Produkcja i zużycie.....	80
1.5.3.4 Skutki dla środowiska.....	81
1.6 Metale szlachetne.....	82
1.6.1 Uwagi ogólne.....	82
1.6.2 Źródła materiałów.....	82
1.6.3 Produkcja i zużycie.....	83
1.6.4 Miejsca produkcji.....	85
1.6.5 Skutki dla środowiska.....	85
1.7 Rteć.....	85
1.7.1 Uwagi podstawowe.....	85
1.7.2 Źródła materiałów.....	86
1.7.3 Produkcja i zużycie.....	86
1.7.4 Skutki dla środowiska.....	87
1.8 Materiały wysokotopliwe.....	87
1.8.1 Uwagi podstawowe.....	87
1.8.2 Źródła materiałów.....	88
1.8.3 Produkcja i zużycie.....	90
1.8.4 Miejsca produkcji.....	91
1.8.5 Skutki dla środowiska.....	92
1.9 Żelazostopy.....	93
1.9.1 Uwagi podstawowe.....	93

1.9.2 Źródła materiałów	95
1.9.3 Produkcja i zużycie	96
1.9.4 Miejsca produkcji	99
1.9.5 Skutki dla środowiska	99
1.10 Alkalia i metale ziem alkalicznych	100
1.10.1 Uwagi podstawowe	100
1.10.2 Źródła materiałów	100
1.10.3 Produkcja i zużycie	101
1.10.4 Miejsca produkcji	103
1.10.5 Skutki dla środowiska	103
1.11 Nikiel i kobalt	103
1.11.1 Nikiel	103
1.11.1.1 Uwagi ogólne	103
1.11.1.2 Źródła materiałów	104
1.11.1.3 Produkcja i zużycie	104
1.11.1.4 Miejsca produkcji	105
1.11.1.5 Skutki dla środowiska	106
1.11.2 Kobalt	107
1.11.2.1 Uwagi podstawowe	107
1.11.2.2 Źródła materiałów	108
1.11.2.3 Produkcja i zużycie	108
1.11.2.4 Miejsca produkcji	109
1.11.2.5 Skutki dla środowiska	110
1.12 Węgiel i grafit	110
1.12.1 Uwagi podstawowe	110
1.12.2 Źródła materiałów	111
1.12.3 Produkcja i zużycie	112
1.12.4 Miejsca produkcji	112
1.12.5 Skutki dla środowiska	114
2 Powszechnie stosowane procesy i urządzenia	116
2.1 Układ niniejszego rozdziału	116
2.1.1 Instalacje służące do produkcji wielu metali lub wyposażone w odpowiednie technologie na miejscu	117
2.2 Pomiary emisji i wykorzystanie danych dotyczących emisji	118
2.2.1 Pomiar emisji	118
2.2.1.1 Miejsca pobierania próbek	119
2.2.1.2 Składniki i parametry	119
2.2.1.3 Warunki odniesienia	120
2.2.1.4 Pomiar ciągły	120
2.2.2 Przedstawianie danych dotyczących emisji	121
2.2.2.1 Wzajemna zależność między stężeniami i emisjami charakterystycznymi (jednostkowymi)	121
2.2.2.2 Wykorzystanie danych dotyczących emisji	123
2.3 Systemy zarządzania	124
2.3.1 Polityka zarządzania i zaangażowanie	124
2.3.2 Projekt i konserwacja	125
2.3.3 Szkolenie	125
2.4 Odbiór, składowanie i transport surowców i pozostałości	126
2.4.1 Stosowane technologie i techniki	126
2.4.1.1 Rudy i koncentraty	126
2.4.1.2 Surowce wtórne	127
2.4.1.3 Paliwa	128
2.4.1.4 Produkty chemiczne i gazy technologiczne	130
2.4.1.5 Pozostałości	131
2.4.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia	131
2.4.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	132
2.5 Wstępne przetwarzanie i transport surowców	134
2.5.1 Stosowane technologie i techniki	134
2.5.1.1 Rozmrażanie	134
2.5.1.2 Suszenie	134
2.5.1.3 Kruszenie i zmniejszanie wielkości	135
2.5.1.4 Rozbijanie akumulatorów	135
2.5.1.5 Mieszanie	135
2.5.1.6 Brykietowanie, grudkowanie i inne metody aglomeracji	136
2.5.1.7 Spiekanie i kalcynacja	136

2.5.1.8	Procesy przewalowe.....	137
2.5.1.9	Usuwanie powłok i odolejanie.....	137
2.5.1.10	Spopielenie i piroliza.....	138
2.5.1.11	Procesy ługowania.....	138
2.5.1.12	Techniki oddzielania.....	139
2.5.1.13	Systemy transportu i ładowania.....	139
2.5.2	Aktualne poziomy emisji i zużycia.....	140
2.5.3	Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT.....	140
2.6	Produkcja metali i techniki sterowania procesem.....	142
2.6.1	Piece do prażenia, kalcynacji, itp.....	144
2.6.1.1	Piece obrotowe.....	144
2.6.1.2	Piec prażalniczy ze złożem fluidalnym.....	145
2.6.1.3	Piec Herreshoffa.....	145
2.6.1.4	Piece do spiekania.....	146
2.6.2	Piece do wytapiania.....	147
2.6.2.1	Piece płomienne.....	147
2.6.2.2	Piec szybowy (oraz angielski piec do wytapiania).....	148
2.6.2.3	Elektryczne piece łukowe.....	149
2.6.2.4	Piece elektryczne (oporowe).....	152
2.6.2.5	Tygle i szyby z wykładziną ognioodporną.....	153
2.6.2.6	Piec ISA Smelt/Ausmelt.....	153
2.6.2.7	Piec obrotowy z górnym dmuchem.....	154
2.6.2.8	Procesy Noranda, El Teniente, Baiyn i Vanyucov.....	155
2.6.2.9	Proces Mitsubishi.....	156
2.6.2.10	Piec QSL.....	157
2.6.2.11	Cyklonowe piece do wytapiania.....	157
2.6.2.12	Piec zawieszinowy Outokumpu.....	158
2.6.2.13	Piec INCO.....	159
2.6.2.14	Piec Kivcet (KSS).....	160
2.6.3	Konwertory.....	161
2.6.3.1	Konwertor Peirce-Smitha.....	161
2.6.3.2	Konwertor Hobokena.....	163
2.6.3.3	Inne konwertory.....	163
2.6.4	Piece do wytapiania i rafinacji.....	163
2.6.4.1	Piece indukcyjne.....	163
2.6.4.2	Kotły ogrzewane pośrednio.....	164
2.6.4.3	Piec szybowy do wytapiania metalu.....	165
2.6.4.4	Proces Contimelt.....	165
2.6.4.5	Piece elektronowe.....	166
2.6.4.6	Piec obrotowy.....	166
2.6.4.7	Piec płomienny.....	167
2.6.5	Podsumowanie pieców.....	167
2.6.6	Procesy elektrochemiczne.....	170
2.6.6.1	Elektrolityczne otrzymywanie metali.....	170
2.6.6.2	Rafinacja elektrolityczna.....	170
2.6.6.3	Elektroliza stopionej soli.....	171
2.6.7	Procesy hydrometalurgiczne.....	171
2.6.7.1	Ługowanie zwałowe.....	171
2.6.7.2	Ługowanie atmosferyczne (otwarty zbiornik).....	172
2.6.7.3	Ługowanie pod ciśnieniem (autoklaw).....	172
2.6.7.4	Ekstrakcja rozpuszczalnikowa.....	172
2.6.8	Techniki sterowania procesem.....	172
2.7	Techniki zbierania gazów odlotowych.....	174
2.7.1	Stosowane techniki.....	175
2.7.1.1	Zużycie energii.....	175
2.7.1.2	Kryteria projektowania.....	176
2.7.2	Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT.....	176
2.7.2.1	Przykłady technik, które należy wziąć pod uwagę.....	176
2.7.2.2	Emisje niezorganizowane.....	179
2.8	Techniki ograniczania emisji i odzyskiwania.....	181
2.8.1	Stosowane procesy i techniki.....	181
2.8.1.1	Usuwanie pyłów i cząstek.....	182
2.8.1.1.1	Filtry elektrostatyczne (elektrofiltry).....	182

2.8.1.1.2 Elektrofiltr mokry	183
2.8.1.1.3 Cyklony.....	184
2.8.1.1.4 Filtry tkaninowe lub workowe	185
2.8.1.1.5 Filtry ceramiczne i filtry z siatką metalową.....	189
2.8.1.1.6 Płuczki mokre	190
2.8.1.1.7 Dopalacze i pochodnie.....	192
2.8.1.2 Systemy płukania gazów.....	192
2.8.1.2.1 Płukanie mokre	192
2.8.1.2.2 Suche i półsuche płuczki wieżowe.....	193
2.8.1.3 Systemy odzyskiwania gazów	193
2.8.1.4 Wychwyt siarki.....	194
2.8.1.5 Węgiel całkowity i lotne związki organiczne (VOC)	197
2.8.1.6 Dioksyny.....	198
2.8.1.7 Usuwanie innych zanieczyszczeń	199
2.8.1.7.1 Metale nieżelazne.....	199
2.8.1.7.2 Rtęć	199
2.8.1.8 Zastosowanie wzbogacania tlenem w systemach spalania.....	200
2.8.1.9 Techniki sterowania procesem dla urządzeń wychwyty i ograniczania emisji	201
2.8.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia.....	202
2.8.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	204
2.8.3.1 Podstawowe zasady	204
2.8.3.2 Usuwanie pyłów	204
2.8.3.2.1 Filtry elektrostatyczne.....	204
2.8.3.2.2 Filtry tkaninowe lub workowe	205
2.8.3.2.3 Filtry ceramiczne	206
2.8.3.2.4 Płuczki mokre	206
2.8.3.2.5 Dopalacze i pochodnie.....	206
2.8.3.3 Systemy płukania gazów.....	209
2.8.3.3.1 Płuczki mokre	209
2.8.3.3.2 Płuczki suche oraz półsuche	209
2.8.3.4 Systemy odzyskiwania gazów	210
2.8.3.5 Wychwyt siarki	210
2.8.3.6 Dioksyny.....	213
2.8.3.7 Usuwanie innych zanieczyszczeń	213
2.8.3.8 Zastosowanie tlenu w systemach spalania	213
2.8.3.9 Techniki sterowania procesami dla instalacji wychwyty i ograniczania emisji.....	214
2.9 Oczyszczanie ścieków i ponowne użycie wody.....	214
2.9.1 Główne źródła powstawania ścieków	214
2.9.1.1 Ścieki pochodzące z oczyszczania gazów odlotowych.....	215
2.9.1.2 Ścieki pochodzące z granulacji żużla i wytwarzania śrutu metalowego i oddzielania grawitacyjnego ..	216
2.9.1.3 Woda chłodząca.....	217
2.9.1.4 Powierzchniowe wody odpływowe	217
2.9.1.5 Ścieki pochodzące z procesów hydrometalurgicznych.....	218
2.9.1.6 Inne ścieki technologiczne.....	219
2.9.1.7 Różne źródła	220
2.9.2 Stosowane techniki oczyszczania	220
2.9.2.1 Środki związane z technologią.....	220
2.9.2.2 Techniki oczyszczania na wyjściu	222
2.9.2.2.1 Wytrącanie chemiczne	222
2.9.2.2.2 Sedymentacja.....	224
2.9.2.2.3 Filtrowanie.....	224
2.9.2.2.4 Elektroliza.....	225
2.9.2.2.5 Osmoza odwrócona.....	226
2.9.2.2.6 Wymiana jonowa	226
2.9.2.2.7 Węgiel aktywny	227
2.9.2.3 Techniki sterowania procesami oczyszczania ścieków.....	227
2.9.3 Aktualne poziomy zużycia i emisji.....	227
2.9.4 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	231
2.10 Transport i minimalizacja odpadów.....	236
2.10.1 Pozostałości i odpady z produkcji metali nieżelaznych.....	236
2.10.2 Stosowane procesy i techniki.....	241
2.10.2.1 Pozostałości z procesów wytapiania.....	241
2.10.2.2 Pozostałości z systemu ograniczania emisji.....	243

