ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดให้มีการกำหนดหลักเกณฑ์ทางวิชาการเกี่ยวกับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน สำหรับให้หน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบสำหรับการจัดการน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมต่อไป

กรมควบคุมมลพิษในฐานะหน่วยงานที่มีภารกิจเกี่ยวกับการกำกับ ดูแล อำนวยการ ประสานงาน ติดตาม และประเมินผลเกี่ยวกับการฟื้นฟู คุ้มครอง และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม จึงออกประกาศไว้ ดังรายละเอียดที่กำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๓

สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา

อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

ภาคผนวก
ท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ
เรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย
และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1
บทที่ 2 ขั้นตอนและปัจจัยสำคัญต่อการออกแบบ 3
2.1 ขั้นตอนการดำเนินการ 3
2.1.1 แผนหลัก (master plan) 3
2.1.2 การศึกษาความเหมาะสม (feasibility study) 3
2.1.3 การออกแบบรายละเอียด (detailed design) 5
2.1.4 การก่อสร้าง (construction) 5
2.1.5 การดำเนินการ (operation) 5
2.2 รายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ 5
2.3 การสำรวจและเก็บข้อมูล 8
2.3.1 สภาพพื้นที่ของโครงการ 8
2.3.2 แผนพัฒนาชุมชน 8
2.3.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง 9
2.3.4 ข้อมูลด้านการเงินและงบประมาณ 9
2.3.5 ข้อมูลของระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเดิม 10
2.3.6 ข้อมูลประชากร 10
2.3.7 ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ 10
2.3.8 ข้อมูลฝน 10
2.3.9 ข้อมูลลักษณะน้ำเสีย 10
2.3.10 ข้อมูลที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ 10
2.3.11 ค่ากำหนดการออกแบบในทางวิศวกรรม 11
2.4 ปีเป้าหมาย (target year หรือ design year) 11
2.4.1 การกำหนดปีเป้าหมาย 11
2.4.2 การแบ่งช่วงการขยายระบบ 12
2.5 พื้นที่บริการ (service area) 12
2.6 ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ 12
2.7 การคาดการณ์จำนวนประชากร 14
2.7.1 วิธีโตแบบเลขคณิต 15
2.7.2 วิธีโตแบบเรขาคณิต 15
2.7.3 วิธีโตแบบชลอตัวหรือแบบอัตราที่ลดลง 15
2.7.4 วิธีโตแบบเส้นโค้งรูปเอส 16
2.7.5 วิธีเปรียบเทียบ 16
2.7.6 วิธีเทียบสัดส่วน 16
2.8 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 16

2.9 อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย 17
2.10 อัตราน้ำรั่วซึม/น้ำไหลเข้าท่อ (infiltration/inflow, I/I) 17
2.11 อัตราไหลน้ำเสีย 17
2.11.1 อัตราไหลรายวันเฉลี่ย 18
2.11.2 อัตราไหลรายวันสูงสุด 18
2.11.3 อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด 18
2.11.4 อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด 19
2.12 ลักษณะน้ำเสียชุมชน 19
2.13 มาตรฐานน้ำทิ้ง 20
2.14 การเลือกแนวทางที่เหมาะสม 22
บทที่ 3 ระบบรวบรวมน้ำเสียชุมชนและระบบระบายน้ำฝน 23
3.1 ประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย 23
3.1.1 ระบบท่อระบายรวม (combined sewer system) 23
3.1.2 ระบบท่อระบายแยก (separate sewer system) 23
3.2 ข้อพิจารณาในการเลือกประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย 25
3.2.1 สภาพของชุมชน 25
3.2.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 25
3.2.3 งบประมาณการลงทุน 25
3.2.4 ความเข้าใจของประชาชน 25
3.2.5 ความเร็วการไหลในท่อ 25
3.2.6 ความยากง่ายในการควบคุมระบบ 26
3.2.7 การวางแผนผังเมือง 26
3.3 องค์ประกอบของระบบรวบรวมน้ำเสีย 26
3.3.1 ท่อ 26
3.3.2 บ่อผันน้ำเสีย 27
3.3.3 สถานีสูบน้ำเสีย 27
3.3.4 บ่อตรวจ (manhole) 27
3.3.5 หลุมรับน้ำ (catch basin) 27
3.3.6 ทางน้ำเข้าข้างถนน (street inlet) 28
3.3.7 ท่อระบายลอด (depressed sewer) 28
3.3.8 จุดระบายทิ้ง (outfall) 28
3.3.9 บ่อตรวจโครก (flushing manhole) 28
3.4 อัตราไหลออกแบบ 28
3.4.1 ท่อน้ำเสีย 28
3.4.2 ท่อระบายรวม (ก่อนบ่อผันน้ำเสีย) 28
3.4.3 ท่อดักน้ำเสีย 29

3.4.4 ท่อระบายน้ำฝน 29
3.5 อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด 29
3.5.1 สัมประสิทธิ์น้ำท่า 31
3.5.2 พื้นที่ระบายน้ำ 31
3.5.3 ความเข้มฝน 31
3.5.4 คาบอุบัติฝน (return period) 33
3.5.5 เวลารวมตัวของน้ำท่า (time of concentration; t_c) 34
3.6 สมการในการออกแบบท่อ 36
3.6.1 การไหลในรางเปิด (open-channel flow) 36
3.6.2 การไหลในท่อหลักความดัน 37
3.7 การจัดผังระบบท่อ 37
3.8 ความเร็วต่ำสุด 40
3.9 ความเร็วสูงสุด 41
3.10 ขนาดท่อเล็กที่สุด 41
3.11 ระดับน้ำในท่อ 41
3.12 ความลาดของท่อ 41
3.13 ความลึกต่ำสุด 42
3.14 ความลึกสูงสุด 42
3.15 ท่อหลักความดัน (force main) 43
3.16 บ่อตรวจ 43
3.16.1 ตำแหน่งของบ่อตรวจ 43
3.16.2 รูปร่างและขนาดของบ่อตรวจ 43
3.16.3 บันไดในบ่อตรวจ 44
3.16.4 ฝาปิดของบ่อตรวจ 44
3.17 บ่อตรวจแบบลดระดับ (drop manhole) 44
3.18 ทางน้ำเข้าข้างถนน 45
3.19 บ่อผันน้ำเสีย (combined sewer overflow, CSOs) 45
3.20 ท่อลอด (depressed sewer) 45
บทที่ 4 ระบบรวบรวมน้ำเสียชุมชนและระบบระบายน้ำฝน 46
4.1 ประเภทของสถานีสูบ 46
4.2 รายการข้อมูลที่ต้องการสำหรับการออกแบบสถานีสูบน้ำเสีย 47
4.3 ที่ตั้งของสถานีสูบน้ำเสีย 48
4.4 การดักและกำจัดขยะ 48
4.5 ข้อพิจารณาโดยทั่วไปในการออกแบบสถานีสูบน้ำเสีย 49
4.6 สถานีสูบแบบบ่อแห้ง/บ่อเปียก 50
4.6.1 บ่อเปียก 50

4.6.2 บ่อแห้ง 50
4.6.3 ท่อดูดและท่อจ่าย 51
4.7 สถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียก 52
4.8 ปริมาตรของบ่อเปียก 53
4.8.1 การหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก 53
4.8.2 ข้อพิจารณาในการหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก 54
4.9 แคว้เตชัน (cavitation) 55
4.10 อุปกรณ์ควบคุม 56
4.10.1 อุปกรณ์ควบคุมการเดินและตัดเครื่องสูบ 56
4.11 การป้องกันกลิ่นและระบายอากาศ 57
บทที่ 5 โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน 58
5.1 ประเภทของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ 58
5.1.1 การบำบัดขั้นเตรียมการ 58
5.1.2 การบำบัดขั้นต้น 59
5.1.3 การบำบัดขั้นสอง 59
5.1.3.1 แอโรบิก (aerobic) 60
5.1.4 การฆ่าเชื้อ 60
5.1.5 การบำบัดขั้นสูง 61
5.1.6 การนำน้ำทิ้งไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม 61
5.1.7 การบำบัดและกำจัดสลัดจ์ 61
5.2 หัวข้อพิจารณาในการเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ 62
5.2.1 ประสบการณ์ในอดีต 62
5.2.2 ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ 63
5.2.3 ราคาที่ดิน 63
5.2.4 สภาพท้องถิ่น 63
5.2.5 งบประมาณ 64
5.3 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับชุมชนของประเทศไทย 64
5.3.1 ระบบบ่อปรับเสถียร 65
5.3.2 ระบบสระเติมอากาศ 65
5.3.3 ระบบเอเอส 68
5.4 อัตราไหลออกแบบ 69
5.5 ลักษณะน้ำเสียชุมชน 69
5.6 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง 69
5.7 ขนาดของหน่วยกระบวนการบำบัด 69
5.8 ปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการออกแบบ 70
5.8.1 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน 70

5.8.2 ระบบประปา 70
5.8.3 อาคารสนับสนุน 70
5.9 การวางผังบริเวณ (layout) 70
5.9.1 องค์ประกอบหลักของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ 70
5.9.2 ข้อพิจารณาสำหรับการวางผังบริเวณ 70
5.10 ดุลยภาพมวล (mass balance) 72
บทที่ 6 การบำบัดขั้นเตรียมการ 73
6.1 ตะแกรงราง (bar rack) 73
6.1.1 ค่ากำหนดการออกแบบ 74
6.1.2 ข้อพิจารณาในการออกแบบ 74
6.2 เครื่องบดตัดขยะ 75
6.3 ถังดักกรวดทราย 75
6.3.1 ข้อพิจารณาทั่วไปในการออกแบบถังดักกรวดทราย 76
6.3.2 ถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ 77
6.3.3 ถังดักกรวดทรายแบบน้ำไหลแนวนอนในรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า 77
6.3.4 ปริมาณและลักษณะของกรวดทราย 77
6.3.5 การแยกกรวดทรายออกจากก้นถังดักกรวดทราย 78
6.3.6 การกำจัดกรวดทราย 79
6.4 มาตรวัดการไหล 79
บทที่ 7 กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ 80
7.1 บ่อปรับเสถียร 80
7.1.1 หลักการทำงาน 80
7.1.2 ค่ากำหนดการออกแบบ 81
7.1.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ 81
7.1.4 บ่อบ่ม 83
7.2 สระเติมอากาศ 83
7.2.1 หลักการของสระเติมอากาศ 83
7.2.2 ค่ากำหนดการออกแบบ 83
7.2.3 ข้อพิจารณาการออกแบบ 84
7.3 เอเอส 84
7.3.1 ค่ากำหนดการออกแบบ 84
7.3.2 ระบบเติมอากาศ 86
7.3.3 ถังทำใส 89
บทที่ 8 การฆ่าเชื้อ 93
8.1 การฆ่าเชื้อ 93
8.2 การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 93

8.2.1 ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบที่ใช้ก๊าซคลอรีน 93
8.2.2 การผสมเริ่มต้น 94
8.2.3 ถังสัมผัสคลอรีน 94
8.3 การฆ่าเชื้อด้วยวิธีอื่น 95
บทที่ 9 การบำบัดและกำจัดสลัดจ์ 96
9.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์ 96
9.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์ 97
9.3 กระบวนการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ 97
9.3.1 การทำข้นสลัดจ์ (sludge thickening) 97
9.3.2 การปรับเสถียรสลัดจ์ (sludge stabilization) 97
9.3.3 การแยกน้ำจากสลัดจ์ (sludge dewatering) 97
9.3.4 การกำจัดสลัดจ์ 98
9.4 ข้อพิจารณาในการเลือกกระบวนการบำบัดสลัดจ์ 98
9.4.1 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ 98
9.4.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์ 98
9.4.3 ความต้องการพื้นที่ 98
9.4.4 สภาพท้องถิ่น 98
9.5 กระบวนการบำบัดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย 99
9.6 การป้องกันกลิ่น 99
9.7 การทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง 100
9.7.1 หลักการทำงาน 100
9.7.2 ค่ากำหนดการออกแบบ 100
9.7.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ 100
9.8 การแยกน้ำจากสลัดจ์ 101
9.8.1 การปรับสภาพสลัดจ์ (sludge conditioning) 101
9.8.2 ลานตากสลัดจ์ 101
9.8.3 สายพานรีดน้ำ 102
9.8.4 เครื่องอัดกรอง 103
9.8.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง 103
9.9 ถังพักกากตะกอน 104
9.10 การกำจัดกากตะกอน 105
9.10.1 วิธีการกำจัดกากตะกอน 105
9.10.2 การนำไปทิ้ง 105
9.10.3 การนำสลัดจ์ไปใช้ประโยชน์ 105
บทที่ 10 อุปกรณ์ประกอบ 107
10.1 อุปกรณ์ตรวจวัดและอุปกรณ์การทดลอง 107

10.2 อุปกรณ์นิรภัย 107
ศัพท์บัญญัติและนิยาม ไทย – อังกฤษ..... 108
ศัพท์บัญญัติและนิยาม อังกฤษ – ไทย..... 116

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 รายชื่อหัวข้อในรายงานศึกษาความเหมาะสมในการจัดการน้ำเสียของชุมชน 6
ตารางที่ 2.2 ลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย 20
ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. 22
ตารางที่ 3.1 สัมประสิทธิ์น้ำท่าตามลักษณะพื้นที่ผิวของพื้นที่ระบายน้ำ 32
ตารางที่ 3.2 สัมประสิทธิ์น้ำท่าตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ 32
ตารางที่ 3.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของการต้านการไหลสำหรับหาเวลาน้ำท่าไหลเข้าท่อ 35
ตารางที่ 3.4 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์ของท่อชนิดต่าง ๆ 38
ตารางที่ 3.5 ชนิดของแผนที่และมาตราส่วนของแผนที่ 39
ตารางที่ 3.6 ความลาดต่ำสุดสำหรับการวางท่อน้ำที่ขนาดต่าง ๆ 42
ตารางที่ 3.7 ระยะห่างระหว่างบ่อตรวจสำหรับท่อระบายหลักหรือท่อดักน้ำเสีย 44
ตารางที่ 3.8 ขนาดของบ่อตรวจ 44
ตารางที่ 4.1 ข้อดีและข้อเสียของสถานีสูบแต่ละประเภท 46
ตารางที่ 4.2 ระดับน้ำท่วมปากท่อดูดหรือปากระฆัง 51
ตารางที่ 4.3 เวลาต่ำสุดเมื่อเครื่องสูบทำงานครบวัฏจักร เมื่อเครื่องสูบมีมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ 53
ตารางที่ 5.1 อัตราไหลออกแบบสำหรับกระบวนการต่าง ๆ ของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ 69
ตารางที่ 6.1 ค่ากำหนดการออกแบบตะแกรง 74
ตารางที่ 6.2 ข้อดีและข้อเสียของถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศและแบบน้ำไหลแนวนอน 76
ตารางที่ 6.3 ค่ากำหนดการออกแบบถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ 78
ตารางที่ 6.4 ค่ากำหนดการออกแบบถังดักกรวดทรายแบบน้ำไหลแนวนอนในรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า 78
ตารางที่ 7.1 ค่ากำหนดการออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ 81
ตารางที่ 7.2 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ (แบบผสมบางส่วน) 83
ตารางที่ 7.3 สัมประสิทธิ์ไคเนติกส์ที่ใช้ในการออกแบบระบบเอเอสเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชน 86
ตารางที่ 7.4 ค่ากำหนดการออกแบบกระบวนการเอเอส 86
ตารางที่ 7.5 ประสิทธิภาพการเติมอากาศมาตรฐานของเครื่องเติมอากาศ 87
ตารางที่ 7.6 พลังงานในการผสม 89
ตารางที่ 7.7 ข้อแนะนำทางกายภาพ 90
ตารางที่ 7.8 ค่ากำหนดการออกแบบ 90
ตารางที่ 8.1 ค่ากำหนดการออกแบบถังสัมผัสคลอรีน 95
ตารางที่ 9.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์ 96
ตารางที่ 9.2 ค่ากำหนดการออกแบบถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง 100
ตารางที่ 9.3 ค่ากำหนดการออกแบบลานตากสลัดจ์แบบมีหลังคา 101
ตารางที่ 9.4 อาหารในปุ๋ยหมักและสลัดจ์ที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชน 105

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ 7
รูปที่ 2.2 ระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนใหม่และชุมชนเก่า 21
รูปที่ 3.1 ระบบท่อระบายรวม 24
รูปที่ 3.2 ระบบท่อระบายแยก 24
รูปที่ 3.3 สัดส่วนปรับลดความเข้มฝนตามขนาดของพื้นที่ระบายน้ำและที่ช่วงเวลาฝนตกต่าง ๆ 30
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและช่วงเวลาฝนตกที่คาบอุบัติฝนต่าง ๆ 33
รูปที่ 3.5 เวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อตามลักษณะของพื้นผิวที่ความลาดเอียงต่าง ๆ 35
รูปที่ 3.6 ลักษณะทางชลศาสตร์การไหลในรางเปิดของท่อกลม 38
รูปที่ 3.7 การวางท่อน้ำเสียใกล้กับท่อน้ำประปา 40
รูปที่ 5.1 แผนภาพการไหลของระบบบ่อปรับเสถียร 66
รูปที่ 5.2 แผนภาพการไหลของระบบสระเติมอากาศ 66
รูปที่ 5.3 แผนภาพการไหลของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา 67
รูปที่ 7.1 การทำงานของแบกทีเรียและสาหร่ายในบ่อแฟคัลเททีฟ 80
รูปที่ 7.2 ตัวอย่างการทำงานใน 1 วัฏจักรของระบบเอสบีอาร์ 85
รูปที่ 9.1 การบำบัดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย 99

บทที่ 1
บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน การออกแบบและก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนในประเทศไทย วิศวกรผู้ออกแบบมักใช้ข้อมูลและค่ากำหนดการออกแบบ ตลอดจนแนวคิดในการออกแบบจากเอกสารทางวิชาการของต่างประเทศ หรือออกแบบจากหลักเกณฑ์การออกแบบที่เคยปฏิบัติกันมา หรือตามข้อมูลของสถานศึกษาแต่ละแห่งซึ่งมักมีแนวทางด้านทฤษฎีแต่ไม่มีแนวทางการปฏิบัติ ทำให้ผลการทำงานของระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ออกแบบและก่อสร้างไว้หลายแห่งมีความไม่เหมาะสม เช่น เลือกเทคโนโลยีหรือกระบวนการบำบัดน้ำเสียไม่เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น กระบวนการบำบัดมีขนาดใหญ่กว่าภาระการบำบัด (ขนาดใหญ่เกินจริง) เป็นต้น ส่งผลให้งบประมาณการลงทุนและการเดินระบบสูงเกินความจำเป็น ทำให้บางชุมชนมีงบประมาณสำหรับการดำเนินการไม่เพียงพอ จึงทำให้โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำหลายแห่งต้องหยุดเดินระบบบ่อยครั้งหรือต้องเดินระบบเพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งเป็นการเสียประโยชน์ในส่วนรวม

ปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายที่จะสนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการและจัดการน้ำเสียชุมชนด้วยตนเอง จึงส่งผลให้ในอนาคตจะมีการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนเพิ่มขึ้นอีกจำนวนมาก ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการจัดการน้ำเสียชุมชน ให้มีประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่าสูงสุด ได้แก่ การจัดทำแนวทางสำหรับการออกแบบให้มีความ เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษในฐานะหน่วยงานหนึ่งที่รับผิดชอบในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำได้เล็งเห็นและให้ความสำคัญกับแนวคิดดังกล่าว จึงได้จัดทำ “เกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน” ขึ้น โดยมอบหมายให้สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) เป็นผู้ศึกษาและจัดทำ เนื่องจากเป็นสมาคมวิชาชีพที่ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีความเป็นกลางในทางวิชาการและการเป็นที่ปรึกษาด้วย

เกณฑ์แนะนำการออกแบบฯเล่มนี้ ได้จากการรวบรวมแนวคิดและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยคณะที่ปรึกษาของโครงการฯ คณะที่ปรึกษาของกรมควบคุมมลพิษ บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา นักวิชาการทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศ และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง นอกจากการรวบรวมแนวคิดและประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว สวสท.ได้นำข้อมูลจากการสำรวจในภาคสนามและข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศมาประมวลผลและวิเคราะห์ร่วมด้วย

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้ในบางกรณีค่ากำหนดการออกแบบในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มนี้ยังไม่สมบูรณ์จนเป็นข้อบังคับได้ แต่ก็สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบขั้นต่ำได้ ถ้าในอนาคตมีการศึกษาและมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มมากขึ้น จนมีข้อมูลที่ชัดเจนและมากเพียงพอ ก็จะสามารถปรับปรุงเกณฑ์แนะนำ การออกแบบฯ เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นในลำดับต่อไป

วิศวกรผู้ออกแบบหรือผู้ที่นำเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ นี้ไปใช้งาน ควรคำนึงอยู่เสมอว่าเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มนี้ เป็นเพียงข้อเสนอแนะให้ใช้กับน้ำเสียชุมชนโดยรวมของประเทศไทยเท่านั้น ซึ่งยังจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเฉพาะของชุมชนและลักษณะพื้นที่เพิ่มเติมก่อนการออกแบบทุกงาน นอกจากนี้เกณฑ์แนะนำการออกแบบฯเล่มนี้ ยังมุ่งเน้นเฉพาะการออกแบบกับน้ำเสียชุมชน ระดับเมืองเท่านั้น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เทศบาลตำบล (ทต.) เทศบาลเมือง (ทม.) เทศบาลนคร (ทน.) เป็นต้น ดังนั้นการนำไปใช้งานกับน้ำเสียประเภทอื่นหรือชุมชนระดับอื่น เช่น น้ำเสียอุตสาหกรรม น้ำเสียจากอาคารสูง น้ำเสียจากหมู่บ้านจัดสรร เป็นต้น ควรระมัดระวังและใช้ดุลยพินิจอย่างรอบคอบก่อนนำไปใช้ออกแบบและก่อสร้าง เนื่องจากอาจมีปัจจัยการออกแบบในบางกรณีแตกต่างกัน นอกจากนี้วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องตระหนักอย่างยิ่งว่าผู้ออกแบบจักต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลงานออกแบบอยู่แล้วตามปกติวิสัยและตามนิตินัย

บทที่ 2
ขั้นตอนและปัจจัยสำคัญต่อการออกแบบ

2.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

โดยปกติระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างน้อย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การจัดทำแผนหลักในการจัดการน้ำเสียของชุมชน การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ การออกแบบรายละเอียดเพื่อเตรียมก่อสร้าง ก่อสร้าง และการดำเนินการเดินระบบ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 แผนหลัก (master plan)

แผนหลักเป็นการวางกรอบหรือกำหนดแนวทางสำหรับการจัดการน้ำเสียโดยรวมของชุมชน ซึ่งเป็นการวางแผนระยะยาวจนถึงสภาวะที่คาดว่าชุมชนดังกล่าวจะถูกพัฒนาและมีการขยายตัวจนถึงจุดอิ่มตัว ดังนั้นแผนหลักจะต้องมีความสอดคล้องกับการขยายตัวของชุมชนและการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต จึงจะทำให้การจัดการน้ำเสียชุมชนมีประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่าสูงสุด และทำให้สามารถป้องกันปัญหามลพิษทางน้ำได้ตามวัตถุประสงค์

แนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนมักเป็นแนวคิดและหลักการกว้าง ๆ เช่น การกำหนดพื้นที่เป้าหมายหรือพื้นที่บริการและการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่ ประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย จำนวนและตำแหน่งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น

สำหรับชุมชนที่มีการจัดทำแผนหลักแล้ว (ในอดีต) อาจข้ามขั้นตอนนี้ไปได้ แต่ถ้าแผนหลักดังกล่าวถูกจัดทำขึ้นมาเป็นเวลานานแล้ว เจ้าของโครงการหรือวิศวกรที่ปรึกษาควรตรวจทานและปรับปรุงข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับความเป็นจริงในปัจจุบันก่อน จึงจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป ส่วนชุมชนที่ยังไม่มีการจัดทำแผนหลักมาก่อน อาจทำการศึกษาไปพร้อม ๆหรือควบคู่กับการศึกษาความเหมาะสมของโครงการเลยก็ได้

2.1.2 การศึกษาความเหมาะสม (feasibility study)

การศึกษาความเหมาะสมหรือความเป็นไปได้ของโครงการเป็นการหยิบยกแผนงานที่มีความสำคัญลำดับต้น ๆ ของแผนหลักมาดำเนินการและเป็นการศึกษาในรายละเอียดมากกว่าแผนหลัก ทำให้ได้ข้อมูลและแนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนที่มีความถูกต้องและแม่นยำกว่า เช่น ประเภทและผัง ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ที่ตั้งและความต้องการพื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ ประเภท และผังบริเวณของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ แผนการก่อสร้างและการขยายระบบเป็นช่วง ๆ ความคุ้มค่าในการลงทุน เป็นต้น

ในเบื้องต้นควรกำหนดแนวทางที่มีความเป็นไปได้ หรือมีความเหมาะสมในทางวิศวกรรมมากกว่า 1 แนวทาง แล้วค่อยทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละแนวทางทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม เพื่อประเมินและคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสมต่อไป

แนวทางที่ให้ผลดีมากในทางวิศวกรรมหรือสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีคุณภาพสูง แต่ต้องใช้งบประมาณในการลงทุนและเดินระบบตลอดทั้งโครงการสูงและไม่สอดคล้องกับงบการเงินของเจ้าของโครงการ แนวทางดังกล่าวก็ถือได้ว่าไม่เหมาะสม ดังเช่นโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนหลายแห่ง (ในประเทศไทย) ซึ่งก่อสร้างเสร็จแล้ว แต่ต้องหยุดเดินระบบบ่อยครั้งหรือเดินระบบได้เพียงบางส่วนเท่านั้น (เนื่องจากขาดงบประมาณในการดำเนินการ) ส่วนแนวทางซึ่งให้ผลดีปานกลางในทางวิศวกรรมและพอเพียงที่จะปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง แต่มีงบประมาณการดำเนินการไม่สูงมากนักและมีความเหมาะสมกับศักยภาพในการลงทุนของเจ้าของโครงการน่าจะเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสมกว่า

นอกจากความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์แล้ว แนวทางที่เหมาะสมจะต้องมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมต่ำสุดอีกด้วย ดังนั้นในขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมควรมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม(environmental impact assessment, EIA) และการประเมินผลกระทบสังคม (social impact assessment, SIA) ด้วย จึงจะไม่ทำให้เกิดปัญหาในภายหลัง นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้ประชาชนในชุมชนมีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการ ซึ่งจะทำให้การดำเนินการมีความรอบคอบมากขึ้นและยังทำให้ประชาชนมีความเข้าใจถึงความสำคัญในการจัดการน้ำเสียของชุมชน รวมทั้งจะทำให้ประชาชนให้การสนับสนุนและให้ความร่วมมือกับโครงการ เช่น การจ่ายค่าธรรมเนียมสำหรับการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ดังนั้นในขั้นตอนนี้เจ้าของโครงการควรจัดสรรงบประมาณไว้ส่วนหนึ่ง เพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ข้อมูลของโครงการในทุก ๆ ด้าน (วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม) และใช้ในการสร้างกระบวนการปรึกษาหารือต่าง ๆ ซึ่งให้ประชาชนสามารถแสดงความคิดเห็นได้

ผู้ออกแบบควรคำนึงอยู่เสมอว่ามีแนวทางหรือวิธีการจัดการน้ำเสียชุมชนอีกหลายวิธีนอกจาก การก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนดังที่แนะนำไว้ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มนี้ เช่น การบำบัดด้วยบึงประดิษฐ์ (constructed wetlands) การนำน้ำเสียไปใช้ประโยชน์โดยตรงในเกษตรกรรม เป็นต้น อย่างไรก็ตามก่อนนำมาใช้งาน ผู้ออกแบบต้องมีความมั่นใจและมีข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ ซึ่งระบุว่าแนวทางดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในทางวิศวกรรม ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม ในระยะยาว และมีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากแนวทางดังกล่าวยังไม่เคยนำมาใช้กับน้ำเสียชุมชน (โดยตรงสำหรับประเทศไทย) และค่ากำหนดการออกแบบยังไม่ชัดเจนมากนัก แต่ผู้ออกแบบอาจศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง (ในต่างประเทศ) และจากการทำการทดลองกับโรงขนาดโต๊ะทดลอง (bench scale) และโรงงานนำร่อง

2.1.3 การออกแบบรายละเอียด (detailed design)

เมื่อคัดเลือกแนวทางที่มีความเหมาะสมแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการออกแบบรายละเอียดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งเขียนแบบแปลนทางสถาปัตยกรรม และจัดทำข้อกำหนรายละเอียดของงานวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักรที่นำมาใช้ รวมถึงการคำนวณราคาและปริมาณงาน เพื่อเตรียมสำหรับการก่อสร้างจริง

2.1.4 การก่อสร้าง (construction)

ขั้นตอนการก่อสร้างเริ่มตั้งแต่การประกาศประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้าง การชี้แจงรายละเอียด ของงาน การยื่นซองเสนอราคา การพิจารณาข้อเสนอของผู้รับเหมา การก่อสร้างและติดตั้งระบบตามแบบรายละเอียด ตลอดถึงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์เครื่องจักร

2.1.5 การดำเนินการ (operation)

การดำเนินการเป็นขั้นตอนเดินระบบเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ รวมทั้งการบำรุงรักษาและซ่อมแซม อุปกรณ์เครื่องจักร เพื่อทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ออกแบบไว้ และต้องมีการจดบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น อัตราไหล (ของน้ำเสียที่เข้าระบบ) ที่สภาวะต่าง ๆ ลักษณะของน้ำเสีย และคุณภาพของน้ำทิ้งหลังการปรับปรุงคุณภาพแล้ว งบประมาณการดำเนินการ ประวัติการชำรุดของอุปกรณ์และเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะเป็นประโยชน์มากในการปรับปรุงระบบหรือ ปรับเปลี่ยนวิธีการดำเนินการเพื่อให้ระบบทำงานด้วยประสิทธิภาพสูงสุด และใช้สำหรับคาดการณ์ ขีดความสามารถของระบบในอนาคต ซึ่งสามารถระบุถึงช่วงที่เหมาะสมสำหรับการขยายระบบต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นฐานข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับการจัดการน้ำเสียชุมชนโดยรวมของประเทศต่อไปอีกด้วย

