

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PRZEDMOWA .....                                                                                                                                           | 6  |
| 1. WSTĘP .....                                                                                                                                            | 7  |
| 2. POBIERANIE PRÓBEK WODY I ŚCIEKÓW .....                                                                                                                 | 10 |
| 2.1. Naczynia stosowane do poboru próbek .....                                                                                                            | 10 |
| 2.2. Przyrządy i urządzenia stosowane do poboru próbek .....                                                                                              | 11 |
| 2.3. Zasady poboru próbek wody do badania ogólnego z różnych źródeł i urządzeń ...                                                                        | 14 |
| 2.3.1. Pobieranie próbek wód podziemnych .....                                                                                                            | 14 |
| 2.3.2. Pobieranie próbek wód powierzchniowych .....                                                                                                       | 17 |
| 2.4. Zasady poboru próbek wody do oznaczeń specjalnych .....                                                                                              | 18 |
| 2.4.1. Pobieranie próbek do oznaczania gazów rozpuszczonych w wodzie .....                                                                                | 19 |
| 2.4.2. Pobieranie próbek do oznaczania wybranych metali .....                                                                                             | 20 |
| 2.4.3. Pobieranie próbek do oznaczania: boru, fluoru, jodu, krzemionki, siarcz-<br>nów, fosforanów i kwasowości .....                                     | 20 |
| 2.4.4. Pobieranie próbek do oznaczania: zapotrzebowania chloru, biochemiczne-<br>go zapotrzebowania tlenu, fenoli oraz tłuszczów i olejów mineralnych ... | 21 |
| 2.5. Zasady poboru próbek ścieków .....                                                                                                                   | 21 |
| 2.5.1. Wybór miejsca pobierania próbek ścieków .....                                                                                                      | 22 |
| 2.5.2. Sposób pobierania próbek ścieków .....                                                                                                             | 23 |
| 2.6. Znakowanie próbek wody i ścieków .....                                                                                                               | 25 |
| 2.7. Utrwalanie próbek wody i ścieków .....                                                                                                               | 25 |
| 2.8. Transport i przechowywanie próbek wody i ścieków .....                                                                                               | 27 |
| 3. OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA ANALIZY WODY I ŚCIEKÓW .....                                                                                                 | 28 |
| 3.1. Metody stosowane w analizie wody i ścieków .....                                                                                                     | 28 |
| 3.2. Kolejność wykonywania oznaczeń .....                                                                                                                 | 33 |
| 3.3. Obliczanie i sposób podawania wyników analizy .....                                                                                                  | 34 |
| 3.4. Kontrola wyników analizy, dokładność i precyzja .....                                                                                                | 36 |
| 4. BADANIA FIZYCZNE WODY I ŚCIEKÓW .....                                                                                                                  | 39 |
| 4.1. Barwa .....                                                                                                                                          | 40 |
| 4.1.1. Oznaczanie barwy metodą porównawczą według skali platynowo-kobalto-<br>wej lub dwuchromianowo-kobaltowej .....                                     | 41 |
| 4.1.2. Oznaczanie barwy specyficznej metodą opisową .....                                                                                                 | 43 |
| 4.2. Mętność .....                                                                                                                                        | 44 |
| 4.2.1. Oznaczanie mętności metodą wizualną w zakresie $0\div 5 \text{ mg/dm}^3$ .....                                                                     | 45 |
| 4.2.2. Oznaczanie mętności metodą wizualną w zakresie $5\div 50 \text{ mg/dm}^3$ .....                                                                    | 47 |
| 4.3. Potencjał oksydacyjno-redukcyjny .....                                                                                                               | 48 |
| 4.4. Przewodność właściwa .....                                                                                                                           | 51 |
| 4.4.1. Oznaczanie przewodności właściwej .....                                                                                                            | 51 |

|         |                                                                                                                |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.5.    | Temperatura                                                                                                    | 54  |
