

# สารบัญ

|                |  |          |
|----------------|--|----------|
| <b>บทที่ 1</b> | <b>วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental Engineering)</b> | <b>1</b> |
| 1.1            | วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคืออะไร?                            | 1        |
| 1.2            | ระบบวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม                                | 1        |
| 1.2.1          | ระบบแหล่งน้ำดิบ  | 2        |
| 1.2.2          | ระบบประปา  | 3        |
| 1.2.3          | ระบบน้ำเสีย  | 3        |
| 1.2.4          | ระบบจัดการขยะมูลฝอย                                    | 4        |
| 1.2.5          | ระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ                                | 4        |
| 1.3            | คำถามท้ายบท  | 5        |
| <b>บทที่ 2</b> | <b>แหล่งน้ำดิบ (Water Resources)</b>                   | <b>6</b> |
| 2.1            | บทนำ   | 6        |
| 2.2            | ประเภทของแหล่งน้ำดิบ                                   | 6        |
| 2.3            | น้ำผิวดิน  | 8        |
| 2.3.1          | คุณภาพน้ำผิวดิน  | 8        |
| 2.3.2          | อ่างเก็บน้ำ  | 8        |
| 2.3.3          | คลอง แม่น้ำ  | 13       |
| 2.4            | น้ำใต้ดิน  | 13       |
| 2.4.1          | ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน                                | 13       |
| 2.4.2          | น้ำพุ (Springs)  | 15       |
| 2.4.3          | บ่อน้ำบาดาล (Deep Wells)                               | 16       |
| 2.4.4          | บ่อน้ำตื้น (Shallow Wells)                             | 17       |
| 2.4.5          | ทางน้ำซึบ (Infiltration Galleries)                     | 18       |
| 2.4.6          | บ่อน้ำซึบ (Infiltration Wells)                         | 18       |

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| 2.5            | น้ำฝน                                    | 19        |
| 2.5.1          | ลักษณะของแหล่งน้ำฝน                      | 19        |
| 2.5.2          | ปริมาณน้ำฝน                              | 21        |
| 2.6            | คำถามท้ายบท                              | 21        |
| <br>           |  |           |
| <b>บทที่ 3</b> | <b>การประปา (Water Supply)</b>           | <b>22</b> |
| 3.1            | บทนำ                                     | 22        |
| 3.2            | ทางน้ำเข้า (Intakes)                     | 22        |
| 3.2.1          | การสร้างทางน้ำเข้า                       | 22        |
| 3.2.2          | ประเภทของทางน้ำเข้า                      | 23        |
| 3.2.2.1        | อ่างเก็บน้ำ                              | 24        |
| 3.2.2.2        | แม่น้ำ                                   | 24        |
| 3.2.2.3        | คลอง                                     | 24        |
| 3.3            | ระบบจัดส่งน้ำดิบ                         | 24        |
| 3.3.1          | วางระบายเปิด                             | 26        |
| 3.3.2          | ท่อ                                      | 27        |
| 3.4            | ปริมาณน้ำประปา                           | 29        |
| 3.4.1          | ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำประปา           | 29        |
| 3.4.2          | ความต้องการน้ำประปาของชุมชนและอุตสาหกรรม | 29        |
| 3.4.2.1        | ความต้องการของพลเมืองในชุมชน             | 29        |
| 3.4.2.2        | ความต้องการของหน่วยงานต่าง ๆ             | 30        |
| 3.4.2.3        | ความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม           | 30        |
| 3.4.2.4        | ความต้องการของสถานที่สาธารณะทั่วไป       | 32        |
| 3.4.2.5        | ความต้องการน้ำประปาสำหรับดับเพลิง        | 33        |
| 3.4.2.6        | ความสูญเสียน้ำประปาเนื่องจากการรั่วไหล   | 33        |
| 3.4.3          | การพยากรณ์จำนวนพลเมือง                   | 34        |

|            |                                |           |
|------------|--------------------------------|-----------|
| <b>8.5</b> | <b>คุณภาพน้ำประปา</b>          | <b>35</b> |
| 3.5.1      | คุณสมบัติทางกายภาพ             | 35        |
| 3.5.1.1    | สี (Color)                     | 35        |
| 3.5.1.2    | กลิ่นและรส                     | 36        |
| 3.5.1.3    | อุทกภูมิ                       | 37        |
| 3.5.1.4    | ความขุ่น (Turbidity)           | 37        |
| 3.5.2      | คุณสมบัติทางเคมี               | 38        |
| 3.5.2.1    | pH                             | 38        |
| 3.5.2.2    | สภาพความเป็นกรด (Acidity)      | 39        |
| 3.5.2.3    | สภาพความเป็นด่าง (Alkalinity)  | 39        |
| 3.5.2.4    | ความกระด้าง (Hardness)         | 40        |
| 3.5.2.5    | ปริมาณของแข็ง (Solids)         | 42        |
| 3.5.2.6    | ไนโตรเจน (Nitrogen)            | 44        |
| 3.5.2.7    | คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)    | 45        |
| 3.5.2.8    | คลอไรด์ (Chloride)             | 45        |
| 3.5.2.9    | เหล็ก (Iron)                   | 46        |
| 3.5.2.10   | แมงกานีส (Manganese)           | 46        |
| 3.5.2.11   | ฟลูออไรด์ (Fluoride)           | 47        |
| 3.5.2.12   | ซัลเฟอร์ (Sulfur)              | 47        |
| 3.5.2.13   | สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)     | 48        |
| 3.5.2.14   | สารอนินทรีย์อื่น ๆ             | 48        |
| 3.5.3      | คุณสมบัติทางชีววิทยา           | 48        |
| <b>8.6</b> | <b>การผลิตน้ำประปา</b>         | <b>49</b> |
| 3.6.1      | กระบวนการผลิตน้ำประปา          | 49        |
| 3.6.2      | Coagulation-Flocculation       | 52        |
| 3.6.2.1    | ถังผสมเร็ว (Rapid Mixing Tank) | 53        |
| 3.6.2.2    | ถังผสมช้า (Slow Mixing Tank)   | 53        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 3.6.3      | การตกตะกอน (Sedimentation)                                | 53        |
| 3.6.4      | การกรองน้ำ (Filtration)                                   | 60        |
| 3.6.4.1    | การทำงานของระบบกรองน้ำ                                    | 60        |
| 3.6.4.2    | ค่าสูญเสียความดันในชั้นกรอง                               | 60        |
| 3.6.4.3    | ประเภทของระบบกรองน้ำ                                      | 61        |
| 3.6.5      | การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)                             | 63        |
| 3.6.5.1    | วิธีการฆ่าเชื้อโรค  | 63        |
| 3.6.6      | การกำจัดเหล็กและแมงกานีส                                  | 70        |
| 3.6.7      | การควบคุมฟลูออไรด์  | 70        |
| 3.6.8      | การกำจัดกลิ่นและรส  | 71        |
| 3.6.9      | การกำจัดสี  | 71        |
| 3.6.10     | การกำจัดความกระด้างของน้ำ                                 | 71        |
| 3.6.11     | การบำบัดน้ำดื่มในหม้อน้ำ                                  | 72        |
| 3.6.12     | การกำจัดไนเตรด  | 73        |
| 3.6.13     | การขจัดเกลือ (Desalination)                               | 75        |
| 3.6.14     | การกำจัดสัจจ์ที่มาจากโรงผลิตน้ำประปา                      | 78        |
| 3.6.14.1   | ลักษณะของสัจจ์และปริมาณที่เกิดขึ้น                        | 78        |
| 3.6.14.2   | กระบวนการกำจัดสัจจ์                                       | 80        |
| <b>3.7</b> | <b>ระบบจ่ายน้ำประปา</b>                                   | <b>86</b> |
| 3.7.1      | วิธีการจ่ายน้ำประปา                                       | 87        |
| 3.7.1.1    | วิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก                                | 87        |
| 3.7.1.2    | วิธีสูบน้ำโดยตรง  | 87        |
| 3.7.1.3    | วิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้ถังหอดังสูงร่วมกับ<br>เครื่องสูบน้ำ | 88        |
| 3.7.2      | ชนิดของระบบจ่ายน้ำประปา                                   | 89        |
| 3.7.3      | ถังเก็บกักน้ำประปา  | 90        |
| 3.7.4      | ประเภทของระบบท่อประปาจ่ายน้ำประปา                         | 92        |