2.2 รายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

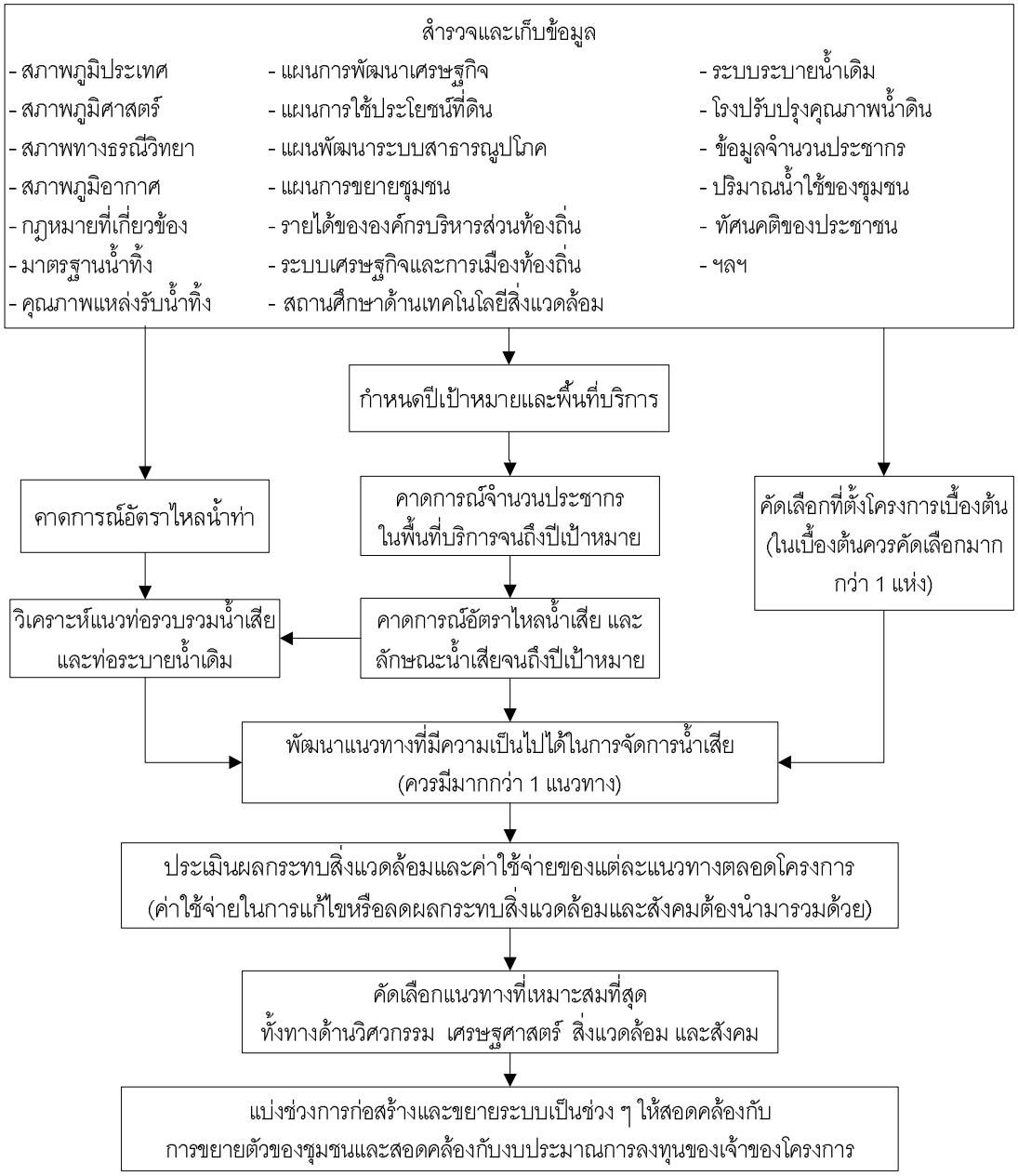
ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งถ้าเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนนี้จะส่งผลต่อการดำเนินการในขั้นตอนต่อไปและมีผลในระยะยาวอีกด้วย โดยเฉพาะในขั้นตอนการดำเนินการเดินระบบ (หลังก่อสร้างเสร็จ) ซึ่งมีผลทั้งในแง่ของประสิทธิภาพของระบบ และงบประมาณการดำเนินการตลอดทั้งโครงการ

การจัดทำรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของพื้นที่หรือชุมชน (ที่จะจัดทำโครงการ) ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบ และการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการได้ง่ายขึ้น

รายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการควรประกอบด้วยรายชื่อหัวข้อต่างๆ ดังตารางที่ 2.1 และควรมีขั้นตอนการดำเนินการดังรูปที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 **รายชื่อหัวข้อในรายงานศึกษาความเหมาะสมในการจัดการน้ำเสียของชุมชน**

หัวข้อ	รายละเอียด
1. บทนำ	ความเป็นมา จุดประสงค์ และขอบเขตของโครงการ
2. การกำหนดปัญหา	ประเมินสภาพปัญหาที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ที่มีความต้องการจัดการปัญหาน้ำเสียอย่างเร่งด่วน
3. ข้อมูลพื้นฐาน	กฎหมายที่เกี่ยวข้องสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ระบบสาธารณูปโภค การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนพัฒนาชุมชน ข้อมูลประชากร ฯลฯ (ดูเพิ่มเติมได้จากหัวข้อที่ 2.3)
4. การศึกษาในอดีต (ถ้ามี)	แผนหลักหรือการศึกษาความเหมาะสมของโครงการในอดีต
5. ระบบระบายน้ำ ระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเดิมของชุมชน (ถ้ามี)	ประเมินขีดความสามารถและสภาพการชำรุด รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพ ปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินการในอดีต
6. กำหนดปีเป้าหมาย	กำหนดปีเป้าหมายและพื้นที่บริการของโครงการ และแบ่งช่วงการก่อสร้างและขยายระบบเป็นช่วง ๆ ให้สอดคล้องกับการขยายตัวของชุมชนและการจัดสรรงบประมาณ
7. จำนวนประชากร	คาดการณ์จำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากรตามการใช้ประโยชน์ของที่ดิน พร้อมทั้งอธิบายหลักการ และวิธีในการคาดการณ์
8. อัตราไหลและลักษณะน้ำเสีย	กำหนดอัตราไหลและลักษณะน้ำเสีย พร้อมทั้งแสดงหลักการและวิธีการในการกำหนด
9. มาตรฐานน้ำทิ้ง	การกำหนดคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ (จากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ)
10. ข้อมูลฝนและอัตราไหลของน้ำท่าสูงสุด	ศึกษาความเข้มและรูปแบบของฝนของชุมชน เพื่อคำนวณหาอัตราไหลของน้ำท่าสูงสุด พร้อมทั้งแสดงหลักการและวิธีการ
11. ค่ากำหนดการออกแบบทางวิศวกรรม	เกณฑ์การเลือกที่ตั้งโครงการและค่ากำหนดการออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและหน่วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุถึงที่มาหรือแหล่งข้อมูลที่อ้างถึง
12. ที่ตั้งโครงการ	ในเบื้องต้นควรคัดเลือกแนวทางที่เป้ฯไปได้มากกว่า 1 แห่ง และทำการเปรียบเทียบภาพรวมของโครงการฯ โดยเฉพาะผลกระทบต่อระบบรวบรวมน้ำเสียและกระบวนการบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งที่ตั้งและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
13. ทัศนคติของประชาชน	ศึกษาความคิดเห็นของประชาชนในท้องถิ่นต่อโครงการ
14. งบการเงินและองค์กรบริหารโครงการ	กำหนดโครงสร้างขององค์กรบริหารโครงการ รวมทั้งการจัดสรรงบประมาณการลงทุน และการดำเนินการโครงการตลอดจนถึงปีเป้าหมาย
15. พัฒนาแนวทางหรือวิธีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	ศึกษาความเป็นไปได้ของที่ตั้งโครงการ ประเภทและแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย และกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ในเบื้องต้นควรกำหนดมากกว่า 1 แนวทาง (แต่ละแนวทางต้องมีความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม)
16. ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	ทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคม
17. ประเมินและวิเคราะห์แต่ละแนวทาง	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละแนวทาง ทั้งในด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสังคม
18. คัดเลือกแนวทางที่เหมาะสม	คัดเลือกแนวทางที่มีความเป็นไปได้ในทางวิศวกรรม และมีค่าจ่ายต่ำสุดตลอดการดำเนินโครงการ นอกจากนี้ต้องมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมต่ำสุดอีกด้วย



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

2.3 การสำรวจและเก็บข้อมูล

การสำรวจและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่โครงการ ย่อมทำให้ผู้ออกแบบเข้าใจถึงสภาพปัญหาที่แท้จริงและยังเป็นข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบสามารถพัฒนาแนวคิดหรือศึกษาแนวทาง ที่มีความเป็นไปได้ ในการจัดการน้ำเสียของชุมชนนั้นๆได้อย่างเหมาะสม ข้อมูลดังกล่าวอย่างน้อยต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

2.3.1 สภาพพื้นที่ของโครงการ

- สภาพภูมิศาสตร์ เช่น เส้นชั้นความสูง ระดับน้ำใต้ดิน ระดับน้ำผิวดิน เป็นต้น
- สภาพทางธรณีวิทยา เช่น สภาพและลักษณะของชั้นดิน เป็นต้น
- สภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ข้อมูลน้ำท่วม ข้อมูลฝน เป็นต้น
- สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น รายได้ขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น รายได้ของประชากร
- แหล่งท่องเที่ยว สถานศึกษา เป็นต้น
- สถานที่ที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ เช่น โบราณสถาน เป็นต้น
- ระดับการศึกษาและทัศนคติของประชาชนต่อโครงการ
- การใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ราคาที่ดิน
- สภาพการเมืองท้องถิ่น
- คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ
- รายละเอียดของท่อระบายเดิม

2.3.2 แผนพัฒนาชุมชน

แนวทางในการจัดการน้ำเสียชุมชนให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าสูงสุดควรมีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาของชุมชน ดังนี้

- แผนพัฒนาเมืองหรือเทศบาล
- แผนพัฒนาจังหวัด
- แผนพัฒนาปรับปรุงคลอง แม่น้ำ ชายฝั่ง และระบบป้องกันน้ำท่วม
- แผนพัฒนาลุ่มน้ำ
- แผนพัฒนาระบบสาธารณูปโภค เช่น ถนน สะพาน ประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ เป็นต้น
- แผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- แผนพัฒนาการเกษตรกรรมและการชลประทาน
- แผนพัฒนาอุตสาหกรรมหรือนิคมอุตสาหกรรม
- การประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษและ/หรือคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

2.3.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียในประเทศไทย เช่น

- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550
- พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2456
- พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติชลประทานหลวง พ.ศ. 2485
- พระราชบัญญัติการประมง พ.ศ. 2490
- พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496
- พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
- พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติการจัดสรรที่ดิน พ.ศ. 2543
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร (พ.ศ. 2548)
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (พ.ศ. 2548)
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม (พ.ศ. 2548)
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมฉบับต่าง ๆ เรื่อง การกำหนดเขตพื้นที่และมาตรฐานการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับต่าง ๆ เรื่อง การกำหนดให้เขตพื้นที่เป็นเขตควบคุมมลพิษ
- กฎหมายขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ได้แก่ เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล กรุงเทพมหานคร และเมืองพัทยา

2.3.4 ข้อมูลด้านการเงินและงบประมาณ

ข้อมูลด้านการเงินหรืองบประมาณของหน่วยงานเจ้าของโครงการเป็นข้อมูลสำหรับประเมินศักยภาพในการลงทุนและการดำเนินการโครงการตลอดจนถึงปีเป้าหมาย ซึ่งมีความสำคัญต่อการเลือกแนวทางในการดำเนินการจัดการน้ำเสียของชุมชน

2.3.5 ข้อมูลของระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเดิม

กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเดิมอยู่แล้ว ควรประเมินประสิทธิภาพและขีดความสามารถของระบบ รวมทั้งควรรวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินการในอดีต ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนาแนวทางในการจัดการน้ำเสียของชุมชนให้เหมาะสมมากขึ้น (ในอนาคต) เช่น ส่วนใดต้องปรับปรุงระบบหรือส่วนใดต้องก่อสร้างระบบใหม่ เป็นต้น

2.3.6 ข้อมูลประชากร

ข้อมูลจำนวนประชากรและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของชุมชนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต จำนวนประชากรที่คาดการณ์ได้จะนำไปคำนวณอัตราการเกิดน้ำเสียในอนาคตนั่นเอง วิธีการคาดการณ์จำนวนประชากรดูจากหัวข้อที่ 2.7

2.3.7 ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภคของชุมชนในอดีตจนถึงปัจจุบันเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการคาดการณ์อัตราการใช้น้ำของชุมชนในอนาคต และมีความสำคัญในการคาดการณ์อัตราการเกิดน้ำเสียอีกด้วย เนื่องจากน้ำเสียก็คือน้ำทิ้งซึ่งเกิดจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชนนั่นเอง วิธีการหาอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 2.8

2.3.8 ข้อมูลฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและรูปแบบของฝนที่ตกในชุมชน (ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคาดการณ์อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย (แบบท่อระบายรวม) หรือท่อระบายน้ำฝน การหาอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 3.5

2.3.9 ข้อมูลลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะน้ำเสียของชุมชน (เช่น บีโอดี ของแข็งแขวนลอย เป็นต้น) มีความสำคัญในการเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสียและมีผลต่อขนาดของหน่วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ลักษณะน้ำเสียของชุมชนในประเทศไทยจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 2.12

2.3.10 ข้อมูลที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ข้อมูลพื้นฐานของที่ตั้งโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนควรจะประกอบด้วยขนาดของพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ สภาพทางธรณีวิทยา เส้นชั้นความสูง ระดับน้ำใต้ดิน ราคาที่ดิน ทิศทางลม การคมนาคม ความพร้อมทางด้านสาธารณูปโภค ระยะห่างระหว่างชุมชน ทัศนคติของประชาชน ฯลฯ ซึ่งมีความสำคัญในการเลือกและออกแบบกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ข้อพิจารณาเบื้องต้นใน การเลือกที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 2.6

2.3.11 ค่ากำหนดการออกแบบในทางวิศวกรรม

ค่ากำหนดการออกแบบในทางวิศวกรรมเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดขนาด/ความลาดชันของท่อรวบรวมน้ำเสียและหน่วยกระบวนการต่าง ๆของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ ค่ากำหนดการออกแบบที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียชุมชนและสภาพท้องถิ่นของประเทศไทยจะกล่าวต่อไปในบทที่ 3 - 10

2.4 ปีเป้าหมาย (target year หรือ design year)

โดยปกติระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ก่อสร้างขึ้นในปีปัจจุบันจะต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคตด้วย จึงจะทำให้สามารถป้องกันมลพิษทางน้ำได้อย่างต่อเนื่องและมีความคุ้มค่าในการลงทุน ระยะเวลา (ปี) ในอนาคตที่ระบบยังสามารถรองรับอัตราไหล และปริมาณสารมลพิษที่เกิดขึ้นและยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในที่นี้จะเรียกว่า “ปีเป้าหมาย” แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบควรคำนึงอยู่เสมอว่าปีเป้าหมายไม่ได้หมายถึงอายุการใช้งาน (life) ของระบบ

2.4.1 การกำหนดปีเป้าหมาย

การกำหนดปีเป้าหมายของโครงการมีผลต่อการกำหนดปัจจัยในการออกแบบต่าง ๆ เช่น ขนาด พื้นที่บริการ จำนวนประชากร อัตราไหล (ของน้ำเสีย) ขนาดของท่อรวบรวมน้ำเสีย ขนาดโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ และความต้องการพื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น โดยปกติถ้ากำหนดปีเป้าหมายยาวนานขึ้นจะทำให้ท่อรวบรวมน้ำเสียและขนาดโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำใหญ่ขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้มีความต้องการพื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมากขึ้นด้วย

การกำหนดปีเป้าหมายที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุการใช้งานของวัสดุหรือเครื่องจักร ความล้าสมัยของเทคโนโลยี อัตราดอกเบี้ย ระยะเวลาที่สามารถคาดการณ์ข้อมูลต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างน่าเชื่อถือ เป็นต้น

สำหรับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนในประเทศไทยควรกำหนดปีเป้าหมายไม่เกิน 20 ปี เพราะหากกำหนดปีเป้าหมายยาวนานกว่านี้อาจทำให้ข้อมูลที่คาดการณ์ไว้มีความคาดเคลื่อนได้มาก อีกทั้งในขณะนั้นอาจมีการปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งใหม่ให้มีความเข้มงวดยิ่งขึ้น (ต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูงขึ้น) ซึ่งอาจทำให้เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสม

ส่วนท่อรวบรวมน้ำเสียหลักและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องจะต้องกำหนดปีเป้าหมายไม่น้อยกว่า 20 ปี (ไม่น้อยกว่าปีเป้าหมายของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ) หรือระบบจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำเสียและมีอายุการใช้งานอย่างน้อยอีก 20 ปีต่อไป แต่โดยส่วนใหญ่การกำหนดปีเป้าหมายของระบบท่อมักถูกกำหนดด้วยอายุการใช้งานของท่อเป็นหลัก เนื่องจากการขยายหรือการปรับปรุงระบบเป็นเรื่องยากและมีงบประมาณการลงทุนสูงมาก ในขณะเดียวกันเมื่อท่อมีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้งบประมาณเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรกำหนดปีเป้าหมายท่อรวบรวมน้ำเสียหลักนานถึง 40 - 50 ปี แต่ต้องคำนึงถึงความสามารถและความคุ้มค่าในการลงทุนด้วย เนื่องจาก ถ้ากำหนดปีเป้าหมายยาวนานขึ้น จะต้องเลือกชนิดท่อที่ทนทานต่อการสึกกร่อนและกัดกร่อน ซึ่งมีราคาแพงและทำให้งบประมาณการลงทุนสูงขึ้น ในทางกลับกันถ้ากำหนดปีเป้าหมายน้อยกว่า จะทำให้งบประมาณการลงทุนไม่สูงมากนัก แต่ต้องมีการปรับปรุงระบบเร็วกว่า (เนื่องจากมีอายุการใช้งานสั้นกว่า)

2.4.2 การแบ่งช่วงการขยายระบบ

การก่อสร้างระบบทั้งหมดให้เสร็จเพียงครั้งเดียวเพื่อใช้งานจนถึงปีเป้าหมาย จะต้องใช้งบประมาณการลงทุนสูงมาก ในขณะที่ปีแรกๆจะใช้งานเพียงบางส่วนเท่านั้น นอกจากนี้ข้อมูลและปัจจัยการออกแบบที่คาดการณ์ไว้อาจมีความคลาดเคลื่อนหรืออาจเปลี่ยนแปลงตามเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยมิได้คาดหมาย ซึ่งอาจทำให้ระบบที่สร้างเผื่อไว้แล้วไม่เหมาะสม และต้องมีการปรับปรุงระบบใหม่อยู่ดี ดังนั้นผู้ออกแบบควรแบ่งช่วงการก่อสร้างเพื่อขยายระบบเป็นช่วง ๆ ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบสามารถตรวจสอบ และปรับปรุงข้อมูลให้มีความเหมาะสม (หรือสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง) ก่อนการก่อสร้างเพื่อขยายระบบในช่วงต่อไป

สำหรับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนในประเทศไทยควรแบ่งช่วงการขยายระบบออกเป็น ช่วงๆ ช่วงละ 5 - 10 ปี อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบต้องเผื่อขนาดพื้นที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการก่อสร้างเพื่อขยายระบบจนถึงปีเป้าหมายด้วย รวมทั้งบางหน่วยกระบวนการซึ่งยากสำหรับการปรับปรุงและขยายระบบก็ควรสร้างให้เสร็จเพียงครั้งเดียว ซึ่งจะทำให้มีความคุ้มค่ากว่า เช่น สถานีสูบน้ำเสีย/ยกระดับน้ำเสีย ท่อระบายหลัก (main sewer) ท่อดักน้ำเสีย (intercepting sewer) บ่อผันน้ำ (diversion chamber) เป็นต้น

2.5 พื้นที่บริการ (service area)

พื้นที่บริการ หมายถึง พื้นที่ของชุมชนที่จะระบายน้ำเสียลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียและลำเลียงไปบำบัดที่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน ส่วนพื้นที่เป้าหมายของโครงการ หมายถึง ขนาดของพื้นที่บริการ

ในปีเป้าหมายในปีแรกๆ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องกำหนดพื้นที่บริการให้เต็มพื้นที่เป้าหมายก็ได้ ซึ่งสามารถค่อย ๆ ขยายพื้นที่บริการจนเต็มพื้นที่เป้าหมายในอนาคตหรือที่ปีเป้าหมาย การขยายพื้นที่บริการควรมีความสอดคล้องกับการขยายตัวและการจัดสรรงบประมาณของชุมชน หรือให้สอดคล้องกับแผนแบ่งช่วงการก่อสร้างเพื่อขยายระบบดังกล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.4.2

2.6 ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ในเบื้องต้นผู้ออกแบบควรเลือกตำแหน่งที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำที่น่าจะมีความเป็นไปได้อย่างน้อย 2 แห่ง และทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละพื้นที่ก่อนเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมต่อไป การประเมินข้อดีและข้อเสียในแต่ละพื้นที่จะต้องเปรียบเทียบในภาพรวมของโครงการด้วย เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำจะมีผลต่อการดำเนินโครงการส่วนอื่น ๆ เช่น ผังและระยะทางในการวางท่อรวบรวมน้ำเสีย ความต้องการสถานีสูบ/ยกระดับน้ำเสีย การเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ งบประมาณการดำเนินการ ผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ ซึ่งในหลายกรณีจะมีผลต่อเนื่องในระยะยาวตลอดการดำเนินการ

ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ สามารถสรุปได้ดังนี้

- โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำควรตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดน้ำเสียและแหล่งรับน้ำทิ้ง ซึ่งจะทำให้การวางท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำทิ้งไม่ไกลมาก และอาจเป็นการลดความต้องการสถานีสูบ/ยกระดับน้ำเสียได้อีกด้วย จึงทำให้สามารถประหยัดพลังงาน ค่าก่อสร้าง และค่าดำเนินการในระยะยาว ส่วนจุดระบายน้ำทิ้งต้องอยู่บริเวณท้ายน้ำของชุมชนและไม่ควรอยู่ก่อนจุดสูบน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปา แต่ในกรณีที่ต้องการนำน้ำทิ้งดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือจุดระบายน้ำทิ้งควรตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งที่จะนำน้ำทิ้งไปใช้ เช่น แหล่งเกษตรกรรม เป็นต้น แต่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความคุ้มทุนในระยะยาวด้วย โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการของระบบลำเลียงน้ำกับผลตอบแทนในการนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์
- โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำควรมีระดับพื้นที่ต่ำกว่าพื้นที่ของชุมชน ซึ่งทำให้น้ำเสียจากชุมชนไหลเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นการลดความต้องการสถานีสูบ/ยกระดับน้ำเสีย จึงทำให้ประหยัดพลังงานและงบประมาณการดำเนินการในระยะยาว
- อย่างไรก็ตามที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำจะต้องเป็นพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วม เว้นแต่จะมีการเตรียมป้องกันเท่านั้น เช่น การสร้างกำแพงกันน้ำ (dike) ซึ่งผู้ออกแบบควรตรวจสอบระดับน้ำท่วมสูงสุดอย่างน้อยในรอบ 100 ปี
- การปรับระดับพื้นที่ของหน่วยกระบวนการบำบัดลำดับท้าย ๆ ให้ต่ำกว่าหน่วยกระบวนการลำดับต้นๆ และทำให้น้ำไหลผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งเป็นการลดความต้องการสถานีสูบยกระดับน้ำเสียระหว่างกระบวนการและจะทำให้ประหยัดค่าดำเนินการในระยะยาว ดังนั้นถ้าเป็นไปได้พื้นที่สำหรับก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำควรมีความลาดเล็กน้อย ซึ่งจะทำให้ก่อสร้างง่ายและประหยัดค่าก่อสร้างเนื่องจากการขุดหรือถมดิน
- โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีถนนเข้าถึงได้อย่างสะดวกทุกฤดูกาล เพื่อความสะดวกสำหรับการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และสลัดจ์ รวมทั้งต้องมีความพร้อมในด้านสาธารณูปโภคอื่น ๆ ด้วย เช่น ประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ เป็นต้น
- ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงสภาพของชั้นดินและระดับน้ำใต้ดินของที่ตั้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลถึงความยากง่ายและงบประมาณการก่อสร้าง ถ้าลักษณะดินของพื้นที่เป็นดินอ่อนหรือมีระดับน้ำใต้ดินสูงย่อมทำให้ก่อสร้างยากและต้องใช้งบประมาณสูง
- ขนาดพื้นที่ของที่ตั้งโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำต้องเพียงพอสำหรับการขยายระบบจนถึงปีเป้าหมาย และควรมีพื้นที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ว่างในที่นี้หมายถึงพื้นที่ซึ่งไม่ใช่ที่ตั้งของหน่วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น ถนน อาคารสำนักงาน อาคารควบคุม เขตกันชน (buffer zone) เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีพื้นที่ซึ่งทำหน้าที่เป็นเขตกันชน รอบโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ซึ่งควรมีระยะห่างระหว่างหน่วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำกับรั้วไม่น้อยกว่า 15 เมตร ยกเว้นชุมชนที่มีประชากรหนาแน่นและมีพื้นที่จำกัด แต่ในกรณียกเว้นนี้จะต้องมีมาตรการลดผลกระทบต่าง ๆด้วย เช่น เลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำซึ่งไม่เกิดการหมักและมีกลิ่น ติดตั้งระบบกำจัดกลิ่นติดตั้งระบบป้องกันเสียงดังจากเครื่องจักร เป็นต้น

- ราคาที่ดินมีผลต่อการเลือกที่ตั้งและประเภทของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างมาก ถ้าราคาที่ดินต่ำ (ถูก) จะทำให้สามารถลงทุนซื้อพื้นที่ได้มากและสามารถเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการต่ำ ส่วนในทางกลับกันถ้าที่ดินมีราคาสูง (แพง) การเลือกกระบวนการจะต้องเป็นประเภทที่มีค่าก่อสร้างและการดำเนินการแพงกว่า แต่ใช้พื้นที่น้อยกว่า ซึ่งอาจจะมีความคุ้มค่ากว่าก็ได้ อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบควรคำนึงอยู่เสมอว่าในบางกรณีผลของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเดินระบบ (ในระยะยาว) อาจมีมูลค่ามากกว่าค่าก่อสร้างหรือราคาที่ดินก็ได้
- เจ้าของโครงการควรต้องทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคมของโครงการโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำและควรกระทำในขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการซึ่งจะไม่ทำให้เกิดปัญหาในภายหลัง

2.7 การคาดการณ์จำนวนประชากร

อัตราไหล (น้ำเสีย) ที่เกิดขึ้นในชุมชนขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรและอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของประชากร (ลิตร/คน-วัน) ดังนั้นการคาดการณ์จำนวนประชากร รวมทั้งความหนาแน่นของประชากรตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของที่ดินจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการคาดการณ์อัตราไหลของน้ำเสียที่จะเกิดในอนาคต แต่การคาดการณ์จำนวนประชากรมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากและมีความซับซ้อนอย่างยิ่ง ดังนั้นงานในส่วนนี้ควรเป็นหน้าที่ของนักประชากรศาสตร์โดยเฉพาะ

จำนวนประชากรในอนาคตขึ้นอยู่กับสภาพของท้องถิ่น ระยะเวลาที่คาดการณ์ แผนการพัฒนาชุมชน และข้อมูลจำนวนประชากรในอดีต ทั้งนี้ข้อมูลจำนวนประชากรสามารถศึกษาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สำนักงานกลางทะเบียนราษฎร์และกองทะเบียน (เป็นหน่วยงานที่จัดทำทะเบียนราษฎร์) สำนักงานสถิติแห่งชาติ (เป็นหน่วยงานที่จัดทำสำมะโนประชากรและมีการเสนอผลได้ทั้งในระดับทั่วราชอาณาจักร ภาค จังหวัด อำเภอ และตำบล) หน่วยราชการส่วนท้องถิ่น เป็นต้น

วิธีคาดการณ์จำนวนประชากรมีหลายวิธีตามสมมติฐานหรือลักษณะการโตของชุมชนในอนาคต ได้แก่ แบบเลขคณิต (arithmetic growth method) แบบเรขาคณิต (geometric growth method) แบบชลอตัว (decreasing rate of increase method) แบบเส้นโค้งรูปเอส (mathematical or logistic curve fitting) แบบเปรียบเทียบ (graphic comparison method) และแบบเทียบสัดส่วน (ratio method) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 วิธีโตแบบเลขคณิต

วิธีนี้ตั้งสมมติฐานว่าจำนวนประชากรเปลี่ยนแปลงด้วยอัตราคงที่เหมาะสำหรับการคาดการณ์จำนวนประชากรในระยะสั้นๆประมาณ 1 - 5 ปี ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรสามารถคำนวณได้จากข้อมูลประชากรในอดีต การคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธีนี้สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2 - 1

$Y_t = Y_2 + K_a(T_t - T_2)$ (2 - 1)

K_a = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรแบบเลขคณิต, คน/ปี

$= (Y_2 - Y_1)/(T_2 - T_1)$

Y_1 , Y_2 และ Y_t = จำนวนประชากรในปีอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ตามลำดับ, คน

T_1 , T_2 และ T_t = ปี พ.ศ. ของอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ตามลำดับ

2.7.2 วิธีโตแบบเรขาคณิต

วิธีนี้ตั้งสมมติฐานว่าจำนวนประชากรเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนกับจำนวนประชากรในขณะนั้น เหมาะกับชุมชนที่มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณที่ไม่มีการควบคุมการก่อสร้าง เช่น แหล่งชุมชนแออัด หรือแหล่งท่องเที่ยวเปิดใหม่ เป็นต้น ซึ่งใช้สำหรับการคาดการณ์ในระยะสั้นๆ ประมาณ 1 - 5 ปี การคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธีนี้แสดงดังสมการที่ 2 - 2

$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_g(T_t - T_2)$ (2 - 2)

K_g = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรแบบเรขาคณิต

$= (\ln Y_2 - \ln Y_1)/(T_2 - T_1)$

2.7.3 วิธีโตแบบชลอตัวหรือแบบอัตราที่ลดลง

วิธีนี้ตั้งสมมติฐานว่าจำนวนประชากรเปลี่ยนแปลงแบบชลอตัวและในอนาคตจำนวนประชากรจะคงที่วิธีนี้เหมาะกับชุมชนเดิมที่มีความเจริญแล้ว ซึ่งมีการขยายตัวถึงจุดอิ่มตัวและกำลังเปลี่ยนแปลงมาตรฐานความเป็นอยู่หรือมีการปรับโครงสร้างลดความแออัด (urban-renewal) การคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธีนี้แสดงดังสมการที่ 2 - 3

$Y_t = Y_2 + (Z - Y_2)(1 - e^{-Kd(T\,t - T2)})$ (2 - 3)

$Z = [2Y_0Y_1Y_2 - Y_1^2(Y_0 + Y_2)]/(Y_0Y_2 - Y_1^2)$

K_d = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรด้วยอัตราที่ลดลง

$= \{-\ln[(Z - Y_2)/(Z - Y_1)]\}/(T_2 - T_1)$

Y_0 = จำนวนประชากรในปีอดีตก่อน T_1

T_0 = ปีในอดีตก่อน T_1

2.7.4 วิธีโตแบบเส้นโค้งรูปเอส

วิธีนี้ตั้งสมมติฐานว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นโค้งรูปเอส วิธีนี้เหมาะกับชุมชนหรือเมืองใหม่และคาดการณ์ที่ระยะเวลายาวจนถึงระดับที่เมืองหยุดโตหรือถึงจุดอิ่มตัว การคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยวิธีนี้แสดงดังสมการที่ 2 - 4

$$Y_t = Z/(1+ae^{b(Tt - T0)}) \qquad (2 - 4)$$

$$a = (Z - Y_0)/Y_0$$

$$b = (1/n)\ \ln\{Y_0(Z - Y_1)/Y_1(Z - Y_0)\}$$

$$n = \text{ค่าคงที่ช่วงระยะปีระหว่าง } T_0 \text{ , } T_1 \text{ และ } T_2$$

2.7.5 วิธีเปรียบเทียบ

วิธีการนี้เป็นการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรโดยการเปรียบเทียบกับเมืองหรือชุมชนอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันทั้งในด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคม

2.7.6 วิธีเทียบสัดส่วน

วิธีนี้เป็นการตั้งสมมติฐานว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรในพื้นที่ย่อยมีความใกล้เคียงกับพื้นที่ในระดับสูงกว่า เช่น การตั้งสมมติฐานว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรของเทศบาลเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรในระดับอำเภอหรือจังหวัด เป็นต้น