| 4.5.1.  | Oznaczanie temperatury wody                                                                                    | 54  |
| 4.5.2.  | Oznaczanie temperatury ścieków                                                                                 | 56  |
| 4.6.    | Zapach                                                                                                         | 56  |
| 4.6.1.  | Oznaczanie zapachu metodą organoleptyczną bezpośrednią                                                         | 57  |
| 4.6.2.  | Oznaczanie zapachu progowego                                                                                   | 59  |
| 5.      | BADANIA CHEMICZNE WODY I ŚCIEKÓW                                                                               | 61  |
| 5.1.    | Azot ogólny wg Kjeldahla                                                                                       | 61  |
| 5.1.1.  | Oznaczanie azotu ogólnego metodą Kjeldahla                                                                     | 62  |
| 5.2.    | Azot albuminowy                                                                                                | 66  |
| 5.2.1.  | Oznaczanie azotu albuminowego metodą utleniania i destylacji                                                   | 66  |
| 5.3.    | Azot amonowy                                                                                                   | 69  |
| 5.3.1.  | Oznaczanie azotu amonowego metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Nesslera (metoda bezpośredniej nessleryzacji) | 70  |
| 5.3.2.  | Oznaczanie azotu amonowego metodą destylacji                                                                   | 74  |
| 5.4.    | Azot organiczny                                                                                                | 77  |
| 5.4.1.  | Oznaczanie azotu organicznego metodą Kjeldahla                                                                 | 78  |
| 5.5.    | Azot azotanowy                                                                                                 | 79  |
| 5.5.1.  | Oznaczanie azotu azotanowego metodą kolorymetryczną z kwasem fenolodwusulfonowym                               | 79  |
| 5.5.2.  | Oznaczanie azotu azotanowego metodą kolorymetryczną z salicylanem sodu                                         | 84  |
| 5.6.    | Azot azotynowy                                                                                                 | 86  |
| 5.6.1.  | Oznaczanie azotu azotynowego metodą kolorymetryczną z kwasem sulfanilowym i $\alpha$ -naftyloaminą             | 86  |
| 5.7.    | Chlorki                                                                                                        | 92  |
| 5.7.1.  | Oznaczanie chlorków metodą argentometryczną wg Mohra                                                           | 92  |
| 5.8.    | Chlor pozostały                                                                                                | 96  |
| 5.8.1.  | Oznaczanie pozostałego użytecznego chloru metodą kolorymetryczną ortotolidynowo-arseninową                     | 97  |
| 5.9.    | Dwutlenek chloru                                                                                               | 103 |
| 5.9.1.  | Oznaczanie dwutlenku chloru metodą kolorymetryczną ortotolidynowo-arseninową                                   | 104 |
| 5.10.   | Dwutlenek węgla                                                                                                | 108 |
| 5.10.1. | Oznaczanie wolnego dwutlenku węgla metodą miareczkową                                                          | 109 |
| 5.10.2. | Oznaczanie agresywnego dwutlenku węgla metodą z użyciem marmuru                                                | 111 |
| 5.11.   | Fluor                                                                                                          | 113 |
| 5.11.1. | Oznaczanie fluoru metodą kolorymetryczną alizarynową                                                           | 113 |
| 5.12.   | Fosfor                                                                                                         | 117 |
| 5.12.1. | Hydroлиза skondensowanych fosforanów (polifosforanów)                                                          | 119 |
| 5.12.2. | Mineralizacja fosforanów ogólnych                                                                              | 120 |
| 5.12.3. | Oznaczanie fosforanów metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonu i chlorkiem cyny(II)                        | 122 |
| 5.13.   | Glin                                                                                                           | 125 |
| 5.13.1. | Oznaczanie glinu metodą kolorymetryczną z aluminonem                                                           | 126 |
| 5.14.   | Krzem                                                                                                          | 129 |
| 5.14.1. | Oznaczanie krzemu zjonizowanego metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonu                                   | 130 |

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.15. Kwasowość                                                                                                                                             | 134 |
| 5.15.1. Oznaczanie kwasowości metodą miareczkową wobec wskaźników                                                                                           | 135 |
| 5.15.2. Oznaczanie kwasowości metodą miareczkowania potencjometrycznego                                                                                     | 137 |
| 5.16. Magnez                                                                                                                                                | 138 |