|                |            |  |            |
|----------------|------------|--|------------|
|                | 3.7.4.1    | ระบบแขนง (Branching System)                                    | 92         |
|                | 3.7.4.2    | ระบบวงจร (Loop System)   | 92         |
|                | 3.7.4.3    | ระบบรวมกัน (Combination System)                                | 93         |
|                | 3.7.5      | เกณฑ์ออกแบบท่อประธานจ่ายน้ำประปา                               | 94         |
|                | 3.7.6      | วาล์วต่าง ๆ (Valves)   | 95         |
|                | 3.7.7      | หัวดับเพลิง (Fire Hydrants)                                    | 103        |
|                | 3.7.8      | มาตรวัดน้ำ (Water Meters)                                      | 103        |
|                | 3.7.9      | วัสดุท่อประปา  | 106        |
|                | <b>3.8</b> | <b>คำถามท้ายบท</b>   | <b>107</b> |
| <b>บทที่ 4</b> |            | <b>การระบายน้ำ (Drainage)</b>                                  | <b>109</b> |
|                | 4.1        | บทนำ   | 109        |
|                | 4.2        | ความรู้เบื้องต้นของระบบท่อระบายน้ำทิ้ง                         | 109        |
|                | 4.3        | ท่อน้ำฝน (Storm Sewer)   | 110        |
|                | 4.3.1      | ส่วนประกอบระบบท่อระบายน้ำฝน                                    | 110        |
|                | 4.3.2      | ปริมาณน้ำฝน  | 116        |
|                | 4.3.3      | ความเร็วของน้ำไหลในท่อระบายน้ำฝน                               | 122        |
|                | 4.3.4      | ปริมาณน้ำไหลรั่วเข้าท่อระบายน้ำฝน (Inflow & Infiltration, I/I) | 124        |
|                | 4.3.5      | ความลาดของท่อ (Slope)  | 124        |
|                | 4.3.6      | เวลาน้ำไหลนอง (Time of Concentration, $T_C$ )                  | 124        |
|                | 4.4        | ท่อน้ำเสีย (Sanitary Sewer)                                    | 125        |
|                | 4.4.1      | ระยะเวลาออกแบบ (Design Period)                                 | 126        |
|                | 4.4.2      | จำนวนพลเมืองออกแบบ (Design Population)                         | 126        |
|                | 4.4.3      | ปริมาณน้ำเสียออกแบบ (Design Flow)                              | 126        |
|                | 4.4.4      | ขนาดท่อน้ำเสียเล็กที่สุด                                       | 126        |
|                | 4.4.5      | ความเร็วของน้ำไหลในท่อน้ำเสีย                                  | 126        |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| 4.4.6          | ความลาดของท่อน้ำเสีย   | 127        |
| 4.4.7          | ความลึกของการวางท่อน้ำเสีย   | 128        |
| 4.4.8          | ส่วนประกอบของระบบท่อน้ำเสีย  | 128        |
| 4.5            | ท่อน้ำทิ้งรวม (Combined Sewer)   | 135        |
| 4.6            | วัสดุของท่อระบายน้ำทิ้ง  | 137        |
| 4.7            | ระบบสูบน้ำทิ้ง   | 138        |
| 4.7.1          | ชนิดของเครื่องสูบน้ำ   | 138        |
| 4.7.2          | สถานีสูบน้ำทิ้ง (Pumping Station)                                      | 139        |
| 4.7.3          | ท่อดูด (Suction Line)  | 142        |
| 4.7.4          | ท่อแรงอัด (Forced Main)  | 146        |
| 4.7.5          | การเลือกเครื่องสูบน้ำ  | 146        |
| 4.8            | คำถามท้ายบท  | 150        |
| <b>บทที่ 5</b> | <b>การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)</b>                          | <b>151</b> |
| 5.1            | บทนำ   | 151        |
| 5.2            | ปริมาณน้ำเสีย  | 151        |
| 5.2.1          | ปริมาณน้ำเสียจากชุมชน  | 152        |
| 5.2.2          | ปริมาณน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม                                       | 154        |
| 5.3            | ลักษณะของน้ำเสีย   | 155        |
| 5.3.1          | ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย (Physical Characteristics of Wastewater)     | 155        |
| 5.3.2          | ลักษณะทางเคมีของน้ำเสีย (Chemical Characteristics of Wastewater)       | 156        |
| 5.3.3          | ลักษณะทางชีววิทยาของน้ำเสีย (Biological Characteristics of Wastewater) | 162        |
| 5.3.4          | การเก็บและกักตัวอย่างน้ำเสีย   | 163        |
| 5.3.5          | ลักษณะของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน  | 163        |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.3.6   | ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม                     | 164 |
| 5.4     | กระบวนการบำบัดน้ำเสีย                                   | 166 |
| 5.4.1   | กระบวนการทางกายภาพ (Physical Unit Operations)           | 168 |
| 5.4.1.1 | ตะแกรง (Screen)   | 168 |
| 5.4.1.2 | การบดตัด (Comminution)                                  | 168 |
| 5.4.1.3 | การกำจัดตะกอนหนัก (Grit Removal)                        | 170 |
| 5.4.1.4 | การกำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease Removal)         | 171 |
| 5.4.1.5 | การตกตะกอน (Sedimentation)                              | 171 |
| 5.4.1.6 | การทำให้ตะกอนลอย (Flotation)                            | 177 |
| 5.4.1.7 | การกรอง (Filtration)                                    | 178 |
| 5.4.2   | กระบวนการทางเคมี (Chemical Unit Processes)              | 178 |
| 5.4.3   | กระบวนการทางชีววิทยา (Biological Unit Processes)        | 179 |
| 5.4.3.1 | ระบบโปรยกรอง (Trickling Filters)                        | 180 |
| 5.4.3.2 | ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) | 181 |
| 5.4.3.3 | ระบบเอเอส (Activated Sludge)                            | 183 |
| 5.4.3.4 | ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Treatment System) | 186 |
| 5.4.3.5 | ระบบบ่อธรรมชาติ (Pond Systems)                          | 195 |
| 5.4.4   | กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (Physicochemical Unit Process)  | 197 |
| 5.4.4.1 | การดูดซับด้วยถ่าน (Carbon Adsorption)                   | 197 |
| 5.4.4.2 | การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange)                       | 198 |
| 5.4.4.3 | Ultrafiltration   | 200 |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| 5.4.4.4        | ออสโมซิสผันกลับ (Reverse Osmosis (RO))                 | 200        |
| 5.4.4.5        | การแยกด้วยไฟฟ้า-เยื่อกรอง (Electrodialysis)            | 201        |
| 5.4.5          | การบำบัดและกำจัดสลัดจ์ (Sludge Treatment and Disposal) | 202        |
| 5.4.6          | การบำบัดน้ำเสียแบบกระจายบนดิน (Land Treatment)         | 203        |
| 5.4.6.1        | Slow-rate Irrigation                                   | 204        |
| 5.4.6.2        | Rapid Infiltration-Percolation                         | 204        |
| 5.4.6.3        | Overland Flow  | 205        |
| 5.4.7          | การกำจัดน้ำทิ้งออก (Effluent Disposal)                 | 206        |
| 5.5            | คำถามท้ายบท  | 208        |
| <b>บทที่ 6</b> | <b>ระบบท่ออาคาร (Plumbing Systems)</b>                 | <b>210</b> |
| 6.1            | บทนำ   | 210        |
| 6.2            | ระบบท่อประปา   | 210        |
| 6.2.1          | ระบบท่อประปาภายในอาคาร                                 | 211        |
| 6.2.1.1        | ระบบจ่ายน้ำประปาภายในอาคาร                             | 211        |
| 6.2.1.2        | การเดินท่อประปาภายในอาคาร                              | 220        |
| 6.2.2          | การออกแบบระบบท่อประปา                                  | 222        |
| 6.2.2.1        | การคำนวณหาปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร                       | 222        |
| 6.2.2.2        | ระบบปรับความดัน  | 229        |
| 6.2.2.3        | ขนาดท่อประปาสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์                      | 236        |
| 6.2.2.4        | วัสดุท่อประปาภายในอาคาร                                | 237        |
| 6.3            | ระบบน้ำร้อน  | 237        |
| 6.3.1          | ระบบท่อจ่ายน้ำร้อน                                     | 238        |
| 6.3.2          | ระบบเก็บน้ำร้อน  | 244        |