2.8 อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย

ชุมชนในประเทศไทยที่มีระบบประปามีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 100 - 340 ลิตร/คน-วัน ซึ่งแปรผันตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น ภูมิอากาศ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ รายได้ของประชาชน ราคาน้ำประปา คุณภาพของน้ำประปา ความพร้อมของระบบประปา จำนวนประชากรแฝง นโยบายบริการของท้องถิ่น เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดอัตราการใช้น้ำควรเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่ปรึกษา ซึ่งจะต้องสำรวจและเก็บข้อมูลในชุมชนนั้น ๆ ข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำ (เช่น น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำบ่อ เป็นต้น) และจำนวนประชากร (จากทะเบียนราษฎร์) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งสามารถคำนวณหาอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย (ในแต่ละปี) ได้โดยการนำปริมาณการใช้น้ำหารด้วยจำนวนประชากรของชุมชนส่วนอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยในอนาคตสามารถคาดการณ์ได้โดยการวิเคราะห์จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยตั้งแต่ปีในอดีตจนถึงปีปัจจุบัน

หากการหาอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยใช้วิธีคำนวณจากจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ จะทำให้ชุมชน ที่มีกิจกรรมสูงหรือมีจำนวนประชากรแฝงและประชากรจรสูง (เช่น เมืองท่องเที่ยว เป็นต้น) มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยสูง เนื่องจากอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยดังกล่าวย่อมนับรวมถึงปริมาณการใช้น้ำของ ประชากรแฝงอยู่ด้วย

ข้อควรระวังในการหาปริมาณการใช้น้ำจากข้อมูลน้ำประปา คือ ควรคำนวณจากปริมาณน้ำขายหรือจากมาตรวัดของผู้ใช้น้ำ ถ้าหาปริมาณน้ำใช้จากกำลังการผลิตของโรงงานผลิตน้ำประปาต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำรั่วไหลในระบบจ่ายน้ำด้วย

2.9 อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย

น้ำเสียชุมชนก็คือน้ำทิ้งที่เกิดจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของชุมชน แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเกิดน้ำเสียย่อมน้อยกว่าอัตราการใช้น้ำ เนื่องจากน้ำทิ้งบางส่วนจะไม่ไหลเข้าระบบรวบรวมน้ำเสีย เช่น การรดน้ำต้นไม้ น้ำรั่วซึมจากระบบท่อ เป็นต้น สัดส่วนอัตราการเกิดน้ำเสียต่ออัตราการใช้น้ำสำหรับประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยหรือข้อมูลที่ชัดเจน แต่จากเอกสารทางวิชาการของต่างประเทศและค่าที่นิยมใช้กันในอดีตของประเทศไทย มักกำหนดอัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80 ของอัตรา การใช้น้ำเฉลี่ยซึ่งก็ให้ผลเป็นที่พึงใจได้ตลอดมา ดังนั้นในเบื้องต้นนี้ควรกำหนดใช้สัดส่วนดังกล่าวไปก่อน และอาจปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสัดส่วนดังกล่าวในอนาคตเมื่อมีงานวิจัยหรือมีข้อมูลเพียงพอ

2.10 อัตราน้ำรั่วซึม/น้ำไหลเข้าท่อ (infiltration/inflow, l/l)

น้ำรั่วซึมเข้าท่อ หมายถึง น้ำใต้ดินที่รั่วซึมเข้าระบบรวบรวมน้ำเสีย เนื่องจากรอยแตกหรือรอยต่อของท่อและผ่านผนังของบ่อตรวจ (manhole) ส่วนน้ำไหลเข้าท่อ หมายถึง น้ำฝนที่ไหลเข้าสู่ท่อน้ำเสีย (ระบบท่อระบายแยก) หรือท่อดักน้ำเสีย (ระบบท่อระบายรวม) ซึ่งอาจเกิดจากท่อระบายน้ำฝนจากอาคารบรรจบกับท่อน้ำเสียหรือน้ำฝนไหลลันเข้าทางฝาของบ่อตรวจ

เนื่องจากอัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อจะทำให้อัตราไหล (ของน้ำเสีย) เพิ่มขึ้น (ดูจากหัวข้อที่ 2.11) จึงทำให้ท่อรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้งบประมาณการก่อสร้างและดำเนินการสูงขึ้นโดยใช่เหตุ ผู้ออกแบบจึงควรเลือกชนิดท่อซึ่งสามารถป้องกันหรือลดปริมาณน้ำใต้ดินรั่วซึมเข้าระบบท่อได้ เช่น การเชื่อมต่อแบบมีแหวนยางอัด ฝาปิดบ่อตรวจแบบป้องกันน้ำรั่วซึมเข้า เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยหรือข้อมูลชัดเจนสำหรับการกำหนดอัตราส่วนน้ำรั่วซึมเข้าท่อ แต่ในอดีตมักกำหนดอัตรารั่วซึมเข้าท่อเท่ากับร้อยละ 20 ของอัตราการเกิดน้ำเสีย ดังนั้นในเบื้องต้นนี้ให้กำหนดใช้สัดส่วนดังกล่าวไปก่อน และต้องปรับปรุงสัดส่วนดังกล่าวในอนาคตเมื่อมีงานวิจัย หรือมีข้อมูลเพียงพอ

2.11 อัตราไหลน้ำเสีย

ในทางปฏิบัติอัตราไหลน้ำเสียแปรผันตามลักษณะการใช้น้ำของชุมชนในแต่ละวันหรือฤดูกาล ดังนั้นผู้ออกแบบต้องศึกษาลักษณะการแปรผันอัตราไหลของแต่ละชุมชน และต้องออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่อัตราไหลทุกสภาวการณ์ เช่น อัตราไหลรายวันเฉลี่ย (average daily flow, Qavg) อัตราไหลรายวันสูงสุด (maximum daily flow, Qmax.d) อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด (maximum hourly flow, Qmax.h) และ อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด (minimum hourly flow, Qmin.h) เป็นต้น รายละเอียดของอัตราไหลที่สภาวะต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.11.1 อัตราไหลรายวันเฉลี่ย

อัตราไหลรายวันเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวัน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราไหลทั้งปี โดยส่วนใหญ่มักใช้อัตราไหลรายวันเฉลี่ยนี้สำหรับการคำนวณงบประมาณในการเดินระบบ เช่น ปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องชำระ ปริมาณสลัดจ์ที่จะต้องกำจัด เป็นต้น คำว่า **"อัตราไหลรายวันเฉลี่ย"** มักใช้กับระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายแยก ซึ่งมีท่อน้ำเสียแยกกับท่อระบายน้ำฝน และมีเฉพาะน้ำเสีย (และน้ำใต้ดินบางส่วน) เท่านั้นที่ถูกรวบรวมเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ แม้ในขณะฝนตกก็ตาม แต่ถ้าเป็นแบบท่อระบายรวมควรใช้คำว่า **"อัตราไหลในหน้าแล้งหรือดีดับเบิลยูเอฟ"** (dry weather flow; DWF) จะเหมาะสมกว่า ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่เกิดขึ้นเฉพาะในหน้าแล้งเท่านั้น เนื่องจากในฤดูฝนนอกจากน้ำเสียแล้ว จะมีน้ำฝนส่วนหนึ่งถูกรวบรวมเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ดังที่กล่าวแล้วอาจมีน้ำใต้ดินส่วนหนึ่งรั่วซึมเข้าท่อรวบรวมน้ำเสีย (จากหัวข้อที่ 2.10) ดังนั้นอัตราการไหลรายวันเฉลี่ยจะเท่ากับผลรวมของอัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยกับอัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ

2.11.2 อัตราไหลรายวันสูงสุด

อัตราไหลรายวันสูงสุดเป็นปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่เกิดขึ้นใน 1 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลรายวันเฉลี่ย (ตลอดปี) ซึ่งมีความสำคัญต่อการออกแบบหน่วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำต่าง ๆ เช่น ถังเติมอากาศ ถังทำใส เป็นต้น

การหาอัตราไหลรายวันสูงสุดมักคำนวณจากสัดส่วนระหว่างอัตราไหลรายวันสูงสุดต่ออัตรา ไหลรายวันเฉลี่ย (ตลอดปี) ซึ่งเรียกว่า **"ตัวคูณอัตราไหลรายวันสูงสุด"** (daily peak factor)

สำหรับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยควรกำหนดตัวคูณอัตราไหลรายวันสูงสุดเท่ากับ 1.1 - 1.2 ขึ้นอยู่กับสภาพทั่วไปของชุมชน แต่โดยปกติถ้าเป็นชุมชนที่มีกิจกรรมสูง เช่น เมืองท่องเที่ยว เมืองที่มีสถานศึกษา (มหาวิทยาลัย) ฯลฯ จะมีอัตราการใช้น้ำสูงในฤดูท่องเที่ยว (เมืองท่องเที่ยว) หรือในช่วงที่เปิดเรียน (มหาวิทยาลัย) ดังนั้น ควรกำหนดตัวคูณอัตราไหลรายวันสูงสุดเท่ากับ 1.2 แต่ถ้าเป็นชุมชนโดยทั่วไป ซึ่งไม่ค่อยมีกิจกรรมมากนักควรกำหนดตัวคูณอัตราไหลรายวันสูงสุดเท่ากับ 1.1

2.11.3 อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด

ถ้าชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยก อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดหมายถึง ปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่เกิดขึ้นใน 1 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลรายวันเฉลี่ย (ตลอดปี) แต่ถ้าชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวม อัตราไหลน้ำเสียรายชั่วโมงสูงสุดหมายถึงอัตราไหลน้ำเสียปนน้ำฝนสูงสุดที่จะยอมให้เข้าสู่หน่วยกระบวนการต่างๆในขณะฝนตก

อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดมีความสำคัญต่อการออกแบบทางชลศาสตร์ของหน่วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น ท่อรวบรวมน้ำเสีย สถานีสูบ/ยกระดับน้ำเสีย เครื่องวัดอัตราไหล ถังดักกรวดทราย เป็นต้น

การหาอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดมักคำนวณจากสัดส่วนระหว่างอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดต่ออัตราไหลรายวันเฉลี่ย (ตลอดปี) ซึ่งเรียกว่า **"ตัวคูณอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด"** (hourly peak factor) แต่ถ้าชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวมมักกำหนดอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดเป็นจำนวนเท่าของอัตราไหลในหน้าแล้ง (หรือดีดับเบิลยูเอฟ)

ประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยหรือข้อมูลที่ชัดเจนในการกำหนดตัวคูณอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด แต่จากการรวบรวมข้อมูลในภาคสนามในหน้าแล้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนไทยที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบันจำนวน 4 แห่ง ในปี พ.ศ.2543 และ 2544 พบว่า มีตัวคูณอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด อยู่ในช่วง 1.6 - 1.8 ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรในพื้นที่บริการหรืออัตราไหลรายวันเฉลี่ย แต่เนื่องจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้นั้นน้อยมาก จึงต้องมีงานวิจัยเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงตัวเลขดังกล่าวในอนาคต

การกำหนดตัวคูณอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดของแต่ละชุมชนควรเป็นหน้าที่ของวิศวกรที่ปรึกษาโดยการสำรวจและเก็บข้อมูลในชุมชนนั้น ๆ หรือจากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามควรระมัดระวังอย่างยิ่งถ้าอ้างอิงตัวเลขจากเอกสารทางวิชาการของต่างประเทศ เนื่องจากสภาพท้องถิ่น และพฤติกรรมการใช้น้ำแตกต่างจากชุมชนของประเทศไทย

2.11.4 อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด

อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดเป็นปริมาณน้ำเสียต่ำสุดที่เกิดขึ้นใน 1 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลรายวันเฉลี่ย (ตลอดปี) ซึ่งมีความสำคัญต่อการตรวจสอบทางชลศาสตร์ของหน่วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น ท่อรวบรวมน้ำเสีย เครื่องวัดอัตราไหล สถานีสูบน้ำเสีย ระบบป้อนสารเคมี เป็นต้น

การหาอัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดมักคำนวณจากสัดส่วนระหว่างอัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดต่ออัตราไหลรายวันเฉลี่ย ซึ่งขอเรียกว่า **"ตัวคูณอัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด"**

สำหรับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยควรกำหนดตัวคูณอัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 0.5 - 0.7 ขึ้นอยู่กับสภาพทั่วไปของชุมชน

2.12 ลักษณะน้ำเสียชุมชน

ลักษณะน้ำเสียชุมชนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยเฉพาะกระบวนการทางชีวภาพ ผู้ออกแบบสามารถทราบลักษณะน้ำเสียชุมชนได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียของชุมชนและวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการ การเก็บตัวอย่างน้ำเสียควรเก็บแบบผสมรวม (composite sampling) และควรเก็บหลายจุดและหลายครั้งตามประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสียในชุมชน โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดน้ำเสียขนาดใหญ่ของชุมชนเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแทนของน้ำเสียชุมชนที่แท้จริง

ในกรณีที่เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากท่อระบายของชุมชน ควรคำนึงผลจากการเจือจางด้วยน้ำใต้ดินหรือจากแหล่งอื่นที่รั่วซึมเข้าท่อด้วย ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของน้ำเสียที่วิเคราะห์ได้นั้นต่ำกว่าความเป็นจริง ผู้ออกแบบสามารถสังเกตได้จากความเข้มข้นของทีเคเอ็นหรือคลอไรด์ (ในน้ำเสีย) โดยปกติน้ำเสียชุมชนควรมีความเข้มข้นของทีเคเอ็น (ในรูปไนโตรเจน)ประมาณ 20 - 40 มก./ล. และมีความเข้มข้นของคลอไรด์ประมาณ 40 - 60 มก./ล. (ซึ่งจะมีค่ามากกว่าในน้ำประปาเล็กน้อย) ดังนั้นถ้าน้ำเสียมีค่าทีเคเอ็นต่ำกว่าปกติหรือมีค่าคลอไรด์ต่ำกว่าหรือสูงกว่าปกติ อาจระบุได้ว่าตัวอย่างน้ำดังกล่าว น่าจะถูกเจือจางด้วยน้ำจากแหล่งอื่น เช่น น้ำใต้ดิน น้ำทะเล เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียต้องใช้งบประมาณสูงมาก ดังนั้น วิธีนี้อาจเหมาะสมกับเฉพาะโครงการที่มีขนาดใหญ่และมีงบประมาณเพียงพอ ส่วนโครงการที่มีงบประมาณจำกัด สามารถอ้างอิงลักษณะน้ำเสียตามเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องหรืออ้างอิงตามผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียของชุมชนอื่นที่สภาพท้องถิ่นใกล้เคียงกัน

ลักษณะน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไปของประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 2.2 ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังรูปที่ 2.2 กรณีแรกเป็นชุมชนเก่าที่มีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวมและมีบ่อเกรอะบำบัดน้ำเสียส้วมก่อนระบายของเหลวส่วนบนลงสู่ท่อระบายรวม ในขณะที่น้ำเสียอื่นๆจะถูกระบายลงสู่ท่อระบายรวมโดยตรง ส่วนกรณีที่ 2 เป็นชุมชนใหม่ที่มีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยกน้ำเสียส้วม และน้ำเสียอื่นๆจะถูกระบายลงสู่ท่อน้ำเสียโดยตรง โดยท่อน้ำเสียจะถูกออกแบบให้น้ำเสียไหลด้วยความเร็วล้างตัวเอง (self-cleansing velocity)

(หมายเหตุ – โดยทั่วไประบบท่อระบายแยกอาจมีหรือไม่มีบ่อเกรอะบำบัดน้ำเสียส้วมก็ได้ แต่ในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มนี้จะเสนอเฉพาะลักษณะน้ำเสียของชุมชนที่ไม่มีบ่อเกรอะ)

2.13 มาตรฐานน้ำทิ้ง

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามทางกรมควบคุมมลพิษกำลังพิจารณาและจะประกาศมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนในอนาคตข้างหน้า

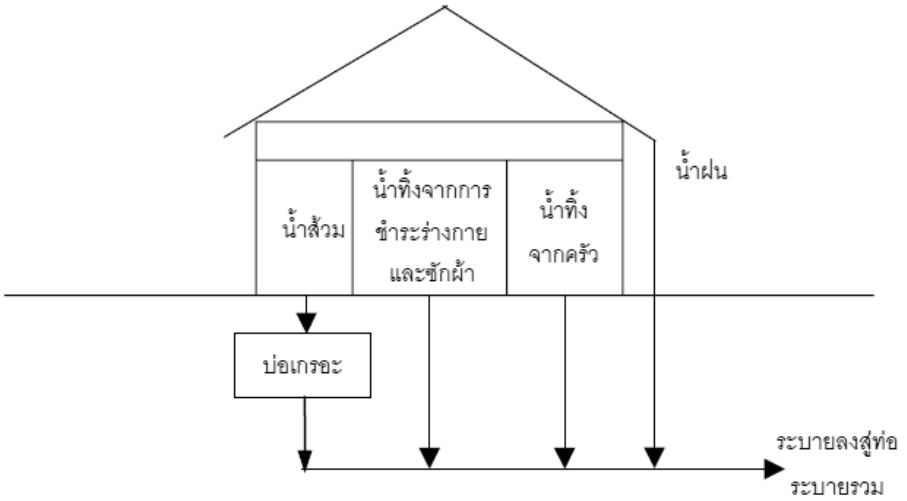
ดังนั้นในเบื้องต้นนี้ต้องกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.(ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ. 2548) ไปก่อน ดังตารางที่ 2.3 แต่เมื่อมีการประกาศใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน ผู้ออกแบบต้องอ้างอิงตามประกาศดังกล่าว

ในกรณีที่ต้องการนำน้ำทิ้งกลับไปใช้ประโยชน์สำหรับเกษตรกรรม โดยระบายน้ำทิ้งลงสู่คลองชลประทาน ผู้ออกแบบต้องกำหนดให้ระบบสามารถผลิตน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานควบคุมระบายน้ำทิ้งลงทางน้ำชลประทาน หรือทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทาน ตามคำสั่งกรมชลประทานที่ 883/2532 และต้องขออนุญาตต่อหน่วยงานผู้รับผิดชอบด้วย

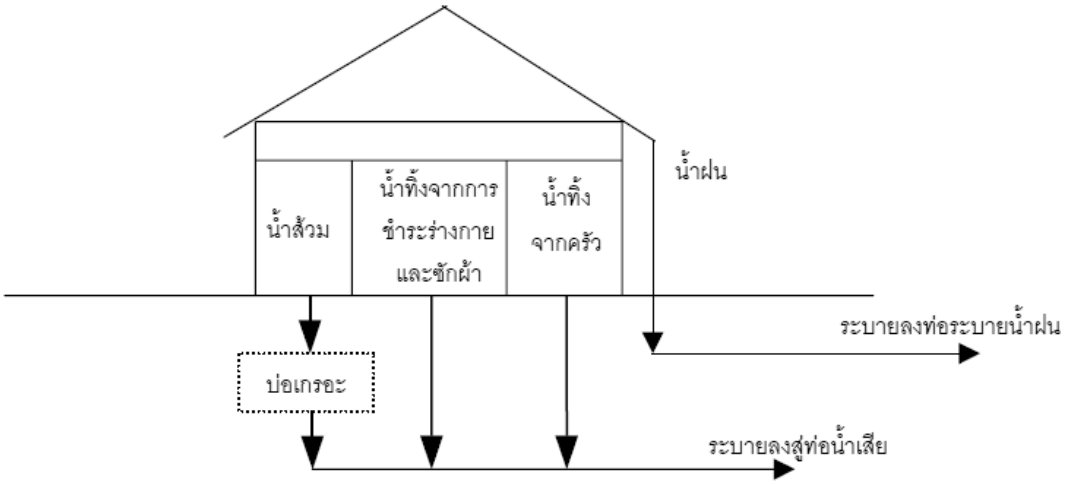
ตารางที่ 2.2 ลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย

ประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย	ลักษณะน้ำเสีย (มก./ล.)			
	บีโอดี	ของแข็งแขวนลอย	ทีเคเอ็น - ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส
ท่อระบายรวม	65 – 110 (80)	40 – 110 (80)	10 – 40 (30)	1 – 6 (4)
ท่อระบายแยก	(160)	(160)	10 – 40 (30)	1 – 6 (4)

( ) เป็นค่าแนะนำ



กรณีที่ 1 ชุมชนเก่า ซึ่งมีระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวมและมีบ่อเกรอะบำบัดน้ำเสียส้วมก่อน



กรณีที่ 2 ชุมชนใหม่ ซึ่งมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยก

รูปที่ 2.2 ระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนใหม่และชุมชนเก่า

(**หมายเหตุ** – เส้นประ หมายถึง อาจมีหรือไม่มีกระบวนการดังกล่าวก็ได้ ซึ่งในทางปฏิบัติระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกอาจแบ่งเป็น 2 กรณี คือ แบบมีบ่อเกรอะบำบัดน้ำเสียส้วมก่อนระบายของเหลวส่วนบนลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย และแบบที่ไม่มีบ่อเกรอะ ซึ่งระบายน้ำส้วมลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียโดยตรง)

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์สูงสุด
1. ความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5 - 9
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	20
3. ปริมาณของแข็ง		
- สารแขวนลอย (suspended solids)	มก./ล.	30
- ตะกอนหนัก (settleable solids)	มก./ล.	0.5
- สารที่ละลายได้ทั้งหมด *(total dissolved solids)	มก./ล.	500
4. ซัลไฟด์ (sulfide)	มก./ล.	1.0
5. ทีเคเอ็น (TKN)	มก./ล.	35
6. น้ำมันและไขมัน (fat oil and grease)	มก./ล.	20

* เป็นค่าที่เพิ่มจากสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ

ที่มา: ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (พ.ศ. 2548)

2.14 การเลือกแนวทางที่เหมาะสม

เมื่อผู้ออกแบบสำรวจข้อมูลและกำหนดค่าออกแบบของหน่วยกระบวนการต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการศึกษาหาแนวทางหรือวิธีในการจัดการน้ำเสียชุมชน (จนถึงปีเป้าหมาย) ที่น่าจะเป็นไปได้ตามหลักการทางวิศวกรรม เช่น ที่ตั้งโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ ประเภทและผังท่อของระบบรวบรวมน้ำเสีย ประเภทและแผนภาพการไหลของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น ซึ่งในเบื้องต้น ผู้ออกแบบต้องพิจารณาแนวทางที่มีความเป็นไปได้มากกว่า 1 แนวทาง และทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละแนวทางเพื่อคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสมต่อไป ซึ่งมีข้อพิจารณาดังนี้

- แนวทางที่เหมาะสมต้องเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพและสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งตลอดจนถึงปีเป้าหมาย
- แนวทางที่เหมาะสมต้องเป็นแนวทางซึ่งมีค่าใช้จ่ายตลอดโครงการต่ำสุด ค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะประกอบด้วย ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการเดินระบบ ค่าบำรุงรักษา ดอกเบี้ย และค่าเสื่อมราคา รวมทั้งค่าชดเชยหรือลดผลกระทบด้านต่างๆ เช่น การเวนคืนที่ดิน ค่าสูญเสียโอกาสของชาวบ้านในท้องถิ่น เป็นต้น ถึงแม้ว่าบางแนวทางซึ่งใช้ที่ดินสาธารณประโยชน์ (ไม่ต้องซื้อที่ดิน) ผู้ออกแบบก็ควรประเมินราคาที่ดินดังกล่าวเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อเปรียบเทียบกับแนวทางอื่นซึ่งต้องซื้อที่ดินจากเอกชนด้วย
- แนวทางที่เหมาะสมต้องเป็นแนวทางที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

บทที่ 3
ระบบรวบรวมน้ำเสียชุมชนและระบบระบายน้ำฝน

ระบบรวบรวมน้ำเสียชุมชนทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนหรือพื้นที่บริการไปบำบัดที่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนระบายทิ้งลงสู่แหล่งรับน้ำ เพื่อป้องกันปัญหามลพิษทางน้ำและปัญหาทางด้านสาธารณสุขของชุมชน ส่วนระบบระบายน้ำฝนทำหน้าที่ระบายน้ำฝนหรือน้ำท่า (runoff) ลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรงเพื่อป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมขัง บทนี้จะกล่าวถึงประเภทของระบบ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบระบายน้ำฝน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

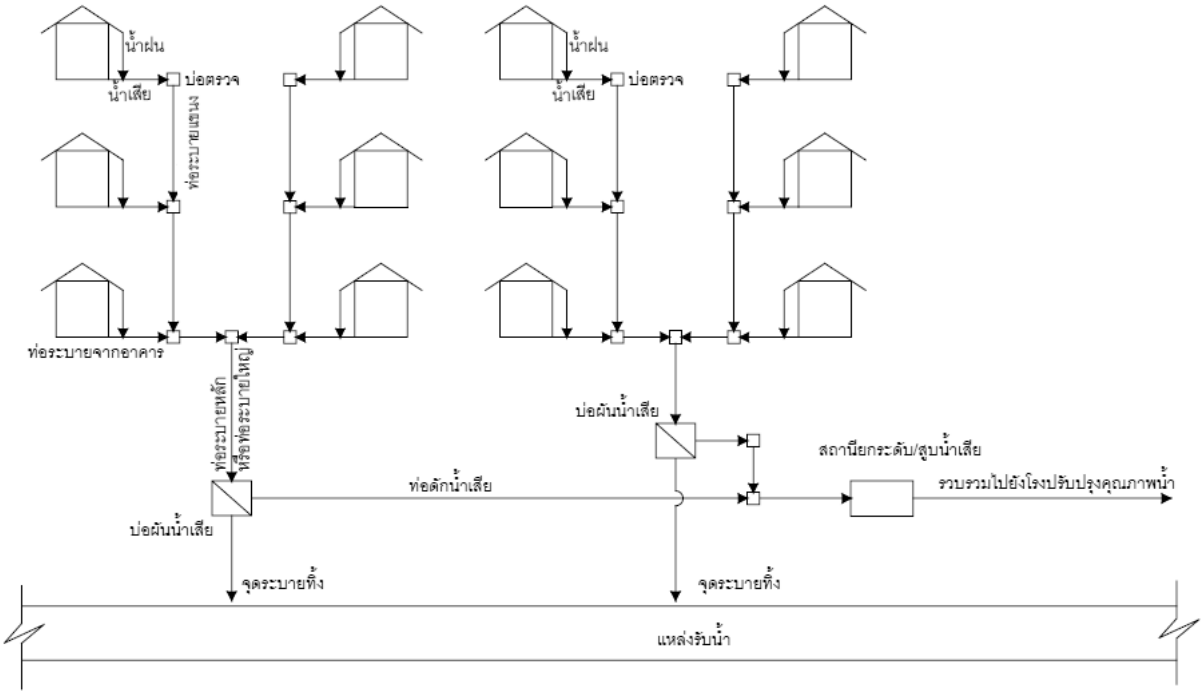
3.1 ประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย

3.1.1 ระบบท่อระบายรวม (combined sewer system)

ระบบท่อระบายรวมเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนเก่าที่มีพื้นที่ในการวางท่ออย่างจำกัด เป็นระบบที่รวบรวมทั้งน้ำฝนและน้ำเสียภายในท่อเดียวกัน ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ท่อระบายรวม (combined sewer) บ่อผันน้ำเสีย (combined sewer overflow structure; CSOs) และท่อดักน้ำเสีย (intercepting sewer) ดังรูปที่ 3.1 กรณีฝนไม่ตก บ่อผันน้ำเสียจะดักน้ำเสียทั้งหมด (จากท่อระบายรวม) เข้าสู่ท่อดักน้ำเสียเพื่อลำเลียงไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนต่อไป ส่วนในกรณีฝนตก ท่อระบายรวมจะรวบรวมทั้งน้ำเสียและน้ำฝนทั้งหมดเข้าสู่บ่อผันน้ำเสีย แต่ที่บ่อผันน้ำเสียนี้ น้ำเสียซึ่งถูกเจือจางกับน้ำฝน (จนค่าสารมลพิษไม่เกินค่ากำหนดในมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง) ส่วนหนึ่งจะถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรง และน้ำเสียปนน้ำฝนที่เหลือจะไหลเข้าสู่ท่อดักน้ำเสียเพื่อลำเลียงไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนต่อไป

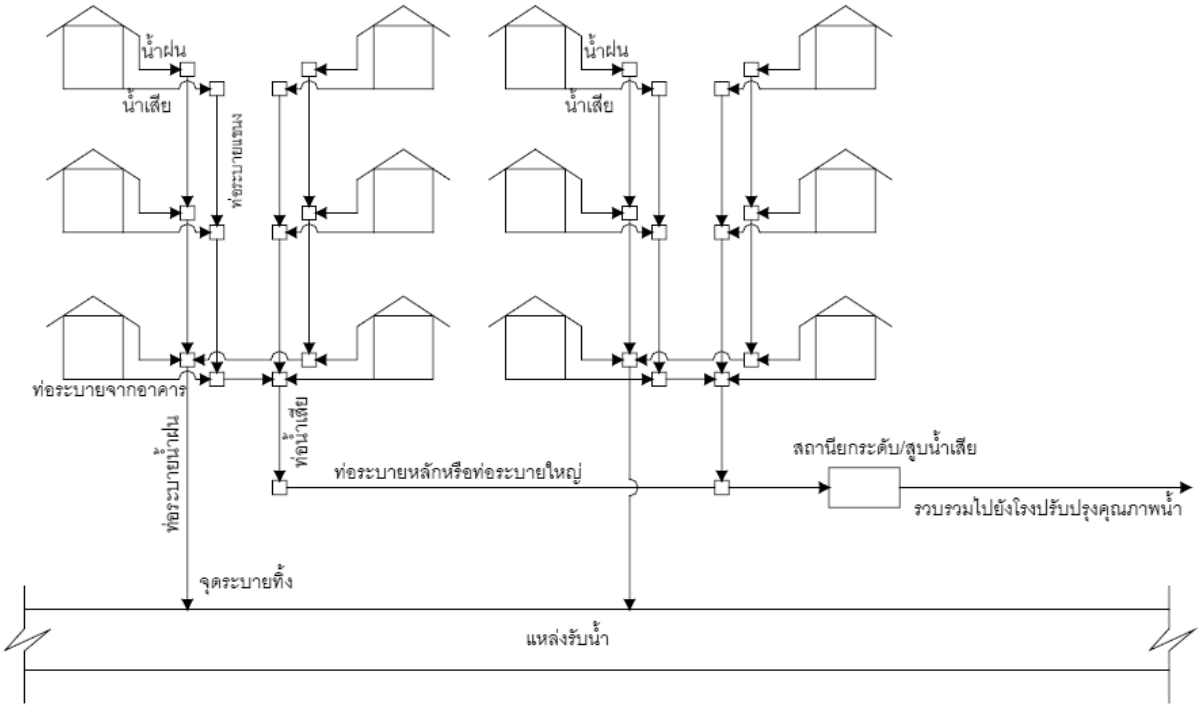
3.1.2 ระบบท่อระบายแยก (separate sewer system)

ระบบท่อระบายแยกเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนใหม่ ซึ่งเป็นระบบที่ประกอบด้วยท่อ 2 ชนิด ได้แก่ ท่อระบายน้ำฝน (storm drain) และท่อน้ำเสีย (sanitary sewer) ดังรูปที่ 3.2 ท่อระบายน้ำฝนจะทำหน้าที่ระบายน้ำฝนออกจากชุมชนเพื่อป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมขัง ส่วนท่อน้ำเสีย ทำหน้าที่สะกัดกั้นไม่ให้น้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำต่อไป