2.10.2.3 Pozostałości pochodzące z oczyszczania ścieków	244
2.10.2.4 Pozostałości pochodzące z procesów hydrometalurgicznych metali nieżelaznych	244
2.10.2.5 Inne pozostałości z produkcji metali nieżelaznych	244
2.10.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	245
2.10.3.1 Minimalizacja pozostałości pochodzących z procesów metalurgicznych	245
2.10.3.2 Minimalizacja pozostałości pochodzących z systemu ograniczania emisji	246
2.10.3.3 Zmniejszenie pozostałości wytwarzanych przez oczyszczanie ścieków	246
2.10.3.4 Zmniejszenie innych pozostałości powstających przy produkcji metali nieżelaznych	247
2.10.3.5 Zawracanie i ponowne użycie pozostałości z procesów wytopiania metali nieżelaznych	247
2.11 Odzysk energii	250
2.11.1 Stosowane techniki	250
2.12 Skutki oddziaływania na środowisko	253
2.13 Hałas i drgania	254
2.14 Zapach	254
2.15 Aspekty bezpieczeństwa	255
2.15.1 Zasada zapobiegania	255
2.15.2 Wzięcie pod uwagę złożonych systemów w przemysłach przetwórczych	255
2.15.3 Odpowiednie środki	255
2.16 Eksploatacja i wycofanie instalacji z eksploatacji	256
2.17 Najlepsze dostępne techniki BAT	256
2.17.1 Transport i składowanie materiałów	258
2.17.2 Sterowanie procesem	260
2.17.3 Wychwyty spalin i gazów	261
2.17.4 Usuwanie dwutlenku siarki	262
2.17.5 Zapobieganie powstawaniu dioksyn i ich niszczenie	263
2.17.6 Usuwanie rtęci	264
2.17.7 Oczyszczanie ścieków i ponowne wykorzystanie wody	264
2.17.8 Inne powszechnie stosowane procesy	265
2.18 Nowo powstające techniki	266
2.18.1 Usuwanie siarki	266
3 Technologie produkcji miedzi i jej stopów (włączając w to Sn i Be) z surowców pierwotnych i wtórnych	267
3.1 Stosowane technologie i techniki	267
3.1.1 Miedź pierwotna	267
3.1.1.1 Proces pirometalurgiczny	267
3.1.1.1.1 Wytapianie kamienia miedziowego z koncentratu	267
3.1.1.1.2 Proces konwertorowy	270
3.1.1.1.3 Rafinacja ogniowa	273
3.1.1.1.4 Rafinacja elektrolityczna	273
3.1.1.1.5 Przetwarzanie żużlu	275
3.1.1.2 Cykl hydrometalurgiczny	275
3.1.2 Produkcja wtórna	276
3.1.2.1 Etap wytopiania wtórnego	278
3.1.2.2 Proces konwertorowy, rafinacja ogniowa, przetwarzanie żużlu i rafinacja elektrolityczna, przetwarzanie złomu czystego stopu	278
3.1.3 Cyna	280
3.1.4 Produkcja walcówki	281
3.1.4.1 Proces Southwire	281
3.1.4.2 Proces Contirod	283
3.1.4.3 Procesy Properzi i Secor	283
3.1.4.4 Proces Upcast (pionowy)	284
3.1.4.5 Formowanie zanurzeniowe	284
3.1.5 Wytwarzanie półwyrobów z miedzi i ze stopów miedzi	284
3.1.5.1 Procesy wytopiania	285
3.1.5.2 Odlewanie	286
3.1.5.3 Wytwarzanie rur, kształtowników i walcówki	287
3.1.5.4 Wytwarzanie blach i taśm	287
3.1.6 Wlewki miedziowe i ze stopów miedzi	288
3.1.6.1 Stopy przejściowe	289
3.1.7 Operacje wytrawiania	290
3.1.7.1 Nie-kwasowe trawienie walcówki miedzi	290
3.1.7.2 Trawienie kwasem walcówki miedzi oraz półwyrobów z miedzi i stopów miedzi	290
3.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia	291
3.2.1 Zużycie energii w produkcji miedzi	292

3.2.2 Dane dotyczące emisji i zużycia	292
3.2.2.1 Wejście i wyjście miedzi pierwotnej	292
3.2.2.2 Wejście i wyjście dla miedzi wtórnej	294
3.2.2.3 Emisje do atmosfery	297
3.2.2.3.1 Tlenek węgla	297
3.2.2.3.2 Pyły i związki metali	298
3.2.2.3.3 Organiczne związki węgla	299
3.2.2.3.4 Dioksyne	300
3.2.2.3.5 Dwutlenek siarki	300
3.2.2.3.6 Tlenki azotu	301
3.2.2.3.7 Podsumowanie emisji do atmosfery	302
3.2.2.4 Emisje do wody	303
3.2.2.4.1 Zawiesina stała i związki metali	303
3.2.2.4.2 Olej	305
3.2.2.5 Produkty uboczne, pozostałości technologiczne i odpady	305
3.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	308
3.3.1 Składowanie materiałów, transport i procesy wstępnego przetwarzania	310
3.3.1.1 Surowce pierwotne	310
3.3.1.2 Surowce wtórne	311
3.3.2 Procesy wytopienia pierwotnego	313
3.3.3 Usuwanie dwutlenku siarki	315
3.3.4 Procesy wytopienia wtórnego	318
3.3.5 Proces konwertorowy	320
3.3.5.1 Konwertory miedzi pierwotnej	320
3.3.5.2 Konwertory miedzi wtórnej	322
3.3.6 Rafinacja ogniowa	323
3.3.7 Rafinacja elektrolityczna	323
3.3.8 Procesy przetwarzania żużła	324
3.3.9 Procesy hydro-metalurgiczne	324
3.3.10 Cyna i inne metale	324
3.3.11 Walcówka miedzi	324
3.3.12 Wlewki, rury i półwyroby	325
3.3.13 Wychwył (zbieranie) oparów/gazów i ograniczanie emisji	325
3.3.14 Zarządzanie i sterowanie procesem	330
3.3.15 Wody odpadowe (ścieki)	330
3.3.16 Pozostałości technologiczne	333
3.4 Najlepsze dostępne techniki BAT	333
3.4.1 Transport i składowanie	336
3.4.2 Dobieranie technologii	339
3.4.2.1 Wytapianie miedzi pierwotnej	339
3.4.2.2 Wytapianie miedzi wtórnej	342
3.4.2.3 Pierwotny i wtórny proces konwertorowy	343
3.4.2.4 Inne technologie i stopnie technologii	344
3.4.3 Zbieranie i ograniczanie gazów	345
3.4.3.1 Emisje do atmosfery odpowiadające stosowaniu BAT	347
3.4.4 Wody odpadowe (ścieki)	351
3.4.5 Pozostałości technologiczne	352
3.4.6 Koszty związane z technikami	353
3.5 Nowo powstające techniki	354
4 Technologie produkcji aluminium z surowców pierwotnych i wtórnych	355
4.1 Stosowane technologie i techniki	355
4.1.1 Aluminium pierwotne	355
4.1.1.1 Produkcja tlenku glinu	355
4.1.1.2 Produkcja aluminium w procesie elektrolizy	356
4.1.1.3 Rafinacja	359
4.1.1.4 Odlewanie	360
4.1.2 Aluminium wtórne	360
4.1.2.1 Procesy produkcji	360
4.1.2.2 Proces rafinacji i odlewania	362
4.1.2.3 Kozuchy i żużle	362
4.1.2.4 Odzyskiwanie żużlu solnego	363
4.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia	363
4.2.1 Aluminium pierwotne	363

4.2.1.1	Energia i inne wejścia	364
4.2.1.2	Emisje do atmosfery	366
4.2.1.2.1	Wychwyty gazów	366
4.2.1.2.2	Fluorki	368
4.2.1.2.3	PFC (CF ₄ i C ₂ F ₆)	368
4.2.1.2.4	Smoły i WWA	369
4.2.1.2.5	Dwutlenek siarki i związki siarki	369
4.2.1.2.6	Pył	370
4.2.1.2.7	Metale	370
4.2.1.2.8	Tlenki azotu	370
4.2.1.2.9	Tlenek węgla	371
4.2.1.2.10	Dwutlenek węgla	371
4.2.1.2.11	Krótką charakterystykę podstawowych substancji zanieczyszczających atmosferę	371
4.2.1.2.12	Gazy klimatyczne	372
4.2.1.3	Emisje do wody	373
4.2.1.4	Pozostałości technologiczne i odpady	374
4.2.1.4.1	Masa Bayera	374
4.2.1.4.2	Zużyta wykładzina wanien	374
4.2.1.4.3	Inne materiały	375
4.2.2	Aluminium wtórne	376
4.2.2.1	Emisje do atmosfery	378
4.2.2.1.1	Wychwyty gazów	378
4.2.2.1.2	Pył i metale	379
4.2.2.1.3	Materiały organiczne (lotne związki organiczne, dioksyne) i CO	379
4.2.2.1.4	Dwutlenek siarki i tlenki azotu	380
4.2.2.1.5	HF, HCl i chlorki	380
4.2.2.1.6	Podsumowanie emisji do atmosfery	380
4.2.2.2	Emisje do wody	381
4.2.2.3	Pozostałości technologiczne i odpady	382
4.3	Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu BAT	383
4.3.1	Składowanie i transport materiałów oraz procesy wstępnego przygotowania	384
4.3.1.1	Surowce pierwotne	384
4.3.1.2	Surowce wtórne	385
4.3.2	Produkcja tlenku glinu z boksytów	387
4.3.3	Procesy wytwarzania aluminium pierwotnego	387
4.3.4	Piece do wytapiania wtórnego	392
4.3.5	Procesy rafinacji	398
4.3.6	Procesy odlewania	399
4.3.7	Kożuchy	399
4.3.8	Zintegrowana produkcja anod	399
4.3.9	Wychwyty oparów/gazów i ograniczanie emisji	399
4.3.9.1	Aluminium pierwotne	399
4.3.9.2	Aluminium wtórne	400
4.3.10	Sterowanie procesem	400
4.3.11	Woda odpadowa (ścieki)	400
4.3.12	Pozostałości technologiczne	400
4.3.12.1	Aluminium pierwotne	400
4.3.12.2	Aluminium wtórne	401
4.4	Najlepsze dostępne techniki BAT	401
4.4.1	Transport i składowanie materiałów	404
4.4.2	Dobieranie technologii	406
4.4.2.1	Wytapianie aluminium pierwotnego	406
4.4.2.2	Wytapianie aluminium wtórnego	407
4.4.2.3	Inne etapy technologiczne	408
4.4.3	Wychwyty gazów i ograniczanie emisji	409
4.4.3.1	Emisje do atmosfery związane z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik BAT	411
4.4.4	Wody odpadowe (ścieki)	413
4.4.5	Pozostałości technologiczne	414
4.4.6	Koszty dotyczące technik	416
4.5	Nowo powstające techniki	416
5	Procesy produkcji ołowiu, cynku i kadmu (+Sb, Bi, In, Ge, Ga, As, Se, Te)	418
5.1	Stosowane procesy i techniki	418
5.1.1	Ołów pierwotny	418

5.1.1.1 Spiekanie/wytapianie w piecu szybowym lub angielskim piecu do wytapiania (Imperial Smelting Furnace (ISF)).....	418
5.1.1.2 Wytapianie bezpośrednie	420
5.1.2 Ołów wtórny	421
5.1.2.1 Odzysk ołowiu ze złomowanych akumulatorów	421
5.1.2.2 Odzysk ołowiu z innego złomu i pozostałości	423
5.1.3 Oczyszczanie (rafinacja) ołowiu pierwotnego i wtórnego	423
5.1.4 Procesy topienia ołowiu i produkcji stopów ołowiu	425
5.1.5 Cynk pierwotny (cynk otrzymywany bezpośrednio z rudy)	426
5.1.5.1 Proces pirometalurgiczny (metoda ogniowa).....	426
5.1.5.2 Proces hydrometalurgiczny.....	427
5.1.6 Cynk wtórny	431
5.1.6.1 Procesy ogólne	432
5.1.6.2 Piece obrotowe Waelza.....	433
5.1.6.3 Procesy przewalowe żużłu	434
5.1.7 Procesy topienia i wytwarzania stopów cynku	435
5.1.8 Procesy odlewania cynku.....	435
5.1.9 Produkcja pyłu cynkowego.....	435
5.1.10 Kadm	436
5.1.10.1 Produkcja kadmu z procesów ołowiu i cynku.....	436
5.1.10.2 Produkcja kadmu z baterii	436
5.1.11 Produkcja innych metali (In, Ge, Ga, As, Te, Sb, Bi).....	436
5.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia.....	437
5.2.1 Energia.....	440
5.2.2 Emisja do powietrza.....	441
5.2.2.1 Dwutlenek siarki i inne związki siarki	443
5.2.2.2 Tlenki azotu	444
5.2.2.3 Pył i metale	444
5.2.2.4 Lotne składniki organiczne i dioksyny	446
5.2.3 Emisje do wody	446
5.2.3.1 Ścieki z instalacji odpylania.....	446
5.2.3.2 Odzysk z akumulatorów	447
5.2.3.3 Ściek upustowy elektrolitu.....	448
5.2.3.4 Różne źródła	448
5.2.4 Pozostałości i odpady z procesów.....	450
5.2.4.1 Pozostałości z ługowania	450
5.2.4.2 Żużle i pozostałości pirometalurgiczne.....	451
5.2.4.3 Inne materiały	453
5.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu najlepszych dostępnych technik BAT	457
5.3.1 Składowanie i transport materiałów oraz procesy obróbki wstępnej	457
5.3.2 Procesy wytapiania pierwotnego ołowiu	460
5.3.3 Piece do wytapiania wtórnego ołowiu	462
5.3.4 Obróbka żużłu.....	465
5.3.5 Rafinacja ołowiu	465
5.3.6 Cynk pierwotny	465
5.3.6.1 Rafinacja chemiczna	466
5.3.6.2 Elektrolityczne otrzymywanie metali	466
5.3.7 Cynk wtórny	467
5.3.7.1 Piece (obrotowe) Waelza i piece przewalowe żużłu	467
5.3.8 Kadm i inne metale	469
5.3.9 Zbieranie i ograniczanie emisji oparów/gazów.....	469
5.3.10 Instalacje kwasu siarkowego.....	471
5.3.11 Sterowanie procesem	475
5.3.12 Ścieki	475
5.3.13 Pozostałości procesu	475
5.4 Najlepsze dostępne techniki BAT.....	475
5.4.1 Składowanie i transport materiałów.....	478
5.4.2 Wybór procesu.....	478
5.4.2.1 Wytapianie pierwotnego ołowiu	478
5.4.2.2 Wytapianie wtórnego ołowiu	479
5.4.2.3 Procesy rafinowania ołowiu.....	480
5.4.2.4 Cynk pierwotny.....	480
5.4.2.4.1 Oczyszczanie elektrolitu	480