|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| 6.3.3          | ระบบทำน้ำร้อน   | 245        |
| 6.3.4          | วัสดุท่อน้ำร้อนและฉนวนหุ้มท่อ                         | 246        |
| <b>6.4</b>     | <b>ระบบดับเพลิง</b>                                   | <b>246</b> |
| 6.4.1          | ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง                                 | 246        |
| 6.4.2          | ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง                              | 249        |
| 6.4.3          | ระบบจ่ายน้ำให้แก่ระบบท่อน้ำดับเพลิง                   | 251        |
| 6.4.4          | ระบบดับเพลิงแบบมือถือ                                 | 251        |
| <b>6.5</b>     | <b>ระบบท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำฝนภายในอาคาร</b>            | <b>253</b> |
| 6.5.1          | ระบบระบายน้ำทิ้งสำหรับอาคาร                           | 253        |
| 6.5.2          | ปริมาณน้ำทิ้งต่าง ๆ ภายในอาคาร                        | 257        |
| 6.5.3          | ขนาดท่อระบายน้ำทิ้งต่าง ๆ                             | 259        |
| 6.5.4          | ท่ออากาศ  | 261        |
| 6.5.5          | อุปกรณ์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำทิ้ง                   | 265        |
| 6.5.6          | ระบบระบายน้ำฝนสำหรับอาคาร                             | 267        |
|                | 6.5.6.1 ระบบสูบน้ำฝน                                  | 269        |
|                | 6.5.6.2 อุปกรณ์ประกอบของระบบระบายน้ำฝน<br>สำหรับอาคาร | 269        |
| <b>6.6</b>     | <b>คำถามท้ายบท</b>                                    | <b>269</b> |
| <b>บทที่ 7</b> | <b>การจัดการขยะมูลฝอย (Solid Waste Management)</b>    | <b>272</b> |
| 7.1            | บทนำ  | 272        |
| 7.2            | ชนิดของขยะมูลฝอย                                      | 272        |
| 7.3            | ปริมาณของขยะมูลฝอย                                    | 274        |
| 7.4            | ลักษณะของขยะมูลฝอย                                    | 276        |
|                | 7.4.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)      | 276        |
|                | 7.4.2 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)        | 281        |
|                | 7.4.3 ลักษณะทางชีววิทยา (Biological Characteristics)  | 286        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>7.5</b> | <b>การเก็บขนขยะมูลฝอย</b>  | <b>286</b> |
| 7.5.1      | วิธีการเก็บขนขยะมูลฝอย   | 287        |
| 7.5.2      | การคำนวณหาขนาดรถเก็บขนที่ต้องการมี   | 288        |
| 7.5.3      | การประมาณค่าใช้จ่ายในการเก็บขนขยะมูลฝอย                                    | 291        |
| 7.5.4      | การกำหนดเส้นทางเก็บขน (Truck Routing)                                      | 292        |
| 7.5.5      | การจัดพนักงานเก็บขนทำงาน   | 293        |
| <b>7.6</b> | <b>สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย (Transfer Station)</b>                             | <b>294</b> |
| <b>7.7</b> | <b>กระบวนการแปดรูปขยะมูลฝอย</b>  | <b>295</b> |
| 7.7.1      | ระบบลดปริมาตรขยะมูลฝอยลงด้วยวิธีเครื่องกล<br>(Mechanical Volume Reduction) | 295        |
| 7.7.2      | ระบบลดปริมาตรขยะมูลฝอยลงด้วยวิธีเผา<br>(Thermal Volume Reduction)          | 296        |
| 7.7.3      | ระบบแยกประเภทขององค์ประกอบขยะมูลฝอย<br>(Manual Component Separation)       | 296        |
| <b>7.8</b> | <b>การกำจัดขยะมูลฝอย</b>   | <b>298</b> |
| 7.8.1      | วิธีนำขยะสดไปเลี้ยงสัตว์ (Hog Feeding)                                     | 299        |
| 7.8.2      | วิธีถมบ้นที่ค่อม (Dumping)   | 299        |
| 7.8.3      | วิธีฝังกลบขยะมูลฝอยในหลุม  | 300        |
| 7.8.4      | วิธีหมักทำปุ๋ยขนาดเล็ก   | 300        |
| 7.8.5      | วิธีหมักทำปุ๋ยขนาดใหญ่ (Composting)  | 301        |
| 7.8.6      | วิธีเผา (Incineration)   | 304        |
| 7.8.7      | วิธีฝังกลบตามหลักการสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)                          | 307        |
| 7.8.7.1    | การเลือกสถานที่  | 307        |
| 7.8.7.2    | ขนาดของพื้นที่ฝังกลบ   | 308        |
| 7.8.7.3    | การจัดเตรียมพื้นที่ฝังกลบ  | 309        |
| 7.8.7.4    | เครื่องมือที่ต้องการใช้  | 309        |
| 7.8.7.5    | วิธีฝังกลบ   | 312        |