รูปที่ 3.1 ระบบท่อระบายรวม

(**หมายเหตุ -** ท่อที่รับน้ำเสียจากบ่อผันน้ำเสียและรวบรวมเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ เรียกว่า “ท่อดักน้ำเสีย”)



รูปที่ 3.2 ระบบท่อระบายแยก

3.2 ข้อพิจารณาในการเลือกประเภทของระบบรวบรวมน้ำเสีย

3.2.1 สภาพของชุมชน

ระบบท่อระบายรวมเหมาะสำหรับชุมชนเก่าซึ่งมีประชากรหนาแน่นและมีพื้นที่อย่างจำกัดในการวางท่อ ส่วนระบบท่อระบายแยกเหมาะกับชุมชนใหม่ซึ่งยังมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการวางท่อแยก ระหว่างท่อน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน

3.2.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในขณะฝนตกที่ความเข้มข้นสูงถึงค่าหนึ่ง ระบบท่อระบายรวมจะต้องระบายน้ำเสียส่วนหนึ่งที่เจือจางด้วยน้ำฝนแล้วลงสู่แหล่งน้ำรับน้ำโดยตรง จึงอาจทำให้แหล่งรับน้ำมีปัญหามลพิษทางน้ำได้ โดยเฉพาะในกรณีฝนตกครั้งแรก (first flush) ซึ่งจะมีเศษขยะต่าง ๆหรือของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนในท่อ (ในหน้าแล้ง) ถูกทำให้ลอยฟุ้งขึ้นและถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำได้

3.2.3 งบประมาณการลงทุน

ผู้ออกแบบควรเปรียบเทียบงบประมาณการก่อสร้างและการดำเนินการโดยรวมของโครงการก่อนคัดเลือกประเภทระบบรวบรวมที่เหมาะสม โดยปกติระบบท่อระบายรวมไม่ต้องก่อสร้างท่อใหม่ทั้งหมด เพียงแต่ก่อสร้างบ่อผันน้ำเสียและท่อดักน้ำเสียเพื่อรวบรวมน้ำเสียจากท่อระบายเดิมไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน อย่างไรก็ตามองค์ประกอบอื่น ๆของระบบท่อระบายรวมนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าระบบท่อระบายแยก เช่น ท่อ สถานีสูบน้ำเสีย บ่อตรวจ ตลอดจนขนาดของโรงปรับปรุง คุณภาพน้ำ ฯลฯ ส่วนระบบท่อระบายแยกต้องมีการก่อสร้างท่อใหม่ทั้งหมด รวมทั้งต้องปรับปรุงระบบ ท่อภายในอาคารอีกด้วย

3.2.4 ความเข้าใจของประชาชน

ประชาชนต้องมีความรู้และความเข้าใจการทำงานของระบบ โดยเฉพาะระบบท่อระบายแยกซึ่งต้องมีการแยกบรรจบท่อจากอาคารเข้ากับท่อระบายน้ำฝนและท่อน้ำเสียของชุมชน ถ้ามีการบรรจบท่อผิดพลาด จะทำให้น้ำเสียบางส่วนถูกระบายลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรง ดังนั้นเจ้าของโครงการต้องจัดสรรงบประมาณสำหรับการประชาสัมพันธ์ในส่วนนี้ไว้ด้วย

3.2.5 ความเร็วการไหลในท่อ

ระบบท่อระบายรวมมีท่อขนาดใหญ่กว่าท่อน้ำเสีย (ของระบบท่อระบายแยก) เนื่องจากต้องออกแบบเผื่อการระบายน้ำท่าในขณะฝนตก จึงเป็นการยากที่จะออกแบบให้น้ำเสียไหลด้วยความเร็วล้างตัวเอง (self-cleaning velocity)ได้ทุกสภาวะ โดยเฉพาะในช่วงที่ฝนไม่ตก ดังนั้นอาจทำให้ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียตกตะกอนและถูกย่อยสลายในท่อได้ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจะทำให้อายุการใช้งานของท่อสั้นกว่าที่ควร

3.2.6 ความยากง่ายในการควบคุมระบบ

ระบบท่อระบายรวมจะมีอัตราไหลน้ำเสียแปรผันในช่วงกว้าง เนื่องจากในขณะฝนตกจะมีปริมาณน้ำฝนบางส่วนถูกรวบรวมเข้าโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย จึงทำให้การควบคุมเดินระบบยาก ในขณะที่ระบบท่อระบายแยกมีเฉพาะน้ำเสียเท่านั้นที่ถูกรวบรวมเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงทำให้อัตราไหลน้ำเสียแปรผันในช่วงแคบกว่าและทำให้การควบคุมเดินระบบง่ายกว่า

3.2.7 การวางแผนผังเมือง

ระบบท่อระบายแยกมีข้อดีกว่าระบบท่อระบายรวม ทั้งในแง่ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความง่ายในการควบคุมเดินระบบ (ของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ) แต่ชุมชนเก่าโดยทั่วไปมักมีพื้นที่อย่างจำกัดในการวางท่อแยก เนื่องจากไม่มีการวางแผนสำหรับใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ล่วงหน้า จึงทำให้มีการโตแบบไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นชุมชนใหม่จะต้องมีการวางแผนผังเมืองและต้องกันพื้นที่ไว้ล่วงหน้า จึงจะทำให้การก่อสร้างระบบท่อระบายแยกมีความเป็นไปได้

3.3 องค์ประกอบของระบบรวบรวมน้ำเสีย

3.3.1 ท่อ

3.3.1.1 ท่อระบายจากอาคาร (building sewer)

ท่อระบายจากอาคาร คือ ท่อระบายน้ำทิ้งหรือท่อระบายน้ำฝนจากอาคารที่บรรจบกับท่อระบายแขนงของระบบรวบรวมน้ำเสียหรือระบบระบายน้ำฝนของชุมชน

3.3.1.2 ท่อระบายแขนง (lateral sewer)

ท่อระบายแขนง คือ ท่อที่รับน้ำจากท่อระบายจากอาคารหรือกลุ่มอาคารเพื่อรวบรวมเข้าสู่ท่อระบายหลัก

3.3.1.3 ท่อระบายหลัก (main sewer)

ท่อระบายหลักหรือท่อระบายใหญ่ (trunk sewer) คือ ท่อระบายที่รับน้ำจากท่อระบายแขนงและรวบรวมน้ำเสียเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ (ระบบท่อระบายแยก) หรือท่อดักน้ำเสีย (ระบบท่อระบายรวม) หรือระบายลงสู่แหล่งรับน้ำ (ระบบระบายน้ำฝน)

3.3.1.4 ท่อดักน้ำเสีย (intercepting sewer)

ท่อดักน้ำเสียเป็นท่อที่ใช้เฉพาะในระบบท่อระบายรวมเท่านั้น คือ ท่อที่รับน้ำเสียจากบ่อผันน้ำเสีย เพื่อรวบรวมน้ำเสียเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

3.3.1.5 ท่อหลักความดัน (force main)

ท่อหลักความดัน คือ ท่อที่ต่อจากสถานีสูบไปยังจุดรับน้ำโดยอาศัยแรงดันจากเครื่องสูบ

(หมายเหตุ – ในกรณีที่เป็นระบบท่อระบายรวมนั้น ท่อระบายรวม คือ ท่อระบายแขนง ท่อระบายหลัก และท่อดักน้ำเสีย แต่ท่อดักน้ำเสียจะหมายถึงท่อที่รับน้ำเสียหรือน้ำฝนจากบ่อผันน้ำเสียเท่านั้น ซึ่งในขณะฝนตกจะรับปริมาณน้ำฝนเพียงบางส่วนเท่านั้น ส่วนท่อระบายแขนงและท่อระบายหลักจะรับน้ำเสียและน้ำฝนทั้งหมดและรวบรวมเข้าสู่บ่อผันน้ำเสียต่อไป)

3.3.2 บ่อผันน้ำเสีย

บ่อผันน้ำเสียเป็นองค์ประกอบที่มีเฉพาะในระบบท่อระบายรวมเท่านั้น ภายในบ่อมีอุปกรณ์แบ่งน้ำ เช่น ฝายน้ำล้น เป็นต้น ซึ่งในขณะฝนตกที่ความเข้มสูงถึงค่าหนึ่ง อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถแบ่งน้ำเสียปนน้ำฝนส่วนหนึ่งทิ้งลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรง ส่วนน้ำเสียปนน้ำฝนที่เหลือจะถูกรวบรวมเข้าสู่ท่อดักน้ำเสียและลำเลียงไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนต่อไป แต่ในกรณีที่ฝนไม่ตก อุปกรณ์ดังกล่าวจะรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดจากท่อระบายรวมเข้าสู่ท่อดักน้ำเสีย

3.3.3 สถานีสูบน้ำเสีย

ท่อระบายน้ำฝนและท่อรวบรวมน้ำเสียมักออกแบบให้น้ำไหลด้วยแรงโน้มถ่วงเป็นหลัก เนื่องจาก เป็นการประหยัดพลังงานและงบประมาณในการเดินระบบ แต่มีบางกรณีที่มีสภาวการณ์ไม่เหมาะสม กล่าวคือ ถ้าที่ตั้งโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมีระดับสูงกว่าพื้นที่ในเขตชุมชนหรือต้องวางท่อเป็นระยะทางไกล ทำให้ต้องวางท่อที่ระดับความลึกมาก ซึ่งทำให้ก่อสร้างยากและมีงบประมาณในการก่อสร้างสูง ดังนั้น การก่อสร้างสถานีสูบ/ยกระดับน้ำเสียอาจมีความคุ้มค่ากว่า

3.3.4 บ่อตรวจ (manhole)

บ่อตรวจเป็นบ่อที่ติดตั้งเป็นระยะ ๆ ในระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบระบายน้ำฝน ทำหน้าที่เป็นทางลงเพื่อให้เจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจและซ่อมบำรุงหรือทำความสะอาดท่อ และอาจเป็นช่องทางให้น้ำฝนไหลเข้าระบบด้วย นอกจากนี้บ่อตรวจยังเป็นจุดบรรจบท่อในกรณีที่มีการเปลี่ยนขนาดท่อ เปลี่ยนความลาดหรือความลึกท่อ และเปลี่ยนทิศทางการไหล

3.3.5 หลุมรับน้ำ (catch basin)

หลุมรับน้ำมักใช้กับระบบระบายน้ำฝน มีจุดประสงค์เพื่อให้กรวดทรายในน้ำฝน (จากผิวถนน) จมตัวลงสู่ก้นบ่อก่อนที่น้ำใสส่วนบนจะไหลเข้าสู่ท่อระบายน้ำฝน ซึ่งเป็นการป้องกันท่ออุดตันหรือทำให้สามารถออกแบบหรือวางท่อให้มีความลาดลดลงได้ แต่ต้องใช้แรงงานและงบประมาณในการลอกหลุมรับน้ำบ้างเป็นครั้งคราว ลักษณะของหลุมรับน้ำคล้ายกับบ่อตรวจ แต่หลุมรับน้ำมีก้นบ่อต่ำกว่าท่อทางออก โดยทั่วไปในระบบรวบรวมน้ำเสียไม่นิยมใช้หลุมรับน้ำ เนื่องจากอาจทำให้สารอินทรีย์ในรูปของแข็งจมตัวลงสู่ก้นหลุม ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นได้

3.3.6 ทางน้ำเข้าข้างถนน (street inlet)

ทางน้ำเข้าข้างถนนทำหน้าที่ระบายน้ำฝนจากผิวถนนลงสู่บ่อตรวจหรือหลุมรับน้ำ ซึ่งมีการติดตั้งตะแกรงดักขยะเพื่อป้องกันขยะเข้าไปอุดตันในท่อ

3.3.7 ท่อระบายลอด (depressed sewer)

ท่อระบายลอดเป็นท่อรวบรวมน้ำเสียหรือท่อระบายน้ำฝนที่ลอดผ่านสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น คลอง แม่น้ำ ถนน ทางรถไฟ เป็นต้น

3.3.8 จุดระบายทิ้ง (outfall)

จุดระบายทิ้ง คือ จุดปลายท่อระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งรับน้ำ อาจเป็นการระบายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วหรือการระบายน้ำเสียที่ถูกเจือจางด้วยน้ำฝนแล้วจากบ่อผันน้ำเสีย จุดระบายทิ้งทำหน้าที่กระจายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งรับน้ำ ควรมีการปลูกหญ้าหรือวางหินเรียงหรือดาดคอนกรีตรอบ ๆ บริเวณจุดระบายน้ำทิ้งเพื่อป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง ยกเว้นกรณีที่เป็นจุดระบายทิ้งในทะเล (ocean outfall)

3.3.9 บ่อตรวจโครก (flushing manhole)

บ่อตรวจโครกทำหน้าที่ผันน้ำจากแหล่งน้ำสาธารณะเข้าสู่ระบบท่อเพื่อล้างหรือทำความสะอาดท่อ มักติดตั้งใกล้กับแหล่งน้ำที่มีแรงดันน้ำสูงพอจนสามารถผันเข้ามาทำความสะอาดท่อได้ โดยที่บ่อตรวจโครกจะต้องมีประตูน้ำเพื่อเปิดรับน้ำจากแหล่งน้ำเข้าสู่ระบบท่อ

3.4 อัตราไหลออกแบบ

3.4.1 ท่อน้ำเสีย

ท่อน้ำเสียทำหน้าที่รวบรวมเฉพาะน้ำเสียเท่านั้น ดังนั้นต้องออกแบบให้มีขีดความสามารถอย่างน้อยเท่ากับอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดที่ปีเป้าหมายโครงการ

3.4.2 ท่อระบายรวม (ก่อนบ่อผันน้ำเสีย)

ท่อระบายรวมซึ่งอยู่ก่อนบ่อผันน้ำเสียมีหน้าที่รวบรวมทั้งน้ำเสียและน้ำฝน (ในขณะฝนตก) ทั้งหมดเข้าสู่บ่อผันน้ำเสีย ดังนั้นต้องออกแบบให้มีขีดความสามารถเท่ากับอัตราไหลรวมระหว่างอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดและอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในหน้าแล้งที่ปีเป้าหมาย แต่โดยปกติอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดจะมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในหน้าแล้ง จึงสามารถออกแบบท่อระบายรวมให้มีขีดความสามารถเท่ากับอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดก็เพียงพอแก่การใช้งาน

3.4.3 ท่อดักน้ำเสีย

ท่อดักน้ำเสีย คือ ท่อที่รับน้ำเสียจากบ่อผันน้ำเสียเพื่อลำเลียงเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำต่อไป การกำหนดขีดความสามารถของท่อดักน้ำเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ต้องมากกว่าอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในหน้าแล้งที่ปีเป้าหมาย อัตราการเจือจางน้ำเสียด้วยน้ำฝนจนมีค่าความสกปรกไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง งบประมาณการลงทุน ฯลฯ จากปัจจัยดังกล่าวผู้ออกแบบควรกำหนดขีดความสามารถ ของท่อดักน้ำเสียในประเทศไทยเท่ากับ 3 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้ง (ดีดับเบิลยูเอฟ)

3.4.4 ท่อระบายน้ำฝน

เนื่องจากท่อระบายน้ำฝนมีหน้าที่ระบายเฉพาะน้ำฝนลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรง เพื่อป้องกันน้ำท่วมขังในพื้นที่บริการ ดังนั้นต้องออกแบบท่อระบายน้ำฝนให้มีขีดความสามารถเท่ากับอัตราไหลน้ำท่าสูงสุด ณ จุดนั้นๆ

3.5 อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด

อัตราไหลน้ำท่าสูงสุดเป็นปัจจัยสำคัญต่อการออกแบบขนาดของท่อระบายรวมและท่อระบายน้ำฝน การหาอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันและมีความแม่นยำพอสมควร ได้แก่ วิธีหลักเหตุผล (Rational Method) ดังสมการที่ 3 - 1

$$Q = CiA \qquad (3 - 1)$$

โดยที่ Q = อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด (peak runoff); ลบ.ม./ชั่วโมง

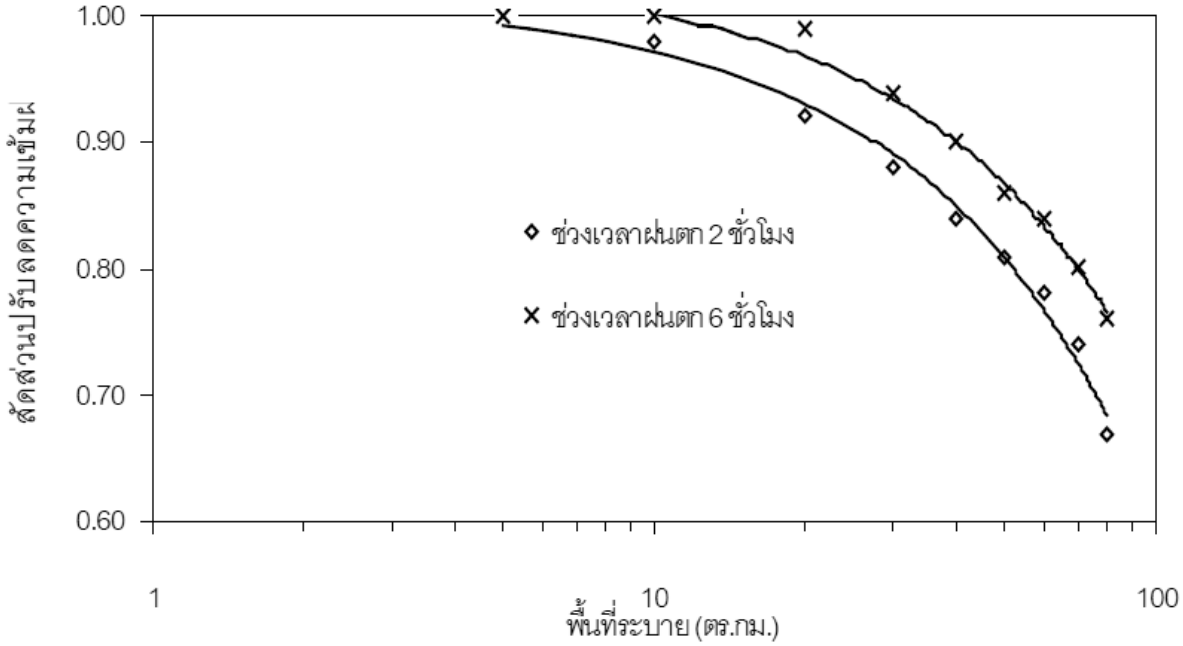
C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า (runoff coefficient) (ดูจากหัวข้อที่ 3.5.1)

i = ความเข้มฝน, เมตร/ชั่วโมง (ดูในหัวข้อที่ 3.5.3)

A = พื้นที่ระบายน้ำ (drainage area), ตร.ม.

การหาอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดด้วยวิธีหลักเหตุผล มีสมมติฐานว่าความเข้มฝนและช่วงเวลาที่ฝนตกมีค่าคงที่ตลอดทั่วทั้งพื้นที่ระบายน้ำ แต่ในความเป็นจริง ความเข้มฝนและช่วงเวลาที่ฝนตกมีค่าไม่เท่ากันตลอดทั่วทั้งพื้นที่ระบายน้ำ ดังนั้นถ้าพื้นที่ระบายน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น ก็จะทำให้อัตราไหลน้ำท่าที่คำนวณได้โดยวิธีนี้มีความแม่นยำน้อยลงหรือมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง

การใช้วิธีหลักเหตุผลเพื่อหาอัตราไหลน้ำท่าในประเทศไทยจะมีความแม่นยำเพียงพอเมื่อมีพื้นที่ระบายน้ำไม่เกิน 4 ตารางกิโลเมตร แต่ถ้าพื้นที่ระบายน้ำใหญ่กว่า 4 ตารางกิโลเมตร ควรปรับลดความเข้มฝนก่อน (ดังรูปที่ 3.3) จึงจะทำให้อัตราไหลน้ำท่าที่คำนวณได้ด้วยวิธีนี้ไม่สูงเกินจริง



รูปที่ 3.3 สัดส่วนปรับลดความเข้มฝนตามขนาดของพื้นที่ระบายน้ำและที่ช่วงเวลาฝนตกต่าง ๆ

(**ดัดแปลงจาก -** สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, **การศึกษา สำรวจ จัดทำแผนหลัก ระบบรองรับพื้นฐานและออกแบบเบื้องต้น ระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบระบายน้ำ ในพื้นที่ชานเมืองด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร**, จัดทำโดย บริษัท เนเธอร์แลนด์ เอ็นยิเนียริ่ง คอนซัลแต้นซ์ บริษัท สแปน จำกัด และบริษัท วอเตอร์ ดีเว็ลลัพเม็นท์ คอนซัลเท็นส์ จำกัด, 2539)

นอกจากนี้อาจหาอัตราไหลน้ำท่าสูงสุดด้วยวิธีอื่นซึ่งให้ความแม่นยำแม้พื้นที่ระบายน้ำจะมีขนาดใหญ่ก็ตาม ได้แก่ วิธีไฮโดรกราฟ ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราไหลน้ำท่าที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับระยะเวลาตั้งแต่ฝนตก โดยอาศัยข้อมูลในภาคสนามของแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการหาอัตราไหล น้ำท่าด้วยวิธีนี้จึงค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ แต่ปัจจุบันมีผู้คิดค้นโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยใน การคำนวณหาความสัมพันธ์ดังกล่าวและยังช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการระบายน้ำจริงได้อีกด้วย ซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับอุทกศาสตร์หรือศึกษาจากคู่มือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของผู้ผลิตต่าง ๆ

3.5.1 สัมประสิทธิ์น้ำท่า

สัมประสิทธิ์น้ำท่าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น ความลาดของพื้นที่ระบายน้ำ สิ่งปกคลุมพื้นผิว ชนิดดิน ความชื้นในดิน เวลาที่ฝนตก ฯลฯ ในกรณีที่ทราบข้อมูลลักษณะพื้นผิวของพื้นที่ระบายน้ำ ผู้ออกแบบสามารถกำหนดสัมประสิทธิ์น้ำท่าดังตารางที่ 3.1 แต่ถ้าไม่ทราบข้อมูลดังกล่าว ผู้ออกแบบอาจกำหนดสัมประสิทธิ์น้ำท่าตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดังตารางที่ 3.2 อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวของพื้นที่ระบายน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตด้วย นอกจากนี้ถ้าพื้นที่ระบายน้ำมีขนาดใหญ่และมีลักษณะการใช้ประโยชน์ของที่ดินหรือมีลักษณะพื้นผิวแตกต่างกันมาก จะต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าเป็นค่าเฉลี่ยตามสัดส่วนลักษณะของพื้นที่ระบายน้ำย่อย

3.5.2 พื้นที่ระบายน้ำ

พื้นที่ระบายน้ำ หมายถึง พื้นที่บริการของโครงการหรือพื้นที่ที่มีระบบระบายน้ำฝน ซึ่งผู้ออกแบบควรศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- แผนที่แสดงระดับเส้นชั้นความสูงและภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อศึกษาความลาดของพื้นที่ระบายน้ำ
- ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือแผนผังเมือง ทั้งในปัจจุบันจนถึงปีเป้าหมาย เพื่อศึกษาระดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่ต่อการป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมขัง
- ลักษณะของดินและส่วนที่ปกคลุมพื้นผิว รวมทั้งความลาดเอียงของพื้นผิว เนื่องจากมีผลกระทบในการกำหนดสัมประสิทธิ์น้ำท่า
- ควรแบ่งพื้นที่บริการออกเป็นพื้นที่ระบายน้ำย่อยหลาย ๆ ส่วนตามลักษณะความลาดของพื้นที่ ซึ่งแต่ละพื้นที่ระบายน้ำย่อยสามารถระบายน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกและรวมเข้าที่จุดหนึ่ง ๆ เพื่อต่อเข้าท่อระบายหลักต่อไปได้

3.5.3 ความเข้มฝน

ความเข้มฝนสามารถหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับช่วงเวลาฝนตกที่คาบอุบัติฝนต่างๆกัน กราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวได้จากการเก็บข้อมูลเชิงสถิติและเป็นข้อมูลเฉพาะ ท้องถิ่น เนื่องจากลักษณะหรือรูปแบบของฝนที่ตกในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างกัน ข้อมูลฝนดังกล่าวสามารถศึกษาได้จากข้อมูลฝนในอดีตซึ่งถูกบันทึกโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

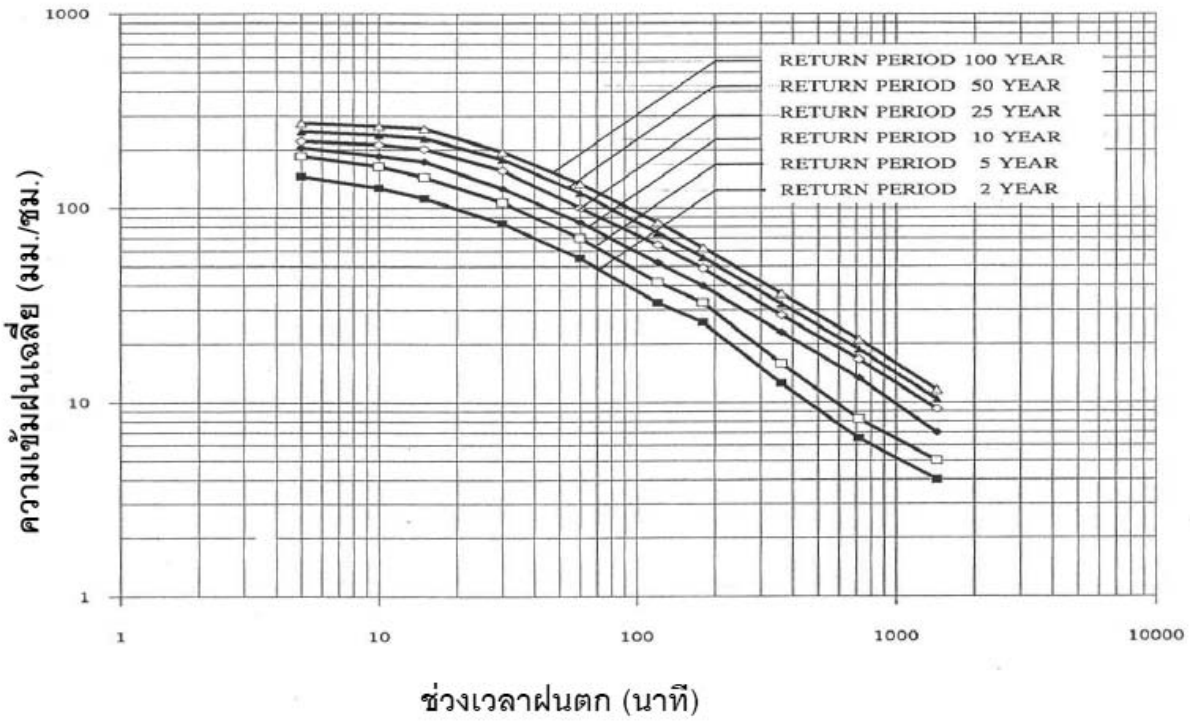
ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนกับช่วงเวลาฝนตกที่คาบอุบัติฝนต่าง ๆ กันของชุมชนหนึ่งในประเทศไทยแสดงดังรูปที่ 3.4 ส่วนการเลือกใช้คาบอุบัติฝนและช่วงเวลาฝนตกจะขอกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 3.5.4 และ 3.5.5

ตารางที่ 3.1 สัมประสิทธิ์น้ำท่าตามลักษณะพื้นที่ผิวของพื้นที่ระบายน้ำ

ลักษณะพื้นที่ผิว	สัมประสิทธิ์ของน้ำท่า
ส่วนปูพื้น	
- ยางมะตอยหรือคอนกรีต	0.70 – 0.95
- อิฐ หรือ อิฐตัวหนอน	0.70 – 0.85
หลังคา	0.75 – 0.95
สนาม (ดินทราย)	
- เรียบ – ลาด 2%	0.05 – 0.10
- ลาด 2 – 7%	0.10 – 0.15
- ลาด 7% ขึ้นไป	0.15 – 0.20
สนาม (ดินแน่น)	
- เรียบ – ลาด 2%	0.13 – 0. 17
- ลาด 2 – 7%	0.18 – 0.22
- ลาด 7% ขึ้นไป	0.25 – 0.35

ตารางที่ 3.2 สัมประสิทธิ์น้ำท่าตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่

ลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่	สัมประสิทธิ์ของน้ำท่า
เขตธุรกิจ	
- หนาแน่น	0.70 – 0.95
- รอบ ๆ บริเวณเขตธุรกิจ	0.50 – 0.70
เขตที่พักอาศัย	
- ครอบครัวเดี่ยว	0.30 – 0.50
- หลายครอบครัว (แยกกัน)	0.40 - 0.60
- หลายครอบครัว (ติดกัน)	0.60 – 0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25 – 0.40
เขตอพาร์ทเมนท์	0.50 – 0.70
เขตอุตสาหกรรม	
- เบา	0.50 - 0.80
- หนัก	0.60 - 0.90
สวนสาธารณะ	0.10 – 0.25
สวนเด็กเล่น	0.20 – 0.35
สถานีรถไฟ,ชุมทาง	0.20 - 0.35
ที่รกร้าง	0.10 – 0.30



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและช่วงเวลาฝนตกที่คาบอุบัติฝนต่าง ๆ (**หมายเหตุ** – กราฟความสัมพันธ์นี้จะเป็นข้อมูลเฉพาะท้องถิ่นหนึ่ง ๆ เท่านั้น)

3.5.4 คาบอุบัติฝน (return period)

คาบอุบัติฝน หมายถึง ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยของเหตุการณ์ที่ฝนตกในปริมาณที่เท่ากันหรือมากกว่าที่กำหนดมีโอกาสจะเกิดซ้ำ โดยทั่วไปฝนที่มีคาบอุบัติฝนนานขึ้น ย่อมมีความเข้มฝนสูงกว่าฝนที่มีคาบอุบัติฝนต่ำกว่า กล่าวคือ ฝนที่มีคาบอุบัติฝน 5 ปี (หรือฝนตกหนักที่ควรจะเกิดขึ้นเพียง 1 ครั้งในรอบ 5 ปี) ควรจะมีความเข้มฝนน้อยกว่าฝนที่มีคาบอุบัติฝน 10 ปี (หรือฝนตกหนักที่ควรจะเกิดขึ้นเพียง 1 ครั้งในรอบ 10 ปี)

ปัจจัยสำคัญในการเลือกคาบอุบัติฝน ได้แก่ ระดับความรุนแรงของความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมขัง และความคุ้มค่าในการลงทุน ถ้ากำหนดคาบอุบัติฝนนานขึ้นก็จะทำให้มีความปลอดภัยจากน้ำท่วมขังสูงขึ้น แต่ทำให้ท่อระบายน้ำฝนและเครื่องสูบน้ำฝนมีขนาดใหญ่และมีงบประมาณการลงทุนสูงขึ้นด้วย ดังนั้นการเลือกคาบอุบัติฝนที่เหมาะสมสำหรับออกแบบท่อระบายน้ำฝนนั้น ควรคำนึงถึงความคุ้มทุนระหว่างงบประมาณการลงทุนกับความเสียหายที่จะเกิดขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถคำนวณจุดคุ้มทุนดังกล่าวได้ ให้เลือกคาบอุบัติฝนตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดังนี้

