

# SPIS TREŚCI DOKUMENTU REFERENCYJNEGO 26. BREF STM

|  |               |
|--|---------------|
| <b>STRESZCZENIE OPRACOWANE PRZEZ KIEROWNICTWO BIURA IPPC ... I</b>                       |               |
| <b>PRZEDMOWA.....</b>  | <b>XI</b>     |
| <b>ZAKRES.....</b>   | <b>XXXIII</b> |
| <b>1 OBRÓBKA POWIERZCHNIOWA METALI I TWORZYW SZTUCZNYCH -<br/>INFORMACJE OGÓLNE.....</b> | <b>1</b>      |
| 1.1 Sektory przemysłu stosujące obróbkę powierzchniową.....                              | 2             |
| 1.2 Struktura przemysłu i jego tło gospodarcze .....                                     | 4             |
| 1.2.1 Rodzaj i wielkość instalacji .....   | 4             |
| 1.2.2 Czas życia urządzeń.....   | 5             |
| 1.2.3 Charakterystyka techniczna instalacji .....  | 5             |
| 1.2.4 Struktura rynku .....  | 5             |
| 1.2.4.1 Konkurencja.....   | 5             |
| 1.2.4.2 Wielkość rynku.....  | 6             |
| 1.2.4.3 Substytuty rynkowe .....   | 6             |
| 1.2.5 Podsumowanie ogólnej sytuacji ekonomicznej.....                                    | 7             |
| 1.3 Specyficzne rodzaje działalności przemysłowej .....                                  | 7             |
| 1.3.1 Anodowanie aluminiowych paneli i profili architektonicznych.....                   | 7             |
| 1.3.2 Procesy wielkoseryjnego pokrywania stali metodą ciągłą .....                       | 9             |
| 1.3.3 Anodowanie zwojów i arkuszy litograficznych (offset) płyt drukarskich.....         | 12            |
| 1.3.4 Obróbka ciągła aluminium w zwojach .....   | 12            |
| 1.3.5 Produkcja obwodów drukowanych .....  | 12            |
| 1.4 Główne aspekty środowiskowe .....  | 14            |
| 1.4.1 Uwagi ogólne.....  | 14            |
| 1.4.2 Woda.....  | 14            |
| 1.4.3 Energia.....   | 15            |
| 1.4.4 Najważniejsze substancje .....   | 16            |
| 1.4.4.1 Metale .....   | 18            |
| 1.4.4.2 Cyjanki.....   | 19            |
| 1.4.4.3 Podchloryn, chlor i AOX.....   | 19            |
| 1.4.4.4 Środki powierzchniowo czynne.....  | 19            |
| 1.4.4.5 Środki kompleksotwórcze .....  | 19            |
| 1.4.4.6 Kwasy i alkalia .....  | 19            |
| 1.4.4.7 Inne jony .....  | 20            |
| 1.4.4.8 Rozpuszczalniki.....   | 20            |
| 1.4.4.9 Pyły.....  | 20            |
| 1.4.4.10 Odpady.....   | 20            |
| 1.4.5 Inne emisje.....   | 20            |
| 1.4.5.1 Hałas .....  | 20            |
| 1.4.5.2 Zapach .....   | 21            |
| <b>2 STOSOWANE PROCESY I TECHNIKI.....</b>   | <b>23</b>     |
| 2.1 Dostawa i magazynowanie – części do obróbki i surowce .....                          | 27            |
| 2.1.1 Części i substraty wchodzące do obróbki.....                                       | 27            |
| 2.1.2 Zużywalne surowce .....  | 28            |
| 2.2 Techniki transportu i załadowania części do obróbki .....                            | 29            |
| 2.3 Obróbka wstępna części i substratów.....   | 31            |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.3.1    | Mechaniczna obróbka wstępna.....  | 31 |
| 2.3.1.1  | Szlifowanie i polerowanie .....   | 31 |
| 2.3.1.2  | Oczyszczanie strumieniowo ściernie .....  | 32 |
| 2.3.1.3  | Stępienie ostrych krawędzi i bębnowanie .....   | 32 |
| 2.3.2    | Polerowanie elektrolityczne i chemiczne .....   | 32 |
| 2.3.2.1  | Elektropolerowanie.....   | 33 |
| 2.3.2.2  | Elektropolerowanie z wyładowaniami elektrycznymi (polerowanie plazmowo-elektrolityczne) |    |
| 2.3.2.3  | Elektrolityczne i chemiczne polerowanie aluminium .....                                 | 34 |
| 2.3.3    | Odtłuszczenie rozpuszczalnikowe .....   | 34 |
| 2.3.4    | Odtłuszczenie wodne .....   | 35 |
| 2.3.5    | Inne techniki czyszczące .....  | 36 |
| 2.3.5.1  | Noże powietrzne .....   | 36 |
| 2.3.5.2  | Wirówki .....   | 36 |
| 2.3.5.3  | Suchy lód .....   | 36 |
| 2.3.5.4  | Przecieranie ręczne .....   | 36 |
| 2.3.6    | Trawienie i usuwanie zgorzeli .....   | 37 |
| 2.3.7    | Trawienie aluminium.....  | 38 |
| 2.3.8    | Trawienie wspomagane elektrolitycznie, aktywacja i odtłuszczenie .....                  | 38 |
| 2.3.9    | Zdejmowanie metalu .....  | 39 |
| 2.3.10   | Obróbka wstępna tworzyw sztucznych (trawienie).....                                     | 39 |
| 2.3.10.1 | Oczyszczanie powierzchni tworzyw sztucznych.....  | 39 |
| 2.3.10.2 | Trawienie tworzyw sztucznych .....  | 40 |
| 2.4      | Wynoszenie i płukanie .....   | 40 |
| 2.5      | Procesy główne.....   | 41 |
| 2.5.1    | Miedziowanie i nakładanie stopów miedzi .....   | 41 |
| 2.5.1.1  | Miedziowanie cyjankowe .....  | 42 |
| 2.5.1.2  | Miedziowanie kwaśne .....   | 42 |
| 2.5.1.3  | Miedziowanie pirofosforanowe .....  | 43 |
| 2.5.1.4  | Mosiądzowanie .....   | 43 |
| 2.5.1.5  | Brązowanie .....  | 43 |
| 2.5.2    | Niklowanie elektrolityczne.....   | 44 |
| 2.5.2.1  | Kąpiele do niklowania typu Wattsa.....  | 45 |
| 2.5.2.2  | Kąpiele sulfaminowe do niklowania .....   | 46 |
| 2.5.2.3  | Kąpiele chlorkowe do niklowania .....   | 47 |
| 2.5.2.4  | Kąpiele siarczanowe do niklowania .....   | 47 |
| 2.5.2.5  | Inne kąpiele do niklowania.....   | 47 |
| 2.5.2.6  | Kąpiele do nakładania stopów niklu.....   | 47 |
| 2.5.3    | Chromowanie.....  | 48 |
| 2.5.3.1  | Chromowanie błyszczące - elektrolity oparte na chromie Cr(VI).....                      | 49 |
| 2.5.3.2  | Chromowanie błyszczące - elektrolity oparte na chromie Cr(III).....                     | 49 |
| 2.5.3.3  | Chromowanie na czarno .....   | 49 |
| 2.5.3.4  | Chromowanie techniczne .....  | 50 |
| 2.5.4    | Cynkowanie i nakładanie stopów cynku .....  | 51 |
| 2.5.4.1  | Cynkowanie alkaliczne.....  | 51 |