5.4.2.5 Cynk wtórny	481
5.4.2.6 Kadm i inne metale	481
5.4.2.7 Inne stopnie procesu	481
5.4.2.7.1 Elektrolityczne otrzymywanie metali	481
5.4.2.8 Zbieranie gazu i ograniczanie zanieczyszczeń	482
5.4.2.9 Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT	483
5.4.3 Ścieki	487
5.4.4 Pozostałości z procesów	488
5.4.5 Koszty związane z technikami	488
5.5 Nowo powstające techniki BAT	488
6 Procesy wytwarzania metali szlachetnych	490
6.1 Stosowane procesy i techniki	490
6.1.1 Srebro	494
6.1.1.1 Materiały fotograficzne	494
6.1.1.2 Popioły, zmiotki, itd.	494
6.1.1.3 Odzysk z produkcji metalu podstawowego	495
6.1.1.4 Oczyszczanie	496
6.1.2 Złoto	497
6.1.2.1 Proces Millera	497
6.1.2.2 Elektorafinacja	497
6.1.2.3 Inne procesy	497
6.1.3 Platynowce	498
6.2 Obecne poziomy emisji i zużycia	499
6.2.1 Obiegi materiałów zawracanych w przemyśle metali szlachetnych	499
6.2.1.1 Obiegi niemetalowe	499
6.2.1.2 Obiegi bez metali szlachetnych	500
6.2.2 Emisje do powietrza	501
6.2.2.1 Pył i metale	502
6.2.2.2 Dwutlenek siarki	503
6.2.2.3 Chlor i HCl	503
6.2.2.4 Związki azotu	503
6.2.2.5 Lotne składniki organiczne (VOC) i dioksyne	503
6.2.3 Emisje do wody	504
6.2.4 Pozostałości i odpady technologiczne	505
6.2.5 Wykorzystanie energii	505
6.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu najlepszych dostępnych technik BAT	505
6.3.1 Składowanie surowców	506
6.3.2 Procesy produkcyjne metali	507
6.3.3 Zbieranie spalin/gazów i ograniczanie	509
6.3.4 Sterowanie procesu	513
6.3.5 Ścieki	513
6.3.6 Ogólne techniki	514
6.3.7 Wykorzystanie energii	515
6.4 Najlepsze dostępne techniki BAT	515
6.4.1 Składowanie i transport materiałów	518
6.4.2 Wybór procesu	518
6.4.2.1 Procesy obróbki wstępnej	518
6.4.2.2 Piece do procesów pirometalurgicznych	518
6.4.2.3 Procesy hydrometalurgiczne	519
6.4.3 Zbieranie gazu i ograniczanie	519
6.4.3.1 Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT	520
6.4.4 Ścieki	523
6.4.5 Pozostałości procesu	523
6.4.6 Koszty związane z technikami	524
6.5 Nowo powstające techniki	524
7 Technologie produkcji rtęci	526
7.1 Stosowane technologie i techniki	526
7.1.1 Produkcja pierwotna	526
7.1.1.1 Produkcja z siarczku rtęciowego (cynober)	526
7.1.1.2 Produkcja z rud i koncentratów innych metali	526
7.1.2 Produkcja wtórna	527
7.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia	527
7.2.1 Rtęć pierwotna	527

7.2.2	Rtęć wtórna	528
7.2.3	Pozostałości technologiczne	528
7.3	Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu najlepszych dostępnych technik BAT	528
7.3.1	Emisje do atmosfery	529
7.3.2	Wody odpadowe (ścieki)	531
7.4	Najlepsze dostępne techniki BAT	531
7.4.1	Transport i przechowywanie materiałów	534
7.4.2	Dobieranie technologii	534
7.4.3	Wychwyty i ograniczanie emisji gazów	534
7.4.3.1	Emisje do atmosfery związane z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik BAT	535
7.4.4	Wody odpadowe (ścieki)	536
7.4.5	Pozostałości technologiczne	537
7.5	Nowo powstające techniki	537
8	Metale wysokotopliwe	538
8.1	Stosowane technologie i techniki	538
8.1.1	Chrom	538
8.1.1.1	Produkcja metalicznego chromu za pomocą redukcji metalotermicznej	538
8.1.1.2	Produkcja metalicznego chromu w procesie elektrolizy	540
8.1.2	Mangan	541
8.1.2.1	Elektroliza wodnych soli manganu	542
8.1.2.2	Elektrotermiczny rozkład rud manganu	542
8.1.3	Wolfram	542
8.1.3.1	Produkcja proszku metalicznego wolframu z surowców pierwotnych	545
8.1.3.2	Przetwarzanie surowców wtórnych wolframu	547
8.1.4	Wanad	548
8.1.4.1	Produkcja metalicznego wanadu z surowców pierwotnych	548
8.1.4.2	Przetwarzanie surowców wtórnych wanadu	549
8.1.5	Molibden	550
8.1.5.1	Produkcja proszku metalicznego molibdenu	551
8.1.5.2	Przetwarzanie surowca wtórnego molibdenu	551
8.1.6	Tytan	551
8.1.6.1	Produkcja gąbki tytanu metalicznego	552
8.1.6.2	Przetwarzanie surowców wtórnych tytanu i gąbki tytanowej	553
8.1.7	Tantal	553
8.1.7.1	Produkcja metalicznego tantalu z surowców pierwotnych	553
8.1.7.2	Przetwarzanie surowców wtórnych tantalu	555
8.1.8	Niob	555
8.1.8.1	Produkcja niobu z surowców pierwotnych	556
8.1.9	Ren	557
8.1.9.1	Odzyskiwanie renu przez prażenie molibdenitu	557
8.1.9.2	Produkcja metalicznego renu	558
8.1.10	Cyrkon i hafn	558
8.2	Aktualne poziomy emisji i zużycia	558
8.2.1	Zużycie surowców i energii	559
8.2.2	Emisje	560
8.2.2.1	Emisje do atmosfery	560
8.2.2.2	Emisje do wody	560
8.2.2.3	Produkty uboczne, pozostałości technologiczne i odpady	561
8.2.2.4	Podsumowanie emisji pochodzących z produkcji metali wysokotopliwych	561
8.3	Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	576
8.3.1	Składowanie i transport materiałów	579
8.3.2	Procesy wytapiania, opalania, redukcji wodoru i nawęglania	580
8.3.3	Wychwyty gazów i ograniczanie emisji	583
8.3.4	Sterowanie procesem	583
8.3.5	Wody odpadowe	584
8.3.6	Pozostałości technologiczne	584
8.4	Najlepsze dostępne techniki BAT	584
8.4.1	Transport i składowanie materiałów	586
8.4.2	Dobór technologii	586
8.4.2.1	Procesy wytapiania, opalania, redukcji wodorem i procesy nawęglania	586
8.4.2.2	Kontrola procesu	588
8.4.3	Wychwyty i ograniczanie emisji gazów	588
8.4.4	Wody odpadowe (ścieki)	590

8.4.5 Pozostałości technologiczne	590
8.5 Nowo powstające techniki	591
9 Żelazostopy	592
9.1 Stosowane techniki i procesy	592
9.1.1 Żelazochrom	593
9.1.1.1 Surowce	593
9.1.1.2 Techniki obróbki wstępnej	593
9.1.1.3 Produkcja żelazochromu i żelazokrzemochromu	594
9.1.1.3.1 Żelazochrom wysokowęglowy	594
9.1.1.3.2 Żelazochrom średniowęglowy	596
9.1.1.3.3 Żelazochrom niskowęglowy	597
9.1.1.3.4 Krzemochrom	597
9.1.2 Żelazokrzem i stopy krzemu	597
9.1.2.1 Surowce	598
9.1.2.2 Produkcja żelazokrzemu, krzemometalu i krzemowapnia	598
9.1.3 Żelazomangan i manganostopy	602
9.1.3.1 Surowce	602
9.1.3.2 Techniki obróbki wstępnej	602
9.1.3.3 Produkcja żelazomanganu i krzemomanganu	603
9.1.3.3.1 Żelazomangan wysokowęglowy	603
9.1.3.3.2 Żelazomangan średniowęglowy	606
9.1.3.3.3 Żelazomangan niskowęglowy	606
9.1.3.3.4 Krzemomangan	606
9.1.4 Żelazonikiel	607
9.1.4.1 Surowce	607
9.1.4.2 Produkcja żelazoniklu z surowca pierwotnego	607
9.1.4.3 Produkcja żelazoniklu z surowca wtórnego	608
9.1.5 Żelazowanad	609
9.1.6 Prażenie molibdenitu i produkcja żelazomolibdenu	609
9.1.6.1 Prażenie molibdenitu	610
9.1.6.2 Produkcja żelazomolibdenu	611
9.1.6.2.1 Surowce	611
9.1.6.2.2 Węglotermiczna (karbotermiczna) produkcja żelazomolibdenu	611
9.1.6.2.3 Metalotermiczna produkcja żelazomolibdenu	611
9.1.7 Żelazowolfram	614
9.1.7.1 Produkcja żelazowolframu i bazy topienia wolframu	615
9.1.7.1.1 Żelazowolfram	615
9.1.7.1.1.1 Baza Topienia Wolframu (TMB)	615
9.1.8 Żelazotytan	615
9.1.9 Żelazobor	617
9.1.10 Żelazoniob	619
9.1.11 Produkcja żelazostopów z surowców wtórnych	620
9.1.11.1 Surowce i przygotowanie surowców	620
9.1.11.2 Przetwarzanie wstępne	621
9.1.11.2.1 Mieszanie i suszenie (tylko proces plazmowy pyłu)	621
9.1.11.3 Proces z użyciem pieca łukowego z elektrodą zanurzeniową	622
9.1.11.4 Proces plazmowy pyłu	623
9.2 Obecne poziomy emisji i zużycia	623
9.2.1 Zużycie surowców i energii	624
9.2.2 Emisje	628
9.2.2.1 Emisje do powietrza	628
9.2.2.1.1 Emisje pyłów i oparów	628
9.2.2.1.2 Inne emisje do powietrza	632
9.2.2.2 Emisje hałasu i wibracji	636
9.2.2.3 Emisje do wody	637
9.2.2.4 Produkty uboczne, pozostałości z procesu i odpady	638
9.2.3 Odzysk energii	641
9.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT	645
9.3.1 Materiały składowane i obsługa (transport, kruszenie itd.)	645
9.3.2 Techniki obróbki wstępnej	645
9.3.3 Spiekalnie	648
9.3.4 Redukcja wstępna i podgrzewanie	650
9.3.5 Procesy wytapiania	651