- สำหรับเขตที่อยู่อาศัย ควรกำหนดคาบอุบัติฝนเท่ากับ 2 - 15 ปี แต่แนะนำให้ใช้เท่ากับ 5 ปี
- สำหรับเขตพาณิชยกรรมหรือเขตที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ควรกำหนดคาบอุบัติฝนเท่ากับ 10 - 50 ปี ขึ้นกับระดับความรุนแรงของความเสียหายของพื้นที่
- สำหรับงานที่เกี่ยวกับการป้องกันน้ำท่วม ควรกำหนดคาบอุบัติฝนเท่ากับ 50 ปี หรือมากกว่า 50 ปีขึ้นไป

3.5.5 เวลารวมตัวของน้ำท่า (time of concentration; t_c)

อัตราไหลน้ำท่าจะสูงสุดเมื่อฝนตกที่ความเข้มสูงถึงค่าหนึ่งและตกนานอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งน้ำท่าบนพื้นที่ระบายน้ำทุกส่วนไหลไปยังจุดพิจารณา เวลาที่ทำให้เกิดอัตราไหลน้ำท่าสูงสุด เรียกว่า **"เวลารวมตัวของน้ำท่า"** ซึ่งเท่ากับช่วงเวลาที่ฝนตกด้วยความเข้มฝนค่าหนึ่งหรืออาจเรียกว่า **"เวลานับว่าฝนตก"** ก็ได้

(หมายเหตุ – เวลาที่นับว่าฝนตก หมายถึง ช่วงเวลาที่ฝนตกด้วยความเข้มสูงพอจนมีผลกระทบต่อการระบายน้ำ ซึ่งโดยปกติเวลาที่ฝนตกจริงจะยาวนาน แต่ในช่วงต้นและช่วงหลังของฝนตกจะมีความเข้มฝนเบาบางมากจนไม่มีผลกระทบต่อการเกิดอัตราไหลน้ำท่า)

เวลารวมตัวของน้ำท่า เท่ากับ เวลาที่น้ำท่าไหลจากจุดที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายน้ำมายังจุดเข้าท่อ รวมกับเวลาที่น้ำท่าไหลในท่อจนถึงจุดที่พิจารณาออกแบบ การหาเวลาน้ำท่าไหลในท่อสามารถคำนวณได้จากสมการทางชลศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง แต่เวลาการไหลของน้ำท่าจากจุดไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดเข้าท่อระบายน้ำนั้นคำนวณได้จากสภาพผิวของพื้นระบายน้ำซึ่งขึ้นอยู่ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความลาดของพื้นผิว ลักษณะสิ่งปกคลุมพื้นผิว และระยะทางที่น้ำท่าไหลเข้าจุดเข้าท่อ ฯลฯ

ถ้าผู้ออกแบบมีข้อมูลลักษณะของพื้นผิว (ความลาดของพื้นที่ระบายและสิ่งที่ปกคลุมพื้นผิว) และระยะทางที่น้ำท่าไหลเข้าท่อ สามารถคำนวณหาเวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อได้จากสมการที่ 3 - 2 หรือกราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.5

$$t = (0.067 n' \, l/s)^{0.467} \qquad (3 - 2)$$

โดยที่ t = เวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อ; นาที

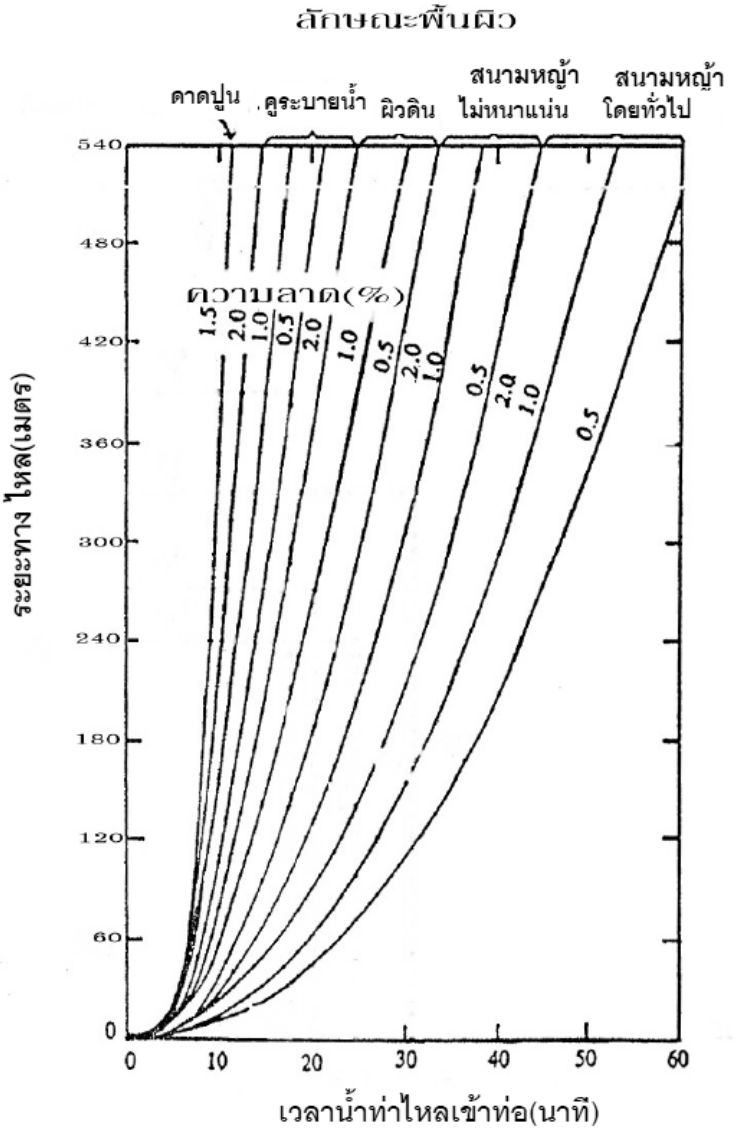
n' = สัมประสิทธิ์ของการต้านการไหล (ดูจากตารางที่ 3.3)

l = ระยะทางที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบาย; เมตร (ยาวไม่เกิน 360 เมตร)

s = ความลาดชันของพื้นที่ผิว

แต่ถ้าผู้ออกแบบไม่ทราบข้อมูลลักษณะพื้นผิวของพื้นที่ระบายน้ำ ให้กำหนดเวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อตามลักษณะการใช้ประโยชน์ ดังนี้

- พื้นที่ที่มีความหนาแน่น มีการพัฒนามาก น้ำท่าไม่สามารถซึมลงดินได้ และมีทางน้ำเข้าข้างถนนถี่ ควรกำหนดเวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อเท่ากับ 5 นาที แต่ถ้าเป็นพื้นที่ราบเรียบหรือความลาดชันน้อย อาจกำหนดเวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อเท่ากับ 10 - 15 นาที
- สำหรับพื้นที่ที่เป็นที่พักอาศัย มีการพัฒนาน้อย และเป็นพื้นที่ราบเรียบหรือลาดชันน้อย อาจกำหนดเวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อเท่ากับ 20 - 30 นาที



รูปที่ 3.5 เวลาที่น้ำท่าไหลเข้าท่อตามลักษณะของพื้นผิวที่ความลาดเอียงต่าง ๆ

ตารางที่ 3.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของการต้านการไหลสำหรับหาเวลาน้ำท่าไหลเข้าท่อ

ชนิดของพื้นที่ผิว	สัมประสิทธิ์ของการต้านการไหล
พื้นที่ผิวที่น้ำซึมลงดินไม่ได้	0.02
พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและราบเรียบ	0.10
พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและมีความขรุขระพอสมควร	0.20
พื้นที่ที่มีหญ้าปกคลุมไม่หนาแน่นหรือเขตเกษตรกรรม	0.20
พื้นที่ที่มีหญ้าขนาดใหญ่ เช่น ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	0.40
พื้นที่ที่มีเป็นป่าที่มีต้นไม้ใหญ่	0.60
พื้นที่ที่เป็นป่าที่มีต้นไม้ใหญ่และมีใบไม้ปกคลุมด้วย	0.80
พื้นที่ที่เป็นป่าสนหรือปกคลุมด้วยต้นไม้ใหญ่	0.80
พื้นที่ที่มีหญ้าปกคลุมอย่างหนาแน่น	0.80

3.6 สมการในการออกแบบท่อ

3.6.1 การไหลในรางเปิด (open-channel flow)

โดยทั่วไปมักออกแบบท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝนเป็นระบบไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลักหรือเรียกว่า “การไหลในรางเปิด” ซึ่งมีสมการสำหรับออกแบบที่นิยมใช้ ได้แก่ สมการแมนนิ่ง (manning equation) ดังสมการที่ 3 - 3

$$v = (R^{2/3} S^{1/2})/n \qquad (3 - 3)$$

โดย v = ความเร็วการไหลของน้ำ, เมตร/วินาที

R = รัศมีชลศาสตร์ (hydraulic radius), เมตร

= อัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดการไหลกับเส้นขอบเปียก (wet perimeter)

S = ความลาดชันของเส้นชันพลังงาน, เมตร/เมตร (เท่ากับสัดส่วนของเฮดสูญเสียต่อความยาวท่อ)

= ความลาดชันของท่อหรือท้องราง ถ้าเป็นการไหลแบบเป็นระเบียบ (uniform flow)

n = สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง (manning roughness coefficient)

สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่งขึ้นอยู่กับชนิดและอายุการใช้งานของท่อ โดยปกติถ้าเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กมักกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่งในช่วง 0.013 - 0.015 แต่แนะนำให้ใช้เท่ากับ 0.015 ส่วนท่อชนิดอื่น

ผู้ออกแบบสามารถตรวจสอบข้อมูลได้จากผู้ผลิต ผู้ออกแบบควรคำนึงอยู่เสมอว่าถ้าน้ำเสียไหลไม่เต็มท่อ จะทำให้ค่าต่าง ๆ (เช่น ความเร็วการไหล รัศมีชลศาสตร์ ฯลฯ) แปรผันตามระดับความสูงของน้ำในท่อด้วย ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 3.6

นอกจากนี้การไหลผ่านฝายก็ถือว่าเป็นการไหลแบบรางเปิดเช่นกัน สมการสำหรับออกแบบฝายซึ่งมีการไหลแบบอิสระ (free flow) ของฝายสี่เหลี่ยมแบบสันคม (sharp-crested rectangular weir) และฝายสี่เหลี่ยมแบบสันกว้าง (broad–crested rectangular wier) แสดงดังสมการที่ 3 - 4 และ 3 - 5 ตามลำดับ ส่วนฝายแบบร่องตัววีที่มีมุมเท่ากับ 90 องศา (V-notch weir) ฝายหุบ (contraction weir) และฝายสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal weir) มีสมการออกแบบดังสมการที่ 3 - 6 ถึง 3 - 8 ตามลำดับ

$$Q = 1.84LH^{1.5} \quad (3 - 4)$$

$$Q = 1.71LH^{1.5} \quad (3 - 5)$$

$$Q = 1.47H^{2.5}; \text{ มุมของร่องตัววีเท่ากับ 90 องศา} \quad (3 - 6)$$

$$Q = 1.84(L-0.1H)H^{1.5} \quad (3 - 7)$$

$$Q = 1.859LH^{2.5} \quad (3 - 8)$$

โดยที่ Q = อัตราไหลผ่านฝาย, ลบ.ม./วินาที
L = ความยาวของสันฝาย, เมตร
H = ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย, เมตร

3.6.2 การไหลในท่อหลักความดัน

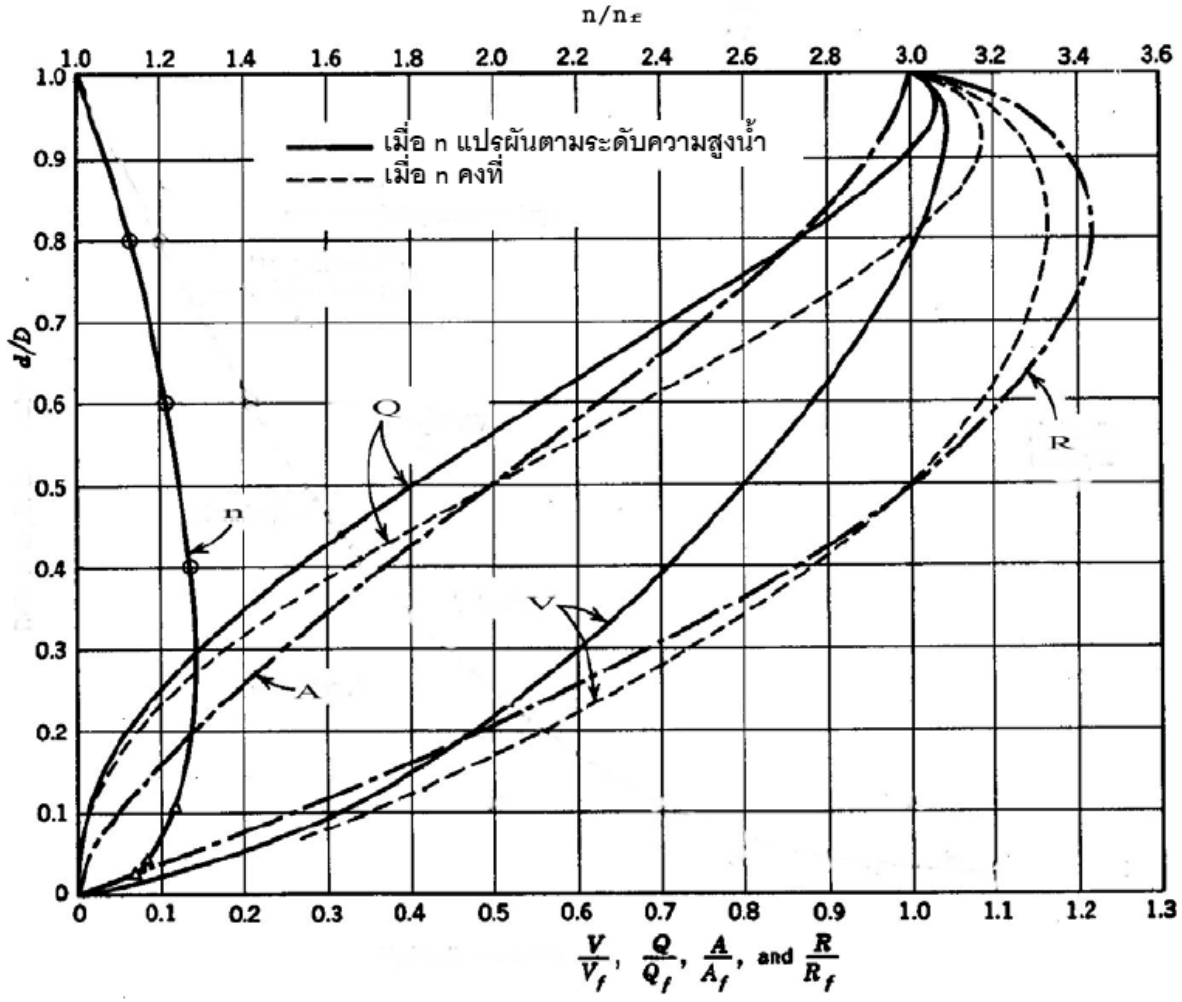
ในกรณีที่ไม่สามารถวางท่อให้ไหลด้วยแรงโน้มถ่วงได้ จำเป็นต้องก่อสร้างสถานีสูบน้ำเสียและลำเลียงน้ำเสียด้วยท่อซึ่งอาศัยแรงดันจากเครื่องสูบ ท่อลำเลียงดังกล่าวเรียกว่า “ท่อหลักความดัน” สมการที่เกี่ยวข้องสำหรับการออกแบบท่อหลักความดันมีหลายวิธี แต่สมการที่นิยมใช้ ได้แก่ สมการ ฮาเซนวิลเลียมส์ (Hazen-Williams equation) ซึ่งแสดงดังสมการที่ 3 - 9

$$v = 0.849CR^{0.63}S^{0.54} \quad (3 - 9)$$

โดยที่ C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์ (ดูจากตารางที่ 3.4)
S = ความลาดชันของเส้นชันพลังงาน
= เฮดสูญเสียต่อความยาวท่อ, เมตร/เมตร

3.7 การจัดผังระบบท่อ

ท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝนควรออกแบบให้น้ำไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลัก และควรวางท่อให้มีความลาดและหลบหลีกสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น ท่อประปา ท่อสายไฟ เป็นต้น ถ้าก่อสร้างหรือวางผังท่อผิดพลาด การแก้ไขหรือการเพิ่มเติมระบบจะกระทำได้ยาก ไม่เหมือนกับระบบ ท่อประปาซึ่งเป็นท่อแรงดันซึ่งสามารถวางท่อให้มีระดับขึ้นลงเพื่อหลบสิ่งกีดขวางต่าง ๆ หรือเพิ่มเติมขยายระบบได้ง่ายกว่า



รูปที่ 3.6 ลักษณะทางชลศาสตร์การไหลในรางเปิดของท่อกลม

(d = ระดับน้ำที่ไหลในท่อ; D = เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ; ค่าที่ห้อย f = ค่าต่าง ๆที่น้ำไหลเต็มท่อ)

(หมายเหตุ- โดยปกติเมื่อระดับน้ำในท่อเปลี่ยนแปลงย่อมทำให้ค่า n แปรผันด้วย แต่ในทางปฏิบัติมักถือว่า n คงที่)

ตารางที่ 3.4 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์ของท่อชนิดต่าง ๆ

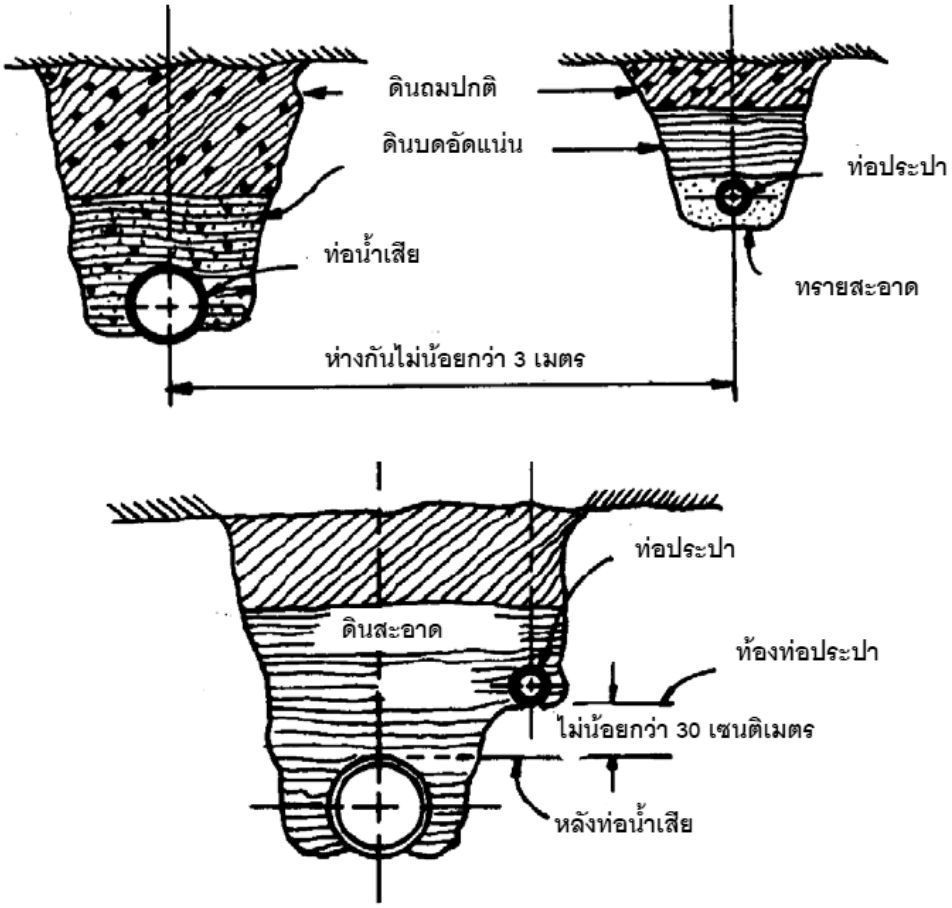
ชนิดของท่อ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์
ท่อที่ตรงและเรียบมาก ๆ	140
ท่อที่เรียบมาก	130
ไม้เรียบหรือปูนเรียบ	120
ท่อเหล็ก (ใหม่) ใช้หยุดย้ำ, ท่อดินเผา	110
ท่อเหล็ก (เก่า), อิฐปกติ	100
ท่อเหล็ก (เก่า), ใช้หมุดย้ำ	95
ท่อเหล็ก (เก่า) ในสภาพโทรม	60 – 80

ปัจจัยสำคัญในการจัดผังระบบท่อสามารถสรุปได้ดังนี้

- แผนที่แสดงตำแหน่ง แผนที่เส้นชั้นความสูง แบบแปลน และภาพตัดตามยาวของระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ (เช่น ถนน ทางรถไฟ อาคาร บ้านเรือน แนวท่อระบายเดิม ท่อประปา ท่อไฟฟ้า ท่อโทรศัพท์ แม่น้ำ ลำธาร คลอง เป็นต้น) ควรมีมาตราส่วนอย่างเหมาะสม จึงจะทำให้การวางผังท่อเป็นไปอย่างแม่นยำ มาตราส่วนของแผนที่หรือแบบแปลนที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานดังตารางที่ 3.5 นอกจากนี้ถ้าถนนหรือพื้นผิวของพื้นที่ระบายน้ำมีความลาดน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 6 เส้นชั้นความสูงควรมีระยะห่างไม่เกิน 0.50 เมตร แต่ถ้าความลาดมากกว่าร้อยละ 6 เส้นชั้นความสูงอาจมีระยะห่างมากถึง 1.5 เมตร
- ผู้ออกแบบควรวางแนวท่อให้มีความยาวสั้นที่สุดและเป็นแนวทางที่มีความต้องการสถานีสูบ/ยกระดับน้ำเสียน้อยที่สุด แต่ต้องครอบคลุมทั่วพื้นที่บริการและมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด
- ท่อน้ำเสียควรวางอยู่ใกล้กับกลางถนน เพื่อรับน้ำเสียจากบ้านเรือนทั้งสองข้างถนน ถ้าถนนมีความกว้างมาก อาจวางท่อน้ำเสียไว้ทั้งสองข้างถนนก็ได้
- ผู้ออกแบบควรวางแนวท่อผ่านที่ดินสาธารณะ และหลีกเลี่ยงวางท่อผ่านพื้นที่ของส่วนบุคคล
- ผังระบบท่อต้องประกอบด้วยตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ท่อระบายหลัก ท่อดักน้ำเสีย บ่อตรวจ บ่อผันน้ำเสีย สถานีสูบน้ำเสีย เป็นต้น
- ท่อระบายน้ำฝนหรือท่อระบายรวมควรวางใกล้กับขอบถนนหรือใต้พื้นถนนโดยตรง ทำให้ระบายน้ำฝนลงท่อได้รวดเร็วที่สุด
- ผู้ออกแบบควรหลีกเลี่ยงการวางท่อน้ำเสียในบริเวณเดียวกับท่อน้ำประปา แต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรกำหนดให้ใช้ท่อระบายน้ำเสียแบบทนความดันได้หรือเชื่อมต่อท่อด้วยแหวนยางอัดหรือวางท่อน้ำเสียให้ต่ำกว่าหรือห่างจากท่อประปาพอสมควร เพื่อป้องกัน ผลกระทบในกรณีที่มีการรั่วซึม ดังรูปที่ 3.7

ตารางที่ 3.5 ชนิดของแผนที่และมาตราส่วนของแผนที่

ประโยชน์การใช้งาน	รายละเอียด	มาตราส่วน
การสำรวจตัวเมือง	-	1 : 2,000 – 1 : 50,000
การแสดงตำแหน่ง	ผังแปลนและรูปตัดตามยาว ผังบริเวณก่อสร้าง ตำแหน่งทั่วไป	1 : 500 – 1 : 1,000 1 : 200 – 1 : 500 1 : 50 – 1 : 200
แบบแสดงรายละเอียด	ทั่วไป การประกอบติดตั้ง รายละเอียด	1 : 20 – 1 : 100 1 : 5 – 1 : 20 1 : 1 – 1 : 10



รูปที่ 3.7 การวางท่อน้ำเสียใกล้กับท่อน้ำประปา

3.8 ความเร็วต่ำสุด

ผู้ออกแบบควรออกแบบท่อรวบรวมน้ำเสียให้น้ำไหลด้วยความเร็วอย่างน้อยค่าหนึ่งเพื่อป้องกันการตกตะกอนของของแข็งแขวนลอยในท่อ ซึ่งเป็นการป้องกันกลิ่นจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และการกัดกร่อนท่อ ความเร็วการไหลของน้ำดังกล่าว เรียกว่า **"ความเร็วต่ำสุด"**

ท่อรวบรวมน้ำเสียควรกำหนดความเร็วต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร/วินาที ที่อัตราไหล (น้ำเสีย) รายชั่วโมงสูงสุดตั้งแต่ปีแรกของโครงการ ซึ่งถือว่าทำให้เกิดการล้างท่ออย่างน้อยวันละหนึ่งครั้ง แต่ต้องตรวจสอบความเร็วการไหลที่ปีเป้าหมายด้วย กล่าวคือ ถ้าความเร็วการไหลที่อัตราไหลสูงที่ปีเป้าหมายมีค่าเกินค่าความเร็วสูงสุด(ดูจากหัวข้อที่ 3.9) ก็จำเป็นต้องลดความลาดท่อลงและยอมให้ ความเร็วการไหลในปีแรกของโครงการต่ำกว่า 0.6 เมตร/วินาที ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นต้องมีการล้างและ บำรุงรักษาท่อบ้างในตอนช่วงแรกของโครงการ

3.9 ความเร็วสูงสุด

จุดประสงค์ในการกำหนดความเร็วสูงสุดเพื่อป้องกันการสึกกร่อนของท่ออันเป็นสาเหตุทำให้อายุการใช้งานน้อยกว่าอายุจริงของ (วัสดุของ) ท่อ โดยทั่วไปควรกำหนดความเร็วสูงสุดไม่เกิน 3.0 เมตร/วินาที ที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดของปีเป้าหมายโครงการ แต่ถ้าเป็นท่อที่มีการเคลือบผิวเป็น พิเศษ และทนต่อการสึกกร่อนสูง เช่น ท่อพีอี (PE) ท่อพีวีซี (PVC) เป็นต้น อาจกำหนดความเร็วให้สูงกว่านี้ได้ แต่ต้องตรวจสอบข้อมูลและได้รับการยืนยันจากผู้ผลิตด้วย

3.10 ขนาดท่อเล็กที่สุด

ก. ท่อน้ำเสีย

ท่อน้ำเสีย (ระบบท่อระบายแยก) ควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร

ข. ท่อระบายน้ำฝนและท่อระบายรวม (ก่อนบ่อผันน้ำเสีย)

ท่อระบายน้ำฝนและท่อระบายรวม (ซึ่งรวบรวมน้ำเสียและน้ำฝนทั้งหมดเข้าสู่บ่อผันน้ำเสีย) ควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร

ค. ท่อดักน้ำเสีย

ท่อดักน้ำเสียซึ่งรับน้ำเสียหรือน้ำฝนจากบ่อผันน้ำเสียควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร

3.11 ระดับน้ำในท่อ

สำหรับท่อรวบรวมน้ำเสียควรออกแบบให้มีระดับน้ำไหลในท่อไม่เกิน 0.8 ของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดที่ปีเป้าหมาย ส่วนท่อระบายน้ำฝนอาจออกแบบให้น้ำไหลเต็มท่อที่อัตราไหลน้ำท่าสูงสุด

3.12 ความลาดของท่อ

ผู้ออกแบบต้องออกแบบให้ท่อมีความลาดเพียงพอ เพื่อทำให้ความเร็วการไหลในท่อไม่น้อยกว่าความเร็วต่ำสุด ความลาดต่ำสุดของท่อสามารถคำนวณได้จากสมการการไหลที่เกี่ยวข้อง เช่น สมการแมนนิ่ง เป็นต้น บางกรณีอาจวางท่อให้มีความลาดเท่ากับถนนหรือพื้นที่วางท่อก็ได้ แต่ต้องมีความเร็วการไหลในกรณีต่าง ๆกันไม่น้อยกว่าความเร็วต่ำสุดและไม่มากกว่าความเร็วสูงสุด ตารางที่ 3.6 แสดงความลาดต่ำสุดสำหรับการวางท่อน้ำเสียขนาดต่าง ๆ

ตารางที่ 3.6 ความลาดต่ำสุดสำหรับการวางท่อน้ำที่ขนาดต่าง ๆ

เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (มิลลิเมตร)	ความลาดต่ำสูง (เมตร/เมตร)	
	n = 0.013	n = 0.015
200	0.0033	0.0044
250	0.0025	0.0033
300	0.0019	0.0026
400	0.0013	0.0017
500	0.0010	0.0013
600	0.0008	0.0010
800	0.0005*	0.0007*
1000	0.0004*	0.0005*
1200	0.0003*	0.0004*

หมายเหตุ

- ค่าในตารางคำนวณจากสมการแมนนิ่ง โดยกำหนดให้ความเร็วการไหลต่ำสุดเท่ากับ 0.6 เมตร/วินาที ซึ่งกำหนดให้น้ำเสียมีระดับการไหลเท่ากับครึ่งท่อ ดังนั้นค่าดังกล่าวเป็นการเผื่อความปลอดภัยแล้ว เนื่องจากถ้าน้ำเสียไหลมากกว่าครึ่งท่อ จะทำให้ความเร็วการไหลเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดูจากรูปที่ 3.6
- * ในทางปฏิบัติความลาดต่ำสุดของท่อไม่ควรน้อยกว่า 0.0008 เมตร/เมตร

3.13 ความลึกต่ำสุด

ผู้ออกแบบควรวางท่อให้มีความลึกเพียงพอ จึงจะทำให้ท่อรวบรวมน้ำเสียหรือท่อระบายน้ำฝนสามารถรับน้ำจากท่อระบายจากอาคารได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงแรงกดจากน้ำหนักของดินและน้ำหนักจรด้วย ผู้ออกแบบควรกำหนดความลึกต่ำสุดของท่อโดยให้มีดินคลุมหลังท่อไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร แต่ต้องตรวจสอบความสามารถในการรับแรงของท่อจากผู้ผลิตก่อนด้วย

3.14 ความลึกสูงสุด

การวางท่อที่ระดับความลึกมากทำให้ยากต่อการก่อสร้างและทำให้งบประมาณการก่อสร้างสูง ความลึกการวางท่อแบบเปิดหน้าดิน (open cut) ขึ้นอยู่กับลักษณะของชั้นดินแต่ละพื้นที่ แต่โดยทั่วไปควรวางท่อไม่ให้มีความลึกเกิน 4 - 6 เมตร

3.15 ท่อหลักความดัน (force main)

ท่อหลักความดัน หมายถึง ท่อที่ต่อจากสถานีสูบไปยังจุดรับน้ำโดยอาศัยแรงดัน การวางท่อชนิดนี้จะวางขนานไปตามความลาดของพื้นที่ผิว สมการสำหรับการออกแบบท่อหลักความดันได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.6.2 (ดังสมการที่ 3 - 9) ส่วนค่ากำหนดการออกแบบท่อหลักความดันมีรายละเอียดดังนี้

- ความเร็วการไหลต่ำสุดในท่อไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร/วินาที
- ความเร็วที่ทำให้ตะกอนในท่อฟุ้งกลับขึ้นมาใหม่ และควรมีความเร็วอย่างน้อยเท่ากับ 1.0 เมตร/วินาที
- ความเร็วสูงสุดการไหลในท่อที่ปีเป้าหมายโครงการไม่เกิน 3.0 เมตร/วินาที แต่ถ้าเป็นท่อที่มีการเคลือบผิวเป็นพิเศษและทนต่อการสึกกร่อนสูง อาจกำหนดความเร็วให้สูงกว่านี้ได้ แต่ต้องตรวจสอบข้อมูลและได้รับการยืนยันจากผู้ผลิตก่อน