| 5.16.1. Oznaczanie magnezu metodą miareczkową kompleksometryczną                                                                                            | 139 |
| 5.17. Mangan                                                                                                                                                | 143 |
| 5.17.1. Oznaczanie manganu zmodyfikowaną metodą kolorymetryczną z katalizatorem srebrowym                                                                   | 143 |
| 5.18. Odczyn                                                                                                                                                | 145 |
| 5.18.1. Oznaczanie wartości pH metodą elektrometryczną                                                                                                      | 147 |
| 5.19. Ozon                                                                                                                                                  | 148 |
| 5.20. Siarczany                                                                                                                                             | 151 |
| 5.20.1. Oznaczanie siarczanów metodą nefelometryczną                                                                                                        | 152 |
| 5.20.2. Oznaczanie siarczanów metodą jonitowo-miareczkową                                                                                                   | 154 |
| 5.21. Siarkowódór i siarczki                                                                                                                                | 155 |
| 5.21.1. Oznaczanie: siarkowodoru, siarczków rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych metodą kolorymetryczną                                                     | 157 |
| 5.22. Sucha pozostałość, pozostałość po prażeniu, strata przy prażeniu                                                                                      | 160 |
| 5.22.1. Oznaczanie suchej pozostałości                                                                                                                      | 161 |
| 5.22.2. Oznaczanie pozostałości po prażeniu                                                                                                                 | 163 |
| 5.22.3. Oznaczanie straty przy prażeniu                                                                                                                     | 164 |
| 5.23. Tlen rozpuszczony                                                                                                                                     | 164 |
| 5.23.1. Oznaczanie tlenu rozpuszczonego metodą Winklera                                                                                                     | 166 |
| 5.23.2. Oznaczanie tlenu rozpuszczonego metodą Winklera w modyfikacji azydkowej                                                                             | 171 |
| 5.24. Twardość ogólna                                                                                                                                       | 172 |
| 5.24.1. Oznaczanie twardości ogólnej metodą wersenianową                                                                                                    | 173 |
| 5.25. Utlenialność                                                                                                                                          | 175 |
| 5.25.1. Oznaczanie utlenialności w środowisku kwaśnym                                                                                                       | 176 |
| 5.25.2. Oznaczanie utlenialności w środowisku alkalicznym                                                                                                   | 178 |
| 5.26. Wapń                                                                                                                                                  | 179 |
| 5.26.1. Oznaczanie wapnia metodą miareczkową kompleksometryczną                                                                                             | 179 |
| 5.27. Zasadowość                                                                                                                                            | 181 |
| 5.27.1. Oznaczanie zasadowości metodą miareczkowania wobec wskaźników                                                                                       | 182 |
| 5.27.2. Oznaczanie zasadowości metodą miareczkowania potencjometrycznego                                                                                    | 183 |
| 5.27.3. Obliczanie ilości wodorotlenków, węglanów i wodorowęglanów na podstawie wartości zasadowości wobec fenoloftaleiny $Z_F$ i zasadowości ogólnej $Z_M$ | 185 |
| 5.28. Żelazo ogólne                                                                                                                                         | 187 |
| 5.28.1. Oznaczanie żelaza ogólnego metodą kolorymetryczną z rodankiem                                                                                       | 187 |
| 5.28.2. Oznaczanie żelaza ogólnego metodą kolorymetryczną z fenantroliną                                                                                    | 190 |
| 5.28.3. Oznaczanie żelaza dwuwartościowego metodą kolorymetryczną z fenantroliną                                                                            | 194 |
| 5.29. Sprawdzanie poprawności wykonania analizy wody i ścieków                                                                                              | 194 |
| BIBLIOGRAFIA                                                                                                                                                | 197 |