| 2.5.4.2  | Cynkowanie alkaliczne bezcyjankowe.....   | 51 |
| 2.5.4.3  | Cynkowanie kwaśne .....   | 52 |
| 2.5.4.4  | Nakładanie stopów cynku.....  | 52 |
| 2.5.5    | Kadmowanie .....  | 53 |
| 2.5.6    | Cynowanie i nakładanie stopów cyny .....  | 54 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.5.7    | Nakładanie metali szlachetnych .....   | 54 |
| 2.5.7.1  | Srebro.....  | 55 |
| 2.5.7.2  | Złoto.....   | 55 |
| 2.5.7.3  | Pallad i jego stopy.....   | 56 |
| 2.5.7.4  | Rod.....   | 56 |
| 2.5.7.5  | Platyna .....  | 57 |
| 2.5.8    | Powłoki autokatalityczne (katalityczna redukcja chemiczna).....                                  | 57 |
| 2.5.8.1  | Autokatalityczne powłoki niklu na metalach .....   | 58 |
| 2.5.8.2  | Autokatalityczne powłoki niklu na tworzywach sztucznych .....                                    | 59 |
| 2.5.8.3  | Autokatalityczne powłoki miedzi na metalach i tworzywach .....                                   | 59 |
| 2.5.9    | Powłoki kontaktowe (nie-katalityczna redukcja chemiczna) .....                                   | 60 |
| 2.5.10   | Malowanie elektroforetyczne .....  | 61 |
| 2.5.11   | Lakierowanie .....   | 62 |
| 2.5.12   | Olejowanie.....  | 62 |
| 2.5.13   | Anodowanie.....  | 62 |
| 2.5.13.1 | Anodowanie aluminium w kwasie siarkowym.....   | 64 |
| 2.5.13.2 | Anodowanie aluminium w kwasie chromowym .....  | 65 |
| 2.5.13.3 | Anodowanie magnezu, tytanu, tantalu i niobu .....  | 66 |
| 2.5.13.4 | Anodowanie aluminium w kwasie fosforowym.....  | 66 |
| 2.5.14   | Barwne anodowanie aluminium .....  | 66 |
| 2.5.14.1 | Barwienie zanurzeniowe.....  | 67 |
| 2.5.14.2 | Barwienie elektrolityczne .....  | 67 |
| 2.5.14.3 | Barwienie interferencyjne.....   | 67 |
| 2.5.14.4 | Barwienie integralne.....  | 67 |
| 2.5.15   | Uszczelnianie warstw anodowych.....  | 67 |
| 2.5.15.1 | Uszczelnianie na gorąco .....  | 68 |
| 2.5.15.2 | Uszczelnianie na zimno .....   | 68 |
| 2.5.16   | Fosforanowe warstwy konwersyjne .....  | 68 |
| 2.5.16.1 | Fosforanowanie alkaliczne .....  | 69 |
| 2.5.16.2 | Fosforanowanie cynkowe .....   | 70 |
| 2.5.16.3 | Fosforanowanie manganowe .....   | 71 |
| 2.5.17   | Chromianowe warstwy konwersyjne.....   | 72 |
| 2.5.17.1 | Chromianowe (Cr(VI)) warstwy konwersyjne .....   | 72 |
| 2.5.17.2 | Chromianowe (Cr(VI)) warstwy konwersyjne na elektrolitycznych powłokach cynkowych.....           | 72 |
| 2.5.17.3 | Chromianowe (Cr(VI)) warstwy konwersyjne na miedzi, mosiądzu i brązie .....                      | 72 |
| 2.5.17.4 | Chromianowe (Cr(VI)) warstwy konwersyjne na aluminium.....                                       | 72 |
| 2.5.17.5 | Chromianowe (Cr(VI)) warstwy konwersyjne na magnezie i jego stopach.....                         | 73 |
| 2.5.17.6 | Chromowe (Cr(III)) warstwy konwersyjne na aluminium i elektrolitycznych powłokach cynkowych..... | 73 |
| 2.5.17.7 | Warstwy wierzchnie na chromianowych warstwach konwersyjnych .....                                | 74 |
| 2.5.18   | Barwienie metali.....  | 74 |
| 2.5.19   | Trawienie wyblyszczające.....  | 75 |
| 2.5.20   | Czernienie chemiczne (warstwy tlenkowe).....   | 75 |
| 2.5.21   | Wyblyszczanie chemiczne.....   | 76 |
| 2.5.22   | Trawienie – alkaliczne trawienie aluminium.....  | 77 |
| 2.5.23   | Frezowanie chemiczne (chemiczna obróbka kształtująca).....                                       | 77 |
| 2.6      | Operacje po obróbce.....   | 78 |
| 2.6.1    | Suszenie przy użyciu gorącej wody.....   | 78 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.6.2    | Suszenie przy użyciu gorącego powietrza.....  | 78 |
| 2.6.3    | Suszenie za pomocą noży powietrznych .....  | 78 |
| 2.6.4    | Obróbka cieplna w celu odwodorowania .....  | 79 |
| 2.7      | Techniki powszechnie stosowane do obróbki wody i ścieków, konserwacji<br>kąpieli i odzysku surowców ..... | 79 |
| 2.7.1    | Filtracja .....   | 79 |
| 2.7.2    | Techniki absorpcyjne.....   | 79 |
| 2.7.3    | Krystalizacja .....   | 80 |
| 2.7.4    | Odparowanie atmosferyczne .....   | 80 |
| 2.7.5    | Odparowanie próżniowe.....  | 80 |
| 2.7.6    | Elektrolityczne usuwanie metali z kąpieli .....   | 80 |
| 2.7.7    | Elektrolityczne utlenianie .....  | 81 |
| 2.7.8    | Wymiana jonowa – żywice jonitowe.....   | 81 |
| 2.7.9    | Elektrodejonizacja .....  | 81 |
| 2.7.10   | Sorpcja kwasów na jonitach .....  | 81 |
| 2.7.11   | Wymiana jonowa ciecz-ciecz .....  | 81 |
| 2.7.12   | Filtracja membranowa .....  | 81 |
| 2.7.13   | Odwrócona osmoza .....  | 82 |
| 2.7.14   | Dializa dyfuzyjna.....  | 82 |
| 2.7.15   | Elektroliza membranowa .....  | 82 |
| 2.7.16   | Elektrodializa.....   | 82 |
| 2.8      | Procesy prowadzone w bębnach.....   | 82 |
| 2.8.1    | Przygotowanie wyrobów do obróbki.....   | 82 |
| 2.8.2    | Główne procesy .....  | 82 |
| 2.8.3    | Suszenie wyrobów .....  | 83 |
| 2.9      | Wielkoseryjna obróbka ciągła taśm stalowych w zwojach .....   | 83 |
| 2.9.1    | Urządzenia przyjmujące zwoje.....   | 84 |
| 2.9.2    | Płukanie i wynoszenie .....   | 84 |
| 2.9.3    | Obróbka wstępna .....   | 84 |
| 2.9.3.1  | Oczyszczanie i odtłuszczanie .....  | 84 |
| 2.9.3.2  | Trawienie .....   | 85 |
| 2.9.4    | Procesy główne - nakładanie powłok galwanicznych .....  | 85 |
| 2.9.5    | Procesy główne – olejowanie .....   | 89 |
| 2.9.6    | Nakładanie warstw konwersyjnych .....   | 89 |
| 2.9.7    | Operacje po obróbce .....   | 89 |
| 2.9.7.1  | Suszenie .....  | 89 |
| 2.9.7.2  | Wyładowanie – przewodnica wyjściowa .....   | 89 |
| 2.9.8    | Procesy ciągle elektrolitycznego cynkowania i nakładania stopu cynk-nikiel... 90                          |    |
| 2.9.8.1  | Urządzenia przyjmujące zwoje.....   | 90 |
| 2.9.8.2  | Odtłuszczanie.....  | 90 |