9.3.6 Zbieranie gazów i ograniczanie pyłów	653
9.3.7 Sterowanie procesu	657
9.3.8 Operacje pozapiecowe	657
9.3.9 Oczyszczanie wody.....	658
9.3.10 Redukcja pozostałości pochodzących z procesu.....	658
9.3.11 Techniki do redukcji ogólnego zużycia energii	658
9.4 Najlepsze dostępne techniki BAT	666
9.4.1 Składowanie i obsługa materiałów	667
9.4.2 Wybór procesu.....	667
9.4.2.1 Techniki obróbki wstępnej.....	667
9.4.2.2 Spiekanie.....	668
9.4.2.3 Redukcja wstępna i podgrzewanie	668
9.4.2.4 Proces wytapiania	669
9.4.2.5 Sterowanie procesem	673
9.4.2.6 Operacje piecowe.....	673
9.4.3 Zbieranie gazu i ograniczanie emisji	673
9.4.4 Ścieki	675
9.4.5 Pozostałości pochodzące z procesu.....	675
9.4.6 Odzysk energii	677
9.5 Nowo powstające techniki	679
10 Procesy do produkcji alkaliów i metali ziem alkalicznych	681
10.1 Stosowane procesy i techniki.....	681
10.1.1 Sód metaliczny.....	681
10.1.2 Lit metaliczny	683
10.1.3 Potas metaliczny	684
10.1.4 Wapń metaliczny i stront metaliczny	684
10.1.4.1 Wapń metaliczny	684
10.1.4.1.1 Proces elektrolizy.....	684
10.1.4.1.2 Proces metalotermiczny	685
10.1.4.2 Stront metaliczny	685
10.1.5 Magnez metaliczny	686
10.1.5.1 Produkcja magnezu pierwotnego przez redukcję cieplną	686
10.1.5.2 Elektrolityczna produkcja magnezu pierwotnego	687
10.1.5.3 Produkcja magnezu z surowców wtórnych	689
10.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia.....	690
10.2.1 Zużycie surowców i energii	691
10.2.2 Emisje do powietrza.....	691
10.2.3 Typowe emisje do wody	693
10.2.4 Produkty uboczne, pozostałości z procesu i odpady stałe.....	694
10.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	694
10.3.1 Materiały, składowanie i transport.....	695
10.3.2 Techniki obróbki wstępnej.....	695
10.3.3 Procesy podstawowe.....	697
10.3.4 Zbieranie gazu i ograniczanie	698
10.3.5 Sterowanie procesem	700
10.3.6 Operacje popieczowe.....	700
10.3.7 Uzdatnianie wody	701
10.3.8 Redukcja pozostałości z procesu	703
10.4 Najlepsze dostępne techniki BAT.....	703
10.4.1 Składowanie i transport materiałów.....	705
10.4.2 Wybór procesu.....	705
10.4.2.1 Techniki obróbki wstępnej.....	705
10.4.2.2 Procesy podstawowe	705
10.4.2.3 Sterowanie procesem	708
10.4.2.4 Operacje popieczowe.....	708
10.4.3 Zbieranie i ograniczanie gazu	708
10.4.4 Ścieki	710
10.4.5 Pozostałości z procesu	710
10.5 Nowo powstające techniki	712
11 Procesy do produkcji niklu i kobaltu	713
11.1 Stosowane procesy i techniki.....	713
11.1.1 Rudy tlenkowe	713
11.1.2 Rudy siarczkowe.....	715

11.1.2.1	Klasyyczny proces wytapiania zawieszinowego	715
11.1.3	Proces rafinowania kamienia	717
11.1.3.1	Ługowanie kamienia chlorkiem z późniejszym elektrolitycznym otrzymywaniem metalu	718
11.1.3.2	Atmosferyczne-ciśnieniowe ługowanie anolitu siarczanowego z późniejszym elektrolitycznym otrzymywaniem metalu /redukcją wodorową	719
11.1.3.3	Ługowanie ciśnieniowe amoniakiem i redukcja wodorowa	720
11.1.3.4	Ługowanie chlorkiem żelaza	721
11.1.3.5	Proces karbonylowy	721
11.1.3.6	Elektrorefinacja kamienia	722
11.1.3.7	Ekstrakcja rozpuszczalnikowa	722
11.1.4	Produkcja stopów niklu z materiałów wtórnych	722
11.1.5	Redukcja kobaltu	723
11.2	Aktualne poziomy emisji i zużycia	724
11.2.1	Zużycie energii	725
11.2.2	Emisje do powietrza	725
11.2.2.1	Dwutlenek siarki i inne gazy kwaśne	726
11.2.2.2	Lotne związki organiczne (VOC)	727
11.2.2.3	Pyły i metale	727
11.2.2.4	Chlor	728
11.2.2.5	Wodór, tlenek węgla i karbonyle	728
11.2.2.6	Tlenki azotu	728
11.2.2.7	Emisje niezorganizowane	729
11.2.3	Emisje do wody	729
11.2.3.1	Ścieki z instalacji ograniczania	730
11.2.3.2	Różne źródła	730
11.2.4	Pozostałości pochodzące z procesu i odpady	731
11.2.4.1	Osady strąceniowe z procesów oczyszczania	732
11.2.4.2	Pirometalurgiczne żużle i pozostałości	732
11.2.4.3	Inne materiały	733
11.3	Techniki które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	733
11.3.1	Składowanie i transport materiałów oraz procesy obróbki wstępnej	734
11.3.2	Procesy wytapiania pierwotnego	735
11.3.3	Procesy rafinacji i transformacji	736
11.3.3.1	Ługowanie, oczyszczanie chemiczne i ekstrakcja rozpuszczalnikowa	736
11.3.3.2	Elektrolityczne otrzymywanie metalu	736
11.3.3.3	Inne metale	737
11.3.3.4	Wytwarzanie proszków metali, wlewków i innych produktów	737
11.3.4	Zbieranie i ograniczanie oparów/gazu	738
11.3.5	Sterowanie i zarządzanie procesem	738
11.3.6	Ścieki	738
11.3.7	Pozostałości pochodzące z procesu	739
11.4	Najlepsze dostępne techniki BAT	739
11.4.1	Transport i składowanie materiałów	742
11.4.2	Wybór procesu	743
11.4.2.1	Procesy pirometalurgiczne	743
11.4.2.2	Procesy rafinacji i transformacji	743
11.4.3	Zbieranie i ograniczanie gazu	743
11.4.3.1	Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT	744
11.4.4	Ścieki	747
11.4.5	Pozostałości pochodzące z procesu	748
11.4.6	Koszty związane z technikami	748
11.5	Nowo powstające technologie	748
12	Procesy produkcji elektrod węglowych i grafitowych	750
12.1	Stosowane procesy i techniki	750
12.1.1	Procesy produkcji elektrod	750
12.1.1.1	Pasta niewypalona (surowa), pasta Søderberga, elektrody Søderberga i niewypalone (surowe) wyroby kształtowe	751
12.1.1.2	Wstępnie spiekane anody	751
12.1.1.3	Elektrody grafitowe	755
12.1.2	Proces produkcji innych wyrobów węglowych i grafitowych	757
12.1.2.1	Sporządzanie mieszanki i formowanie	758
12.1.2.2	Wypalanie i ponowne wypalanie	759
12.1.2.3	Impregnacja	759

12.1.2.4 Grafityzacja.....	759
12.1.2.5 Kształtowanie produktu	759
12.1.2.6 Specjalne procesy	760
12.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia.....	760
12.2.1 Emisje do powietrza.....	761
12.2.1.1 Lotne związki organiczne (VOC), węglowodory i WWA.....	761
12.2.1.2 Pył.....	762
12.2.1.3 Gazy spalania.....	762
12.2.1.4 Dwutlenek siarki	762
12.2.1.5 Fluorki. (Produkcja anodowa jeśli stosowane są resztki anod).....	762
12.2.1.6 Lotne związki organiczne (VOC) (Wytwarzanie specjalnych produktów węglowych i grafitowych).....	763
12.2.1.7 Cyjanki (produkcja włókien węglowych bazująca na poliakrylonitrylach (PAN)).....	763
12.2.1.8 Dioksyny.....	763
12.2.1.9 Podsumowanie głównych zanieczyszczeń powietrza	763
12.2.2 Ścieki	767
12.2.3 Pozostałości pochodzące z procesu.....	768
12.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT	768
12.3.1 Składowanie materiałów, procesy obsługi (transport, kruszenie itd.) materiałów i obróbki wstępnej materiałów	769
12.3.2 Inne etapy procesu	770
12.3.3 Ścieki	773
12.3.4 Pozostałości pochodzące z procesu.....	774
12.4 Najlepsze dostępne techniki BAT.....	774
12.4.1 Transport i składowanie materiałów	776
12.4.2 Wybór procesu	777
12.4.3 Zbieranie i ograniczanie gazu	777
12.4.3.1 Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT	779
12.4.4 Emisje do wody	783
12.4.5 Pozostałości pochodzące z procesów.....	783
12.4.6 Koszty związane z technikami.....	783
12.5 Nowo powstające techniki	783
13 Wnioski.....	784
13.1 Ramy czasowe pracy	784
13.2 Źródła informacji	784
13.3 Zalecenia dla prac w przyszłości	785
BIBLIOGRAFIA	787
ZAŁĄCZNIK I DANE DOTYCZĄCE KOSZTÓW JEDNOSTKOWYCH DLA PRODUKCJI METALI ORAZ DLA SYSTEMÓW OGRANICZANIA ZANIECZYSZCZEŃ	810
I.1 Czynniki wpływające na koszty.....	810
I.2 Jednostkowe koszty inwestycyjne dla zakładów produkcyjnych miedzi.....	811
I.3 Jednostkowe koszty inwestycyjne dla procesów pierwotnego i wtórnego aluminium	815
I.4 Jednostkowe koszty inwestycyjne dla procesów Pb-Zn	817
I.5 Dane dotyczące kosztów technik ograniczania zanieczyszczeń	819
1.5.1 Ograniczanie zanieczyszczeń powietrza w przemyśle produkcji miedzi.....	819
1.5.2 Ograniczanie zanieczyszczeń powietrza – przemysł aluminium	826
1.5.3 Instalacje kwasu siarkowego.....	831
1.5.4 Systemy oczyszczania ścieków.....	832
ZAŁĄCZNIK II PRZEPISY MIĘDZYNARODOWE (PRZEGLĄD).....	834
II.1 Traktat o transgranicznym przenoszeniu zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości (LTRAP).....	834
II.2 Konwencje Bazylejskie.....	834
II.3 Decyzja Rady OECD w sprawie Transgranicznego Przemieszczania Niebezpiecznych Odpadów	834
II.4 Ochrona środowiska wodnego	835
II.5 Globalny System Monitoringu Zanieczyszczeń (WHO/UNEP).....	835
II.6 Wartości graniczne emisji wśród Państw Członkowskich.....	835

Spis rysunków

Rysunek 1.1 Produkcja miedzi na świecie w roku 1997.....	63
Rysunek 1.2: Miejsca produkcji w Europie.....	65
Rysunek 1.3 Produkcja półwyrobów z miedzi w roku 1995. Ogółem 1995 r. = 4700000 ton	66
Rysunek 1.4: Produkcja aluminium pierwotnego wg krajów 1997 (tysiące ton)	68
Rysunek 1.5: Światowa produkcja koncentratów cynku w roku 1994.	72
Rysunek 1.6: Produkcja cynku metalicznego w UE (1994) [NL – Holandia, UK – Zjednoczone Królestwo WB i IP, B – Belgia, D – Niemcy, E – Hiszpania, F – Francja, FIN – Finlandia, I – Włochy].....	74
Rysunek 1.8: Całkowita wydajność rafinacji metali szlachetnych w Europie.....	83
Rysunek 1.9: Wykorzystanie żelazostopów w różnych sektorach przemysłowych w roku 1994.....	93
Rysunek 1.10: Wykorzystanie masowych i specjalnych żelazostopów w różnych sektorach przemysłowych w roku 1994	94
Rysunek 1.11: Produkcja żelazostopów masowych w Europie	95
Rysunek 1.12: Światowe wykorzystanie magnezu metalicznego.....	100
Rysunek 1.13: Zużycie Ni w świecie zachodnim w roku 1996	104
Rysunek 1.14: Produkcja niklu w Europie	105
Rysunek 1.15: Produkcja kobaltu na świecie.....	108
Rysunek 1.16: Miejsca produkcji węgla i grafitu w Europie.....	113
Rysunek 2.1: Piec obrotowy	143
Rysunek 2.2: Piec Herreshoffa	145
Rysunek 2.3: Piec do spiekania z taśmą stalową	146
Rysunek 2.5: Piec szybowy dla wtórnej produkcji miedzi	148
Rysunek 2.6: Układ elektrody Søderberga w elektrycznym piecu łukowym	149
Rysunek 2.7: Obrotowy elektryczny piec łukowy	150
Rysunek 2.8: Piec elektryczny do wytopiania koncentratu oraz rud prażonych	151
Rysunek 2.9: Proces Ausmelt/ISA Smelt	152
Rysunek 2.10: Piec obrotowy z dmuchem górnym	153
Rysunek 2.11: Reaktor Noranda	154
Rysunek 2.12 Reaktor El Teniente	155
Rysunek 2.13: Proces Mitsubishi.....	155
Rysunek 2.14: Proces QSL	156
Rysunek 2.15: Proces Contop.....	157
Rysunek 2.16 Piec Outokumpu	158
Rysunek 2.17: Piec INCO.....	159
Rysunek 2.18: Piec Kivcet.....	160
Rysunek 2.19: Konwertor Peirce-Smitha	161
Rysunek 2.20: Konwertor Hobokena.....	162
Rysunek 2.21: Piece indukcyjne	163
Rysunek 2.22: Proces Contimelt.....	164
Rysunek 2.23: Etapy procesu ekstrakcji rozpuszczalnikowej (SX).....	171
Rysunek 2.24: Elektrolizator ze wstępnie spieczoną anodą z podajnikiem punktowym	176
Rysunek 2.25: Zgodny system ładowania i spuszczenia	177
Rysunek 2.26: Wychwył (zbieranie) oparów czwartym otworem.....	177
Rysunek 2.27: System okapów dodatkowych (wtórnych) dla konwertora	178
Rysunek 2.28: Schemat systemu wtórnego wychwyłu oparów dla procesu miedzi pierwotnej.	179
Rysunek 2.29: Wychwył oparów z otworu spustowego	180
Rysunek 2.30: Typowy układ elektrofiltra (pokazane tylko dwie strefy).....	182
Rysunek 2.31: Elektrofiltr mokry	183
Rysunek 2.32: Układ cyklonu.....	183
Rysunek 2.33: Podstawowy układ filtra tkaninowego (z jedną komorą w cyklu oczyszczania)	185
Rysunek 2.34: Układ czyszczenia z odwróconym pulsującym ciśnieniem.	186
Rysunek 2.35: Płuczki wieżowe z przepływem promieniowym.....	190
Rysunek 2.36: Typowy układ oczyszczania gazów w instalacji kwasu siarkowego	195
Rysunek 2.37: Typowa instalacja kwasu siarkowego z podwójną absorpcją	196
Rysunek 2.38: Klasyfikacja ścieków	213
Rysunek 2.39: Granulacja roztopionego metalu.....	216
Rysunek 2.40: Przykład systemu recykulacji wody chłodzącej	221
Rysunek 2.41: Piec do elektrycznego oczyszczania żużli miedzi.....	240
Rysunek 2.42: Różne trasy recyklingowe według ilości pozostałości wytwarzanych przez niektóre zakłady produkcyjne metali nieżelaznych w Północnej Nadrenii-Westfalii.	248