3.16 บ่อตรวจ

จุดประสงค์หลักของบ่อตรวจ คือ อำนวยความสะดวกสำหรับเข้าไปตรวจสอบบำรุงรักษาระบบท่อเมื่อท่ออุดตันหรือชำรุด และเป็นจุดบรรจบท่อในกรณีที่มีการเปลี่ยนขนาดท่อ เปลี่ยนความลาดหรือความลึกท่อ และเปลี่ยนทิศทางท่อ

3.16.1 ตำแหน่งของบ่อตรวจ

บ่อตรวจมีใช้ทั้งในระบบระบายน้ำเสีย ระบบระบายน้ำฝน และระบบท่อระบายรวม ตำแหน่งของบ่อตรวจขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานดังนี้

- ระยะห่างของบ่อตรวจสำหรับท่อระบายหลัก (ระบบท่อระบายแยก) หรือท่อดักน้ำเสีย (ระบบท่อระบายรวม) ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อและอุปกรณ์การล้างท่อ โดยมีค่าแนะนำดังตารางที่ 3.7
- ระยะห่างระหว่างบ่อตรวจสำหรับท่อระบายน้ำฝนหรือท่อระบายรวม (ที่รวบรวมน้ำเสียและน้ำฝนเข้าสู่บ่อผันน้ำเสีย) ขึ้นอยู่กับความต้องการระบายน้ำฝนจากผิวถนนเพื่อป้องกันน้ำท่วมขัง เนื่องจากทางน้ำเข้าข้างถนนมักติดกับบ่อตรวจ
- นอกจากนี้ต้องมีบ่อตรวจในกรณีอื่น ๆ ด้วย เช่น การบรรจบท่อ เปลี่ยนความลาดท่อ เปลี่ยนขนาดท่อ เปลี่ยนระดับท่อ เป็นต้น

3.16.2 รูปร่างและขนาดของบ่อตรวจ

รูปร่างของบ่อตรวจมีทั้งบ่อตรวจกลมและสี่เหลี่ยม บ่อตรวจกลมมีความสามารถรับแรงดันด้านข้างได้ดี สามารถต่อเชื่อมท่อได้ทุกทิศทางและติดตั้งง่ายกว่า ขนาดของบ่อตรวจจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอเพื่อให้คนสามารถลงไปทำงานและออกมาได้อย่างสะดวก โดยมีค่าแนะนำดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 ระยะห่างระหว่างบ่อตรวจสำหรับท่อระบายหลักหรือท่อดักน้ำเสีย

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (d)	ระยะห่างสูงสุดระหว่างบ่อตรวจ (เมตร)
$d \leq 0.6$ เมตร	40
$0.6 < d \leq 1.2$ เมตร	80
$d > 1.2$ เมตร	120

ตารางที่ 3.8 ขนาดของบ่อตรวจ

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (d)	ขนาดของบ่อตรวจ (เมตร)	
	บ่อกลม (เส้นผ่านศูนย์กลาง)	บ่อสี่เหลี่ยม (กว้าง x ยาว)
$d \leq 0.6$ เมตร	1.2	1.2 x 1.2
0.6 ม. $< d \leq 0.8$ เมตร	1.4	1.2 x 1.4
0.8 ม.$< d \leq 1.0$ เมตร	1.6	1.2 x 1.6
1.0 ม.$< d \leq 1.2$ เมตร	1.8	1.2 x 1.8
$d > 1.2$ เมตร	2.1	1.2 x 2.1

3.16.3 บันไดในบ่อตรวจ

บันไดในบ่อตรวจควรอยู่ติดผนังด้านใดด้านหนึ่งซึ่งตรงกับฝาปิดบ่อตรวจ เพื่อให้คนสามารถขึ้นลงได้สะดวก และต้องทำด้วยเหล็กไร้สนิมหรือวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน มีความกว้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร มีระยะห่างแต่ละขั้นประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร

3.16.4 ฝาปิดของบ่อตรวจ

ข้อพิจารณาในการออกแบบฝาปิดบ่อตรวจ มีดังนี้

- มีความแข็งแรงสามารถรับแรงกดและแรงกระแทกได้
- ฝาปิดบ่อตรวจควรมีระดับราบเรียบกับพื้นถนนหรือทางเท้าพอดี
- สามารถซ่อมแซมบำรุงหรือเปลี่ยนได้ง่าย
- ฝาบ่อตรวจต้องมีน้ำหนักมากพอที่จะป้องกันบุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเปิดฝา หรือขโมย โดยมีน้ำหนักประมาณ 45 - 70 กิโลกรัม
- ควรออกแบบให้เป็นฝากลม เพราะแข็งแรงกว่าฝาเหลี่ยม รวมทั้งหล่นลงบ่อตรวจไม่ได้

(**หมายเหตุ-** บ่อตรวจที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ซึ่งไม่มีระบบระบายน้ำต้องมีมาตรการป้องกันน้ำท่าไหลล้นเข้าบ่อตรวจด้วย)

3.17 บ่อตรวจแบบลดระดับ (drop manhole)

กรณีที่ท่อเข้าและท่อออกของบ่อตรวจมีความแตกต่างของระดับความสูงเกิน 0.5 เมตร ต้องใช้บ่อตรวจ แบบลดระดับ

3.18 ทางน้ำเข้าข้างถนน

ทางน้ำเข้าข้างถนนมักติดกับบ่อตรวจหรือหลุมรับน้ำ ทำหน้าที่เป็นช่องให้น้ำฝนบนผิวถนนไหลเข้าท่อระบายน้ำฝนหรือท่อระบายรวมต่อไป ระยะห่างระหว่างทางน้ำเข้าข้างถนนขึ้นอยู่กับความต้องการในการระบายน้ำฝนจากผิวถนนเพื่อป้องกันน้ำท่วมขัง แต่ผู้ออกแบบควรคำนึงอยู่เสมอว่า ถ้าทางน้ำเข้าข้างถนนถี่จะทำให้บ่อตรวจเยอะขึ้นด้วย ซึ่งอาจทำให้มีปัญหาได้ เช่น การกีดขวางทางเท้าและจราจร รวมทั้งราคาก่อสร้างสูงขึ้น เป็นต้น

3.19 บ่อผันน้ำเสีย (combined sewer overflow, CSOs)

หน้าที่ของบ่อผันน้ำเสียได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 3.3.2 ส่วนข้อพิจารณาในการออกแบบบ่อผันน้ำเสียสามารถสรุปได้ดังนี้

- บ่อผันน้ำเสียต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถผันน้ำเสียปนน้ำฝนส่วนหนึ่งระบายลงสู่แหล่งรับน้ำโดยตรงในขณะฝนตก โดยทั่วไปมักออกแบบเป็นฝายน้ำล้น
- ตำแหน่งของบ่อผันน้ำเสียควรอยู่ใกล้กับจุดทิ้งน้ำหรือใกล้กับแหล่งที่นำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์
- ภายในบ่อผันน้ำเสียอาจประกอบด้วยตะแกรงดักขยะ ซึ่งมีระยะห่างระหว่างซี่ตะแกรงไม่เกิน 5 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อดักน้ำเสีย และควรคำนึงถึงแรงงานที่ต้องใช้สำหรับทำความสะอาดตะแกรงด้วย
- กรณีจุดระบายน้ำทิ้งต่ำกว่าระดับน้ำในแหล่งรับน้ำ ต้องมีวาล์วป้องกันน้ำจากแหล่งรับน้ำไหลย้อนเข้าระบบระบาย เช่น ประตูกระดก(flap gate) เป็นต้น แต่บางกรณี เช่น จุดระบายน้ำทิ้งเป็นชายทะเลควรระวังการทับถมของทรายซึ่งทำให้วาล์วกันน้ำย้อนทำงานไม่ได้ จำเป็นต้องสร้างสถานีสูบน้ำฝนทิ้งลงสู่แหล่งรับน้ำ

3.20 ท่อลอด (depressed sewer)

กรณีที่ท่อรวบรวมน้ำเสียหรือท่อระบายน้ำฝนผ่านสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ คลอง ถนน เป็นต้น จำเป็นต้องใช้ท่อลอด ซึ่งทำให้ประหยัดค่าดำเนินการมากกว่าการใช้สถานีสูบและท่อหลัก ความดันข้อพิจารณาในการออกแบบสามารถสรุปได้ดังนี้

- ท่อต้องเป็นชนิดรับแรงดันได้ เนื่องจากท่อลอดทำงานภายใต้ความดัน
- ท่อลอดควรมีน้ำหนักมากพอ เพื่อป้องกันการลอยตัวเนื่องจากแรงยกตัวของน้ำใต้ดิน ควรออกแบบให้มีความเร็วการไหลไม่ต่ำกว่า 0.9 เมตร/วินาที ที่อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุดในปีปัจจุบันของโครงการ
- เพื่อง่ายต่อการออกแบบและทำให้น้ำไหลด้วยความเร็วการไหลไม่น้อยกว่า 0.9 เมตร/วินาที ในทุกกรณี ควรออกแบบให้มีหลายท่อขนานกันและต้องมีโครงสร้างหรืออุปกรณ์แบ่งน้ำเข้าสู่ท่อต่าง ๆ ตามอัตราไหลที่ออกแบบไว้

บทที่ 4
ระบบรวบรวมน้ำเสียชุมชนและระบบระบายน้ำฝน

สถานีสูบน้ำเสียมีหน้าที่ยกระดับของเหลวที่มีระดับต่ำเกินไปให้มีระดับสูงและเพียงพอแก่ความต้องการ เช่น ใช้ในระบบรวบรวมน้ำเสียหรือระบบระบายน้ำฝน เมื่อต้องการให้น้ำเสียหรือน้ำฝนสามารถไหลต่อไปด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก หรือต้องการลำเลียงน้ำเสียด้วยท่อหลักความดันเพื่อป้อนน้ำเสียเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้อีกหลายรูปแบบ เช่น ใช้กับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ใช้กับตะกอน กรวด ทราย หรือสลัดจ์ เป็นต้น

4.1 ประเภทของสถานีสูบ

สถานีสูบสามารถแบ่งได้หลายแบบตามเกณฑ์ที่ใช้ เช่น แบ่งตามการก่อสร้าง (ชนิดสำเร็จรูปหรือชนิดก่อสร้างในที่) แบ่งตามขนาดหรืออัตราไหล แบ่งตามวิธีการสูบ (เครื่องสูบแบบใบพัดหรือ เครื่องแบบสกรู) แต่โดยทั่วไปมักแบ่งตามลักษณะของบ่อสูบ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบบ่อเปียก/บ่อแห้ง (wet-well/dry-well) และแบบบ่อเปียก (wet-well) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อดีและข้อเสียของสถานีสูบแต่ละประเภท

ข้อดี	ข้อเสีย
สถานีสูบแบบบ่อเปียก - ค่าก่อสร้างต่ำกว่าแบบบ่อเปียก/บ่อแห้ง เนื่องจากไม่ต้องมีบ่อแห้ง - ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างน้อยกว่าแบบบ่อเปียก /บ่อแห้ง - ไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างเหนือพื้นดิน - ไม่มีเสียงรบกวนในขณะทำงาน	- ต้องมีอุปกรณ์เพื่อยกเครื่องสูบขึ้นมา เมื่อมีการซ่อมแซม เช่น เครน รอกไฟฟ้า เป็นต้น - ยากในการเข้าถึงเครื่องสูบ จึงมักขาดการดูแลรักษา โดยปกติมักต้องยกเครื่อง (overhaul) ทุก 1 - 2 ปี - เครื่องสูบอาจค้างหรือติดขัดกับรางเลื่อนของเครื่องสูบ (guide rail) ในขณะที่จะยกหรือติดตั้งเครื่องสูบ หรือเครื่องสูบอาจต่อกับท่อจ่ายไม่ได้ในขณะติดตั้งเครื่องสูบ
สถานีสูบแบบบ่อเปียก/บ่อแห้ง - การใช้ไปบำรุงรักษาเครื่องสูบ สามารถทำได้ง่าย - มีความยืดหยุ่น ใช้ได้กับอัตราไหลในช่วงกว้าง - สามารถเลือกอุปกรณ์การขับเครื่องสูบได้หลายแบบ	- ค่าก่อสร้างแพงกว่าแบบบ่อเปียก - ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมากกว่าแบบบ่อเปียก - เสี่ยงต่อการถูกน้ำท่วม โดยเฉพาะแบบที่มีเรือนสูบต่ำกว่าระดับน้ำต่ำสุดในบ่อเปียก - กรณีเป็นแบบที่มีเรือนสูบอยู่เหนือระดับน้ำต่ำสุดในบ่อเปียก ต้องมีระบบล่อน้ำเพิ่มเติม ระบบจึงมีความน่าเชื่อถือต่ำ

สถานีสูบแบบบ่อเปียก/บ่อแห้งประกอบด้วยบ่อเปียกและบ่อแห้งแยกส่วนกัน โดยที่บ่อเปียกมีหน้าที่เก็บกักน้ำไว้ระยะหนึ่งและสร้างสภาวะต่างๆให้เหมาะสมก่อนที่จะถูกสูบไป เช่น ลดความปั่นป่วนหรือน้ำวน ป้องกันเครื่องสูบสตาร์ทถี่เกินไป เป็นต้น ส่วนบ่อแห้งจะเป็นที่ตั้งของเครื่องสูบ (ซึ่งมีปลายท่อดูดจุ่มอยู่ในบ่อเปียก)

สถานีสูบแบบบ่อเปียกจะมีเฉพาะบ่อเปียกเท่านั้น ซึ่งมีหน้าที่เก็บกักน้ำและเป็นที่ตั้งของ เครื่องสูบภายในบ่อเดียวกัน โดยส่วนใหญ่เครื่องสูบจะจุ่มอยู่ในบ่อเปียก ซึ่งเรียกว่า “เครื่องสูบแบบแช่น้ำ” (submersible pump)

4.2 รายการข้อมูลที่ต้องการสำหรับการออกแบบสถานีสูบน้ำเสีย

- ลักษณะน้ำเสียที่จะสูบ (ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย ขนาดของเศษขยะในน้ำเสีย ความหนาแน่น อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น)
- อัตราไหลที่สภาวะต่างๆ เช่น อัตราไหลต่ำสุด อัตราไหลเฉลี่ย และอัตราไหลสูงสุด เป็นต้น
- สถานที่ตั้ง แผนผังระบบท่อ และโพร์ไฟส์ชลศาสตร์ (hydraulic profile) จากบ่อเปียกไปถึงหน่วยรับน้ำ
- ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดในบ่อเปียก และระดับน้ำที่หน่วยรับ
- ชนิดของสถานีสูบ(แบบบ่อเปียกหรือแบบบ่อเปียก/บ่อแห้ง)
- การเลือกชนิดของเครื่องสูบ ซึ่งต้องรวมถึงจำนวนของเครื่องสูบ แบบความเร็วรอบคงที่ (constant-speed) หรือแปรความเร็วรอบ (variable-speed) และควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับประเภทของสถานีสูบด้วย
- เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ (pump characteristic curve) และเส้นโค้งเฮด-ขีดความสามารถของระบบ (system head - capacity curve) เพื่อหาจุดใช้งานเครื่องสูบ (pump - operating point) หรือการเลือกเครื่องสูบให้เหมาะสม โดยที่เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ คือ เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เฮด อัตราไหล พลังงานที่ต้องการ และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเรือนสูบและของแต่ละผู้ผลิต ส่วนเส้นโค้งเฮด - ขีดความสามารถของระบบ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างเฮดทั้งหมด (total head) ของระบบท่อ (ท่อดูดและท่อจ่าย) กับอัตราไหลต่างๆ โดยที่เฮดทั้งหมดจะเท่ากับผลรวมของเฮดสถิต (static head) เฮดความเร็ว (velocity head) และเฮดสูญเสียทั้งหมด ซึ่งต้องทราบความแตกต่างของระดับน้ำในบ่อเปียกและหน่วยรับน้ำ ขนาดและความยาวท่อของท่อดูดและท่อจ่าย รวมทั้งองค์ประกอบของระบบท่อที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้องอ วาล์ว เป็นต้น

- available NPSH (net positive suction head) และ required NPSH (net positive suction head) เพื่อตรวจสอบและป้องกันของเหลวเดือดภายใต้สภาวะที่ความดันลดลงตรงบริเวณใบพัดของเครื่องสูบหรือป้องกันการเกิดแคว็เตชัน (cavitation) โดยที่ available NPSH หมายถึง เฮดด้านดูดขั้นต่ำที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเครื่องสูบกับระดับน้ำของบ่อเปียกในด้านดูด ส่วน required NPSH หมายถึง เฮดด้านดูดที่ใบพัดในขณะครื่องสูบทำงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของแต่ละเครื่องสูบและแต่ละผู้ผลิตโดยปกติควรออกแบบให้ available NPSH มากกว่า required NPSH
- ความต้องการการระบายอากาศ และการกำจัดกลิ่น
- รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการใช้

4.3 ที่ตั้งของสถานีสูบน้ำเสีย

การเลือกสถานที่ตั้งสถานีสูบน้ำเสียจำเป็นจะต้องทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- การป้องกันความเสียหายของสถานีสูบจากปัญหาน้ำท่วมในบริเวณนั้น
- การจราจรและความสะดวกในการเข้าถึงในทุกฤดูกาล รวมทั้งความสะดวกในการนำอุปกรณ์และเครื่องจักรที่มีน้ำหนักมากเข้า/ออก
- สาธารณูปการ เช่น น้ำประปา โทรศัพท์ การป้องกันอัคคีภัย เป็นต้น
- ความยากง่ายและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและบำรุงรักษา
- แหล่งพลังงานที่เชื่อถือได้ ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องสามารถเชื่อมต่อกับแหล่งไฟฟ้าได้ 2 แหล่ง หรืออาจใช้เครื่องปั่นไฟแทนก็ได้เมื่อแหล่งไฟฟ้าหลักเกิดขัดข้อง
- ผลกระทบต่อชุมชนในด้านความสวยงามและทัศนียภาพ ปัญหาจากกลิ่น เสียง ความสั่นสะเทือน ปัญหาต่อการดำรงชีวิตและอาชีพของประชาชน
- แผนการใช้ที่ดินและความเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยรอบสถานีสูบ

4.4 การดักและกำจัดขยะ

น้ำเสียจากชุมชนมักจะมีเศษขยะหรือวัสดุที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่เครื่องสูบหรืออุดตันอุปกรณ์ในระบบได้ การกำจัดขยะก่อนเข้าสู่สถานีสูบหรือบ่อเปียกจึงมีความจำเป็น รายละเอียดการออกแบบตะแกรงดักขยะที่ใช้สำหรับสถานีสูบจะกล่าวรวมกับตะแกรงดักขยะซึ่งใช้สำหรับบำบัดขั้นเตรียมการในบทที่ 6 ต่อไป

4.5 ข้อพิจารณาโดยทั่วไปในการออกแบบสถานีสูบน้ำเสีย

ข้อพิจารณาในการออกแบบสถานีสูบน้ำเสียโดยทั่วไป คือ

- ถ้าเป็นสถานีสูบสุดท้ายซึ่งจะลำเลียงน้ำเสียไปยังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ ควรมีการติดตั้งเครื่องสูบสำรองและเครื่องปั่นไฟด้วย (ใช้แหล่งพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง)
- สถานีสูบน้ำเสียมักถูกออกแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยม เนื่องจากสามารถแบ่งพื้นที่ใช้สอยได้ง่าย แต่ในกรณีที่บ่อสูบลึกมากอาจต้องออกแบบเป็นบ่อทรงกระบอก เพราะเป็นโครงสร้างที่สามารถรับแรงกดได้ดีกว่า
- โครงสร้างที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กและสัมผัสกับน้ำเสียควรมีการเคลือบด้วยสารเคมีเพื่อป้องกันการรั่วซึมหรืออาจใช้น้ำยากันซึมผสมในคอนกรีตก็ได้ สำหรับวัสดุภายในต่าง ๆ (โดยเฉพาะโลหะ) ก็ควรเคลือบสีด้วย เพื่อป้องกันการกัดกร่อน
- การออกแบบต้องเตรียมทางเข้า-ออกและช่องฝาเปิด (hatches) ที่มีขนาดเพียงพอให้สามารถนำอุปกรณ์เข้า-ออกได้ สำหรับช่องเปิดของเครื่องสูบอาจใช้ช่องฝาเปิดแยกสำหรับเครื่องสูบแต่ละตัวหรือช่องใหญ่ช่องเดียวก็ได้
- สถานีสูบต้องมีโครงเหล็ก (A-frame) พร้อมล้อเลื่อนไว้สำหรับยกเครื่องสูบ มอเตอร์ และเกียร์ หรืออาจใช้โมโนเรลล์ (monorail) เครน (traveling bridge crane) หรือรถยก เพื่อยกอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก
- เนื่องจากสถานีสูบน้ำเสียมักอยู่ในบริเวณที่มีแนวโน้มจะเกิดน้ำท่วม ดังนั้นควรออกแบบให้สามารถเข้าถึงและเดินระบบได้แม้ในช่วงน้ำท่วมสูง และควรติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีระดับสูงกว่าระดับน้ำท่วมสูงสุดประมาณ 0.3 - 0.4 เมตร (เช่น เครื่องสูบที่ตั้งอยู่ในบ่อแห้งตู้ควบคุมเครื่องสูบ เป็นต้น)
- สำหรับสถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียกและบ่อแห้งต้องมีผนังกั้นระหว่างบ่อเปียกกับบ่อแห้งเพื่อแยกสองส่วนนี้ออกจากกันอย่างเด็ดขาด รวมทั้งแยกทางเข้าของแต่ละบ่อ ซึ่งเป็นการป้องกันก๊าซ (ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ดูแล) ที่เกิดในบ่อเปียก ส่วนอุปกรณ์ที่ต้องตรวจสอบเป็นประจำ ควรติดตั้งไว้ในบ่อแห้ง
- กรณีที่สถานีสูบตั้งอยู่ในบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง ต้องพิจารณาถึงแรงลอยตัวที่อาจกระทบกับโครงสร้างของสถานีสูบด้วย
- โครงสร้างส่วนที่พ้นดินควรออกแบบให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม
- ควรพิจารณาความปลอดภัยด้วยการใช้ระบบป้องกันไฟรั่ว (ground fault breaker)
- การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบต้องสามารถทำได้ทั้งแบบอัตโนมัติโดยใช้อุปกรณ์วัดระดับน้ำเป็นตัวควบคุม และแบบใช้เจ้าหน้าที่ควบคุม (manual)
- กรณีที่อัตราไหลของน้ำเสียมีการแปรผันในช่วงกว้าง เช่น น้ำเสียชุมชน โดยเฉพาะในระบบท่อระบายรวม เป็นต้น การใช้เครื่องสูบขนาดเล็กหลายเครื่องทำงานร่วมกันหรือต่อแบบขนาน จะทำให้มีความสะดวกและประหยัดงบประมาณในการเดินระบบกว่าการใช้เครื่องสูบขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียว

4.6 สถานีสูบแบบบ่อแห้ง/บ่อเปียก

4.6.1 บ่อเปียก

ข้อพิจารณาในการออกแบบบ่อเปียกของสถานีสูบแบบบ่อเปียก/บ่อแห้งซึ่งจะกล่าวต่อไปนั้น ในบางกรณีอาจนำไปประยุกต์ใช้กับบ่อเปียกของสถานีสูบแบบบ่อเปียกได้เช่นกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ควรแบ่งบ่อเปียกออกเป็นหลายส่วน โดยในแต่ละส่วนต้องมีทางน้ำเข้าและประตูน้ำแยกส่วนกัน จึงจะทำให้สถานีสูบทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แม้ในขณะที่มีการซ่อมบำรุงก็ตาม แต่จะต้องมีประตูน้ำซึ่งสามารถเปิดเชื่อมถึงกันได้ เพื่อทำให้สามารถทำงานได้ในลักษณะเป็นบ่อเดียวกันและป้องกันเครื่องสูบเริ่มเดินเครื่อง (สตาร์ท) ถี่จนเกินไป
- ในบ่อเปียกจะมีก๊าซที่อาจก่อให้เกิดการระเบิดได้ จึงควรออกแบบระบบระบายอากาศด้วยอุปกรณ์ระบายอากาศที่ใช้ต้องเป็นชนิดไม่เกิดประกายไฟ
- กันบ่อเปียกควรลาดเข้าหาท่อดูด และไม่ควรมีส่วนมุมอับเพื่อป้องกันการสะสมของตะกอน ซึ่งควรมีความลาดประมาณ 1 : 1 และจุดสิ้นสุดของพื้นเอียงควรห่างจากท่อดูดประมาณ 0.3 - 0.4 เมตร
- ท่อดูดต้องมีระยะห่างจากทางน้ำเข้าอย่างเพียงพอ เพื่อลดความปั่นป่วนและฟองอากาศที่อาจเกิดขึ้น

4.6.2 บ่อแห้ง

บ่อแห้งเป็นที่ตั้งของเครื่องสูบ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยระบบท่อดูด ท่อจ่ายและวาล์วต่าง ๆ ข้อพิจารณาในการออกแบบบ่อแห้ง มีรายละเอียดดังนี้

- ภายในบ่อแห้งควรมีรางระบายน้ำและบ่อสูบขนาดเล็กบริเวณแนวกำแพงที่ติดกับบ่อเปียกเพื่อดักน้ำที่อาจรั่วจากบ่อเปียกหรือน้ำล้างพื้น และใช้เครื่องสูบขนาดเล็กสูบระบายทิ้งต่อไป ส่วนพื้นบ่อแห้งต้องลาดไปทางรางระบายน้ำด้วยความชันอย่างน้อย 1 : 100
- บันไดลงสู่บ่อแห้งควรทำจากวัสดุที่ทนทานไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กชุบสังกะสี เหล็กชุบโครเมียม เหล็กไร้สนิม อลูมิเนียม หรือคอนกรีต โดยอาจสร้างเป็นบันไดแบบมาตรฐานหรือบันไดลิงตามความเหมาะสม แต่ถ้าเป็นบันไดแบบมาตรฐานควรมีขั้นพักทุก ๆ ความลึกไม่เกิน 4 เมตร และควรติดตั้งราวบันไดที่มีความแข็งแรงเพื่อป้องกันการพลัดตก
- ในกรณีมีเครื่องสูบหลายชุด ควรจัดเรียงเครื่องสูบให้เป็นแนวเดียวกันและห่างเท่า ๆ กัน ส่วนระยะห่างระหว่างเครื่องสูบกับผนังต้องมากพอที่จะทำงานได้ ปกติเครื่องสูบขนาดเล็ก ควรมีระยะห่างกันประมาณ 1 - 1.3 เมตร (ที่ขอบนอกสุดของเครื่องสูบ) และถ้าเป็นเครื่องสูบขนาดใหญ่ควรมีระยะห่างกันอย่างน้อยเท่ากับความกว้างเครื่องสูบ
- เครื่องสูบควรอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำต่ำสุดในบ่อเปียก จึงจะทำให้เกิดการล่อน้ำในตัวตลอดเวลา ในกรณีนี้อาจต้องลดระดับพื้นของบ่อแห้งให้ต่ำกว่าบ่อเปียกบ้าง ถ้าเครื่องสูบมีความสูงกว่าระดับน้ำในบ่อเปียก จำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบล่อน้ำเพิ่มเติม ซึ่งทำให้การทำงานของระบบมีความน่าเชื่อถือต่ำลง

4.6.3 ท่อดูดและท่อจ่าย

ข้อพิจารณาในการออกแบบท่อดูดและท่อจ่ายมีรายละเอียดดังนี้

- ท่อดูดปลายปากระฆังจะให้ประสิทธิภาพการดูดน้ำเข้าเครื่องสูบได้ดีกว่าท่อดูดปลายปากตรง เนื่องจากสามารถลดการสูญเสียเฮดและป้องกันการเกิดน้ำวนได้
- ท่อดูดควรมีขนาดใหญ่กว่าหัวดูดที่ตัวเครื่องสูบอย่างน้อย 1 หรือ 2 ขนาด การติดตั้งท่อดูด เข้ากับหัวดูดของเครื่องสูบควรใช้ข้อลดแบบเยื้องศูนย์ (eccentric reducer) โดยให้ด้านเรียบอยู่ด้านบนเพื่อป้องกันการค้างของอากาศ และก่อนเชื่อมท่อดูดกับเครื่องสูบควรติดวาล์ว และต่อด้วยข้อต่อขยับตัวได้ (flexible coupling) ซึ่งจะทำให้ป้องกันน้ำท่วมในบ่อได้ เมื่อมีการถอดเครื่องสูบออกไปซ่อม วาล์วที่นิยมใช้อาจเป็นวาล์วประตู (gate valve) หรือวาล์วผีเสื้อ (butterfly valve)
- ท่อดูดควรมีความเร็วไม่เกิน 1.2 เมตร/วินาที ส่วนความเร็วในท่อจ่ายที่อัตราสูบสูงสุดควรอยู่ในช่วง 2.0 - 2.5 เมตร/วินาที สำหรับความเร็วของน้ำที่ทางเข้าและออกของเครื่องสูบจะถูกออกแบบจากผู้ผลิต แต่ควรอยู่ในช่วง 3 - 4.5 เมตร/วินาที แต่ถ้าความดันทางด้านจ่าย เท่ากับหรือมากกว่า 30 เมตร น้ำอาจใช้ความเร็วสูงกว่านี้ได้
- ปลายท่อดูดควรอยู่ห่างจากพื้นของบ่อเปียกประมาณ 1/2 - 2/3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อดูดหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายปากระฆัง ส่วนระดับน้ำเหนือปากท่อดูดจะขึ้นอยู่กับความเร็วที่ของน้ำในท่อดังตารางที่ 4.2 นอกจากนี้ระยะห่างระหว่างท่อดูดจะขึ้นกับอัตราสูบ ซึ่งสามารถศึกษาได้จากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องหรือจากข้อมูลของผู้ผลิต เครื่องสูบ
- ท่อจ่ายควรมีขนาดใหญ่กว่าหัวจ่ายที่เครื่องสูบอย่างน้อย 1 ขนาด การติดตั้งอาจใช้เป็นข้อเพิ่มตรง (concentric increaser) และต้องตามด้วยวาล์วกันกลับ (check valve) และวาล์วประตู นอกจากนี้ท่อจ่ายของแต่ละเครื่องสูบควรต่อเข้ากับท่อจ่ายหลัก (header) ในระดับแนวนอน

ตารางที่ 4.2 ระดับน้ำท่วมปากท่อดูดหรือปากระฆัง

ความเร็วที่ท่อ, เมตร/วินาที	ระดับน้ำท่วมปากท่อหรือปากระฆัง, เมตร
0.6	0.3
1.5	0.6
2.1	0.9
3.3	2.1
4.5	5.0

4.7 สถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียก

สถานีสูบน้ำเสียแบบบ่อเปียกมักจะใช้เครื่องสูบแบบแช่น้ำ ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดค่าก่อสร้างและงานดินในส่วนของบ่อแห้งไปได้ และลดปัญหาเรื่องเสียง ซึ่งมีข้อพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้

- ท่อน้ำเข้าไม่จำเป็นต้องอยู่กลางผนังของบ่อเปียกหรือตรงข้ามกับเครื่องสูบ แต่การวางไว้กลางผนังของบ่อเปียกจะทำให้การแบ่งน้ำเข้าเครื่องสูบได้ง่ายขึ้น
- ท่อน้ำเข้าควรยื่นเข้าไปในตัวบ่อสูบเล็กน้อยและควรมีแผงกั้นกันน้ำไม่ให้ไหลเข้าบ่อสูบในลักษณะพุ่ง และควรมีแผ่นกั้นซึ่งมีการเจาะรูเพื่อกระจายน้ำเข้าหาเครื่องสูบอย่างราบเรียบและป้องกันน้ำวนด้วย
- ระดับน้ำต่ำสุดในบ่อสูบต้องอยู่เหนือช่องเปิดหรือรูของแผงกั้นและไม่ควรต่ำกว่าส่วนสูงสุดของเครื่องสูบ และควรคำนึงอยู่เสมอว่าระดับน้ำต่ำสุดจะถูกควบคุมด้วยค่า available NPSH
- ระยะห่างต่ำสุดระหว่างเครื่องสูบกับผนังของบ่อเปียกหรือระยะห่างต่ำสุดระหว่างเครื่องสูบ (ในกรณีมีเครื่องสูบหลายชุด) สามารถศึกษาได้จากค่าแนะนำของผู้ผลิตเครื่องสูบ โดยส่วนใหญ่ระยะห่างดังกล่าวจะขึ้นกับอัตราสูบ แต่โดยทั่วไปกำหนดให้เครื่องห่างกับผนังของบ่อเปียกไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างเครื่องสูบ (ส่วนนอกสุดของเครื่องสูบ) ไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร
- หากต้องเพิ่มปริมาตรของบ่อเปียก การเพิ่มขนาดความยาวจากช่องน้ำเข้าไปจนถึงตัวสูบจะเหมาะสมกว่าการเพิ่มด้านกว้าง เนื่องจากถ้าความกว้างของบ่อเปียกมากเกินไป จะทำให้เครื่องสูบแต่ละเครื่องมีระยะห่างกันมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการสะสมของเศษวัสดุต่าง ๆ โดยปกติจะออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างเครื่องสูบมากกว่าค่าต่ำสุดเพียงเล็กน้อย (ค่าต่ำสุดสามารถศึกษาได้จากผู้ผลิตเครื่องสูบ)
- ก้นบ่อเปียกควรมีความลาดเข้าหาเครื่องสูบเล็กน้อย ซึ่งมีความลาดประมาณ 100 : 15
- มอเตอร์ของเครื่องสูบแบบแช่น้ำจะได้รับการหล่อเย็นตลอดเวลาด้วยน้ำ การสตาร์ทจึงอาจทำได้ถี่กว่ามอเตอร์ของเครื่องสูบที่วางในบ่อแห้ง ดังนั้นอาจใช้ความถี่ในการสตาร์ทสูงถึง 15 ครั้ง/ชั่วโมง อย่างไรก็ตามควรพิจารณาถึงความสามารถในการรองรับของระบบไฟฟ้าด้วย เพื่อป้องกันความร้อนสูงจนอาจเกิดไฟไหม้ โดยเฉพาะที่เบรคเกอร์

4.8 ปริมาตรของบ่อเปียก

บ่อเปียกเป็นองค์ประกอบหลักของสถานีสูบน้ำเสียและควรมีปริมาตรเพียงพอซึ่งไม่ทำให้เครื่องสูบเริ่มเดินเครื่องถี่จนเกินไป เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องสูบ แต่ในทางกลับกันผู้ออกแบบต้องระวังไม่ให้บ่อเปียกมีขนาดใหญ่จนเกินไปเช่นกัน เนื่องจากอาจจะทำให้น้ำเสียในบ่อเปียกเกิดการเน่าเหม็น และเกิดก๊าซพิษขึ้นได้ โดยปกติบ่อเปียกควรมีเวลากักน้ำไม่เกิน 30 นาที แม้ที่อัตราไหลต่ำสุด

4.8.1 การหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก

การหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียกสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4 - 1

$$V = (\theta q)/4 \qquad (4 - 1)$$

โดยที่ V = ปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก, ลบ.ม.