| 2.9.8.3  | Suszenie .....  | 92 |
| 2.9.8.4  | Prowadnica wejściowa i wyrównywacz naciągu taśmy .....  | 92 |
| 2.9.8.5  | Odtłuszczanie elektrolityczne.....  | 93 |
| 2.9.8.6  | Trawienie .....   | 94 |
| 2.9.8.7  | Nakładanie powłok galwanicznych .....   | 95 |
| 2.9.8.8  | Polerka taśmy .....   | 96 |
| 2.9.8.9  | Fosforanowanie .....  | 97 |
| 2.9.8.10 | Pełne chromianowanie i płukanie chromianowe .....   | 97 |
| 2.9.8.11 | Olejowanie.....   | 98 |
| 2.9.8.12 | Prowadnica wyjściowa .....  | 98 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 2.9.9     | Procesy ciągłe elektrolitycznego cynowania .....        | 98  |
| 2.9.9.1   | Oczyszczanie i odtłuszczanie .....                      | 99  |
| 2.9.9.2   | Trawienie .....   | 100 |
| 2.9.9.3   | Cynowanie elektrolityczne .....                         | 101 |
| 2.9.9.4   | Wynoszenie .....  | 102 |
| 2.9.9.5   | Znakowanie .....  | 102 |
| 2.9.9.6   | Stapianie – wyblyszczanie cyny .....                    | 102 |
| 2.9.9.7   | Pasywacja .....   | 103 |
| 2.9.9.8   | Olejowanie .....  | 104 |
| 2.9.10    | Ciągłe chromowanie elektrolityczne stali (ECCS) .....   | 105 |
| 2.9.10.1  | Oczyszczanie i odtłuszczanie .....                      | 105 |
| 2.9.10.2  | Trawienie .....   | 107 |
| 2.9.10.3  | Chromowanie .....                                       | 107 |
| 2.9.10.4  | Wynoszenie i płukanie .....                             | 108 |
| 2.9.10.5  | Olejowanie .....  | 108 |
| 2.9.11    | Ciągłe ołowiowanie elektrolityczne stali .....          | 108 |
| 2.10      | Obróbka aluminiowych płyt litograficznych .....         | 108 |
| 2.10.1    | Ziarnowanie powierzchni .....                           | 109 |
| 2.10.2    | Utlenianie anodowe (anodowanie) .....                   | 109 |
| 2.10.3    | Obróbka końcowa .....                                   | 109 |
| 2.10.4    | Pokrywanie i dalsza obróbka .....                       | 109 |
| 2.11      | Produkcja obwodów drukowanych .....                     | 110 |
| 2.11.1    | Operacje przygotowawcze .....                           | 114 |
| 2.11.1.1  | Projektowanie obwodów .....                             | 114 |
| 2.11.1.2  | Tworzenie fotoobrazu .....                              | 114 |
| 2.11.1.3  | Sitodruk .....  | 114 |
| 2.11.2    | Etapy produkcji .....                                   | 115 |
| 2.11.2.1  | Przygotowanie mechaniczne i chemiczne .....             | 115 |
| 2.11.2.2  | Wiercenie .....   | 116 |
| 2.11.2.3  | Tworzenie pierwotnego obrazu .....                      | 116 |
| 2.11.2.4  | Wskrośne nakładanie warstwy przewodzącej .....          | 120 |
| 2.11.2.5  | Pokrywanie elektrolityczne ścieżki przewodzącej .....   | 122 |
| 2.11.2.6  | Wiązanie wewnętrznych warstw .....                      | 124 |
| 2.11.2.7  | Laminowanie .....                                       | 124 |
| 2.11.2.8  | Zdejmowanie fotorezystu .....                           | 125 |
| 2.11.2.9  | Trawienie .....   | 127 |
| 2.11.2.10 | Zdejmowanie warstwy cyny .....                          | 128 |
| 2.11.2.11 | Nakładanie maski lutowniczej .....                      | 129 |
| 2.11.3    | Dodatkowe operacje obróbki powierzchniowej .....        | 131 |
| 2.11.3.1  | Nakładanie lutowni .....                                | 131 |
| 2.11.3.2  | Nakładanie warstwy niklu, złota i/lub cyny .....        | 132 |
| 2.11.3.3  | Pasywacja organiczna .....                              | 132 |
| 2.11.3.4  | Inne operacje – odmetalizowanie zawieszek i koszy ..... | 132 |
| 2.12      | Czynniki energetyczne .....                             | 132 |
| 2.12.1    | Energia .....   | 132 |
| 2.12.1.1  | Energia elektryczna .....                               | 133 |
| 2.12.1.2  | Paliwa kopalniane i ogrzewanie procesów .....           | 134 |
| 2.12.1.3  | Chłodzenie kąpieli technologicznych .....               | 134 |
| 2.12.1.4  | Inne zapotrzebowania energetyczne instalacji .....      | 134 |
| 2.12.2    | Woda .....  | 134 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 2.13      | Zmniejszanie potencjalnych emisji do środowiska.....   | 135        |
| 2.13.1    | Ścieki.....  | 135        |
| 2.13.1.1  | Techniki obróbki.....  | 137        |
| 2.13.1.2  | Substancje organiczne.....   | 137        |
| 2.13.1.3  | Kwasy i alkalia.....   | 138        |
| 2.13.1.4  | Zawiesiny.....   | 139        |
| 2.13.1.5  | Metale – rozpuszczalne aniony.....   | 139        |
| 2.13.1.6  | Redukcja stopnia utlenienia jonów metali.....  | 139        |
| 2.13.1.7  | Wytrącanie zawiesiny metali.....   | 139        |
| 2.13.1.8  | Związki kompleksotwórcze (chelatuujące).....   | 141        |
| 2.13.1.9  | Związki azotowe.....   | 141        |
| 2.13.1.10 | Cyjanki.....   | 142        |
| 2.13.1.11 | Siarczki.....  | 142        |
| 2.13.1.12 | Fluorki.....   | 142        |
| 2.13.1.13 | Związki fosforowe.....   | 142        |
| 2.13.1.14 | Inne sole.....   | 143        |
| 2.13.1.15 | Końcowe doczyszczanie odprowadzanych ścieków.....  | 143        |
| 2.13.2    | Odpady.....  | 143        |
| 2.13.2.1  | Odwadnianie szlamu (osadu).....  | 143        |
| 2.13.2.2  | Suszenie osadu.....  | 143        |
| 2.13.2.3  | Odpady ciekłe.....   | 143        |
| 2.13.2.4  | Inne odpady stałe.....   | 143        |
| 2.13.2.5  | Stabilizacja osadu.....  | 144        |
| 2.13.2.6  | Wykorzystanie odpadów.....   | 144        |
| 2.13.3    | Gazy odpadowe i inne emisje gazowe.....  | 144        |
| 2.13.3.1  | Źródła emisji i ich rodzaje.....   | 144        |
| 2.13.3.2  | Sposoby redukcji emisji.....   | 145        |
| 2.13.3.3  | Systemy ekstrakcyjne.....  | 145        |
| 2.13.3.4  | Obróbka gazów odpadowych.....  | 145        |
| 2.13.4    | Hałas.....   | 146        |