|                |            |  |            |
|----------------|------------|--|------------|
|                | 7.8.7.6    | การควบคุมน้ำชะขยะมูลฝอยในบริเวณพื้นที่ฝังกลบ                                       | 316        |
|                | 7.8.7.7    | การออกแบบ  | 319        |
|                | 7.8.7.8    | การดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill Operation) | 319        |
|                | 7.8.7.9    | การใช้ประโยชน์ของพื้นที่หลังการฝังกลบเสร็จสิ้นสมบูรณ์                              | 326        |
|                | <b>7.9</b> | <b>คำถามท้ายบท</b>   | <b>327</b> |
| <b>บทที่ 8</b> |            | <b>มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)</b>   | <b>328</b> |
|                | 8.1        | บทนำ   | 328        |
|                | 8.2        | คุณภาพอากาศ  | 328        |
|                | 8.3        | คำศัพท์ที่ควรทราบ  | 329        |
|                | 8.4        | ประเภทของมลพิษทางอากาศ   | 330        |
|                | 8.5        | แหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ  | 330        |
|                | 8.5.1      | แหล่งจากธรรมชาติ   | 330        |
|                | 8.5.2      | แหล่งจากกิจกรรมของมนุษย์   | 331        |
|                | 8.5.3      | มลพิษจากยานยนต์  | 331        |
|                | 8.5.4      | มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม   | 333        |
|                | 8.6        | ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ  | 333        |
|                | 8.6.1      | ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effects)  | 335        |
|                | 8.6.2      | รูโอโซนในชั้นบรรยากาศโลก   | 337        |
|                | 8.6.3      | ฝนกรด (Acid Rain)  | 338        |
|                | 8.7        | การควบคุมมลพิษทางอากาศ   | 338        |
|                | 8.7.1      | การใช้มาตรการทางกฎหมายและประชาสัมพันธ์   | 339        |
|                | 8.7.2      | การกำหนดเขตการใช้ที่ดิน  | 339        |
|                | 8.7.3      | การคัดแปลงกระบวนการผลิตและใช้เชื้อเพลิง  | 339        |

|                   |                              |     |
|-------------------|------------------------------|-----|
| 8.7.4             | การปลูกต้นไม้                | 340 |
| 8.7.5             | การใช้เครื่องกำจัดแยกสารพิษ  | 340 |
| 8.8               | การกระจายของควีนจากปล่องควีน | 349 |
| 8.9               | คำถามท้ายบท                  | 355 |
| <b>บรรณานุกรม</b> |                              | 356 |
| <b>ภาคผนวก</b>    |                              | 357 |
| <b>ดัชนี</b>      |                              | 369 |

ชื่อ

# วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

## ENVIRONMENTAL ENGINEERING

628  
เลขหมู่ ก855  
2559  
เลขทะเบียน 20217  
วันที่ 18/ม.ค. 2560

116594

พิมพ์ครั้งที่ ๕ (ฉบับปรับปรุง) พ.ศ. ๒๕๕๘

ISBN : 974-486-058-8

สงวนลิขสิทธิ์

จัดทำโดย ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์

50/28 หมู่ 4 ถ.แจ้งวัฒนะ ปากเกร็ด นนทบุรี 11120 T. 081-7416621

# ครุชนิ

## ก

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| กรคอนินทรีย์, ๗๒                  | กรคอนินทรีย์, ๗๒                    |
| กระบวนการกำจัดสตัดจ์, ๘๐-๘๑       | กระบวนการชะล้าง, ๑๕๔                |
| กระบวนการทางกายภาพ, ๑๖๖, ๑๗๘      | กระบวนการทางกายภาพ-เคมี, ๑๖๖, ๑๘๗   |
| กระบวนการทางเคมี, ๑๖๖, ๑๖๘        | กระบวนการทางชีววิทยา, ๑๖๖, ๑๗๘      |
| กระบวนการบำบัดน้ำเสีย, ๑๖๖        | กระบวนการแปลงรูปขยะมูลฝอย, ๒๘๕-๒๘๖  |
| กระบวนการผลิต, ๑๕๔                | กระบวนการผลิตน้ำประปา, ๔๘           |
| กระบวนการสร้างตะกอน, ๗๘           | กระบวนการสัมผัสแอนแอโรบิก, ๑๘๗, ๑๘๘ |
| กระบวนการหล่อเย็น, ๑๕๔            | กลบขยะมูลฝอย, ๓๒๔                   |
| กล่องน้ำสิ้น, ๑๕๒                 | กลิ่น, ๗๒                           |
| กลิ่น, ๓๖, ๗๑, ๑๕๕                | ก้อนน้ำ, ๒๒๓                        |
| กัศกร้อน, ๗๒                      | ก๊อมน้ำ, ๒๒๓                        |
| กากสตัดจ์, ๘๖                     | กัมมันภาพรังสี, ๖๓                  |
| ก๊าซไข่เน่า, ๗๑, ๑๘๖              | ก๊าซ, ๑๖๐                           |
| ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน, ๓๓๕      | ก๊าซคลอรีน, ๔๕, ๖๖, ๖๘              |
| ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์, ๓๓๒-๓๓๓    | ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ๓๓๕           |
| ก๊าซไนโตรเจน, ๖๗                  | ก๊าซไนตรัสออกไซด์, ๓๓๕              |
| ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์, ๓๓๒          | ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์, ๓๓๒            |
| ก๊าซหัวเราะ, ๓๓๕                  | ก๊าซมีเทน, ๑๘๖, ๑๘๕-๑๘๖, ๓๐๓, ๓๓๕   |
| ก๊าซโอโซน, ๖๓-๖๔, ๓๓๔-๓๓๕         | ก๊าซแอมโมเนีย, ๑๘๖                  |
| การกรองน้ำ, ๖๐                    | การกรอง, ๑๗๘                        |
| การกระจายของกลุ่มควัน, ๓๕๒-๓๕๓    | การกรองแบบสูญญากาศ, ๘๐, ๘๓          |
| การกระจายของควันจากปล่องควัน, ๓๔๘ | การกระจายของควัน, ๓๔๘, ๓๕๑          |
| การกำจัดตะกอนหนัก, ๑๗๐            | การกำจัดขยะมูลฝอย, ๒๘๕              |
| การกำจัดน้ำมันและไขมัน, ๑๗๑       | การกำจัดน้ำทิ้งออก, ๒๐๖             |
| การกำจัดสตัดจ์, ๗๘                | การกำจัดในเทรค, ๗๓                  |
| การเก็บขนขยะมูลฝอย, ๒๘๖-๒๘๗       | การกำจัดเหล็ก, ๗๐                   |
| การขจัดเกลือ, ๕๑, ๗๕              | การเก็บและกักต่อน้ำเสีย, ๑๖๓        |
|                                   | การฆ่าเชื้อโรค, ๖๓                  |

การจัดการขยะมูลฝอย, ๒๗๒  
 การเดินท่อประปาภายในห้องน้ำ, ๒๒๑  
 การตกตะกอน, ๕๓,๑๗๑  
 การทำให้ล้อย, ๑๗๑  
 การบำบัดน้ำเสีย, ๑๕๑  
 การผลิตน้ำประปา, ๔๕  
 การรีดกรองด้วยสายพาน, ๘๓  
 การลอยตัวด้วยอากาศ, ๑๗๗  
 การหมุนเหวี่ยง, ๘๐-๘๑,๘๓  
 การอัดกรองด้วยแผ่น, ๘๓  
 เกณฑ์ออกแบบท่อน้ำเสีย, ๑๒๖  
 เก็บขยะมูลฝอย, ๒๘๗-๒๘๘  
 เกล็ดน้ำแข็ง, ๗๕