Rysunek 2.43: Bilans energii w procesie Contimelt	251
Rysunek 2.44: Układ prostego bio-filtra	254
Rysunek 3.1: Cykl produkcyjny miedzi hutniczej	271
Rysunek 3.2: Schemat blokowy procesu ługowania z hałdy	275
Rysunek 3.3 Ogólny schemat technologiczny produkcji miedzi wtórnej	279
Rysunek 3.4: Przykład procesu Southwire	281
Rysunek 3.5: Przykład procesu Contirod	282
Rysunek 3.6 Ogólny schemat technologiczny wytwarzania półwyrobów	284
Rysunek 3.7: Zasada odlewania ciągłego lub półciągłego	285
Rysunek 3.8: Ogólny schemat wejścia i wyjścia dla miedzi pierwotnej	292
Rysunek 3.9: Oczyszczanie gazów z pieca do wytapiania i z konwertora	292
Rysunek 3.10: Ogólny schemat wejścia i wyjścia dla wytapiania miedzi wtórnej	294
Rysunek 3.12 Ogólny układ systemu	325
Rysunek 3.13: Docelowy układ wtórnego wychwytu oparów	326
Rysunek 3.14: Podstawowy układ systemu dopalaczy	328
Rysunek 4.1: Produkcja tlenku glinu – proces Bayera	354
Rysunek 4.2: Elektrolizery do produkcji aluminium pierwotnego	357
Rysunek 4.3: Podstawowy proces aluminium wtórnego	360
Rysunek 4.4: Wejście i wyjście z produkcji pierwotnego aluminium	363
Rysunek 4.5: Wejścia i wyjścia z produkcji aluminium wtórnego	376
Rysunek 4.6: Przykład systemu pompowania metali	393
Rysunek 4.7: Schemat zintegrowanego systemu zbierania oparów	397
Rysunek 5.1: Schemat typowego angielskiego procesu wytapiania do produkcji cynku i ołowiu	418
Rysunek 5.2: Szkic typowego procesu odzysku ze złomowanych akumulatorów	421
Rysunek 5.3: Schemat procesów rafinacji ołowiu	424
Rysunek 5.4: Schemat destylacji cynk/kadm	426
Rysunek 5.5: Schemat hydrometalurgicznego procesu cynkowego	427
Rysunek 5.6: Uproszczone schematy technologiczne niektórych procesów usuwania żelaza	428
Rysunek 5.7: Proces ługowania koncentratu	429
Rysunek 5.8: Piec obrotowy Waelza	432
Rysunek 5.9: Proces ługowania Tlenku Waelza	433
Rysunek 5.10: System dopalacza stosowanego przy piecu do wytapiania pracującym na wsadzie w postaci całych akumulatorów/baterii	462
Rysunek 5.11: Schemat obiegu płukania tlenku Waelza	467
Rysunek 5.13: Schemat procesu WSA	472
Rysunek 6.1: Ogólny schemat technologiczny dla odzysku metalu szlachetnego	490
Rysunek 6.2: Przykład schematu technologicznego dla obróbki szlamu anodowego	492
Rysunek 6.3: Odzysk srebra z produkcji cynku i ołowiu	495
Rysunek 6.4: Piec do spopielania dla filmu fotograficznego	507
Rysunek 6.5: Jeden system zbierania gazów odlotowych	509
Rysunek 6.6: Schemat technologiczny obróbki rudy	523
Rysunek 6.7: Schemat technologiczny procesu metalurgicznego	524
Rysunek 8.1: Produkcja metalicznego chromu w procesie metalo-termicznym	539
Rysunek 8.2: Produkcja metalicznego chromu za pomocą elektrolizy	540
Rysunek 8.4: Produkcja proszku metalicznego wolframu	545
Rysunek 8.5: Produkcja węgla wolframu	546
Rysunek 8.6: Produkcja pięciotlenku wanadu i wanadu metalicznego	549
Rysunek 8.7: Zbiornik reakcyjny służący do produkcji tytanu w procesie Krolla	551
Rysunek 8.8: Produkcja tlenków tantalu i niobu z żużla cyny	553
Rysunek 8.9: Produkcja czystego proszku metalicznego tantalu	554
Rysunek 8.10: Przetwarzanie związków niobu i tantalu	555
Rysunek 8.11: Odzyskiwanie renu z gazów spalania pochodzących z prażenia molibdenitu	556
Rysunek 8.12: Produkcja proszku wolframu i węgla wolframu	581
Rysunek 9.1: Produkcja żelazochromu wysokowęglowego w piecu zamkniętym	595
Rysunek 9.2: Piec łukowy do produkcji krzemometalu, żelazokrzemu i CaSi	599
Rysunek 9.4: Produkcja żelazomanganu wysokowęglowego w piecu szybowym	603
Rysunek 9.6: Proces z piecem obrotowym – piecem łukowym do produkcji żelazoniklu	607
Rysunek 9.7: Schemat technologiczny prażenia molibdenitu	609
Rysunek 9.9: Produkcja żelazomolibdenu metodą redukcji metalotermicznej	613
Rysunek 9.10: Schemat technologiczny produkcji żelazotytanu	616
Rysunek 9.11: Proces do produkcji żelazoboru i stopu boru	618
Rysunek 9.14: System oczyszczania gazu dla instalacji odtłuszczającej	646
Rysunek 9.15: Piec spiekalniczy z taśmą stalową	648

Rysunek 9.16: Zbieranie oparów ze spuszczenia i odlewania	654
Rysunek 9.17: System okapów wyciągowych dla pieca szybowego	655
Rysunek 9.18: Bezpośrednie wykorzystywanie CO do produkcji energii elektrycznej	660
Rysunek 9.19: Odzysk energii z pieca półzamkniętego	662
Rysunek 9.20: System odzysku energii dla pieca szybowego	664
Rysunek 10.1: Schemat technologiczny produkcji sodu	680
Rysunek 10.2: Elektrolizer Downsa	682
Rysunek 10.3: Schemat technologiczny produkcji wapnia metalicznego	684
Rysunek 10.4: Schemat technologiczny produkcji strontu metalicznego	685
Rysunek 10.5: Schemat technologiczny procesu redukcji cieplnej stosowanego do produkcji magnezu metalicznego	686
Rysunek 10.6: Schemat technologiczny produkcji magnezu metodą elektrolizy	688
Rysunek 10.7: Schemat technologiczny procesu produkcji magnezu wtórnego	689
Rysunek 10.8: Kalcynator zawieszinowo-gazowy	695
Rysunek 10.9: Schemat blokowy dla procesu odwadniania przy produkcji magnezu pierwotnego	697
Rysunek 10.10: Schemat wyciskarki do produkcji kęsów metali alkalicznych	700
Rysunek 10.11: Oczyszczalnia do usuwania dioksyn i węglowodorów chlorowanych ze ścieków	701
Rysunek 11.1: Ogólny schemat technologiczny dla produkcji niklu z rudy laterytowej	713
Rysunek 11.2: Ogólny schemat technologiczny dla produkcji niklu z koncentratów siarczkowych	714
Rysunek 11.3: Klasyczne wytapienie płomienne	715
Rysunek 11.4: Proces DON	716
Rysunek 11.5: Ogólny schemat technologiczny dla procesów rafinacji kamienia niklowego	717
Rysunek 11.8: Schemat technologiczny procesu rafinacyjnego DON	719
Rysunek 11.9: Ługowanie amoniakalne Sherritta	720
Rysunek 11.10: Szkic procesu ekstrakcji rozpuszczalnikowej (SX)	721
Rysunek 11.11: Ogólny schemat technologiczny przedstawiający możliwe etapy procesu do produkcji kobaltu	723
Rysunek 12.1: Przegląd etapów procesu	750
Rysunek 12.2: Widok ogólny otwartego pieca do wypalania anod	752
Rysunek 12.3: Wykres temperatury podczas wypalania anod	753
Rysunek 12.4: Piec grafityzacyjny Castnera	754
Rysunek 12.5: Piec grafityzacyjny Achesona	755
Rysunek 12.6: Produkcja wyrobów grafitowych	757
Rysunek 12.7: Ogólny schemat emisji w stosowanych procesach	759
Rysunek 12.8: „Losy” frakcji paku węglowego	760
Rysunek 12.9: Przykład biofiltra	770

Spis tabel

Tabela 1.1: Produkcja miedzi w UE (i EAA) i jej stopów w tysiącach ton w 1997 r. Produkcja rudy w Europie stanowi ~ 30% wsadu pierwotnego	63
Tabela 1.2: Produkcja aluminium pierwotnego wg państw w roku 1997 (tysiące ton)	68
Tabela 1.3: Produkcja aluminium w Europie w roku 1997	69
Tabela 1.4: Zużycie cynku na świecie i w Europie	70
Tabela 1.5: Gatunki cynku pierwotnego	71
Tabela 1.6: Gatunki cynku wtórnego	71
Tabela 1.7: Produkcja koncentratów cynku	72
Tabela 1.8: Produkcja cynku rafinowanego	73
Tabela 1.9: Główni producenci europejscy pod względem rocznych zdolności produkcyjnych	73
Tabela 1.10: Gatunki ołowiu	75
Tabela 1.11: Zużycie ołowiu na świecie	75
Tabela 1.12: Roczne zdolności produkcyjne metalu ołowiu w Europie	77
Tabela 1.13: Główni producenci i użytkownicy kadmu w roku 1996	79
Tabela 1.14: Metale szlachetne – zasoby pierwotne 1997	81
Tabela 1.15: Roczna wydajność rafinerii europejskich (w tonach)	82
Tabela 1.16: Zapotrzebowanie na metale szlachetne w roku 1996	83
Tabela 1.17: Źródła rtęci	85
Tabela 1.18: Produkcja rtęci w Europie Zachodniej	85
Tabela 1.19: Właściwości fizyczne metali wysokotopliwych	86
Tabela 1.20: Surowce pierwotne i wtórne dla produkcji metali wysokotopliwych	89
Tabela 1.21: Światowe zdolności produkcyjne chromu metalicznego	90
Tabela 1.22: Podstawowi producenci światowi niobu i tantalu	91
Tabela 1.23: Produkcja masowych żelazostopów w tonach na rok w Europie	96
Tabela 1.24: Światowa produkcja żelazostopów masowych	97
Tabela 1.25: Zdolności produkcyjne magnezu pierwotnego na świecie wg państw	101
Tabela 1.26: Ilości produkowanego magnezu pierwotnego i wtórnego w tonach/rok	102
Tabela 1.27: Miejsca produkcji niklu	105
Tabela 1.28: Podział ogólnej produkcji kobaltu wg różnych zastosowań	108
Tabela 1.29: Roczna produkcja węgla i grafitu w UE i w Norwegii	111
Tabela 1.30: Produkcja węgla i grafitu w tysiącach ton w roku 1998	112
Tabela 2.1: Procesy, które mogą tworzyć zintegrowane instalacje	117
Tabela 2.2: Przykład podstawowych danych źródeł emisji	122
Tabela 2.3: Zestawienie metod obróbki wstępnej	141
Tabela 2.4: Typowe zastosowania pieców	142
Tabela 2.5: Piece do suszenia, prażenia, spiekania i kalcynowania	167
Tabela 2.6: Piece do wytapiania i konwertorowe	168
Tabela 2.7: Piece do wytapiania	169
Tabela 2.9: Porównanie między różnymi układami filtrów workowych	187
Tabela 2.10: Przykład aktualnych emisji pochodzących z niektórych zastosowań ograniczania emisji pyłów (pył w mg/Nm ³)	201
Tabela 2.11: Przykład stężeń głównych składników zawartych w oczyszczonym gazie pochodzącym z instalacji kwasu siarkowego	202
Tabela 2.12: Przykład wydajności niektórych działających instalacji kwasu siarkowego	202
Tabela 2.13: Przegląd technik ograniczania emisji	207
Tabela 2.14: Zmierzone efektywności systemów usuwania pyłów przy zastosowaniu różnych technik ograniczania zanieczyszczeń przy odpowiednich pyłach	207
Tabela 2.15: Potencjalne źródła ścieków pochodzących z produkcji elektrolitycznej metali nieżelaznych	217
Tabela 2.16: Przegląd recyklingu i ponownego użycia	220
Tabela 2.17: Stężenia niektórych metali po oczyszczeniu wody odpadowej za pomocą wapna lub NaOH	223
Tabela 2.19: Przykład zawartości metali w wodach odpadowych przed i po oczyszczeniu w odniesieniu do zespołu pieca do wytapiania miedzi/rafinerii	227
Tabela 2.20: Oczyszczanie niektórych strumieni wód odpadowych pochodzących z procesów technologicznych miedzi	228
Tabela 2.21: Przegląd strumieni wód odpadowych	230
Tabela 2.22: a) Zalety i wady powszechnie stosowanych technik oczyszczania wód odpadowych	232
Tabela 2.23: b) Zalety i wady powszechnie stosowanych technik oczyszczania wód odpadowych	234
Tabela 2.24: Materiały pochodzące z produkcji metali nieżelaznych	239