| <b>3</b>  | <b>AKTUALNE ZUŻYCIĘ ENERGII I MATERIAŁÓW ORAZ POZIOMY<br/>EMISJI DLA OBRÓBKII POWIERZCHNIOWEJ METALI I TWORZYW<br/>SZTUCZNYCH.....</b> | <b>147</b> |
| 3.1       | Wprowadzenie – czynniki energetyczne i materiały wejściowe.....  | 147        |
| 3.2       | Zużycie i emisje – czynniki energetyczne.....  | 148        |
| 3.2.1     | Energia.....   | 148        |
| 3.2.2     | Woda.....  | 148        |
| 3.2.3     | Zużycie i emisje – materiały.....  | 149        |
| 3.2.3.1   | Obróbka wstępna – odłuszczenie.....  | 149        |
| 3.2.3.2   | Trawienie.....   | 150        |
| 3.2.3.3   | Płukanie.....  | 151        |
| 3.2.3.4   | Główne procesy obróbki powierzchniowej.....  | 151        |
| 3.3       | Ogólne emisje.....   | 154        |
| 3.3.1     | Ścieki.....  | 154        |
| 3.3.1.1   | Wnioski dotyczące emisji ścieków.....  | 161        |
| 3.3.2     | Odpady.....  | 164        |
| 3.3.3     | Emisje do powietrza.....   | 165        |
| 3.3.3.1   | Wnioski dotyczące emisji do powietrza.....   | 174        |
| 3.3.4     | Hałas.....   | 178        |
| 3.4       | Zużycie i emisje dla innych procesów.....  | 179        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 3.4.1    | Ciągłe elektrolityczne powłoki cynowe i chromowe na stali (ECCS) .....                                       | 179        |
| 3.4.2    | Ciągłe elektrolityczne powłoki niklowe i stopowe cynk-nikiel na stali .....                                  | 181        |
| 3.4.3    | Produkcja obwodów drukowanych .....  | 182        |
| 3.4.3.1  | Zużycie wody w produkcji obwodów drukowanych.....  | 182        |
| 3.4.3.2  | Surowce i inne produkty oraz ich potencjalne wykorzystanie .....   | 182        |
| 3.4.3.3  | Ścieki z produkcji obwodów drukowanych.....  | 186        |
| 3.4.3.4  | Odpady z produkcji obwodów drukowanych.....  | 186        |
| 3.4.3.5  | Emisje do powietrza z produkcji obwodów drukowanych.....   | 187        |
| <b>4</b> | <b>TECHNIKI DO UWZGLĘDNIENIA PRZY OKREŚLANIU BAT .....</b>   | <b>189</b> |
| 4.1      | Techniki zarządzania .....   | 190        |
| 4.1.1    | Narzędzia zarządzania środowiskowego .....   | 190        |
| 4.1.1.1  | Specyficzne zagadnienia EMS dla obróbki powierzchniowej metali .....   | 198        |
| 4.1.2    | Redukcja przeróbki braków przez specyfikację procesów i kontrolę jakości ....                                | 199        |
| 4.1.3    | Stosowanie porównawczych wartości wskaźnikowych instalacji<br>(benchmarking) .....                           | 201        |
| 4.1.3.1  | Wartości wskaźnikowe zużycia wody .....  | 203        |
| 4.1.4    | Optymalizacja linii technologicznej .....  | 205        |
| 4.1.5    | Kontrola rzeczywistego czasu trwania procesu.....  | 206        |
| 4.2      | Projektowanie, budowa i eksploatacja instalacji.....   | 207        |
| 4.2.1    | Zapobieganie nieplanowanym emisjom zanieczyszczeń – właściwe<br>zaprojektowanie, budowa i inne systemy ..... | 207        |
| 4.2.1.1  | Szczelne tace olejowe .....  | 209        |
| 4.2.2    | Magazynowanie materiałów chemicznych.....  | 210        |
| 4.2.3    | Typ i konstrukcja linii technologicznej .....  | 211        |
| 4.3      | Ogólne kwestie eksploatacyjne instalacji.....  | 212        |
| 4.3.1    | Ochrona wyrobów i substratów – przed i po obróbce .....  | 212        |
| 4.3.1.1  | Skracanie okresu magazynowania.....  | 212        |
| 4.3.1.2  | Warunki transportu i magazynowania .....   | 213        |
| 4.3.1.3  | Pakowanie.....   | 213        |
| 4.3.1.4  | Ochrona przed korozją przez stosowanie olejów i tłuszczów .....  | 214        |
| 4.3.2    | Minimalizacja i optymalizacja zabezpieczeń z poprzedniej obróbki<br>mechanicznej – oleje i tłuszcze.....     | 215        |
| 4.3.3    | Zawieszanie wyrobów w wannach .....  | 216        |
| 4.3.4    | Mieszanie roztworów technologicznych .....   | 216        |
| 4.3.5    | Instalacja i jej urządzenia – warunki eksploatacji .....   | 217        |
| 4.4      | Czynniki energetyczne i zarządzanie nimi.....  | 217        |
| 4.4.1    | Energia elektryczna .....  | 218        |
| 4.4.1.1  | Zasilanie wysokonapięciowe i zapotrzebowanie wielkopiętne .....  | 218        |
| 4.4.1.2  | Doprowadzanie prądu stałego .....  | 219        |
| 4.4.1.3  | Urządzenia wydajne energetycznie .....   | 220        |
| 4.4.1.4  | Optymalizacja wydajności energetycznej procesów .....  | 220        |
| 4.4.2    | Ogrzewanie roztworów technologicznych .....  | 221        |
| 4.4.3    | Redukcja strat cieplnych roztworów technologicznych .....  | 221        |
| 4.4.4    | Chłodzenie roztworów technologicznych .....  | 223        |
| 4.4.4.1  | Wodne systemy chłodzenia .....   | 223        |
| 4.4.4.2  | Odparowanie.....   | 224        |
| 4.4.5    | Woda.....  | 225        |
| 4.4.5.1  | Dostawa wody, jej obróbka i recykling/ponowne użycie.....  | 225        |
| 4.4.5.2  | Kontrola zużycia wody.....   | 226        |
| 4.4.5.3  | Stopnie płukania z użyciem wody recykulowanej .....  | 228        |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 4.5      | Redukcja wnoszenia .....   | 229 |
| 4.6      | Redukcja wynoszenia .....  | 229 |
| 4.6.1    | Uwagi wstępne .....  | 229 |
| 4.6.2    | Stosowanie kompatybilnych chemikaliów .....  | 230 |
| 4.6.3    | Redukcja wynoszenia – operacje prowadzone na zawieszkach .....                               | 230 |
| 4.6.4    | Redukcja wynoszenia – procesy prowadzone w bębnach .....                                     | 232 |
| 4.6.5    | Właściwości roztworów technologicznych i ich wpływ na wynoszenie .....                       | 235 |
| 4.6.6    | Przejęcie od obcieku wyniesionego roztworu do płukania .....                                 | 236 |