การจัดการสลัดจ์, ๒๐๓  
 การเดินท่อประปาภายในอาคาร, ๒๒๐  
 การทำให้ตะกอนกอนลอย, ๑๗๗  
 การบดคัด, ๑๖๘,๑๗๐  
 การประปา, ๒๒  
 การระบายน้ำ, ๑๐๕  
 การลอยตัวด้วยสูญญากาศ, ๑๗๗  
 การลอยตัวด้วยอากาศละลาย, ๑๗๗  
 การออกแบบระบบท่อประปา, ๒๒๒  
 กำลังงานของเครื่องสูบน้ำ, ๒๓๔  
 เกณฑ์ออกแบบท่อประปาจ่ายน้ำประปา, ๕๔  
 เกล็ดเกลือ, ๗๕  
 เกลือ, ๑๖๐-๑๖๑

## ข

ขนาดท่อน้ำเสียเล็กที่สุด, ๑๒๖  
 ขนาดท่อระบายน้ำทิ้ง, ๒๕๕  
 ขยะจากถนน, ๒๗๓  
 ขยะที่มีอินทรายสูง, ๒๗๒  
 ขยะพิเศษ, ๒๗๓  
 ขยะมูลฝอยจากการกสิกรรม, ๒๗๓  
 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน, ๑๓๕  
 ของแข็งละลายน้ำ, ๑๖๑

ขนาดท่อประปาสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์, ๒๓๖  
 ขยะจากชุมชน, ๒๗๒  
 ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม, ๒๗๒-๒๗๓  
 ขยะเปียกสด, ๒๗๒  
 ขยะมูลฝอย, ๔,๒๗๒  
 ขยะแห้ง, ๒๗๓  
 ของแข็ง, ๔๒-๔๓  
 ี่เต็ม, ๒๗๓,๓๒๕

## ค

คลอง, ๑๓,๒๔  
 คลอรีนไดออกไซด์, ๗๐  
 คลอรีนอิสระ, ๔๕,๖๖,๖๘  
 คลอไรด์, ๔๕,๑๕๘  
 ควีน, ๓๒๕  
 ควีนดำ, ๓๓๒

คลอรีน, ๖๓,๖๕,๖๖,๗๑  
 คลอรีนรวมที่เหลือค้าง, ๖๗  
 คลอรีนอิสระที่เหลือค้าง, ๖๗  
 ควบคุมมลพิษทางอากาศ, ๓๓๘  
 ควีนขาว, ๓๓๒  
 ความกระด้าง, ๔๐-๔๑,๗๑