Tabela 2.25: Ilość pozostałości zawracanych do obiegu, ponownie używanych i odprowadzanych, podanych dla roku 1996 w niektórych zakładach produkcji metali nieżelaznych w Północnej Nadrenii -Westfalii.	241
Tabela 2.26: Ilości pozostałości zawracanych do obiegu, ponownie używanych i odprowadzanych podanych dla roku 1996 w niektórych zakładach produkcji metali nieżelaznych w Północnej Nadrenii –Westfalii	242
[tm 84, MURL Düsseldorf 1999]	242
Tabela 2.27: Pozostałości i ich potencjalne zastosowanie	248
Tabela 2.28: Podsumowanie technik obsługi, transportu i magazynowania	259
Tabela 2.29: Przegląd strumieni wód odpadowych	264
Tabela: 3.1: Technologie wytopienia miedzi hutniczej	268
Tabela 3.2: Stosowane na świecie technologie wytopienia	269
Tabela 3.3: Przykład usuwania zanieczyszczeń podczas rafinacji elektrolitycznej	273
Tabela 3.4: Surowce wtórne do produkcji miedzi	276
Tabela 3.5: Typowe dane dla technologii wytwarzania taśmy mosiężnej	287
Tabela 3.6: Porównanie ograniczanych i niezorganizowanych obciążeń pyłem z pieca do wytopienia miedzi pierwotnej.	291
Tabela 3.7: Przykład danych wejściowych i wyjściowych dla pieca do wytopienia miedzi pierwotnej/rafinerii	293
Tabela 3.8: Dane wejścia-wyjścia dla powyższego schematu przetwarzania miedzi wtórnej	295
Tabela 3.9: Znaczenie potencjalnych emisji do atmosfery z procesów produkcji miedzi	296
Tabela 3.10: Główne składniki pyłów pochodzących z przetwarzania miedzi	298
Tabela 3.11: Jednostkowe emisje do atmosfery z procesów pierwotnych i wtórnych	301
Tabela 3.12: Osiągane emisje z technologii produkcji półwyrobów	301
Tabela 3.13: Emisje jednostkowe (wskaźniki emisji) dla technologii wytwarzania półwyrobów	301
Tabela 3.14: Znaczenie potencjalnych emisji do wody z procesów produkcji miedzi	302
Tabela 3.15: Przykład zawartości metali w różnych wodach odpadowych po oczyszczeniu	303
Tabela 3.16: Roczne obciążenia odprowadzane do wody z zakładów produkcyjnych półwyrobów z miedzi	303
Tabela 3.17: Produkty pośrednie, produkty uboczne i pozostałości z produkcji miedzi	305
Tabela 3.18: Przykład ilości pozostałości wytwarzanych przez złożoną instalację pierwotną i wtórną	306
Tabela 3.19: Przykład ilości pozostałości wytwarzanych w instalacji wtórnej	307
Tabela 3.22: Techniki składowania, transportu i wstępnego przygotowania, które należy rozważyć dla miedzi	312
Tabela 3.23: Przegląd pieców do wytopienia miedzi pierwotnej	314
Tabela 3.24: Dane dotyczące wydajności instalacji kwasu siarkowego pracującej w zmiennych warunkach gazowych.	316
Tabela 3.25: Przegląd pieców do wytopienia wtórnego	319
Tabela 3.26: Przegląd konwertyzatorów dla pierwotnej i wtórnej produkcji miedzi	321
Tabela 3.27: Metody ograniczania emisji, które należy wziąć pod uwagę	324
Tabela 3.28 Dane dotyczące wydajności systemu	325
Tabela 3.29: Wydajność po usprawnieniu wtórnego wychwytu oparów	327
Tabela 3.30: Efektywność oczyszczania gazów po wychwycie w systemie dachowym	327
Tabela 3.31: Dane dotyczące efektywności oczyszczania słabego kwasu	330
Tabela 3.32: Dane dotyczące skuteczności układu oczyszczania przy zastosowaniu NaHS	331
Tabela 3.33: Dane dotyczące skuteczności układu oczyszczania wody chłodzącej	332
Tabela 3.34: Podsumowanie technik transportu i składowania dla miedzi	338
Tabela 3.35: Piece do wytopienia miedzi pierwotnej uważane za BAT	341
Tabela 3.36: Piece do wytopienia miedzi wtórnej uważane za BAT	343
Tabela 3.37: Zestawienie metod ograniczania emisji składników w gazach odlotowych	345
Tabela 3.38: Emisje do atmosfery z wytopienia pierwotnego i procesu konwertyzacyjnego odpowiadające zastosowaniu BAT w sektorze miedzi	347
Tabela 3.39: Emisje do atmosfery z procesów hydro-metalurgicznych i elektrolitycznego otrzymywania metali przy zastosowaniu BAT w sektorze miedzi	348
Tabela 3.40: Emisje do atmosfery z wtórnego wytopienia i procesu konwertyzacyjnego, pierwotnej i wtórnej rafinacji ogniowej, elektrycznego oczyszczania żużlu i wytopienia odpowiadające zastosowaniu BAT w sektorze miedzi	349
Tabela 3.41: Emisje do atmosfery z wtórnych układów zbierania oparów i procesów osuszania odpowiadające zastosowaniu BAT w sektorze miedzi	350
Tabela 3.42: Zawartość metali w niektórych pyłach pochodzących z różnych technologii produkcji miedzi	350
Tabela 3.43: Zakres stężeń metali pochodzących z różnych strumieni wód odpadowych miedzi	351
Tabela 3.44: Potencjalne wykorzystanie produktów pośrednich, produktów ubocznych i pozostałości z produkcji miedzi	352
Tabela 3.45: Nowo powstające techniki wytopienia kąpielowego	353
Tabela 4.1: Zakresy wejściowe w produkcji tlenku glinu	364
Tabela 4.2: Zakresy wejściowe dla elektrolizy	364
Tabela 4.3: Dane dotyczące zużycia w hali lejniczej	364
Tabela 4.4: Stężenia nieoczyszczonych gazów pochodzących z elektrolizerów aluminium pierwotnego	366

Tabela 4.5: Znaczenie potencjalnych emisji z aluminium pierwotnego	370
Tabela 4.6: Całkowite emisje do atmosfery z pieców do wytapiania pierwotnego aluminium	371
Tabela 4.7: Hala lejnicza pierwotnego aluminium – emisje do atmosfery	371
Tabela 4.8: Emisje do wody z instalacji elektrolitycznych pierwotnego aluminium.....	372
Tabela 4.9: Skład zużytej wykładziny tygła	373
Tabela 4.10: Możliwości zmniejszenia odpadów w przypadku pieca do wytapiania pierwotnego aluminium.....	375
Tabela 4.11: Ilości odpadów charakterystyczne dla produkcji aluminium pierwotnego	375
Tabela 4.12: Znaczenie potencjalnych emisji do atmosfery	377
Tabela 4.13: Typowy skład pyłów pofiltracyjnych pochodzących z aluminium wtórnego.....	378
Tabela 4.14: Suszenie wiórów	379
Tabela 4.15: Wytapianie w piecu indukcyjnym (emisje ograniczane)	379
Tabela 4.16: Wytapianie w piecu obrotowym (emisje ograniczone).....	380
Tabela 4.17: Wytapianie w piecu z boczną kotłnią i w piecu płomiennym (emisje ograniczane).....	380
Tabela 4.18: Wytapianie w piecu z pochyłym trzonem (emisje ograniczane).....	380
Tabela 4.19: Typowe pozostałości z produkcji aluminium wtórnego.....	381
Tabela 4.20: Przygotowanie kozuchów	382
Tabela 4.21: Typowy skład żużlu solnego.....	382
Tabela 4.22: Typowe wychwycone emisje do atmosfery z recyklingu żużlu solnego (bez wyziewów z kotła – jeżeli jest zainstalowany)	382
Tabela 4.23: Składowanie i transport materiałów pierwotnych i metody wstępnego przygotowania aluminium.....	384
Tabela 4.24: Metody składowania, transportu i wstępnego przetwarzania materiałów wtórnych dla aluminium.....	386
Tabela 4.25: Piece do wytapiania wtórnego	392
Tabela 4.26: Podsumowanie technik obsługi/transportu i składowania dla aluminium	405
Tabela 4.27: Piece do produkcji aluminium wtórnego uważane za BAT	407
Tabela 4.28: Inne etapy technologiczne uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji aluminium pierwotnego	408
Tabela 4.29: Inne etapy technologiczne uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji aluminium wtórnego	408
Tabela 4.30: Zastosowania ograniczania emisji uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji aluminium pierwotnego.....	409
Tabela 4.31: Zastosowania ograniczania emisji uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji aluminium wtórnego	409
Tabela 4.32: Podsumowanie potencjalnych substancji zanieczyszczających i opcji ograniczania zanieczyszczeń	410
Tabela 4.33: Emisje do atmosfery odpowiadające stosowaniu BAT dla elektrolizy aluminium pierwotnego.....	411
Tabela 4.34: Emisje do atmosfery odpowiadające stosowaniu BAT dla podtrzymywania temperatury i odgazowania ciekłego metalu z aluminium pierwotnego i wtórnego	412
Tabela 4.35: Emisje do atmosfery odpowiadające stosowaniu BAT dla wstępnego przetwarzania materiałów (włączając w to osuszanie wiórów), wytapiania i topienia wtórnego aluminium	412
Tabela 4.36: Emisje do wody odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT dla produkcji aluminium pierwotnego z towarzyszącą instalacją do produkcji anod.....	413
Tabela 4.37: Opcje dla pozostałości pochodzących z pieca do wytapiania aluminium pierwotnego	414
Tabela 4.38: Opcje dla pozostałości pochodzących z produkcji aluminium wtórnego	415
Tabela 5.1: Procesy bezpośredniego wytapiania	419
Tabela 5.2: Skład typowego złomu z samochodowego akumulatora ołowiowego.....	420
Tabela 5.3: Dane dla wsadu i produkcji instalacji ISP (1998) [tm 102, DFIU Zn 1999].....	436
Tabela 5.4: Dane dla wsadu i produkcji pieca ISA Smelt (plan i dane wstępne).....	436
Tabela 5.5: Dane dla wsadu i produkcji dla instalacji QSL (1997)	436
Tabela 5.6: Dane wsadu i produkcji dla instalacji odzysku akumulatorowego bez odsiarczania (1998)	437
Tabela 5.7: Dane wsadu i produkcji dla instalacji odzysku akumulatorowego z odsiarczaniem (1998).....	437
Tabela 5.8: Dane dla wsadu i produkcji dla zakładu odzysku akumulatorowego z usuwaniem pasty (1998).....	438
Tabela 5.9: Dane dla wsadu i produkcji dla zakładu odzysku akumulatorowego z topieniem całych akumulatorów (1998).....	438
Tabela 5.10: Typowe dane dla zakładu elektrolizy cynku. Prażenie-ługowanie-oczyszczanie-elektroliza	438
Tabela 5.11: Typowy skład wsadu i produktów dla zakładu elektrolizy cynku	439
Tabela 5.12: Dane wsadu i produkcji dla pieca Waelza z zastosowaniem procesu dwustopniowego ługowania tlenku	439
Tabela 5.13: Dane wsadu i produkcji dla pieca Waelza (1996/97).....	439
Tabela 5.14: Zapotrzebowanie na energię w różnych procesach ołowiu.....	440
Tabela 5.15: Zapotrzebowanie energii przez różne procesy produkcji cynku	440
Tabela 5.16: Znaczenie potencjalnych emisji do powietrza z produkcji ołowiu, cynku i kadmu	441
Tabela 5.17: Wpływ ulepszeń instalacji na emisje krótkotrwałe	442
Tabela 5.18: Produkcja dwutlenku siarki z różnych procesów cynku i ołowiu	443