| 4.7      | Techniki płukania i odzysk wynoszenia .....  | 236 |
| 4.7.1    | Wprowadzenie .....   | 236 |
| 4.7.2    | Odparowanie jako wymaganie dla odzysku wynoszenia .....                                      | 238 |
| 4.7.3    | Porównawcze wartości wskaźnikowe (benchmarking) dla płukania .....                           | 239 |
| 4.7.4    | Płukanie „eco” .....   | 239 |
| 4.7.5    | Płukanie natryskowe .....  | 340 |
| 4.7.6    | Linie ręczne i pół-automatyczne .....  | 241 |
| 4.7.7    | Płukanie chemiczne .....   | 242 |
| 4.7.8    | Regeneracja i recykling/ponowne użycie wody płuczącej .....                                  | 243 |
| 4.7.8.1  | Regeneracja metodą jonowymienną .....  | 243 |
| 4.7.8.2  | Regeneracja metodą odwróconej osmozy .....   | 244 |
| 4.7.9    | Techniki pojedynczego płukania .....   | 244 |
| 4.7.10   | Techniki płukania wielostopniowego .....   | 245 |
| 4.7.10.1 | Wielostopniowe płukanie przeciwpądowe .....  | 248 |
| 4.7.10.2 | Wielostopniowe płukanie bezprzepływowe .....   | 249 |
| 4.7.10.3 | Podwójne płukanie bezprzepływowe z następnym płukaniem końcowym w wodzie recykulowanej ..... | 251 |
| 4.7.10.4 | Wielostopniowe płukanie kaskadowe przy ograniczonym miejscu w linii technologicznej .....    | 252 |
| 4.7.11   | Zwiększony stopień odzysku wynoszenia i zamknięcie obiegu .....                              | 253 |
| 4.7.11.1 | Dodatek płuczki „eco” .....  | 256 |
| 4.7.11.2 | Odparowanie przy użyciu nadmiarowej energii wewnętrznej .....                                | 256 |
| 4.7.11.3 | Odparowanie przy użyciu dodatkowej energii w wyparce .....                                   | 258 |
| 4.7.11.4 | Elektrodializa .....   | 260 |
| 4.7.11.5 | Odwrócona osmoza - proces w zamkniętym obiegu .....  | 261 |
| 4.7.11.6 | Chromowanie elektrolityczne - proces w zamkniętym obiegu .....                               | 264 |
| 4.7.12   | Kombinowane techniki – szerokie przybliżenie .....   | 265 |
| 4.7.13   | Techniki bezściekowe (zero ścieków) .....  | 267 |
| 4.8      | Inne techniki optymalizacji zużycia surowców .....   | 267 |
| 4.8.1    | Kontrola stężenia chemikaliów procesowych w kąpieli .....                                    | 267 |
| 4.8.2    | Różne wydajności elektrodowe .....   | 269 |
| 4.8.3    | Przełączanie polaryzacji elektrod w procesach elektrolitycznych .....                        | 270 |
| 4.9      | Substytucja – wybór materiałów surowcowych i procesów .....                                  | 271 |
| 4.9.1    | Substytucja EDTA i innych silnych związków kompleksotwórczych (chelatujących) .....          | 272 |
| 4.9.2    | Substytucja i redukcja toksycznych związków powierzchniowo czynnych (NPE i PFOS) .....       | 273 |
| 4.9.3    | Substytuty cyjanków – przegląd .....   | 274 |
| 4.9.4    | Cynkowanie elektrolityczne .....   | 275 |
| 4.9.4.1  | Cynkowanie alkaliczne cyjankowe .....  | 275 |
| 4.9.4.2  | Cynkowanie alkaliczne bezcyjankowe .....   | 275 |
| 4.9.4.3  | Cynkowanie kwaśne .....  | 276 |



|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.9.4.4   | Nakładanie stopowych powłok cynku .....   | 277 |
| 4.9.5     | Inne roztwory oparte na cyjankach .....   | 278 |
| 4.9.6     | Substytucja i minimalizacja chromu Cr(VI) .....   | 278 |
| 4.9.7     | Minimalizacja uwalniania chromu Cr(VI) z pokrywanych Powierzchni .....  | 279 |
| 4.9.8     | Techniki chromowania elektrolitycznego .....  | 280 |
| 4.9.8.1   | Chromowanie w kąpielach chromu Cr(VI) .....   | 280 |
| 4.9.8.2   | „Zimne chromowanie”- kąpiel oparta na chromie Cr(VI) .....  | 281 |
| 4.9.8.3   | Chromowanie w kąpeli opartej na chlorku chromu Cr(III) .....  | 282 |
| 4.9.8.4   | Chromowanie w kąpeli opartej na siarczanie chromu Cr(III) .....   | 284 |
| 4.9.9     | Procesy bezchromowe – nakładanie innych powłok .....  | 285 |
| 4.9.10    | Chromowe powłoki konwersyjne .....  | 287 |
| 4.9.10.1  | Roztwory chromu Cr(VI) .....  | 288 |
| 4.9.10.2  | Procesy konwersyjne z roztworów chromu Cr(III) .....  | 288 |
| 4.9.10.3  | Procesy konwersyjne z roztworów bezchromowych .....   | 289 |
| 4.9.11    | Anodowanie w kwasie chromowym .....   | 290 |
| 4.9.12    | Fosforano-chromianowanie (fosforanowanie z chromianowaniem) .....   | 290 |
| 4.9.13    | Substytucja mechanicznego polerowania .....   | 290 |
| 4.9.14    | Substytucja i dobór odtluszczania .....   | 291 |
| 4.9.14.1  | Mechaniczne oczyszczanie wstępne – odwirowanie .....  | 291 |
| 4.9.14.2  | Odtłuszczanie rozpuszczalnikowe .....   | 291 |
| 4.9.14.3  | Chemiczne odtłuszczanie wodne .....   | 292 |
| 4.9.14.4  | Łagodne odtłuszczanie emulsyjne .....   | 293 |
| 4.9.14.5  | Odtłuszczanie biologiczne .....   | 295 |
| 4.9.14.6  | Odtłuszczanie suchym lodem .....  | 295 |
| 4.9.14.7  | Odtłuszczanie ultradźwiękowe .....  | 295 |
| 4.9.14.8  | Odtłuszczanie elektrolityczne z kontrolą pH .....   | 297 |
| 4.9.14.9  | Systemy wysoko wydajnego odtłuszczania .....  | 297 |
| 4.9.15    | Inne techniki odtłuszczania .....   | 298 |
| 4.9.16    | Substytucja przez procesy alternatywne .....  | 298 |
| 4.10      | Powszechnie stosowane techniki obróbki wód i roztworów wodnych: woda zasilająca, woda z płukania, obróbka ścieków, roztworów technologicznych i odzysk materiałów ..... | 300 |
| 4.11      | Konserwacja roztworów technologicznych .....  | 305 |
| 4.11.1    | Filtracja kąpeli .....  | 308 |
| 4.11.2    | Elektrodializa .....  | 309 |
| 4.11.3    | Retardacja jonowa (sorpcja kwasów na jonitach) .....  | 309 |
| 4.11.3.1  | Regeneracja roztworów kwasu siarkowego z anodowania .....   | 310 |
| 4.11.4    | Krystalizacja węglanów i siarczanów metali .....  | 311 |
| 4.11.5    | Odzysk roztworów do trawienia aluminium .....   | 313 |
| 4.11.6    | Obróbka za pomocą węgla aktywnego .....   | 314 |