θ = เวลาต่ำสุดเมื่อเครื่องสูบทำงานครบวัฏจักร, นาที

q = อัตราสูบ, ลบ.ม./นาที

ปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก (V) จะเท่ากับความแตกต่างของระดับน้ำเมื่อเครื่องสูบเริ่มสตาร์ทจนกระทั่งหยุดเดินเครื่องสูบ ซึ่งอาจหมายถึงการทำงานของเครื่องสูบชุดเดียวหรือที่อัตราเร็วรอบหนึ่ง ๆ ของเครื่องสูบแบบปรับอัตราเร็วรอบได้

เวลาเมื่อเครื่องสูบทำงานครบวัฏจักร หมายถึง เวลานับตั้งแต่เครื่องสูบเริ่มเดิน หยุดเดิน และเริ่มเดินใหม่อีกครั้ง หรือถ้าเป็นเครื่องสูบแบบปรับอัตราเร็วรอบได้ จะหมายถึง เวลาเมื่อเริ่มเปลี่ยนรอบใบพัดให้สูงขึ้น เปลี่ยนกลับที่ความเร็วรอบเดิม และเปลี่ยนความเร็วรอบให้สูงขึ้นอีกครั้ง ถ้าเครื่องสูบมีเวลาทำงานครบวัฏจักร (θ) เท่ากับ 10 นาที เครื่องสูบนั้นควรเริ่มเดินไม่เกิน 6 ครั้ง/ชั่วโมง เวลาต่ำสุด เมื่อเครื่องสูบทำงานครบวัฏจักรจะขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์ของเครื่องสูบ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เวลาต่ำสุดเมื่อเครื่องสูบทำงานครบวัฏจักร เมื่อเครื่องสูบมีมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ

ขนาดมอเตอร์, กิโลวัตต์	นาที (อย่างน้อย)
$<$ 15	10 (นิยมที่ 15 นาที)
15 – 75	15
76 - 200	20 – 30
$>$ 200	สอบถามจากผู้ผลิต

นอกจากนี้อัตราสูบ (q) อาจหมายถึง การทำงานของเครื่องสูบที่ทำงานเพียง 1 ชุด หรือหมายถึง อัตราสูบที่เพิ่มขึ้นเมื่อเครื่องสูบอีกชุดหนึ่งเริ่มทำงาน(ทำงานร่วมกัน)กับเครื่องสูบชุดที่เริ่มทำงานก่อนหน้านี้ หรือที่อัตราเร็วรอบสูงขึ้น

4.8.2 ข้อพิจารณาในการหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียก

- ในกรณีที่สถานีสูบมีเครื่องสูบเพียงชุดเดียว สามารถหาปริมาตรต่ำสุดได้ดังสมการที่ 4 – 1 แต่ในกรณีที่ออกแบบให้มีเครื่องสูบสำรองด้วย (ซึ่งมีขนาดเท่ากัน) และมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมให้เครื่องสูบทั้ง 2 เครื่อง สลับกันทำงานเมื่อเริ่มต้นวัฏจักรใหม่ทุกครั้ง จะทำให้ปริมาตรต่ำสุดที่คำนวณได้ลดลงครึ่งหนึ่ง
- ถ้าเครื่องสูบเป็นแบบปรับความเร็วรอบได้ จะทำให้อัตราสูบเพิ่มขึ้นตามอัตราไหลที่เข้าบ่อเปียก ย่อมทำให้ปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียกน้อยกว่าการใช้เครื่องสูบแบบรอบคงที่
- ในกรณีที่สถานีสูบมีเครื่องสูบหลายชุดและทำงานร่วมกันแบบขนานกัน (ซึ่งนิยมใช้กับน้ำเสียชุมชน โดยเฉพาะในระบบท่อระบายรวม) ปริมาตรของบ่อเปียกจะขึ้นกับวิธีการเดินเครื่องสูบ ถ้าเครื่องสูบแต่ละชุดเดินและหยุดทำงานเป็นลำดับตามระดับน้ำในบ่อเปียกที่สูงขึ้นและลดลงตามลำดับ สามารถหาปริมาตรต่ำสุดของบ่อเปียกได้จากผลรวมของปริมาตรต่ำสุดที่คำนวณได้จากการทำงานของเครื่องสูบในแต่ละลำดับและตามอัตราสูบที่เพิ่มขึ้น *แต่ผู้ออกแบบควรระมัดระวังในการกำหนดอัตราสูบที่เพิ่มขึ้นเมื่อเครื่องสูบทำงานร่วมกัน เนื่องจากเมื่อมีอัตราสูบรวมมากขึ้นจะทำให้การสูญเสียเฮดในท่อจ่ายเพิ่มขึ้นด้วย(ใช้ท่อจ่ายหลักร่วมกัน) โดยปกติเมื่อเครื่องสูบทำงานร่วมกัน จะทำให้อัตราสูบเฉลี่ยต่อเครื่องสูบ 1 ชุดลดลง เช่น ถ้าเครื่องสูบแต่ละเครื่องมีอัตราสูบ 300 ลิตร/นาที ในขณะที่เครื่องสูบทำงานเพียงตัวเดียวจะได้อัตราสูบเท่ากับ 300 ลิตร/นาที แต่ถ้าเครื่องสูบทำงานพร้อมกัน 2 เครื่อง จะทำให้เครื่องสูบแต่ละเครื่องมีอัตราสูบน้อยกว่า 300 ลิตร/นาที หรืออัตราสูบรวมน้อยกว่า 600 ลิตร/นาที ส่วนการหาอัตราไหลของเครื่องสูบแต่ละเครื่อง เมื่อเครื่องสูบทำงานพร้อมกันนั้น จำเป็นต้องปรับแก้เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบและเส้นโค้งเฮด-ขีดความสามารถของระบบ วิธีการปรับแก้สามารถศึกษาได้จากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องหรือจากผู้ผลิตเครื่องสูบ*

4.9 แควิเตชัน (cavitation)

แควิเตชันเป็นปรากฏการณ์การเกิดโพรงในของเหลวหรือการเดือดของของเหลวที่ใบพัดหรือทางเข้าของเครื่องสูบ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) ที่ใบพัดหรือทางเข้าของเครื่องสูบมีค่าต่ำกว่าเท่าความดันไอ (vapor pressure) ของของเหลวที่ถูกสูบ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจะทำให้อัตราไหลลดลง ในสภาวะรุนแรงจะทำให้เครื่องสูบสูญเสียการล่อน้ำและจะทำให้ผิวใบพัดเกิดหลุม เกิดเสียงดัง ซึ่งในท้ายที่สุดจะทำให้เครื่องสูบเสียหาย

การป้องกันการเกิดแควิเตชันสามารถตรวจสอบและออกแบบให้ค่า required NPSH น้อยกว่า available NPSH อย่างน้อย 1 เมตร

ค่า required NPSH หมายถึง เฮดที่ใบพัดหรือทางเข้าของเครื่องสูบเมื่อเครื่องสูบทำงาน ซึ่งจะเป็นข้อมูลเฉพาะของแต่ละเครื่องสูบและของแต่ละผู้ผลิตซึ่งได้จากการทดสอบการทำงานของเครื่องสูบส่วนค่า available NPSH หมายถึง ค่าเฮดทางดูดของระบบซึ่งคิดที่ใบพัดหรือทางเข้าของเครื่องสูบ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบตำแหน่งของท่อดูดหรือเครื่องสูบ และสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 4 - 2

$$NPSH_{av} = H_{abso} + H_s - h_L - H_{vp} \qquad (4 - 2)$$

โดยที่ $NPSH_{av}$ = available NPSH, เมตร

H_{abso} = ความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) ที่ผิวของเหลวในบ่อสูบ, เมตร (ขึ้นอยู่กับระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล)

H_s = เฮดสถิตของของเหลวเหนือจุดศูนย์กลางของเครื่องสูบ, เมตร (หากระดับของเหลวต่ำกว่าจุดศูนย์กลาง H_s จะมีค่าเป็นลบ)

h_L = เฮดสูญเสียทั้งหมดในท่อดูด, เมตร (เฮดสูญเสียเนื่องจากความฝืดของท่อ รวมกับเฮดสูญเสียรอง)

H_{vp} = ความดันไอสัมบูรณ์ของของเหลว, เมตร (ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของของเหลวในเครื่องสูบ)

4.10 อุปกรณ์ควบคุม

4.10.1 อุปกรณ์ควบคุมการเดินและตัดเครื่องสูบ

การเดินและตัดเครื่องสูบเป็นแบบอัตโนมัติ ควบคุมโดยใช้ระดับน้ำในบ่อเปียกเป็นหลัก ผ่านอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น สวิทช์ลูกลอย หลอดฟองอากาศ (bubbler systems) เครื่องตรวจวัดแบบอัลตราโซนิก (ultrasonic sensors) และเครื่องตรวจวัดระดับแช่น้ำ(submersible level sensors) เป็นต้น อย่างไรก็ตามระบบควบคุมโดยใช้คนบังคับก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องจัดไว้สำหรับกรณีฉุกเฉิน เช่น อุปกรณ์อัตโนมัติไม่ทำงานหรือมีการซ่อมแซม เป็นต้น

4.10.1.1 สวิทช์ลูกลอย

การติดตั้งลูกลอยแนะนำให้ติดตั้งโดยยึดไว้กับท่อแนวดิ่ง (โดยปกติใช้ท่อ 1 นิ้ว) เนื่องจาก การแขวนด้วยสายเคเบิลจะเกิดการแกว่งและอาจทำให้เศษขยะติดลูกลอยหรือสายเคเบิล ซึ่งทำให้การทำงานผิดพลาดได้ และเพื่อป้องกันลูกลอยแต่ละจุดเกี่ยวกันเองหรือกีดขวางกัน ควรแยกลูกลอยแต่ละชุดไว้บนท่อคนละเส้น

4.10.1.2 หลอดฟองอากาศ

หลอดฟองอากาศทำงานโดยอัดลมปริมาณเล็กน้อยลงในท่อปลายเปิดซึ่งแช่อยู่ในบ่อเปียก ความดันที่ต้านขึ้นมาในท่อลมขึ้นอยู่กับระดับน้ำว่าลึกเท่าใด ความดันนี้นำมาแปลงเป็นค่าความลึกของน้ำได้ ระบบนี้ต้องการการดูแลรักษาต่ำ เพราะมีลมช่วยอัดตลอดเวลา จึงทำให้หลอดสะอาดตลอดเวลา แต่อาจต้องมีการขยายสัญญาณ เนื่องจากความดันที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากระดับน้ำมีค่าน้อยมาก

4.10.1.3 เครื่องตรวจวัดแบบอัลตราโซนิก

เครื่องตรวจวัดแบบอัลตราโซนิกสามารถคำนวณหาความลึกได้โดยการปล่อยคลื่นเหนือเสียงเพื่อวัดระยะระหว่างเครื่องตรวจวัดกับผิวน้ำ เครื่องแบบนี้ไม่มีปัญหาเนื่องจากการอุดตันและขยะ แต่ในบางกรณีการทำงานของเครื่องอาจถูกรบกวนโดยวัตถุลอยน้ำขนาดใหญ่ โฟม น้ำวน ความปั่นป่วนของน้ำ และผนังซึ่งสะท้อนคลื่น และการติดตั้งเครื่องตรวจวัดต้องห่างจากผนังเพื่อป้องกันการรบกวนจากการสะท้อน

4.10.1.4 อุปกรณ์ประกอบ

สถานีสูบควรมีอุปกรณ์เตือนภัยสำหรับกรณีฉุกเฉินและต้องแก้ไขเร่งด่วนหรือกรณีต้องหนีภัย เช่น น้ำท่วม เครื่องสูบไม่ทำงาน ระดับน้ำในบ่อเปียกสูงเกินไป เป็นต้น สำหรับสถานีสูบที่ไม่มีคนเฝ้า ควรมีการต่อสัญญาณไปยังศูนย์ควบคุมด้วย

สำหรับสถานีสูบขนาดกลางและใหญ่ ควรมีมาตรวัดอัตราการสูบรวมทั้งอุปกรณ์บันทึกและ มาตรวัดความดันในท่อส่งด้วย ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการดูแล วางแผน และขยายระบบ แต่เนื่องจากน้ำเสียมีสิ่งสกปรกมากมายซึ่งทำให้เกิดการอุดตันได้ อุปกรณ์วัดการไหลจึงควรเป็นชนิดอุดตันได้ยาก เช่น แบบเวนจูรี แม่เหล็ก หรืออัลตราโซนิก เป็นต้น

4.11 การป้องกันกลิ่นและระบายอากาศ

สถานีสูบซึ่งเป็นพื้นที่ปิดและมีการระบายอากาศไม่ดี จำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบระบายอากาศหรือนำระบบระบายอากาศชั่วคราวมาติดตั้งเมื่อต้องมีเจ้าหน้าที่เข้าไป เพราะอาจมีก๊าซพิษที่มีอันตรายร้ายแรงจนถึงแก่ชีวิตสะสมอยู่ และถ้ามีการติดตั้งตะแกรงดักขยะหรืออุปกรณ์ทางกลที่ต้องทำความสะอาดหรือตรวจสอบเป็นประจำอยู่ ต้องพิจารณาติดตั้งระบบระบายอากาศไว้เป็นการถาวรด้วย

สวิทช์ควบคุมการทำงานของระบบระบายอากาศต้องมีการทำเครื่องหมายให้ชัดเจนและ ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย และในกรณีที่ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ระบายอากาศแบบไม่ต่อเนื่อง จำเป็นต้องมีระบบซึ่งสามารถควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ไว้ด้วย (manual) นอกจากนี้อาจมีการเชื่อมเข้ากับระบบแสงสว่างของพื้นชั้นล่างของสถานีสูบ เมื่อเปิดสวิทช์เดียวจะทำให้อุปกรณ์ระบายอากาศและระบบไฟส่องสว่างทำงานพร้อมกัน

ความดันบรรยากาศในบ่อเปียกควรมีค่าเป็นบวกหรือต้องมีการระบายอากาศแบบเป่าออกเพื่อป้องกันหรือลดการดูดอากาศจากท่อระบายน้ำเข้ามาในบ่อเปียก ส่วนการระบายอากาศสำหรับบ่อแห้งจะใช้การดูดเข้าหรือเป่าออกก็ได้ ในสถานีขนาดใหญ่อาจต้องใช้ควบคู่กันไป เพื่อให้การระบายอากาศทั่วถึงทั้งสถานีสูบ

ระบบระบายอากาศแบบต่อเนื่องในบ่อเปียกควรถ่ายเทอากาศได้อย่างน้อย 12 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ส่วนแบบไม่ต่อเนื่องควรระบายอากาศได้อย่างน้อย 30 เท่าของปริมาตรห้อง/ ชั่วโมง สำหรับระบบระบายอากาศแบบต่อเนื่องในบ่อแห้งควรถ่ายเทอากาศได้อย่างน้อย 6 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ส่วนแบบไม่ต่อเนื่องควรระบายอากาศได้อย่างน้อย 30 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง

ระบบระบายอากาศที่สามารถปรับอัตราเร็วได้ อาจตั้งอัตราระบายอากาศที่ 30 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ใน 10 นาทีแรก หลังจากนั้นจึงปรับลดลงเป็น 6 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง เพื่อประหยัดพลังงาน ควรพิจารณาผลกระทบเรื่องกลิ่นเมื่อระบายอากาศภายในสถานีสูบออกสู่ภายนอก หากสถานีสูบอยู่ในเขตชุมชนควรมีระบบกำจัดกลิ่น เช่น ระบบกำจัดกลิ่นแบบเปียก (wet scrubber) และระบบกำจัดกลิ่นแบบกรองชีวภาพ (biological filter)

บทที่ 5
โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

บทนี้กล่าวถึง ประเภทและองค์ประกอบของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ (หรือกระบวนการบำบัดน้ำเสีย) ข้อพิจารณาและปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ พร้อมทั้งแนะนำกระบวนการที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชน และสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย ส่วนค่ากำหนดการออกแบบของแต่ละกระบวนการหน่วย (unit process) จะกล่าวต่อไปในบทที่ 6 - 10

5.1 ประเภทของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ถ้าจะแบ่งประเภทตามระดับของการปรับปรุงคุณภาพน้ำ (หรือระดับของการบำบัดน้ำเสีย) สามารถแบ่งเป็นการบำบัดขั้นเตรียมการ (preliminary treatment) การบำบัดขั้นต้น (primary treatment) การบำบัดขั้นสอง (secondary treatment) การฆ่าเชื้อ (โรค) (disinfection) และการบำบัดขั้นสูง (advanced treatment) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อกำจัดสารมลพิษที่แตกต่างกันและมักจะวางเรียงกัน ตามลำดับของระดับของการบำบัด นอกจากนี้บางกระบวนการต้องมีการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ (sludge treatment and disposal) ด้วย เช่น กระบวนการเอเอสหรือแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge; AS) เป็นต้น

5.1.1 การบำบัดขั้นเตรียมการ

การบำบัดขั้นเตรียมการเป็นการบำบัดลำดับแรกของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีจุดประสงค์เพื่อเตรียมน้ำเสียให้เหมาะกับการบำบัดในขั้นตอนต่อไปหรือเพื่อป้องกันอุปกรณ์หรือเครื่องจักรเกิดความเสียหาย การบำบัดขั้นเตรียมการมักเป็นการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนทางกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

5.1.1.1 ตะแกรง (screen)

ตะแกรงมีหน้าที่ดักขยะที่มีขนาดใหญ่ออกจากน้ำเสีย เพื่อป้องกันท่ออุดตันและป้องกัน อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเสียหาย เช่น มาตรวัดการไหล วาล์ว เครื่องสูบน้ำเสีย เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ มักวางตะแกรงในรางน้ำเข้าของสถานีสูบน้ำเสีย

5.1.1.2 ถังดักกรวดทราย (grit chamber)

ถังดักกรวดทรายมีหน้าที่กำจัดสารแขวนลอยหนัก เช่น กรวด ทราย เมล็ดพืช เป็นต้น เพื่อป้องกันท่ออุดตันและป้องกันถังบำบัด (ในการบำบัดขั้นสอง)ตื้นเขิน รวมทั้งเป็นการป้องกันอุปกรณ์หรือเครื่องจักรสึกหรอ แต่ในบางกระบวนการ เช่น บ่อปรับเสถียร (stabilization pond; SP) สระเติมอากาศ (aerated lagoon; AL) เป็นต้น อาจไม่ต้องใช้ถังดักกรวดทรายเป็นการบำบัดก่อนหน้าก็ได้ เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีพื้นที่บ่อมาก ซึ่งต้องเดินระบบเป็นเวลานาน (อาจถึง 10 ปี) บ่อจึงจะตื้นเขิน การขุดลอกนาน ๆ ครั้งจึงอาจมีความคุ้มค่ากว่าการก่อสร้างถังดักกรวดทรายไว้แต่แรก

5.1.1.3 ถังปรับเสมอ (equalizing tank; EQ)

ถังปรับเสมอมีหน้าที่ปรับอัตราไหลและอัตราภาระอินทรีย์ (organic loading rate) ให้สม่ำเสมอหรือคงที่ก่อนป้อนเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยความสม่ำเสมอ สำหรับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนซึ่งมีพื้นที่บริการขนาดใหญ่ เช่น เทศบาลตำบล เทศบาลเมือง เทศบาลนคร เป็นต้น อาจไม่ต้องใช้ถังปรับเสมอก็ได้ เนื่องจาก อัตราไหลแปรผันไม่มากนัก แต่ถ้าเป็นชุมชนขนาดเล็กหรือมีพื้นที่บริการขนาดเล็ก เช่น หมู่บ้าน อาคารสูง เป็นต้น อัตราไหลมีการแปรผันในช่วงกว้างกว่า ดังนั้นควรมีถังปรับเสมอก่อนป้อนน้ำเสียเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียต่อไป

5.1.1.4 มาตรวัดการไหล (flow meter)

ถึงแม้มาตรวัดการไหลไม่ใช่หน่วยที่กำจัดสารมลพิษโดยตรง แต่การวัดอัตราไหลของน้ำเสียก่อนเข้ากระบวนการบำบัดน้ำเสียมีความสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบและปรับปรุงการเดินระบบ เพื่อทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การควบคุมปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ การคำนวณปริมาณสารเคมีที่จะใช้ การควบคุมอัตราไหลของสลัดจ์เวียนกลับในระบบเอเอส เป็นต้น

5.1.2 การบำบัดขั้นต้น

การบำบัดขั้นต้นมีหน้าที่กำจัดสารอินทรีย์ในรูปของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำเสีย ซึ่งเป็นการลดขนาดของกระบวนการบำบัดขั้นสองหรือต้องการแยกสลัดจ์ขั้นต้น (primary sludge) และนำไปย่อยสลายด้วยกระบวนทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือเรียกว่าการย่อยสลัดจ์แบบแอนแอโรบิก (anaerobic digestion) ซึ่งจะได้ก๊าซชีวภาพเป็นผลิตผล การบำบัดขั้นต้นมักเป็นการบำบัดด้วยกระบวนการทางกายภาพ เช่น ถังตกตะกอนขั้นต้น (primary sedimentation tank) ตะแกรงละเอียด (fine screen) เป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าเลือกใช้กระบวนการบำบัดขั้นสองที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในรูปของของแข็งแขวนลอยได้อยู่แล้ว เช่น บ่อปรับเสถียร สระเติมอากาศ เอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา (extended aeration activated sludge; EAAS) เป็นต้น ก็ไม่จำเป็นต้องใช้การบำบัดขั้นต้น

5.1.3 การบำบัดขั้นสอง

การบำบัดขั้นสองที่ใช้กับกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนมีจุดประสงค์หลักเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ ในน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีวภาพ สามารถแบ่งย่อยตามปฏิกิริยาชีวเคมีได้ดังนี้

5.1.3.1 แอโรบิก (aerobic)

กระบวนการแอโรบิกเป็นกระบวนการที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ที่ดำรงชีพด้วยออกซิเจนอิสระ (aerobes) เช่น เอเอส สระเติมอากาศ อาร์บีซี (rotating biological contractor, RBC) โปรยกรอง (trickling filter, TF) เป็นต้น ผลจากการย่อยสลายสารอินทรีย์จะได้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลผลิต

5.1.3.2 แอนแอโรบิก (anaerobic)

กระบวนการแอนแอโรบิกเป็นกระบวนการที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ที่ดำรงชีพโดยไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (anaerobes) เช่น บ่อแอนแอโรบิก(anaerobic pond) ถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) ยูเอเอสบี (upflow anaerobic sludge blanket, UASB) เป็นต้น ผลจากการย่อยสลายสารอินทรีย์จะได้ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นผลิตผล

กระบวนการแอนแอโรบิกมักใช้กับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงและมักใช้เป็นกระบวนการบำบัดก่อนหน้า (pretreatment) เพื่อลดภาระอินทรีย์หรือลดการใช้พลังงานในกระบวนการบำบัดทางชีวภาพขั้นตอนต่อไป

5.1.3.3 แฟคัลเททีฟ (facultative)

กระบวนการแฟคัลเททีฟเป็นกระบวนการที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ที่ดำรงชีพได้ทั้งในสภาวะที่มีหรือไม่มีออกซิเจนอิสระ เช่น บ่อแฟคัลเททีฟ (facultative pond) เอเอสแบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก (การกำจัดธาตุอาหารด้วยกระบวนการชีวภาพ) เป็นต้น

5.1.3.4 การหมัก (fermentation)

การหมักเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง (ไม่ใช่การย่อยสลาย) โดยอาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ เช่น การเปลี่ยนแป้งเป็นอัลกอฮอล์ การเปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดอะมิโน เป็นต้น โดยส่วนใหญ่การหมักมักใช้กับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงและใช้เป็นการบำบัดก่อนหน้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการบำบัดทางชีวภาพขั้นตอน ต่อไป

5.1.4 การฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อคือการกำจัดจุลินทรีย์ต่าง ๆ ออกจากน้ำทิ้ง การฆ่าเชื้อมักกระทำหลังจากการบำบัดขั้นสองแล้ว กระบวนการฆ่าเชื้อที่นิยมใช้ ได้แก่ บ่อบ่มและถังสัมผัสคลอรีน

ถ้าน้ำเสียเข้ามีความเข้มข้นต่ำ (โดยเฉพาะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย) การฆ่าเชื้ออาจจะไม่จำเป็นมากนัก เนื่องจากกระบวนการบำบัดขั้นสองก็มีความสามารถฆ่าเชื้อด้วยตัวมันเองอยู่แล้ว

5.1.5 การบำบัดขั้นสูง

การบำบัดขั้นสูงมักเป็นการบำบัดน้ำทิ้งจากการบำบัดขั้นสองให้มีคุณภาพสูงขึ้นตามวัตถุประสงค์ หรือคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1.5.1 การกำจัดธาตุอาหาร

ถึงแม้ว่าน้ำทิ้งจากการบำบัดขั้นสองมีค่าบีโอดีต่ำก็ตาม แต่เมื่อระบายทิ้งลงสู่แหล่งรับน้ำ ก็อาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำได้ โดยการเกิดสภาวะอัลกัลบลูม (algal bloom) ซึ่งถ้าจะป้องกันปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียด้วย ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ

5.1.5.2 การนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่

การเลือกกระบวนการบำบัดจะขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เช่น รดน้ำสนาม ล้างรถ น้ำชักโครก น้ำล้างพื้นหรือถนน เป็นต้น กระบวนการบำบัดอาจประกอบด้วย ถังกรอง การฆ่าเชื้อด้วยสารที่ไม่ตกค้าง (เช่น โอโซน แสงอัลตราไวโอเลตหรือยูวี เป็นต้น) กระบวนการ ออสโมซิสผันกลับหรืออาร์โอ (reverse osmosis; RO) การแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (activated carbon adsorption) เป็นต้น

5.1.6 การนำน้ำทิ้งไปใช้เพื่อการเกษตรกรรม

น้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนมีธาตุอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นอาจนำน้ำทิ้งดังกล่าวไปใช้ในการเกษตรกรรมได้โดยไม่ต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำเพิ่มเติม จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ในประเทศไทย) พบว่า การนำน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนไปปลูกพืชต่างๆ เช่น ข้าว ผัก ไม้ดอก เป็นต้น ให้ผลิตผลที่มีความปลอดภัยและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างจากการใช้น้ำตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวเป็นการทดลองประมาณ 2 ปีเท่านั้น ผู้ออกแบบจึงควรระมัดระวังอย่างยิ่ง ถ้าจะนำน้ำทิ้งดังกล่าวไปใช้ในการเกษตรกรรม เนื่องจากอาจจะเกิดผลกระทบในระยะยาวได้

5.1.7 การบำบัดและกำจัดสลัดจ์

สลัดจ์ขั้นต้น (สลัดจ์ที่ได้จากการบำบัดขั้นต้น) หรือสลัดจ์ขั้นสอง (สลัดจ์ส่วนเกินที่ได้จากการบำบัดขั้นสอง) ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายต่อไปได้ง่าย (หรือยังไม่คงตัว) นั้นต้องได้รับการบำบัดและกำจัดให้มีความคงตัวต่อไป มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นในภายหลัง โดยทั่วไปการบำบัดและกำจัดสลัดจ์มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

5.1.7.1 การทำข้นสลัดจ์ (sludge thickening)

การทำข้นสลัดจ์เป็นการเพิ่มความเข้มข้นเพื่อให้เหมาะสมหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดขั้นต่อไป เช่น การปรับเสถียรสลัดจ์ การแยกน้ำจากสลัดจ์ เป็นต้น การทำข้นสลัดจ์มีหลายแบบ ได้แก่ ถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง(gravity thickener) การลอยตัวด้วยอากาศละลายหรือดีเอเอฟ (dissolved air flotation; DAF) และเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)

5.1.7.2 การปรับเสถียรสลัดจ์ (sludge stabilization)