ความกระด้างชั่วคราว, ๔๑

ความกระด้างเทียม, ๔๒

ความดันของน้ำในท่อประธาน, ๕๔

ความถี่ของฝนตก, ๑๒๒

ความเร็วน้ำไหลในท่อน้ำเสีย, ๑๒๖

ความลาดของท่อ, ๑๒๔, ๑๓๐, ๑๓๕

ความลาดต่ำสุดที่ยอมให้มีของท่อน้ำเสีย, ๑๒๗

ความลึกของการวางท่อน้ำเสีย, ๑๒๘

ความสูญเสียน้ำประปา, ๓๓

ค่าความขุ่นมาตรฐาน, ๓๘

ค่าความร้อน, ๒๘๓-๒๘๔

ค่าตัวคูณลดสำหรับค่าสุขภัณฑ์, ๒๒๖

คาร์บอนมอนนอกไซด์, ๓๓๔

ค่าสารที่หลงเหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้, ๒๘๔

ค่าหน่วยสุขภัณฑ์, ๒๒๒, ๒๒๔-๒๒๕, ๒๔๓, ๒๕๗, ๒๖๐

คุณภาพน้ำใต้ดิน, ๑๕

คุณภาพน้ำผิวดิน, ๘-๙

คุณสมบัติทางกายภาพ, ๓๕

คุณสมบัติทางชีววิทยา, ๔๘

เครื่องกรองช้า, ๖๑-๖๒

เครื่องกรองแบบสูญญากาศ, ๘๕

เครื่องกำจัดแยกสารพิษ, ๓๔๐

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ, ๒๕๑

เครื่องทำน้ำร้อน, ๒๔๕

เครื่องแยกด้วยไฟฟ้าสถิต, ๓๔๕, ๓๔๗-๓๔๘

เครื่องรีดกรองด้วยสายพาน, ๘๕

เครื่องสุขภัณฑ์, ๑๕๓, ๒๒๒, ๒๓๗

เครื่องสูบน้ำแบบขนาน, ๑๔๙

เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแกน, ๑๓๙

เครื่องสูบน้ำแบบไหลผสม, ๑๓๙

เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน, ๒๓๙

เครื่องอัดกรองด้วยแผ่น, ๘๖

โคโลฟอร์ม, ๑๖๓

ความกระด้างถาวร, ๔๒, ๗๒

ความขุ่น, ๓๗, ๑๕๖

ความต้องการน้ำประปาสำหรับดับเพลิง, ๓๓

ความเร็วของน้ำไหลในท่อประธาน, ๕๔

ความเร็วน้ำไหลในท่อระบายน้ำฝน, ๑๒๒

ความลาดของท่อน้ำเสีย, ๑๒๗

ความลาดเอียงของท่อระบาย, ๒๖๐

ความสูงของกลุ่มควัน, ๓๕๔

ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย, ๒๗๘-๒๘๐

ค่าความชื้น, ๒๗๘, ๒๘๓, ๓๐๓

ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนขยะมูลฝอย, ๒๙๑

ค่าปริมาณสารอินทรีย์, ๒๘๓

ค่าสารเหนียว, ๒๘๔

ค่าสูญเสียความดันในชั้นกรอง, ๖๐

คุณภาพน้ำระขยะมูลฝอย, ๓๑๗

คุณภาพน้ำประปา, ๓๕

คุณภาพอากาศ, ๓๒๘

คุณสมบัติทางเคมี, ๓๘

เครื่องกรอง, ๓๔๕-๓๔๖

เครื่องกรองใช้ความดัน, ๖๑-๖๒

เครื่องกรองเร็ว, ๖๑

เครื่องดับเพลิง, ๒๕๒

เครื่องเติมอากาศ, ๑๙๖

เครื่องเผาขยะมูลฝอย, ๒๙๖

เครื่องแยกมลสารก๊าซ, ๓๔๕

เครื่องสัมผัสแบบเปียก, ๓๔๔

เครื่องสูบน้ำ, ๘๘, ๑๓๘, ๑๔๖-๑๔๙, ๒๒๕, ๒๓๑-๒๓๖

เครื่องสูบน้ำแบบสกรู, ๑๓๙, ๑๔๑

เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามรัศมี, ๑๓๙

เครื่องสูบน้ำแบบอนุกรม, ๑๔๘

เครื่องสูบน้ำหอยโข่ง, ๑๓๙, ๑๔๐

เครื่องอัดอากาศ, ๑๘๖



# จ

จัดการชยะมูลฝอย, ๒๗๒

จุดหลอมละลายของซีเมนต์, ๒๘๓

จำนวนพลเมืองออกแบบ, ๑๒๖

จุลินทรีย์, ๑๕๗, ๑๖๒

# ช

ชนิดของชยะมูลฝอย, ๒๗๒

ช่องล้างท่อ, ๑๒๘, ๑๓๓-๑๓๔, ๒๕๔, ๒๖๕-๒๖๖

ช่องระบายน้ำฝน, ๒๗๐

ชั้นน้ำหนักรองชยะมูลฝอย, ๓๒๒

# ซ

ซัลเฟต, ๔๘

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ๓๓๔

โซเดียมคลอไรด์, ๔๕

ซัลเฟอร์, ๔๗, ๑๕๕

ซัลไฟด์, ๖๕, ๑๕๕

โซเดียมคาร์บอเนต, ๔๒

# ค

คินกบชยะมูลฝอย, ๓๒๔

คูชัษด้วยถ่าน, ๑๕๗

คูชัษมลสารในของเหลว, ๓๔๗, ๓๔๘

คินเผา, ๑๕๐

คูชัษมลสารบนผิวของแข็ง, ๓๔๖, ๓๔๘, ๓๕๐

# ค

ตะกรันในหม้อน้ำ, ๔๐, ๗๒

ตะแกรงคักชยะ, ๔๕

เตาเผา, ๓๐๕-๓๐๗

เติมคลอรีนภายหลัง, ๖๘

ตะแกรง, ๑๖๘-๑๖๙

ผู้สายฉีดน้ำดับเพลิง, ๒๔๖-๒๔๗

เติมคลอรีนก่อนบำบัด, ๖๘

เติมอากาศ, ๗๑

# ถ

ถมขชะมูลฝอยบนที่ลุ่ม, ๒๕๕  
ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น, ๑๕๐-๑๕๑  
ถังเก็บน้ำประปา, ๘๕-๘๐  
ถังเก็บน้ำร้อน, ๒๔๔  
ถังตกตะกอน, ๔๕, ๕๕, ๑๗๑-๑๗๖, ๓๔๑-๓๔๒  
ถังน้ำบนพื้นดิน, ๕๐  
ถังน้ำล้าง, ๒๒๓, ๒๒๔-๒๒๕  
ถังแบบชั้นสลักจ์, ๑๕๓-๑๕๔  
ถังแบบฟิล์มจริง, ๑๕๐  
ถังผสมช้า, ๕๓-๕๔  
ถังแยกด้วยแรงหนีศูนย์กลาง, ๓๔๒-๓๔๓  
ถังอัดความดัน, ๒๑๘, ๒๒๕, ๒๓๔-๒๓๖  
โถส้วม, ๒๒๓

ถังกรองไร้อากาศ, ๑๕๐-๑๕๒  
ถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง, ๑๕๐-๑๕๒  
ถังเก็บน้ำประปาบนหลังคา, ๒๑๘  
ถังดักไขมัน, ๑๗๒  
ถังน้ำใต้ดิน, ๒๓๒  
ถังน้ำบนหลังคา, ๒๒๕, ๒๓๑, ๒๓๒  
ถังแบบชั้นฟลูอิดไคซ์, ๑๕๒-๑๕๓  
ถังแบบแผ่นกัน, ๑๕๔  
ถังปล่อยทิ้ง, ๑๕๗  
ถังผสมเร็ว, ๕๓-๕๔  
ถังแลกเปลี่ยนประจุ, ๑๕๘-๑๕๙  
โถปัสสาวะ, ๒๒๓

# ท

ท่อ, ๒๗  
ท่อคอนกรีตอัดแรง, ๑๐๖  
ท่อซีเมนต์ใยหิน, ๑๐๖  
ท่อคูค, ๑๔๒, ๑๔๕  
ท่อน้ำทิ้งรวม, ๑๓๕  
ท่อน้ำฝนคิ่ง, ๒๖๗  
ท่อน้ำร้อน, ๒๓๘-๒๔๓  
ท่อประธานจ่ายน้ำประปา, ๕๒, ๕๔  
ท่อยื่น, ๒๔๖, ๒๔๘  
ท่อระบายน้ำชะ, ๓๑๖  
ท่อระบายน้ำทิ้งรวม, ๑๐๕  
ท่อระบายน้ำเสีย, ๑๐๕, ๑๒๕, ๑๓๖  
ท่อระบายอากาศ, ๒๕๕-๒๕๗  
ท่อส่งจ่าย, ๑๓๕

ท่อแขนง, ๒๖๐  
ท่อจ่ายอากาศ, ๑๘๖  
ท่อคิ่ง, ๒๖๐  
ท่อน้ำทิ้ง, ๒๖๓  
ท่อน้ำฝน, ๑๑๐  
ท่อน้ำฝนแนวนอน, ๒๖๗  
ท่อน้ำเสีย, ๑๒๕, ๑๓๒  
ท่อไฟเบอร์กลาส, ๑๐๖  
ท่อระบายน้ำ, ๒๕๕  
ท่อระบายน้ำทิ้ง, ๑๐๕, ๒๕๔-๒๕๗  
ท่อระบายน้ำฝน, ๑๐๕-๑๑๐, ๑๒๓, ๒๕๔  
ท่อระบายน้ำโสโครก, ๒๕๔  
ท่อแรงอัด, ๑๔  
ท่อเหล็ก, ๑๐๖

ท่อเหล็กหล่อ, ๑๐๖  
ท่ออากาศ, ๒๕๕, ๒๖๑-๒๖๒  
ทางน้ำเข้าข้างถนน, ๑๑๒  
ที่ดักกลิ่น, ๒๕๔, ๒๕๘, ๒๖๕

ท่อใหญ่, ๑๒๕  
ทางน้ำเข้า, ๒๒-๒๓, ๒๕-๒๖  
ทางน้ำขับ, ๑๘  
เทคนิคการเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอย, ๒๓๘

## น

น้ำกระด้างชั่วคราว, ๗๒  
น้ำขยะสไปเลียงสัตว์, ๒๕๕  
น้ำชะขยะมูลฝอย, ๓๐๗, ๓๑๖-๓๑๕  
น้ำทะเล, ๗๕, ๑๖๑  
น้ำทิ้งพิเศษ, ๒๕๓  
น้ำผิวดิน, ๘  
น้ำพุ, ๑๕  
น้ำเสีย, ๓  
น้ำอ่อน, ๓๘, ๔๐  
ไนเตรด, ๔๔, ๗๓

น้ำกระด้างถาวร, ๗๒  
น้ำเค็ม, ๗๕-๗๖, ๑๖๑  
น้ำใต้ดิน, ๑๓-๑๕  
น้ำทิ้ง, ๒๕๓  
น้ำบาดาล, ๑๖  
น้ำฝน, ๑๕, ๒๕๓  
น้ำร้อน, ๒๓๗  
น้ำโสโครก, ๒๕๓  
ไนโตรเจน, ๔๔, ๑๕๕, ๑๖๐  
ไนไตรต์, ๔๔

## บ

บดอัดขยะมูลฝอย, ๓๒๓  
บ่อเกรอะ, ๑๘๗-๑๘๘  
บ่อดักแดด, ๘๐, ๘๒  
บ่อน้ำตื้น, ๑๗  
บ่อเปียก, ๑๔๑-๑๔๕  
บ่อพัก, ๑๑๒  
บ่อเพิ่มออกซิเจน, ๑๕๖  
บ่อมีออกซิเจน, ๑๕๕-๑๕๖  
บ่อหมัก, ๑๘๖, ๑๕๗  
บำบัดน้ำดื่มในหม้อน้ำ, ๗๒  
บำบัดและกำจัดสลัดจ์, ๒๐๒  
ไบรมีน, ๖๓