| 4.11.7    | Usuwanie zanieczyszczeń metalicznych na jonitach .....  | 314 |
| 4.11.8    | Elektroliza - oczyszczanie kąpeli technologicznych .....  | 316 |
| 4.11.9    | Elektroliza - usuwanie nadmiaru metalu z kąpeli technologicznych .....  | 316 |
| 4.11.10   | Elektroliza - utlenianie produktów rozkładu .....   | 317 |
| 4.11.11   | Elektroliza membranowa do konserwacji roztworów chromowych .....  | 317 |
| 4.11.12   | Oczyszczanie i regeneracja roztworów do fosforanowania .....  | 319 |
| 4.11.13   | Konserwacja kąpeli do odtłuszczania .....   | 320 |
| 4.11.13.1 | Kaskadowe (wielostopniowe) użycie kąpeli do odtłuszczania .....   | 320 |
| 4.11.13.2 | Proste metody odtłuszczania .....   | 321 |
| 4.11.13.3 | Separatory statyczne dla kąpeli do odtłuszczania .....  | 322 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.11.13.4 | Biologiczna regeneracja kąpeli do odtłuszczenia.....  | 322 |
| 4.11.13.5 | Odwirowanie kąpeli do odtłuszczenia.....  | 325 |
| 4.11.13.6 | Membranowa filtracja emulgujących kąpeli do odtłuszczenia (mikro- i ultrafiltracja) .....     | 326 |
| 4.11.13.7 | Wielostopniowa konserwacja kąpeli do odtłuszczenia .....                                      | 328 |
| 4.11.13.8 | Konserwacja kąpeli do odtłuszczenia elektrolitycznego .....                                   | 328 |
| 4.11.14   | Trawienie .....   | 328 |
| 4.11.14.1 | Metody zmniejszania zużycia kwasu do trawienia.....   | 329 |
| 4.11.14.2 | Przedłużanie okresu użytkowania roztworów trawiących metodą dializy dyfuzyjnej .....          | 330 |
| 4.11.14.3 | Odzysk miedzi z kąpeli trawiących.....  | 333 |
| 4.12      | Odzysk metali procesowych.....  | 333 |
| 4.12.1    | Odzysk elektrolityczny .....  | 333 |
| 4.12.2    | Wymiana jonowa - odzysk metali szlachetnych z wód płuczących.....                             | 336 |
| 4.12.3    | Chromianowanie.....   | 337 |
| 4.12.4    | Wytrącanie.....   | 337 |
| 4.13      | Procesy końcowe – techniki związane z określaniem BAT.....                                    | 337 |
| 4.13.1    | Suszenie .....  | 337 |
| 4.13.2    | Usuwanie kruchości wodorowej.....   | 338 |
| 4.14      | Wieloseryjna obróbka ciągła taśm stalowych w zwojach .....                                    | 338 |
| 4.14.1    | Zastosowanie sterowania cyfrowego.....  | 338 |
| 4.14.2    | Szczelne tace olejowe.....  | 339 |
| 4.14.3    | Wydajność energetyczna .....  | 339 |
| 4.14.3.1  | Wysokosprawne silniki.....  | 339 |
| 4.14.3.2  | Zwiększanie przewodności elektrolitu .....  | 340 |
| 4.14.4    | Wydajne użycie wody .....   | 340 |
| 4.14.4.1  | Recykling wody chłodzącej.....  | 340 |
| 4.14.4.2  | Stosowanie systemów płukania kaskadowego .....  | 340 |
| 4.14.5    | Wałki zbierające .....  | 341 |
| 4.14.6    | Elektrolityczne odtłuszczenie taśmy .....   | 341 |
| 4.14.7    | Zastosowanie ultrafiltracji do regeneracji kąpeli do odtłuszczenia.....                       | 341 |
| 4.14.8    | Kaskadowe (wielostopniowe) użycie kąpeli do odtłuszczenia .....                               | 341 |
| 4.14.9    | Kontrola roztworu kwasu w sekcji trawienia .....  | 341 |
| 4.14.10   | Kontrola i nadzór nad zużyciem elektrolitu .....  | 342 |
| 4.14.11   | Zmianianie biegunowości elektrod w procesach elektrolitycznych .....                          | 342 |
| 4.14.12   | Optymalizacja odległości międzyelektrodowej.....  | 343 |
| 4.14.13   | Polerowanie wałka prowadzącego.....   | 343 |
| 4.14.14   | Stosowanie polerki krawędziowej.....  | 344 |
| 4.14.15   | Stosowanie masek krawędziowych .....  | 344 |
| 4.14.16   | Minimalizacja zużycia oleju przez zastosowanie obudowanych smarownic elektrostatycznych ..... | 345 |
| 4.14.17   | Konserwacja roztworów technologicznych.....   | 345 |
| 4.14.17.1 | Oczyszczanie i recyrkulacja kąpeli do odtłuszczenia.....                                      | 345 |
| 4.14.17.2 | Ciągła filtracja i regeneracja kąpeli do cynkowania.....                                      | 346 |
| 4.14.17.3 | Ciągłe usuwanie żelaza z kąpeli do cynkowania.....  | 346 |
| 4.14.17.4 | Oczyszczanie i regeneracja kąpeli do fosforanowania .....                                     | 347 |
| 4.14.17.5 | Oczyszczanie i regeneracja kąpeli do chromianowania .....                                     | 347 |
| 4.14.18   | Ograniczanie emisji do powietrza .....  | 348 |
| 4.14.18.1 | Ekstrakcja i adsorpcja w skrubkach .....  | 348 |
| 4.14.18.2 | Przykrywane kąpiele technologiczne .....  | 348 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| 4.14.19     | Procesy oczyszczania ścieków .....   | 349 |
| 4.14.20     | Odzysk resztkowych metali ze zbiorników ścieków .....  | 349 |
| 4.15        | Produkcja obwodów drukowanych .....  | 349 |
| 4.15.1      | Wytwarzanie warstw wewnętrznych .....  | 350 |
| 4.15.2      | Płukanie międzyoperacyjne .....  | 350 |
| 4.15.3      | Bezprądowe (katalityczne) nakładanie metali .....  | 350 |
| 4.15.4      | Elektrolityczne nakładanie metali .....  | 351 |
| 4.15.5      | Wywoływanie suchego fotorezystu za pomocą węgla sodu .....   | 351 |
| 4.15.6      | Trawienie .....  | 352 |
| 4.15.7      | Recykling alkalicznego roztworu trawiącego z odzyskiem miedzi (metoda wymiany jonowej ciecz-ciecz) ..... | 353 |
| 4.15.8      | Usuwanie fotorezystu .....   | 355 |
| 4.15.9      | Zdejmowanie warstwy cyny .....   | 355 |
| 4.15.10     | Usuwanie zużytych roztworów .....  | 356 |
| 4.15.11     | Emisje rozpuszczalników z nakładania maski lutowniczej .....   | 357 |
| 4.16        | Techniki zmniejszania emisji ścieków .....   | 357 |
| 4.16.1      | Identyfikacja strumieni ścieków .....  | 358 |
| 4.16.2      | Eliminacja i/lub separacja poszczególnych zanieczyszczeń w miejscu ich powstawania .....                 | 358 |