Tabela 5.19: Masa metali unoszonych w pyłe z niektórych procesów europejskich (tylko kontrolowane emisje)	444
Tabela 5.20: Typowe ścieki z oczyszczania gazu	446
Tabela 5.21: Typowe analizy ścieków	447
Tabela 5.22: Podsumowanie Potencjalnych Źródeł Ścieków i Opcji	448
Tabela 5.23: Przykład składów różnych rodzajów pozostałości	450
Tabela 5.24: Wartości eluatu żużłu granulowanego z pieca ISF	451
Tabela 5.25: Wartości eluatu dla kwaśnego żużłu Waelza	451
Tabela 5.26: Wartości eluatu dla żużłu z procesu QSL	451
Tabela 5.27: Materiał stały z rafinacji surówki ołowiowej	452
Tabela 5.28: Pozostałości z procesów cynkowych	453
Tabela 5.29: Pozostałości z procesów ołowiowych	454
Tabela 5.30: Pozostałości z procesów bezpośredniego wytopienia ołowiu	455
Tabela 5.31: Składowanie, metody transportu i obróbki wstępnej dla ołowiu, cynku i kadmu	459
Tabela 5.32: Przegląd pieców do wytopienia pierwotnego ołowiu	460
Tabela 5.33: Poziomy zanieczyszczeń w gazie odlotowym po dopalaniu	462
Tabela 5.34: Przegląd pieców do wytopienia wtórnego	463
Tabela 5.35: Przegląd pieców do wytopienia pierwotnego cynku	464
Tabela 5.36: Efekt płukania	467
Tabela 5.37: Ścieki z procesu płukania	467
Tabela 5.38: Metody obróbki chemicznej dla składników gazowych	470
Tabela 5.39: Osiągi systemu WSA	472
Tabela 5.40: Osiągi procesu kwasu siarkowego	473
Tabela 5.41: Piece do wytopienia pierwotnego ołowiu uważane za BAT	478
Tabela 5.42: Piece do wytopienia wtórnego ołowiu uważane za BAT	479
Tabela 5.43: Podsumowanie innych stopni procesu uważanych za Najlepsze Dostępne Techniki	480
Tabela 5.44: Podsumowanie opcji ograniczania składników zanieczyszczających zawartych w gazie odlotowym	482
Tabela 5.45: Emisje do powietrza z wytopienia pierwotnego, prażenia i spiekania, odpowiadające stosowaniu BAT w sektorze ołowiu i cynku	483
Tabela 5.46: Emisje do powietrza z rafinacji chemicznej, elektrolitycznego otrzymywania metali i ekstrakcji rozpuszczalnikowej	483
Tabela 5.47: Emisje do powietrza z topienia czystego materiału, wytwarzania stopów i produkcji pyłu cynkowego	484
Tabela 5.48: Emisje do powietrza z obróbki wstępnej materiałów z wytopienia wtórnego, rafinacji cieplnej, topienia, z procesów przewalowych żużłu i pieca Waelza	485
Tabela 5.49: Zawartość metali w pyłach z różnych procesów produkcji ołowiu i cynku	486
Tabela 5.50: Podsumowanie skojarzonych emisji do wody dla niektórych procesów	486
Tabela 6.1: Kategorie homogenizacji dla pobierania próbek	489
Tabela 6.2: Znaczenie możliwych emisji do powietrza z produkcji metali szlachetnych	501
Tabela 6.3: Emisje do powietrza z zakresu dużych procesów	501
Tabela 6.4: Emisje do powietrza z zakresu małych procesów	503
Tabela 6.5: Znaczenie możliwych emisji do wody z produkcji metali szlachetnych	503
Tabela 6.6: Emisje do wody z 5 dużych procesów	504
Tabela 6.7: Przykład ilości odpadów	504
Tabela 6.8: Transport i obróbka wstępna materiału	506
Tabela 6.9: Techniki do wzięcia pod uwagę dla etapów produkcyjnych metali	507
Tabela 6.10: Piece do wytopienia i kupelacji	508
Tabela 6.11: Chemiczne metody oczyszczania dla niektórych składników gazowych	510
Tabela 6.12: Opcje pieców dla metali szlachetnych	518
Tabela 6.13: Opcje ograniczania uważane za najlepsze dostępne techniki	519
Tabela 6.14: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT z kompleksowych procesów metalurgicznych stosowanych do odzysku metali szlachetnych w połączeniu z produkcją miedzi i ołowiu	520
Tabela 6.15: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT z ekstrakcji chemicznej i oczyszczania, z elektrolitycznego otrzymywania metali i ekstrakcji rozpuszczalnikowej dla odzysku metali szlachetnych	521
Tabela 6.16: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT z obróbki wstępnej materiałów (łącznie ze spopielaniem) takich jak prażenie, kupelacja, wytopianie, oczyszczanie cieplne i topienie, dla odzysku metali szlachetnych	522
Tabela 6.17: Emisje do wody odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT	522
Tabela 7.1: Emisje do atmosfery z produkcji pierwotnej	526
Tabela 7.2: Emisje do wody pochodzące z produkcji pierwotnej	527

Tabela 7.3: Emisje do atmosfery z produkcji wtórnej	527
Tabela 7.4: Emisje do wody z produkcji wtórnej	527
Tabela 7.5: Podsumowanie metod ograniczania emisji składników zawartych w gazach odlotowych.....	534
Tabela 7.6: Emisje do atmosfery pochodzące z procesów rozdrabniania, prażenia rud, destylowania i procesów pomocniczych dla pierwotnej produkcji rąci	535
Tabela 7.7: Emisje do atmosfery pochodzące z produkcji wtórnej i produkcji z metali nieszlachetnych odpowiadające zastosowaniu BAT w sektorze rąci.....	535
Tabela 8.1: Dane dotyczące jednostkowego zużycia materiałów wsadowych w produkcji metali wysokotopliwych	558
Tabela 8.2: Dane technologiczne dotyczące wytopiania metali wysokotopliwych w piecu elektronowym ...	558
Tabela 8.3: Emisje pochodzące z produkcji metalicznego chromu i manganu.....	562
Tabela 8.4: Emisje pochodzące z produkcji metalicznego wolframu i proszku wolframu.....	564
Tabela 8.5: Emisje pochodzące z produkcji metalicznego wanadu i molibdenu.....	566
Tabela 8.6: Emisje pochodzące z produkcji metalicznego tytanu	568
Tabela 8.7: Emisje pochodzące z produkcji metalicznego tantalu.....	570
Tabela 8.8: Emisje pochodzące z produkcji metalicznego niobu	572
Tabela 8.9: Emisje pochodzące z wytwarzania metalicznego renu, cyrkonu i hafnu	574
Tabela 8.10: Zalety i wady stosowanych systemów wytopiania w produkcji metali wysokotopliwych	580
Tabela 8.11 Emisje pyłów po ograniczeniu.....	581
Tabela 8.13: Poziomy emisji do atmosfery związane z zastosowaniem BAT.....	588
Tabela 8.14: Recykling i ponowne wykorzystanie pozostałości z produkcji metali wysokotopliwych	590
Tabela 9.1: Surowce do produkcji żelazokrzemu, krzemometalu i krzemowapnia.....	597
Tabela 9.2: Typowe ilości tlenków metali w surowcach wtórnych	619
Tabela 9.3: Całkowite zużycie surowców i energii przy produkcji żelazochromu.....	624
Tabela 9.4: Dane zużycia dla odzysku żelazostopów z pozostałości na stalowni wyrażone jako wejścia odniesione do tony odzyskanego metalu.....	625
Tabela 9.5: Zużycie surowców i energii przy produkcji żelazokrzemu, krzemometalu i CaSi wyrażone w kategoriach wejść jednostkowych.....	625
Tabela 9.6: Dane zużycia dla produkcji spieku rudy manganu, żelazomanganu i krzemomanganu, wyrażone jako wejścia (wsady) jednostkowe, tj. na tonę produktu.....	626
Tabela 9.7: Dane zużycia dla produkcji specjalnych żelazostopów wyrażone jako wejścia odniesione do jednej tony wytwarzanego produktu.....	627
Tabela 9.8: Emisje pyłu przy produkcji żelazochromu odniesione do tony produkowanego stopu.....	629
Tabela 9.9: Emisje pyłu przy produkcji żelazokrzemu i krzemometalu odniesione do jednej tony produkowanych stopów.....	630
Tabela 9.10: Emisje pyłu przy produkcji żelazomanganu i krzemomanganu odniesione do jednej tony produkowanego stopu.....	630
Tabela 9.11: Emisje pyłu do powietrza (po odpylaniu) przy produkcji żelazostopów.....	631
Tabela 9.12: Emisje do powietrza (po ograniczaniu) przy masowej produkcji żelazostopów.....	634
Tabela 9.13: Emisje do powietrza z produkcji żelazoniklu	635
Tabela 9.14: Dane liczbowe stężenia emisji przy produkcji wtórnych żelazostopów.....	635
Tabela 9.15: Emisje do wody przy produkcji żelazostopów z pozostałości pochodzących ze stalowni przy zastosowaniu procesu plazmowego pyłu z techniką ograniczania w postaci skrubera	637
Tabela 9.16: Emisje do wody przy prażeniu molibdenitu.....	637
Tabela 9.17: Wytwarzanie, recykling ponowne wykorzystanie i usuwanie żużlu żelazostopowego	639
Tabela 9.18: Wytwarzanie, recykling, ponowne wykorzystanie pyłu i szlamu pochodzących z systemu ograniczania emisji do powietrza	640
Tabela 9.19: Przegląd odzysku energii w norweskim przemyśle żelazostopów w 1989 r.....	643
Tabela 9.20: Ponowne wykorzystanie energii przy masowej produkcji żelazostopów	643
Tabela 9.21: Zestawienie zalet i wad systemów wytopiania stosowanych w przemyśle żelazostopów	652
Tabela 9.22: Całkowita ilość energii możliwa do odzyskania i faktycznie odzyskana energia.....	658
Tabela 9.23: Bilans energii całkowitej dla pieca do wytopiania FeCr	658
Tabela 9.24: Porównanie zużycia energii elektrycznej i energii z paliw	659
Tabela 9.25: Piece do wytopiania uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji żelazostopów.....	670
Tabela 9.26: Piece do wytopiania uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji żelazostopów.....	671
Tabela 9.27: Poziomy emisji do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT.....	674
Tabela 9.28: Recykling i ponowne wykorzystanie żużlu z produkcji żelazostopów	675
Tabela 9.29: Recykling i ponowne wykorzystywanie zbieranego pyłu pofiltracyjnego i szlamu z produkcji żelazostopów.....	676
Tabela 9.30: Najlepsze dostępne techniki BAT dla odzysku energii przy produkcji żelazostopów	677
Tabela 10.1: Klasyfikacja złomu zawierającego magnez i definicja materiałów do recyklingu.....	688
Tabela 10.2: Emisje do powietrza z produkcji sodu i litu metalicznego.....	690