บ่อเก็บสลัดจ์, ๘๒  
บ่อตรวจสอบ, ๑๑๐-๑๑๑, ๑๒๐, ๑๒๘-๑๓๐, ๒๕๕  
บ่อน้ำขับ, ๑๘-๑๙  
บ่อน้ำบาดาล, ๑๖  
บ่อผลิตสาหร่าย, ๑๕๖  
บ่อพักน้ำฝน, ๑๑๕  
บ่อมี/ไม่มีออกซิเจน, ๑๕๕-๑๕๖  
บ่อไม่มีออกซิเจน, ๑๕๕, ๑๕๗  
บ่อแห้ง, ๑๔๒-๑๔๓  
บำบัดน้ำเสียแบบกระจายบนดิน, ๒๐๓-๒๐๕  
แบคทีเรีย, ๔๕, ๑๖๒, ๑๕๖

# ป

ปรอท, ๑๖๐

ประตุน้ำทางเดียว, ๕๕

ประปา, ๓

ประเภทของมลพิษทางอากาศ, ๓๓๐

ปริมาณขยะมูลฝอย, ๒๖๕

ปริมาณของแข็ง, ๑๕๕

ปริมาณน้ำทิ้งภายในอาคาร, ๒๕๗

ปริมาณน้ำประปา, ๒๕

ปริมาณน้ำเสีย, ๑๕๑

ปริมาณน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม, ๑๕๔

ปริมาณน้ำไหลรั่วเข้าที่ระบายน้ำฝน, ๑๒๔

ปูนขาว, ๕๑

โปรโตซัว, ๑๖๒

ประตุน้ำ, ๕๕-๕๗

ประตุน้ำล้าง, ๒๒๓, ๒๒๔-๒๒๕

ประเภทของเพลิง, ๒๕๑

ปรากฏการณ์เรือนกระจก, ๓๓๕-๓๓๖

ปริมาณของขยะมูลฝอย, ๒๖๔

ปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร, ๒๒๒

ปริมาณน้ำทิ้งสูงสุด, ๑๕๓

ปริมาณน้ำฝน, ๒๑, ๑๑๖, ๒๖๕

ปริมาณน้ำเสียจากชุมชน, ๑๕๒

ปริมาณน้ำเสียออกแบบ, ๑๒๖

ปล่องควัน, ๓๔๑

แปลงรูปเศษขยะมูลฝอย, ๒๕๗

# ผ

ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ, ๓๓๓

แผงรับแสงอาทิตย์, ๒๔๕

เผาขยะมูลฝอย, ๓๐๔

แผ่นเชื้อกรอง, ๒๐๐

# ฝ

ฝนกรด, ๓๓๘

ฝงกลบขยะมูลฝอยในหลุม, ๓๐๐-๓๐๑

ฝุ่น, ๓๒๕

ฝงกลบขยะมูลฝอย, ๓๒๖

ฝงกลบตามหลักการสุขาภิบาล, ๓๐๗, ๓๑๕-๓๒๑

ฝุ่นละออง, ๓๓๓

# พ

พยากรณ์จำนวนพลเมือง, ๓๔

พื้นที่ฝังกลบ, ๓๐๘-๓๐๙, ๓๑๕

พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อเครื่องดับเพลิง, ๒๕๒

# ฟ

ฟล็อก, ๕๒-๕๓

ฟองอากาศ, ๗๓

ฟุ้งใจ, ๑๖๒

ฟลูออไรด์, ๔๗,๕๑,๗๐-๗๑

ฟอสฟอรัส, ๑๕๕

ไฟฟ้า-เยื่อกรอง, ๗๕,๒๐๑

# ม

มลพิษจากยายยนต์, ๓๓๑

มลพิษทางอากาศ, ๔,๓๒๘

มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก, ๓๖,๔๕-๔๖,๔๘

มีเทน, ๑๖๐

แม่น้ำ, ๑๓,๒๔

มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม, ๓๓๓

มาตรฐานน้ำดื่มของการประปานครหลวง, ๔๓

มาตรวัดน้ำ, ๑๐๓,๑๐๕

เมแกนีส, ๔๖,๖๕,๗๐

# ย

เย็นจนแข็ง, ๗๕

แยกอ็อกโซน, ๗๕

# ร

รถเก็บขนขยะ, ๒๘๖,๒๘๘-๒๙๑

รหัส, ๓๖,๗๑

ระบบเก็บน้ำร้อน, ๒๔๔

ระบบจัดส่งน้ำดิบ, ๒๔

ระบบจ่ายน้ำประปา, ๘๖-๙๔

ระบบจ่ายน้ำประปาภายในอาคาร, ๒๑๑

ระบบจ่ายน้ำประปาถัง, ๒๑๑-๒๑๒,๒๑๔,๒๑๖

ระบบจ่ายน้ำร้อน, ๒๓๘

ระบบจ่ายลง, ๒๓๕

ระบบดับเพลิงแบบมือถือ, ๒๕๑

ระบบเติมอากาศ, ๑๘๓

รถประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในงานฝังกลบขยะมูลฝอย, ๓๑๐-๓๑๑

ระบบกรองน้ำ, ๖๐-๖๑

ระบบแรงง, ๙๒

ระบบจ่ายขึ้น, ๒๓๕

ระบบจ่ายน้ำประปาขึ้น, ๒๑๑,๒๑๓

ระบบจ่ายน้ำประปาแบบจ่ายน้ำแบบต่อเนื่อง, ๘๕

ระบบจ่ายน้ำประปาสองทาง, ๒๑๑,๒๑๕,๒๑๗

ระบบจ่ายน้ำร้อน, ๒๔๐-๒๔๒

ระบบดับเพลิง, ๒๔๖

ระบบดูดซับด้วยถ่าน, ๑๘๘

ระบบเติมอากาศแบบฟู่, ๑๘๖

ระบบเติมอากาศผิวน้ำ, ๑๘๔-๑๘๕  
ระบบท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำฝนภายในอาคาร, ๒๕๓  
ระบบท่อประปาภายในอาคาร, ๒๑๑  
ระบบทำน้ำร้อน, ๒๓๘, ๒๔๕  
ระบบบ่อธรรมชาติ, ๑๘๕  
ระบบบำบัดขั้นต้น, ๑๖๗  
ระบบบำบัดขั้นที่สาม, ๑๖๗  
ระบบปรับความดัน, ๒๒๘  
ระบบผสม, ๒๓๘  
ระบบแยกด้วยไฟฟ้า-เยื่อกรอง, ๒๐๒  
ระบบระบายน้ำ, ๑๒๒  
ระบบระบายน้ำฝนภายในอาคาร, ๒๕๗  
ระบบแลกเปลี่ยนประจุ, ๑๘๘  
ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง, ๒๔๖  
ระบบสูบน้ำฝน, ๒๖๘  
ระบบเอเอส, ๑๘๓-๑๘๔  
ระยะเวลาออกแบบ, ๑๒๖  
วางระบายน้ำฝน, ๒๕๕-๒๕๖  
รูปของการเดินระบบท่อน้ำฝนในแนวตั้ง, ๒๖๘  
รูปไอโซเมตริก, ๒๖๓  
โรงงานอุตสาหกรรม, ๑๖๕