| 4.16.3      | Oddzielanie olejów i tłuszczów (węglowodorów) od ścieków .....   | 360 |
| 4.16.4      | Utlenianie cyjanków .....  | 360 |
| 4.16.5      | Usuwanie azotynów .....  | 361 |
| 4.16.6      | Usuwanie chromianów .....  | 362 |
| 4.16.7      | Flokulacja i wytrącanie metali .....   | 363 |
| 4.16.7.1    | Wytrącanie wodorotlenków .....   | 363 |
| 4.16.7.2    | Wytrącanie siarczków .....   | 364 |
| 4.16.7.3    | Inne flokulanty .....  | 365 |
| 4.16.8      | Środki kompleksotwórcze .....  | 365 |
| 4.16.9      | Wytrącanie anionów .....   | 366 |
| 4.16.9.1    | Wytrącanie fluorków .....  | 366 |
| 4.16.9.2    | Wytrącanie fosforanów .....  | 367 |
| 4.16.9.3    | Wytrącanie siarczanów .....  | 367 |
| 4.16.10     | Obróbka końcowa przed odprowadzeniem ścieków .....   | 368 |
| 4.16.10.1   | Sedymentacja .....   | 369 |
| 4.16.10.2   | Flotacja .....   | 370 |
| 4.16.10.3   | Filtracja .....  | 371 |
| 4.16.11     | Techniki kombinowane .....   | 371 |
| 4.16.12     | Techniki bezściekowe (techniki zero ścieków) .....   | 371 |
| 4.16.12.1   | Metody termiczne .....   | 372 |
| 4.16.12.1.1 | Wyparki próżniowe ze sprężaniem pary .....   | 372 |
| 4.16.12.1.2 | Wyparki na podczerwień .....   | 373 |
| 4.16.12.2   | Technologie membranowe i procesy fizyko-chemiczne .....  | 374 |
| 4.16.12.2.1 | Obróbka poprzez ultrafiltrację .....   | 374 |
| 4.16.12.2.2 | Obróbka przez ultrafiltrację połączoną z odwróconą osmozą .....  | 375 |
| 4.16.13     | Monitoring, końcowa kontrola i odprowadzanie ścieków .....   | 377 |
| 4.17        | Gospodarka odpadami .....  | 378 |
| 4.17.1      | Powstawanie odpadów i gospodarka odpadami .....  | 378 |
| 4.17.2      | Minimalizacja odpadów i ich unikanie .....   | 379 |
| 4.17.3      | Wykorzystanie i recykling odpadów .....  | 379 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.17.4    | Miejscowy odzysk elektrolityczny .....  | 381        |
| 4.18      | Techniki zmniejszania emisji do powietrza .....                                 | 381        |
| 4.18.1    | Dodatki zmniejszające emisje .....  | 381        |
| 4.18.2    | Ekstrakcja (odciąganie) powietrza, pokrywy wanien i techniki obróbki .....      | 382        |
| 4.18.3    | Redukcja objętości odciąganego powietrza .....                                  | 384        |
| 4.18.4    | Obróbka odciąganego powietrza .....   | 387        |
| 4.18.5    | Metody kontroli odciąganego powietrza .....                                     | 387        |
| 4.18.6    | Odzysk energii cieplnej z odciąganego powietrza .....                           | 387        |
| 4.19      | Hałas .....   | 388        |
| <b>5</b>  | <b>NAJLEPSZE DOSTĘPNE TECHNIKI.....</b>   | <b>389</b> |
| 5.1       | Ogólne zasady BAT .....   | 391        |
| 5.1.1     | Techniki zarządzania .....  | 391        |
| 5.1.1.1   | Zarządzanie środowiskowe .....  | 391        |
| 5.1.1.2   | Operacje porządkowe i konserwacyjne .....                                       | 392        |
| 5.1.1.3   | Minimalizacja wpływu przeróbki braków .....                                     | 392        |
| 5.1.1.4   | Stosowanie porównawczych wartości wskaźnikowych (benchmarking) instalacji ..... | 393        |
| 5.1.1.5   | Optymalizacja i kontrola linii technologicznej .....                            | 393        |
| 5.1.2     | Projektowanie, budowa i eksploatacja instalacji .....                           | 393        |
| 5.1.2.1   | Magazynowanie chemikaliów oraz obrabianych wyrobów/ materiałów podłoża .....    | 394        |
| 5.1.3     | Mieszanie roztworów technologicznych .....                                      | 395        |
| 5.1.4     | Czynniki energetyczne - energia i woda .....                                    | 395        |
| 5.1.4.1   | Energia elektryczna - zapotrzebowanie wysokonapięciowe i wielkoprądowe .....    | 395        |
| 5.1.4.2   | Ogrzewanie kąpieli .....  | 396        |
| 5.1.4.3   | Redukcja strat cieplnych .....  | 396        |
| 5.1.4.4   | Chłodzenie .....  | 396        |
| 5.1.5     | Minimalizacja powstających ścieków i odpadów .....                              | 397        |
| 5.1.5.1   | Minimalizacja zużycia wody w procesach technologicznych .....                   | 397        |
| 5.1.5.2   | Redukcja wnoszenia .....  | 397        |
| 5.1.5.3   | Redukcja wynoszenia .....   | 397        |
| 5.1.5.3.1 | Obniżanie lepkości .....  | 398        |
| 5.1.5.4   | Płukanie .....  | 398        |
| 5.1.6     | Odzysk materiałów surowcowych i gospodarka odpadami .....                       | 399        |
| 5.1.6.1   | Zapobieganie stratom i ich redukcja .....                                       | 400        |
| 5.1.6.2   | Ponowne wykorzystanie .....   | 400        |
| 5.1.6.3   | Odzysk materiałów i zamknięte obiegi materiałowe .....                          | 400        |
| 5.1.6.4   | Recykling i odzysk .....  | 402        |
| 5.1.6.5   | Inne techniki optymalizacji użycia materiałów surowcowych .....                 | 402        |
| 5.1.7     | Podstawowe procesy konserwacji kąpieli .....                                    | 402        |
| 5.1.8     | Emisje ścieków .....  | 403        |
| 5.1.8.1   | Minimalizacja wielkości strumienia oczyszczanych ścieków .....                  | 403        |
| 5.1.8.2   | Badanie, identyfikacja i separacja niektórych strumieni ścieków .....           | 403        |
| 5.1.8.3   | Odprowadzanie ścieków .....   | 403        |
| 5.1.8.4   | Techniki bezściekowe (techniki zero ścieków) .....                              | 405        |
| 5.1.9     | Odpady .....  | 405        |
| 5.1.10    | Emisje do powietrza .....   | 405        |
| 5.1.11    | Hałas .....   | 408        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 5.1.12    | Ochrona wód gruntowych i zdawanie terenu po likwidacji instalacji.....  | 408        |