Tabela 10.3: Emisja do powietrza przy produkcji magnezu metalicznego przy zastosowaniu procesu chlorowania - elektrolitycznego.....	691
Tabela 10.4: Emisje do powietrza przy produkcji magnezu metalicznego z zastosowaniem procesu redukcji cieplnej.....	692
Tabela 10.5: Emisje do wody przy produkcji sodu i litu metalicznego.....	692
Tabela 10.6: Emisje do wody przy produkcji magnezu metalicznego z zastosowaniem procesu elektrolitycznego.....	693
Tabela 10.7: Pozostałości powstające przy produkcji alkaliów i metali alkalicznych.....	693
Tabela 10.8 Jednostki produkcyjne uważane za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji alkaliów i metali alkalicznych.....	706
Tabela 10.9: Poziomy emisji do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT709	
Tabela 10.10: Wykorzystanie, recykling i ponowne wykorzystanie pozostałości powstających przy produkcji alkaliów i metali alkalicznych.....	711
Tabela 11.1: Skład niektórych rud.....	712
Tabela 11.2: Przykład danych wejścia i wyjścia dla światowej produkcji niklu.....	724
Tabela 11.3: Znaczenie potencjalnych emisji do powietrza z produkcji kobaltu i niklu.....	725
Tabela 11.4: Produkcja dwutlenku siarki z procesów niklu i kobaltu.....	726
Tabela 11.5: Emisja metali z niektórych procesów europejskich.....	727
Tabela 11.7: Typowe ścieki z oczyszczania gazu.....	729
Tabela 11.8: Podsumowanie potencjalnych źródeł ścieków i opcji.....	730
Tabela 11.9: Przykłady analizy ścieków.....	730
Tabela 11.10: Przykład składów różnych rodzajów pozostałości.....	731
Tabela 11.11: Skład typowych żużli z produkcji niklu.....	732
Tabela 11.12: Pozostałości (odpady) stałe z procesów Ni i Co.....	732
Tabela 11.13: Obróbka chemiczna dla niektórych składników gazowych.....	737
Tabela 11.14: Metody składowania, transportu i obróbki wstępnej dla niklu i kobaltu.....	742
Tabela 11.15: Podsumowanie opcji ograniczania uważanych za najlepsze dostępne techniki.....	743
Tabela 11.16: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT pochodzące z obróbki wstępnej spopielenia materiałów lub dopalania, prażenia, wytapiania, rafinacji cieplnej, i topienia przy produkcji niklu i kobaltu.....	745
Tabela 11.17: Emisje do powietrza, odpowiadające stosowaniu BAT, pochodzące z ługowania, ekstrakcji chemicznej i rafinacji, elektrolitycznego otrzymywania metali i ekstrakcji rozpuszczalnikowej, przy produkcji niklu i kobaltu.....	745
Tabela 11.18: Emisje do powietrza, odpowiadające stosowaniu BAT, pochodzące z prażenia i wytapiania koncentratów siarczkowych i produktów pośrednich przy produkcji niklu i kobaltu.....	746
Tabela 12.1: Gaz surowy (nieoczyszczony) z produkcji anod w instalacji związanej z piecem do wytapiania aluminium pierwotnego.....	762
Tabela 12.2: Masa emitowana z produkcji wstępnie spiekanych anod.....	763
Tabela 12.3: Zakresy emisji dla szeregu procesów węgla i grafitu. Regeneracyjny dopalacz (regeneracyjny termiczny utleniacz RTO) jest ciągle udoskonalany.....	764
Tabela 12.4: Znaczenie potencjalnej emisji do powietrza z procesów produkcji węgla i grafitu.....	765
Tabela 12.5: Przykłady pewnych zakresów raportowanych zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych przy zastosowaniu różnych grup związków.....	766
Tabela 12.6: Techniki, które należy wziąć pod uwagę dla metod, składowania, transportu i wstępnej obróbki.....	769
Tabela 12.7: Metody usuwania składników gazowych.....	770
Tabela 12.8: Metody składowania transportu i obróbki wstępnej uważane za BAT.....	776
Tabela 12.9: Źródła i oczyszczanie ograniczanych emisji niezorganizowanych powstających przy produkcji grafitu i węgla.....	778
Tabela 12.10: Konwencje raportowania dla WWA.....	779
Tabela 12.11: Emisja do powietrza odpowiadająca stosowaniu BAT podczas transportu i składowania węgla i smoły.....	779
Tabela 12.12: Emisja do powietrza odpowiadająca zastosowaniu BAT w procesach rozdrabniania i mieszania.....	780
Tabela 12.13: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT w produkcji wstępnie spiekanych anod, gdzie nie jest wykonalne uczestniczenie ograniczania gazów z pieca do wytapiania w ograniczaniu gazów z elektrolizera oraz gazów ze spiekania, impregnowania i w produkcji węgla i anod grafitowych.....	780
Tabela 12.14: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT w produkcji wstępnie spiekanych anod z procesu z systemem ograniczania połączonym z piecem do wytapiania aluminium pierwotnego.....	781
Tabela 12.15: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT w procesach obróbki maszynowej i grafityzacji.....	781
Tabela 12.16: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT w procesach mieszania i impregnowania, jeśli stosowane są rozpuszczalniki i w produkcji włókien węglowych.....	782
Tabela I.1: Niektóre kursy wymiany walut.....	809
Tabela I.2: Kompleksy pieca do wytapiania pierwotnej miedzi/installacji produkcyjnej kwasu.....	812

Tabela I.3: Piece do wytapiania miedzi wtórnej.....	813
Tabela I.4: Elektrolityczne rafinerie miedzi	813
Tabela I.5 Instalacje do produkcji walcówki miedzianej	813
Tabela I.6: Procesy produkcji ołowiu	816
Tabela I.7: Procesy produkcyjne cynku.....	817
Tabela I.8: Procesy cynku i ołowiu	817
Tabela I.9: Pozostałości pochodzące z procesu produkcji cynku	817
Tabela 1.10: Pośrednie chłodzenie gazu – odzysk energii.....	818
Tabela I.11: Oczyszczanie gazu za pomocą filtra elektrostatycznego suchego	818
Tabela I.12: Filtry tkaninowe.....	819
Tabela I.13: Oczyszczanie gazu za pomocą filtra elektrostatycznego mokrego	819
Tabela I.14: Oczyszczanie gazu za pomocą filtra elektrostatycznego mokrego	820
Tabela I.15: Dopalacz, reaktor i filtr tkaninowy	821
Tabela I.16: Dopalacz.....	822
Tabela I.17: Mokre odsiarczanie	823
Tabela I.18: Skruber półsuchy	823
Tabela I.19: Filtr z węgla aktywnego	824
Tabela I.20: Selektywna redukcja katalityczna.....	825
Tabela I.21: Skruber suchy i filtr tkaninowy	826
Tabela I.22: Skruber półsuchy i filtr tkaninowy	827
Tabela I.23: Skruber półsuchy i filtr tkaninowy	828
Tabela I.24: Skruber mokry i filtr elektrostatyczny	829
Tabela I.25: Skruber półsuchy i filtr tkaninowy	830
Tabela I.26: Instalacje do produkcji kwasu siarkowego z gazów odlotowych pieców do wytapiania miedzi.....	831
Tabela I.27: Instalacje kwasu siarkowego	831
Tabela I.28: Neutralizacja kwasu.....	832
Tabela II.1: Zanieczyszczenie atmosfery – limity emisji dla pyłu i zanieczyszczeń metalicznych.....	836
(Uzupełnienie): Zanieczyszczenia atmosfery – Osiągalne poziomy emisji dla nowej instalacji stosującej BAT (Zjednoczone Królestwo WB i IP).....	836
Uzupełnienie 2 – Austriackie wartości graniczne emisji	837
Tabela II.2: Zanieczyszczenia atmosfery – limity emisji dla zanieczyszczeń niemetalicznych	837
Tabela 2 (Uzupełnienie): Zanieczyszczenia atmosfery. Zanieczyszczenia niemetaliczne – osiągalne poziomy emisji dla nowej instalacji stosującej BAT (Zjednoczone Królestwo)	838
Tabela II.3: Zanieczyszczenia wody – wartości graniczne dla emisji do wody.....	842
Tabela 3 (Uzupełnienie) – Zanieczyszczenie wody. Osiągalne poziomy emisji dla nowej instalacji przy stosowaniu BAT (Zjednoczone Królestwo WB i IP).....	843
Tabela II.4: Niemieckie wartości graniczne emisji dla procesów spopielenia.....	843

SŁOWNIK

Odpowiednie emisje do atmosfery podawane są w postaci średnich dziennych na podstawie ciągłego monitorowania i w warunkach normalnych 273 K, 101,3 kPa, zmierzonej zawartości tlenu i suchego gazu, bez rozcieńczenia gazów w powietrzu. W przypadkach, w których ciągle monitorowanie nie będzie stosowane, wartość taka będzie średnią wartością z okresu pobierania próbek.

Emisje podawane są jako średnie dzienne, jeżeli nie stwierdzono inaczej.

Wartości emisji węgla ogółem do atmosfery nie obejmują tlenku węgla (CO).

Odpowiednie emisje do wody oparte są na kwalifikowanej próbce losowej lub na 24-godzinnej próbce wielokrotnej.

ppm oznacza części na milion. Stężenia metali i innych substancji w wodzie oraz w ściekach podawane są jako całkowita ilość materiału rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego.

ppb oznacza części na miliard

Dopalacz oznacza – specjalnie zaprojektowane dodatkowe urządzenie do spalania z układem palników (niekoniecznie używane przez cały czas), regulujące czas, temperaturę i turbulencję z wystarczającą ilością tlenu dla utlenienia związków organicznych do dwutlenku węgla. Urządzenie takie może być zaprojektowane do wykorzystywania energii zawartej w gazie surowym dla zapewnienia większości wymaganego ciepła wejściowego i jest bardziej wydajne energetycznie.

BAT oznacza najlepsze dostępne techniki BAT zgodnie z art. 2 ust. 11 dyrektywy.

B(a)P benzo(a)-piren, który używany jest jako wskaźnik zawartości PAH.

Piec szybowy⁶ oznacza pionowy piec, w którym dysze powietrzne używane są do doprowadzania podgrzanego lub zimnego powietrza do wsadu piecowego w celu stopienia zawartości (zwany również piecem trzonowym szybowym, piecem z płaszczem wodnym i piecem przewodowym szybowym).

CWPB oznacza elektrolizer ze wstępnie spieczonymi anodami.

DEVS4 – oznacza test ługowania według niemieckiej DIN 38 414.

Dioksyny oznaczają polichlorowane dibenzoparadioksyny i polichlorowane dibenzoparafurany (PCDD i PCDF).

I-TEQ jest równoważnikiem toksyczności PCDD/F.

EU oznacza Unię Europejską

EFTA oznacza Europejską Strefę Wolnego Handlu

EP oznacza odpylacz elektrostatyczny.

⁶ ang. *blast furnace*

Emisje niezorganizowane oznaczają emisje niewychwycone lub dyfuzyjne.

GWP oznacza potencjał w zakresie globalnego ocieplenia.

Materiał żalazisty (Al, Cu) oznacza materiał zawierający ziarniste elementy żelaza.

„W razie potrzeby” – oznacza: „jeżeli występuje substancja zanieczyszczająca i ma wpływ na środowisko”.

Rynna spustowa – oznacza kanał służący do przenoszenia stopionego metalu lub żużłu.

Likwacja oznacza technikę oczyszczania polegającą na podgrzewaniu stopionego metalu do temperatury, w której następuje wzrost rozpuszczalności zanieczyszczeń umożliwiającą ich oddzielenie.

n.a. oznacza niedostępne.

n.d. oznacza niewykrywalne.

PFC oznacza węglowodór poli-fluorowy.

Rekuperacja oznacza odzyskiwanie ciepła. W tym sektorze może to być zastosowanie ciepła technologicznego do podgrzania surowca, paliwa lub powietrza do spalania. Palniki rekuperacyjne przeznaczone są do cyrkulacji gorących gazów w układzie palników dla osiągnięcia tego celu.

PB oznacza wstępnie spieczoną anodę.

SPL oznacza wypaloną [zużytą] wykładzinę tygla.

Semis oznacza półfabrykaty takie jak: pręty, druty, wlewki do wyciskania, wlewki, itp.. Używane jako materiały wejściowe do produkcji wyrobów gotowych.

Piec szybowy⁷ oznacza piec pionowy używany do topienia metali.

SWPB oznacza elektrolizer ze wstępnie spieczonymi anodami bocznymi.

Spust oznacza otwarcie otworu wylotowego pieca w celu usunięcia stopionego metalu lub żużła.

VSS oznacza pionowy słupowy elektrolizer anodowy Soderberga.

⁷ ang. *shaft furnace*

Jednostki

μg	mikrogram	kg	kilogram	Nm ³	normalny metr sześcienny (NTP) 273 K (0° C) 101,3 kPa (1 atmosfera)
€	euro				
a	rok	kWh	kilowatogodzina	ng	nanogram
cm	centymetr	l	litr	ppm	części na milion
Cts (US)	centy (USA)	lb	funt handlowy (1 lb = 0,4536 kg)	Rpm	obroty na minutę
d	dzień	m ³	metr sześcienny	t	tona
DM	marka niemiecka	mg	miligram	Wt.-%	procent wagowy
g	gram	mm	milimetr	°C	stopnie Celsjusza
GJ	gigadżul	MJ	megadżul	K	kelwin
h	godzina	MWh	megawato- godzina		

Symbole chemiczne

Ag	srebro	HCl	chlorowodór	Pb	ołów
Al	aluminium	HF	fluorowodór	PbO	tlenek ołowiu
Al ₂ O ₃	tlenek aluminium	Hf	hafn	S	siarka
As	arsen	Hg	rtęć	SO ₂	dwutlenek siarki
Au	złoto	Ir	iryd	SO ₃	trójtlenek siarki
B	bor	H ₂ SO ₄	kwask siarkowy (VI)	Se	selen
Be	beryl	K	potas	Sn	cyna
Bi	bizmut	K ₂ O	tlenek potasu	Sr	stront
C	węgiel	Li	lit	Sb	antymon
Ca	wapń	Mg	magnez	Si	krzem
CaO	tlenek wapnia, wapno	MgO	tlenek magnezu, magnezja	SiO ₂	krzemionka, tlenek krzemu
Co	kobalt	Mn	mangan	Ta	tantal
Cd	kadm	MnO	tlenek manganu	Ti	tytan
Cl	chlor	Mo	molibden	Te	tellur
Cr	chrom	Na	sód	Re	ren
Cs	cez	Nb	niob (columbium)	Rh	rod
Cu	miedź	NO ₂	dwutlenek azotu	Ru	ruten
F	fluor	Ni	nikiel	V	wanad
Fe	żelazo	NO _x	suma wszystkich tlenków azotu	W	wolfram
FeO	tlenek żelaza	Os	osm	Zn	cynk
Ga	gal	Pd	pallad	ZnO	tlenek cynku
Ge	german	Pt	platyna	Zr	cyrkon

PMs oznacza metale szlachetne: - Ag, Au i PGM

PGM oznacza metale z grupy platynowców: - Ir, Os, Pd, Pt, Rh, Ru