ระบบท่อน้ำร้อน, ๒๓๘  
ระบบท่อน้ำเสีย, ๑๒๘  
ระบบท่ออาคาร, ๒๑๐  
ระบบน้ำร้อน, ๒๓๗  
ระบบบำบัดก่อนขั้นต้น, ๑๖๗  
ระบบบำบัดขั้นที่สอง, ๑๖๗  
ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน, ๑๘๖  
ระบบไปรกรอง, ๑๘๐  
ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ, ๑๘๑  
ระบบรวมกัน, ๘๓  
ระบบระบายน้ำทิ้งสำหรับอาคาร, ๒๕๓  
ระบบระบายน้ำฝนสำหรับอาคาร, ๒๖๗  
ระบบวางจร, ๘๒  
ระบบสูบน้ำทิ้ง, ๑๓๘  
ระบบออสโมซิสผกกลับ, ๒๐๑  
ระบบเอเอสแบบแอนแอโรบิก, ๑๘๗  
รางน้ำข้างถนน, ๑๑๒, ๑๑๔  
รางระบายเปิด, ๒๖  
รูปตัดการเดินระบบท่อน้ำทิ้ง, ๒๖๔  
รูไอโซน, ๓๓๗  
โรงผลิตน้ำประปาบางเขน, ๕๐

## ด

ลดคลอรีน, ๖๘  
ละอองน้ำ, ๓๒๘  
ลักษณะของขยะมูลฝอย, ๒๗๖-๒๘๖  
ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม, ๑๖๔  
ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย, ๑๕๕  
ลักษณะทางเคมีของน้ำเสีย, ๑๕๖  
ลานทรายตากแดด, ๘๐, ๘๓-๘๔  
โลหะหนัก, ๑๕๘

ลดปริมาตรขยะมูลฝอย, ๒๘๕-๒๘๖  
ละอองไอ, ๓๒๘  
ลักษณะของน้ำเสีย, ๑๕๕  
ลักษณะของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน, ๑๖๓  
ลักษณะทางเคมีของขยะมูลฝอย, ๒๘๒  
ลักษณะทางชีววิทยาของน้ำเสีย, ๑๖๒  
แลกเปลี่ยนประจุ, ๑๘๘

# ว

วัฏจักรของน้ำ, ๗  
วัสดุท่อน้ำร้อน, ๒๔๖  
วัสดุท่อประปา, ๑๐๖  
วาล์ว, ๕๕  
วาล์วลดความดัน, ๒๑๕  
วิธีการฉีดพ่นกระจายน้ำเป็นฝอย, ๒๐๔  
วิธีฝึกลบ, ๓๑๒  
วิธีฝึกลบแบบบ่อ, ๓๑๔-๓๑๕  
วิธีฝึกลบแบบร่อง, ๓๑๒, ๓๑๔  
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, ๑

วัสดุของท่อระบายน้ำทิ้ง, ๑๓๗  
วัสดุท่อน้ำร้อนและฉนวนหุ้มท่อ, ๒๔๖  
วัสดุท่อประปาภายในอาคาร, ๒๓๗  
วาล์วผสม, ๒๒๓  
วิธีกระจายน้ำเสียดตามร่อง, ๒๐๔  
วิธีเผา, ๒๕๖  
วิธีฝึกลบขยะมูลฝอย, ๓๐๗  
วิธีฝึกลบแบบพื้นที่, ๓๑๒-๓๑๓  
วิธีฝึกลบแบบลาดเอียง, ๓๑๓  
เวลาน้ำไหลนอง, ๑๒๔

# ส

สถานที่กำจัดขยะมูลฝอย, ๓๐๘  
สถานีสูบน้ำทิ้ง, ๑๓๕  
สภาพความเป็นด่าง, ๓๕  
สถิติ, ๗๘-๘๐  
ส่วนประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอย, ๒๘๕  
สัมประสิทธิ์ของการไหลนอง, ๑๑๗-๑๑๘, ๑๒๑  
สารส้ม, ๕๓, ๗๑, ๘๐  
สารอินทรีย์, ๔๘, ๑๕๘  
สาหร่าย, ๑๖๒, ๑๕๖  
เส้นทางเก็บขนขยะมูลฝอย, ๒๕๒

สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย, ๒๕๔  
สภาพความเป็นกรด, ๓๕  
สภาพนำไฟฟ้า, ๔๘  
สถิติเข้มข้น, ๘๐, ๘๒  
สัมประสิทธิ์ของการซึมของดิน, ๓๑๖, ๓๑๘  
สายฉีดน้ำดับเพลิง, ๒๔๖  
สารสร้างตะกอน, ๔๕  
สารอินทรีย์, ๑๕๖  
สี, ๓๕, ๗๑, ๑๕๖

# ห

หน่วยสุกัณฑ์, ๒๒๒, ๒๒๖, ๒๕๘  
หม้อน้ำ, ๗๒  
หมักทำปุ๋ย, ๓๐๐-๓๐๑

หมอก, ๓๒๕  
หมักใช้ออกซิเจน, ๓๐๒  
หมักทำปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน, ๓๐๓

หมักไม้ไผ่ออกซิเจน, ๓๐๓  
หอยถึงสูง, ๘๘,๕๐-๕๑,๒๒๕,๒๓๑  
หัวดับเพลิง, ๕๔,๑๐๓,๑๐๔  
เหล็ก, ๔๖,๖๕  
แหล่งจากกิจกรรมของมนุษย์, ๓๓๑  
แหล่งน้ำดิบ, ๒,๖  
แหล่งน้ำผิวดิน, ๕

ห้องเผา, ๓๐๕  
หัวกระจายน้ำดับเพลิง, ๒๔๕-๒๕๐  
หัวรับน้ำดับเพลิง, ๒๔๖  
แหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ, ๓๓๐  
แหล่งจากธรรมชาติ, ๓๓๐  
แหล่งน้ำใต้ดิน, ๑๓

## อ

องค์ประกอบของขยะมูลฝอย, ๒๕๖  
อหิวาตกโรค, ๔๘  
ออกไซด์ของไนโตรเจน, ๓๓๓  
ออสโมซิสผันทกลับ, ๗๘-๗๙  
อัตราการใช้น้ำประปา, ๓๐-๓๒  
อัตราการไหลของน้ำชะขยะมูลฝอย, ๓๑๖  
อ่างเก็บน้ำ, ๘,๒๔  
อุปกรณ์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำทิ้ง, ๒๖๕  
แอมโมเนีย, ๔๔,๖๕,๑๖๐  
ไอเสีย, ๒๑๕

องค์ประกอบของขยะมูลฝอย, ๒๗๖-๒๗๗,๒๗๙  
ออกซิเจน, ๑๖๐-๑๖๑  
ออสโมซิสผันทกลับ, ๒๐๐  
อัตราการเกิดขยะในชุมชน, ๒๗๔  
อัตราการสูบน้ำ, ๒๓๓  
อัตราน้ำไหลรั่วเข้าที่ระบายน้ำฝน, ๑๒๔  
อ่างล้างมือ, ๒๒๓  
อุปกรณ์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำฝนสำหรับอาคาร, ๒๖๕  
ไอโซน, ๖๓  
ไอโอดีน, ๖๓,๖๕

## ฮ

ไฮโดรคาร์บอน, ๓๓๒-๓๓๔

ไฮโดรเจนซัลไฟด์, ๑๖๐



ชื่อ

# วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

## ENVIRONMENTAL ENGINEERING

628  
เลขหมู่ ก855  
2559  
เลขทะเบียน 20217  
วันที่ 18/ม.ค. 2560

116594

พิมพ์ครั้งที่ ๕ (ฉบับปรับปรุง) พ.ศ. ๒๕๕๘

ISBN : 974-486-058-8

สงวนลิขสิทธิ์

จัดจำหน่ายโดย ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์

50/28 หมู่ 4 ถ.แจ้งวัฒนะ ปากเกร็ด นนทบุรี 11120 T. 081-7416621