| 5.2       | Zasady BAT dla poszczególnych procesów.....   | 408        |
| 5.2.1     | Zawieszki.....  | 408        |
| 5.2.2     | Linie zawieszkowe - redukcja wynoszenia.....  | 409        |
| 5.2.3     | Linie bębnowe - redukcja wynoszenia.....  | 409        |
| 5.2.4     | Linie ręczne.....   | 410        |
| 5.2.5     | Substytucja i ograniczanie stosowania niebezpiecznych substancji.....   | 410        |
| 5.2.5.1   | EDTA.....   | 410        |
| 5.2.5.2   | PFOS (sulfonian perfluorooktanu).....   | 411        |
| 5.2.5.3   | Cyjanki.....  | 411        |
| 5.2.5.4   | Cyjanek cynku.....  | 411        |
| 5.2.5.5   | Cyjanek miedzi.....   | 411        |
| 5.2.5.6   | Kadm.....   | 412        |
| 5.2.5.7   | Chrom Cr(VI).....   | 412        |
| 5.2.5.7.1 | Chromowanie dekoracyjne.....  | 412        |
| 5.2.5.7.2 | Chromowanie w kąpielach opartych na chromie Cr(VI).....   | 413        |
| 5.2.5.7.3 | Chromowe powłoki konwersyjne (pasywacja chromianowa).....   | 413        |
| 5.2.5.7.4 | Powłoki fosforano-chromianowe.....  | 413        |
| 5.2.6     | Substytucja polerowania.....  | 413        |
| 5.2.7     | Substytucja i dobór odtłuszczenia.....  | 413        |
| 5.2.7.1   | Odtłuszczenie cyjankowe.....  | 414        |
| 5.2.7.2   | Odtłuszczenie rozpuszczalnikowe.....  | 414        |
| 5.2.7.3   | Odtłuszczenie wodne.....  | 414        |
| 5.2.7.4   | Odtłuszczenie wysoko wydajne.....   | 414        |
| 5.2.8     | Konserwacja kąpeli do odtłuszczenia.....  | 414        |
| 5.2.9     | Trawienie i inne stężone roztwory kwaśne – techniki przedłużania okresu ich użytkowania oraz ich odzysku.....               | 414        |
| 5.2.10    | Odzysk roztworów chromu używanych do pasywacji chromianowej.....  | 415        |
| 5.2.11    | Anodowanie.....   | 415        |
| 5.2.12    | Wielkoseryjna obróbka ciągła taśm stalowych w zwojach.....  | 415        |
| 5.2.13    | Produkcja obwodów drukowanych.....  | 416        |
| <b>6</b>  | <b>NOWE TECHNIKI DLA OBRÓBKII POWIERZCHNIOWEJ METALI I TWORZYW SZTUCZNYCH.....</b>  | <b>417</b> |
| 6.1       | Włączenie pokrywania galwanicznego do procesu wytwarzania wyrobów.....  | 417        |
| 6.2       | Substytucja chromu Cr(VI) przez chrom Cr(III) do chromowania technicznego z użyciem zmodyfikowanego prądu pulsacyjnego..... | 418        |
| 6.3       | Substytucja chromu Cr(VI) przez chrom Cr(III) do pasywacji chromianowej.....  | 420        |
| 6.4       | Nakładanie powłok glinu i jego stopów z elektrolitów organicznych.....  | 421        |
| 6.5       | Produkcja obwodów drukowanych o zmniejszonym zużyciu materiałów.....  | 422        |
| 6.5.1     | Bezpośrednie obrazowanie laserowe.....  | 422        |
| 6.5.2     | Międzywarstwy łączące o wysokiej gęstości (HDI).....  | 422        |
| 6.5.3     | Miniaturyzacja.....   | 423        |
| <b>7</b>  | <b>UWAGI KOŃCOWE.....</b>   | <b>425</b> |
| 7.1       | Terminy prac.....   | 425        |
| 7.2       | Źródła informacji.....  | 425        |
| 7.3       | Stopień osiągniętego konsensusu.....  | 426        |
| 7.4       | Zalecenia dla przyszłych prac.....  | 426        |
| 7.5       | Sugerowane tematy przyszłych projektów badawczo-rozwojowych.....  | 429        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>ODNOŚNIKI .....</b>  | <b>431</b> |
| <b>SŁOWNIK TERMINOLOGICZNY.....</b>   | <b>439</b> |
| <b>8 ZAŁĄCZNIKI.....</b>  | <b>453</b> |
| 8.1 Metale i ich związki w odpowiednich aktach prawnych i pozwoleniach .....  | 453        |
| 8.2 PFOS (sulfonian perfluorooktanu) w powierzchniowej obróbce metali i tworzyw sztucznych .....                                  | 455        |
| 8.3 Przykłady obowiązujących granicznych wartości emisji zanieczyszczeń .....   | 456        |
| 8.3.1 Uregulowania prawne stosujące się do obróbki powierzchniowej metali i tworzyw sztucznych we Francji .....                   | 458        |
| 8.4 Monitoring.....   | 461        |
| 8.4.1 Ogólne zagadnienia monitoringu w obróbce powierzchniowej metali i tworzyw sztucznych .....                                  | 461        |
| 8.4.1.1 Węgiel organiczny.....  | 461        |
| 8.4.1.2 Monitoring powietrza .....  | 461        |
| 8.4.2 Monitoring bezpośredni ścieków z obróbki powierzchniowej metali i tworzyw sztucznych .....                                  | 461        |
| 8.5 Przykłady zakładów referencyjnych w Niemczech.....  | 466        |
| 8.5.1 Zakład referencyjny A .....   | 466        |
| 8.5.2 Zakład referencyjny C .....   | 474        |
| 8.5.3 Zakład referencyjny D .....   | 478        |
| 8.5.4 Zakład referencyjny E .....   | 482        |
| 8.5.5 Zakład referencyjny F.....  | 488        |
| 8.5.6 Zakład referencyjny G .....   | 494        |
| 8.5.7 Zakład referencyjny H .....   | 500        |
| 8.5.8 Zakład referencyjny K .....   | 506        |
| 8.5.9 Zakład referencyjny L .....   | 512        |
| 8.6 Zużycie chromu dla typowych małych linii chromowania dekoracyjnego.....   | 519        |
| 8.7 Wymiana jonowa – ogólny opis technik .....  | 520        |
| 8.8 Odtłuszczenie ultradźwiękowe – przykłady zastosowań .....   | 524        |
| 8.9 Przykład zastosowania redukcji objętości odcieranego powietrza .....  | 527        |
| 8.10 Tablica uwag dotyczących zastosowania chromu Cr(VI) i Cr(III) .....  | 527        |
| 8.11 Przykład obliczeń optymalizacji działania instalacji.....  | 528        |
| 8.12 Przykład obliczeń rachunku zysków z zastosowania redukcji emisji NO <sub>x</sub> z trawienia wyblyszczającego aluminium..... | 541        |
| 8.12.1 Przykłady galwanizerni w Niemczech stosujących minimalizację ścieków i technologie bezściekowe .....                       | 543        |