การปรับเสถียรสลัดจ์เป็นการปรับให้สลัดจ์มีสภาพเสถียรหรือเป็นการย่อยสลายสลัดจ์ให้มีความคงตัว เพื่อป้องกันการเน่าเหม็น(เมื่อนำไปทิ้ง)นั่นเอง การปรับเสถียรสลัดจ์มีหลายวิธี เช่น การย่อยสลัดจ์แบบแอนแอโรบิก (anaerobic digestion) การย่อยสลัดจ์แบบแอโรบิก (aerobic digestion) การหมักทำปุ๋ย (composting) เป็นต้น สำหรับสลัดจ์ส่วนเกินที่ได้จากกระบวนการเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลามักถูกย่อยสลายในถังเติมอากาศจนมีความคงตัวอยู่แล้ว ดังนั้นไม่ต้องมีการปรับเสถียรสลัดจ์อีก

5.1.7.3 การแยกน้ำจากสลัดจ์ (sludge dewatering)

การแยกน้ำจากสลัดจ์เป็นการลดปริมาตรสลัดจ์ก่อนนำไปกำจัด เพื่อความสะดวกในการขนย้าย ลดค่าใช้จ่ายสำหรับการขนส่งและการกำจัด การแยกน้ำมีหลายวิธี ได้แก่ สายพานรีดน้ำ(belt press) เครื่องอัดกรอง(filter press) และเครื่องหมุนเหวี่ยง

5.1.7.4 การกำจัดสลัดจ์

การกำจัดสลัดจ์เป็นการนำสลัดจ์ที่ผ่านการปรับเสถียรและการแยกน้ำจากสลัดจ์แล้ว ไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย เช่น การฝังกลบ ปรับปรุงดินสำหรับการเกษตร เป็นต้น นอกจากนี้อาจนำสลัดจ์ไปทำลายจนสิ้นสภาพด้วยการเผา (incineration) แต่เป็นวิธีที่มีการลงทุนสูงมาก

5.2 หัวข้อพิจารณาในการเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

5.2.1 ประสบการณ์ในอดีต

ให้วิเคราะห์และวิจารณ์ (แยกแยะและออกความเห็นว่ามีข้อดีและข้อเสียอย่างไร) ข้อมูลจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนที่ดำเนินการแล้วในอดีต ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือ ความต้องการบุคลากร ความยากง่ายในการควบคุมระบบ งบประมาณในการลงทุน งบประมาณในการเดินระบบ ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ

5.2.2 ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ

ถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นต่ำ เช่น น้ำเสียชุมชน (โดยเฉพาะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย) เป็นต้น อาจเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เช่น บ่อปรับเสถียร สระเติมอากาศ เป็นต้น ยกเว้นชุมชนที่มีพื้นที่จำกัดหรือที่ดินมีราคาแพง จำเป็นต้องเลือกกระบวนการที่มีความซับซ้อนมากขึ้นแต่ใช้พื้นที่น้อย อาจจะทำให้คุ้มค่ากว่า เช่น กระบวนการเอเอส เป็นต้น แต่ถ้าในอนาคตมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่เข้มงวดขึ้น โดยเฉพาะการจำกัดปริมาณธาตุอาหารในน้ำทิ้ง อาจต้องเลือกใช้กระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น ระบบเอเอสแบบแอนอกซิก - แอโรบิกหรือ แบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก เป็นต้น

ถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นสูง เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท การเลือกใช้กระบวนการชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือกระบวนการแอนแอโรบิก อาจมีความคุ้มค่ากว่า

5.2.3 ราคาที่ดิน

ชุมชนที่มีการพัฒนามากมักมีพื้นที่จำกัดและมีราคาแพงมาก การเลือกกระบวนการบำบัดที่ใช้พื้นที่น้อยอาจมีความคุ้มค่ากว่า แต่ต้องใช้เครื่องจักรมากและมีความซับซ้อนในการเดินระบบ ส่วนชุมชนที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ มักมีราคาที่ดินไม่แพงมากนัก ควรเลือกกระบวนการที่ง่ายและไม่ซับซ้อน เช่น บ่อปรับเสถียร สระเติมอากาศ เป็นต้น อย่างไรก็ตามนอกจากราคาที่ดินแล้ว ควรคำนึงถึงระยะห่างระหว่างชุมชนด้วย ซึ่งจะมีผลต่องบประมาณในการลงทุนและการดำเนินการของระบบรวบรวมน้ำเสีย

หากชุมชนมีที่ดินสาธารณะสำหรับก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำอยู่แล้ว ต้องประเมินราคาที่ดินดังกล่าวและนำมาคำนวณรวมกับงบประมาณการลงทุนด้วย (แม้ในความจริงจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายก็ตาม) เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กับแนวทางเลือกอื่น ๆ และควรต้องเลือกแนวทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด

5.2.4 สภาพท้องถิ่น

การนำเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องจักรจากต่างประเทศทำให้งบประมาณการลงทุนสูง อีกทั้งเมื่อ เครื่องจักรชำรุดต้องอาศัยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญโดยเฉพาะ ดังนั้นประเทศไทยจึงควรเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีความต้องการเครื่องจักรน้อย เช่น บ่อปรับเสถียร สระเติมอากาศ เป็นต้น ยกเว้นชุมชนที่มีพื้นที่จำกัดหรือที่ดินมีราคาแพง อาจจำเป็นต้องเลือกกระบวนการที่มีความต้องการเครื่องจักรมากขึ้น เช่น กระบวนการเอเอส เป็นต้น แต่ก็ควรเลือกกระบวนการที่ใช้เครื่องจักรน้อยที่สุด ได้แก่ กระบวนการเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา ซึ่งไม่ต้องมีถังตกตะกอนขั้นต้น และการปรับเสถียรสลัดจ์

5.2.5 งบประมาณ

แม้ว่างบประมาณการลงทุนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ แต่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงงบประมาณการดำเนินการในการเดินระบบด้วย มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดปัญหาดังเช่นในอดีต กล่าวคือ บางชุมชนเมื่อก่อสร้างโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเสร็จแล้ว (โดยเฉพาะกระบวนการเอเอสและสระเติมอากาศ) แต่ขาดงบประมาณในการเดินระบบและการซ่อมบำรุงเครื่องจักร จึงต้องหยุดเดินระบบบ่อยครั้งหรือเดินระบบเพียงบางส่วนเท่านั้น

ดังนั้นผู้ออกแบบต้องตระหนักอยู่เสมอว่างบประมาณการดำเนินการ เช่น ค่าจ้างแรงงานของพนักงาน ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าซ่อมแซมบำรุงอุปกรณ์เครื่องจักร ค่าบริหารจัดการ ฯลฯ มีความสำคัญมากสำหรับการดำเนินการในระยะยาว เพราะเมื่อสะสมไปหลายปีอาจมีมูลค่าสูงกว่าค่าก่อสร้างเสียอีก

โดยทั่วไประบบบ่อปรับเสถียรควรจะมีงบประมาณการดำเนินการต่ำสุด ส่วนสระเติมอากาศและเอเอสมีงบประมาณการดำเนินการสูงกว่าตามลำดับ และถ้าเป็นกระบวนการทางชีวภาพแบบแอนแอโรบิกจะมีค่าดำเนินการต่ำและยังผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนได้อีกด้วย แต่เป็นกระบวนการที่เหมาะกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง

5.3 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับชุมชนของประเทศไทย

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับชุมชนในประเทศไทย ได้แก่ บ่อปรับเสถียร สระเติมอากาศ และเอเอสแบบการเติมอากาศยืดเวลา ผู้ออกแบบจะเลือกใช้กระบวนการใดนั้นขึ้นอยู่กับข้อพิจารณาต่าง ๆ ดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 5.2

ผู้ออกแบบอาจเลือกกระบวนการบำบัดอื่น ๆ เช่น บึงประดิษฐ์ (constructed wetland) ฯลฯ ซึ่งมีความต้องการเครื่องจักรน้อย จึงเหมาะกับสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย แต่ผู้ออกแบบต้องมีข้อมูลอ้างอิงเพียงพอจนมีความมั่นใจว่ากระบวนการดังกล่าวมีประสิทธิภาพเพียงพอและมีความน่าเชื่อถือก่อนนำมาใช้งานจริง เนื่องจากปัจจุบันกระบวนการดังกล่าวยังขาดความสนับสนุนด้านการวิจัยและการวิเคราะห์ทางวิชาการที่มากพอ จึงทำให้ค่ากำหนดการออกแบบยังไม่มีความชัดเจนมากนัก

เนื่องจากลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยมีความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำเสียชุมชนของต่างประเทศ จึงทำให้การจัดเรียงกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่เสนอแนะในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มนี้ มีความแตกต่างกับการจัดเรียงกระบวนการบำบัดน้ำเสียของต่างประเทศบ้าง นอกจากนี้ ผู้ออกแบบต้องคำนึงอยู่เสมอว่าค่ากำหนดการออกแบบที่เสนอแนะในเกณฑ์แนะนำการออกแบบฯ เล่มนี้เป็นเพียงข้อเสนอแนะใช้กับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยและมุ่งเน้นใช้กับชุมชนระดับเมืองเท่านั้น เช่น เทศบาล ตำบล เทศบาลเมือง เทศบาลนคร เป็นต้น ดังนั้นผู้ออกแบบต้องพึงระวังอย่างยิ่งที่จะดัดแปลงและนำเกณฑ์เล่มนี้ไปใช้กับน้ำเสียประเภทอื่น เช่น น้ำเสียอุตสาหกรรม น้ำเสียจากอาคารสูง น้ำเสียจากหมู่บ้าน ฯลฯ

5.3.1 ระบบบ่อปรับเสถียร

บ่อปรับเสถียรเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ต้องการเครื่องจักรน้อย ไม่ต้องการการดูแลเอาใส่มากนัก เดินระบบง่าย และมีงบประมาณการดำเนินการต่ำ แต่เป็นระบบที่มีความต้องการพื้นที่มาก ดังนั้นอาจมีข้อจำกัดในการใช้กับชุมชนที่มีราคาที่ดินแพงหรือชุมชนที่มีพื้นที่จำกัด

โดยทั่วไปบ่อปรับเสถียรแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ บ่อแอนแอโรบิก บ่อแฟคัลเททีฟ และบ่อบ่ม ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้บ่อบำบัดร่วมกันมากกว่า 1 ประเภท และในบางกรณีอาจใช้บ่อบำบัดร่วมกันทั้ง 3 ประเภทก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะน้ำเสียและคุณภาพของน้ำทิ้งที่ต้องการ

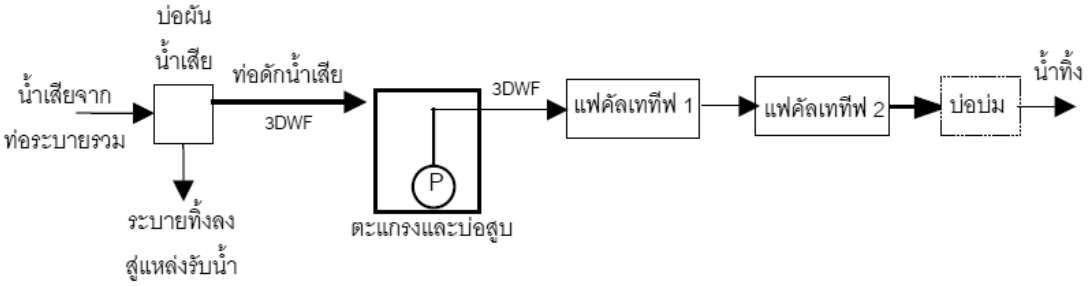
สำหรับกระบวนการบำบัด น้ำเสียชุมชนควรเลือกใช้บ่อแฟคัลเททีฟและบ่อบ่มมากกว่าบ่อแอนแอโรบิก เนื่องจากบ่อแอนแอโรบิกเหมาะกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำเสียชุมชน นอกจากนี้บ่อแฟคัลเททีฟและบ่อบ่มจะมีความเหมาะสมอย่างยิ่งเมื่อใช้ในพื้นที่เขตร้อน (เช่น ประเทศไทย เป็นต้น) ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและมีแดดจัดตลอดปี ทำให้รับภาระการบำบัดได้สูงและยังทำให้อัตราการตายของจุลินทรีย์และ/หรือเชื้อโรค) สูงอีกด้วย

การจัดเรียงหน่วยกระบวนการและแผนภาพการไหลของระบบบ่อปรับเสถียรที่แนะนำให้ใช้กับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยแสดงดังรูปที่ 5.1 ซึ่งแนะนำให้ใช้บ่อแฟคัลเททีฟต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 2 บ่อ แต่ถ้าต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูงขึ้นอาจออกแบบให้มีบ่อบ่มเพิ่มอีก 1 บ่อก็ได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและเชื้อโรค

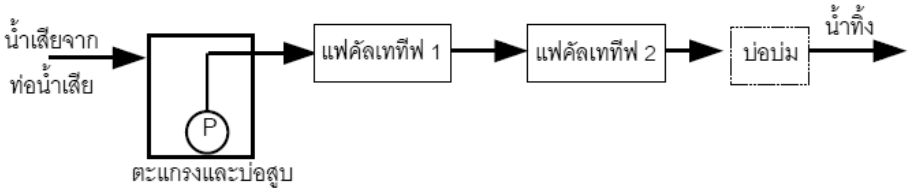
กรณีที่มีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม ควรออกแบบให้บ่อปรับเสถียรรองรับ ปริมาณน้ำเสียปนน้ำฝนสูงสุดในขณะฝนตกเท่ากับ 3 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้ง (ดีดับเบิลยูเอฟ) ซึ่งเท่ากับอัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสีย (ดูจากหัวข้อที่ 3.4) ส่วนชุมชนหรือพื้นที่บริการที่ติดกับชายทะเลควรคำนึงถึงปริมาณกรวดทรายที่สะสมอยู่ในบ่อด้วย

5.3.2 ระบบสระเติมอากาศ

สระเติมอากาศเป็นกระบวนการที่มีการดำเนินการง่ายและมีความต้องการพื้นที่ปานกลาง แต่งบประมาณการดำเนินการสูงกว่าระบบบ่อปรับเสถียร โดยปกติสระเติมอากาศสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบผสมอย่างสมบูรณ์ (complete - mix aerated lagoon) และแบบผสมบางส่วน (partial - mix aerated lagoon) สำหรับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยควรใช้สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน ซึ่งจะทำให้งบประมาณการดำเนินการต่ำ(ต่ำกว่าแบบผสมอย่างสมบูรณ์) นอกจากนี้น้ำเสียชุมชนของประเทศไทยมีความเข้มข้นต่ำ สระเติมอากาศแบบนี้จึงสามารถบำบัดน้ำทิ้งให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งของทางการได้

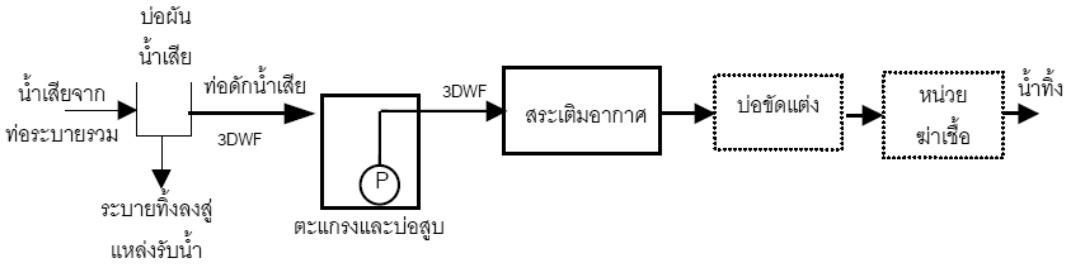


ก. กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม
(อัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของอัตราไหลรายวันเฉลี่ยในหน้าแล้ง(DWF))

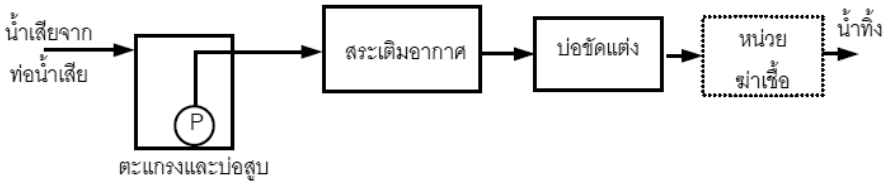


ข. กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยก

รูปที่ 5.1 แผนภาพการไหลของระบบบ่อปรับเสถียร
(**หมายเหตุ** – หน่วยกระบวนการที่เป็นเส้นประอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม)

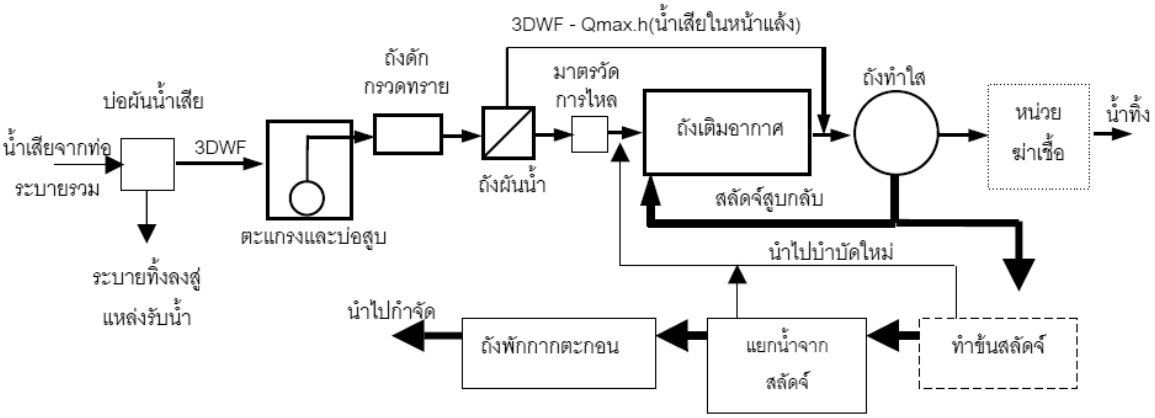


ก. กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม
(อัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของ DWF)

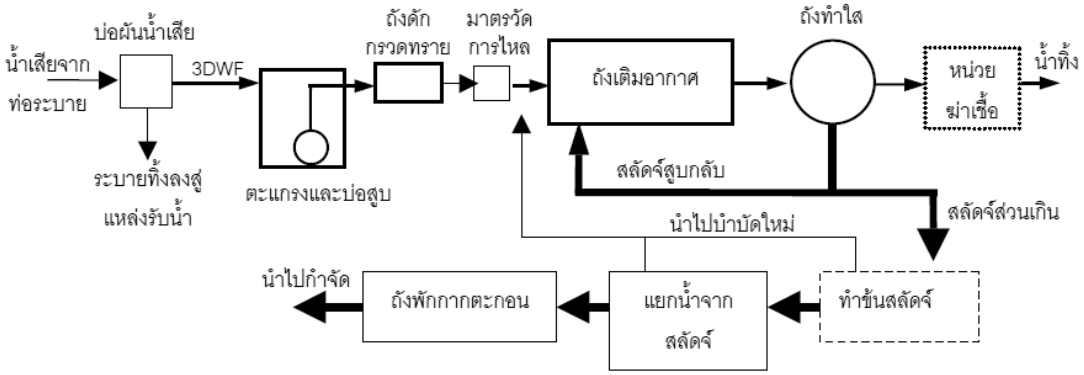


ข. กรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายแยก

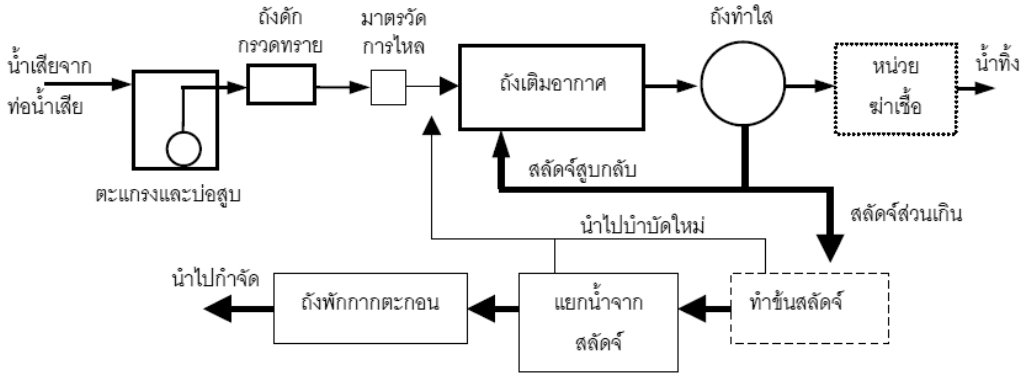
รูปที่ 5.2 แผนภาพการไหลของระบบสระเติมอากาศ
(**หมายเหตุ** – หน่วยกระบวนการที่เป็นเส้นประอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม)



ก. ระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม ซึ่งมีอัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของ DWF และถังเติมอากาศรับอัตราไหลสูงสุดเท่ากับอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุดในหน้าแล้ง



ข. ระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม ซึ่งมีอัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของ DWF และถังเติมอากาศรับอัตราไหลสูงสุดเท่ากับ 3 เท่าของ DWF



ค. ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายแยก

รูปที่ 5.3 แผนภาพการไหลของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา

(**หมายเหตุ** – หน่วยกระบวนการที่เป็นเส้นประอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม)

การจัดเรียงกระบวนการหน่วยและแผนภาพการไหลของระบบสระเติมอากาศที่แนะนำให้ใช้กับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยแสดงดังรูปที่ 5.2 ในกรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม น้ำเสียจะมีความเข้มข้นต่ำ (เมื่อเปรียบเทียบกับระบบท่อระบายแยก) จึงทำให้จุลินทรีย์หรือของแข็งแขวนลอย (MLSS) ในสระเติมอากาศความเข้มข้นไม่สูงมากนัก และของแข็งแขวนลอยบางส่วนจะจมตัวลงสู่ก้นสระและถูกย่อยสลายต่อไป จึงอาจทำให้น้ำทิ้งจากสระเติมอากาศมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยต่ำกว่าค่ากำหนดตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ถ้าเป็นเช่นนั้นบ่อขัดแต่งหรือบ่อตกตะกอนก็ไม่จำเป็นต้องใช้ ส่วนในขณะฝนตกควรออกแบบให้สระเติมอากาศสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียสูงสุดในขณะฝนตกเท่ากับ 3 เท่าของดีดับเบิลยูเอฟ (ซึ่งเท่ากับอัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสีย)

ส่วนชุมชนหรือพื้นที่บริการซึ่งติดกับชายทะเลควรคำนึงถึงปริมาณกรวดทรายที่สะสมอยู่ในสระเติมอากาศด้วย

5.3.3 ระบบเอเอส

ระบบเอเอสมีความต้องการเครื่องจักรมาก มีความซับซ้อนในการดำเนินการและมีงบประมาณการดำเนินการสูง (เมื่อเปรียบเทียบกับบ่อปรับเสถียรและสระเติมอากาศ) แต่ต้องการพื้นที่น้อยกว่าจึงเหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่จำกัดและมีราคาที่ดินแพง

ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลามีความเหมาะสมกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยเนื่องจากน้ำเสียชุมชนมีความเข้มข้นต่ำ ทั้งนี้ถ้าใช้ระบบเอเอสแบบธรรมดา (conventionalactivated sludge, CAS) จะทำให้ถังเติมอากาศมีเวลากักน้ำต่ำ โดยทั่วไปผู้ออกแบบมักเพิ่มเวลากักน้ำให้นานขึ้นอยู่แล้ว(เผื่อปัจจัยความปลอดภัย) จึงมีแนวโน้มทำให้ระบบทำงานเป็นแบบเติมอากาศยืดเวลาอยู่ดี นอกจากนี้ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลามีอัตราส่วนของอาหารต่อสารอินทรีย์ต่ำและมีอายุสลัดจ์นาน ทำให้ระบบมีเสถียรภาพสูงและสามารถลดภาระในการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ได้จึงไม่ต้องมีการบำบัดขั้นต้นและการปรับเสถียรภาพของสลัดจ์อีกด้วย

อย่างไรก็ตามระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลามีขนาดของถังเติมอากาศและปริมาณการเติมอากาศมากกว่าระบบเอเอสแบบธรรมดา (เมื่อมีอัตราไหลน้ำเสียเท่ากัน) ดังนั้นในกรณีที่ชุมชนมีอัตราไหลน้ำเสียสูงมาก ระบบเอเอสแบบธรรมดาจะมีงบประมาณในการดำเนินการต่ำกว่าระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลาอย่างมาก ซึ่งในระยะยาวอาจทำให้ระบบเอเอสแบบธรรมดามีความคุ้มค่ากว่า แม้ต้องมีการบำบัดขั้นต้นและการปรับเสถียรสลัดจ์ด้วยก็ตาม

การจัดเรียงหน่วยกระบวนการและแผนภาพการไหลของระบบเอเอสที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยแสดงดังรูปที่ 5.3 ในกรณีที่ชุมชนมีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวมสามารถแยกได้เป็น 2 กรณี กรณีแรก กำหนดอัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของดีดับเบิลยูเอฟในขณะฝนตก แต่ถังเติมอากาศรับน้ำเสียปนน้ำฝนสูงสุดเท่ากับอัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด (ของน้ำเสียในหน้าแล้ง) และมีการระบายน้ำเสียปนน้ำฝนบางส่วนลงสู่ท่ออ้อม เพื่อลำเลียงเข้าสู่ถังทำใสโดยตรง ส่วนกรณีที่ 2 กำหนดอัตราไหลออกแบบของท่อดักน้ำเสียเท่ากับ 3 เท่าของดีดับเบิลยูเอฟเช่นกัน(ในขณะฝนตก) และจะถูกป้อนเข้าสู่ถังเติมอากาศทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบต้องคำนึงอยู่เสมอว่าจุดวิกฤติทางชลศาสตร์ของระบบเอเอส คือ ถังทำใส (clarifier) โดยที่ถังทำใสต้องออกแบบพื้นที่หน้าตัดให้พอเหมาะเพื่อป้องกันการล้างไล่ (washout) ของจุลินทรีย์ในกรณีนี้ด้วย

5.4 อัตราไหลออกแบบ

อัตราไหลออกแบบของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำขึ้นอยู่กับประเภทของกระบวนการบำบัดต่าง ๆ ดังตารางที่ 5.1

5.5 ลักษณะน้ำเสียชุมชน

ลักษณะน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไปของประเทศไทยได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.12

ตารางที่ 5.1 อัตราไหลออกแบบสำหรับกระบวนการต่างๆของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ

หน่วยกระบวนการ	ค่าอัตราไหล	
	ออกแบบ	ตรวจสอบ
1. รางน้ำหรือท่อน้ำระหว่างหน่วยกระบวนการ	Qmax.h	Qmax.h
2. หน่วยกระบวนการขั้นเตรียมการ	Qmax.h	Qmax.h
3. ถังผันน้ำหรือถังแบ่งน้ำ	Qmax.h	Qmax.h
4. หน่วยกระบวนการขั้นต้น	Qmax.d	Qmax.h
5. ถังเติมอากาศ	Qmax.d	-
6. ถังทำใส	Qmax.d	Qmax.h
6. บ่อปรับเสถียรและสระเติมอากาศ	Qavg	-
7. หน่วยกระบวนการฆ่าเชื้อ (ถังสัมผัสคลอรีน)	Qmax.h	Qmax.h

หมายเหตุ

- อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด (Qmax.h) ขึ้นอยู่กับประเภทของท่อรวบรวมน้ำเสียด้วย ถ้าเป็นระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวม จะหมายถึงอัตราไหลสูงสุดที่ยอมให้เข้าหน่วยกระบวนการต่าง ๆ ในขณะฝนตก

5.6 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของโรงปรับปรุงคุณภาพชุมชนของประเทศไทยได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.13

5.7 ขนาดของหน่วยกระบวนการบำบัด

นอกจากอัตราไหลและลักษณะน้ำเสียแล้ว ปัจจัยที่ความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับกำหนดขนาดของหน่วยกระบวนบำบัดต่าง ๆ ได้แก่ ค่ากำหนดการออกแบบกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวต่อไปใน บทที่ 6 - 10

5.8 ปัจจัยอื่น ๆที่จำเป็นต่อการออกแบบ

5.8.1 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

กระบวนการบำบัดน้ำเสียที่มีเครื่องจักรมากดังเช่นระบบเอเอสหรือสถานีสูบน้ำเสียสุดท้ายควรต้องมีแหล่งพลังงานสำรองในกรณีไฟฟ้าดับ เช่น การต่อเชื่อมกับแหล่งพลังงานไฟฟ้าอย่างน้อยสองแหล่งที่แยกอิสระกัน การติดตั้งเครื่องปั่นไฟ เป็นต้น

5.8.2 ระบบประปา

ต้องจัดเตรียมน้ำประปาให้เพียงพอสำหรับทำความสะอาดหน่วยกระบวนการต่าง ๆ ห้องปฏิบัติการห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ เป็นต้น

5.8.3 อาคารสนับสนุน

นอกจากหน่วยกระบวนการบำบัดต่าง ๆแล้ว โรงปรับปรุงคุณภาพต้องประกอบด้วยอาคารต่าง ๆ ที่ช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารหรือห้องควบคุมเครื่องจักร อาคารซ่อมบำรุง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ อาคารรักษาความปลอดภัย (ป้อมยาม) เป็นต้น

5.9 การวางผังบริเวณ (layout)

เมื่อเลือกหน่วยกระบวนการบำบัดน้ำเสียและกำหนดขนาดของแต่ละกระบวนการแล้ว ต่อไปเป็นการวางผังบริเวณ ซึ่งต้องคำนึงถึงการขยายระบบในอนาคตด้วย

5.9.1 องค์ประกอบหลักของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ

- หน่วยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ พร้อมทั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- อาคารสำนักงาน
- อาคารหรือห้องควบคุมเครื่องจักร
- อาคารเก็บของ หรือสารเคมี
- อาคารรักษาความปลอดภัย (ป้อมยาม)
- อาคารซ่อมบำรุง
- ถนนและที่จอดรถพร้อมป้ายจราจรและป้ายอาคาร
- บ้านพักพนักงาน

5.9.2 ข้อพิจารณาสำหรับการวางผังบริเวณ

- ควรวางกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามลำดับขั้นตอนการทำงานและตามความลาดของพื้นที่ เพื่อให้น้ำเสียไหลได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกและลดงบประมาณในการดำเนินการ ซึ่งจะต้องมีการคำนวณและจัดทำโพร์ไพส์ชลศาสตร์ (hydraulic profile) ในแต่ละกระบวนการ ด้วย

- ต้องเผื่อพื้นที่ใกล้เคียงกันสำหรับการขยายระบบในอนาคต เช่น ถ้าวางกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามลำดับการทำงานในแนวเหนือ - ใต้ และต้องเผื่อพื้นที่ไว้ขยายด้านข้างหรือแนวตะวันออก - ตะวันตก เป็นต้น
- ควรจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อระหว่างกระบวนการเก่าและกระบวนใหม่ที่จะขยายเพิ่มในอนาคต เพื่อความสะดวกและไม่ต้องหยุดเดินระบบ เช่น ประตูน้ำ เป็นต้น
- ต้องพิจารณาการวางฐานรากของโครงสร้างของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับลักษณะชั้นดินและระดับน้ำใต้ดินด้วย ซึ่งต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับแรงของชั้นดินและการลอยตัวของโครงสร้างเนื่องจากน้ำใต้ดิน
- กระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหาความรำคาญต่าง ๆ เช่น กลิ่น เสียง ละอองน้ำ เป็นต้น ต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่มีระยะห่างกับชุมชนอย่างเหมาะสมหรือวางในตำแหน่งใต้ทิศทางลมของชุมชน
- ควรต้องจัดวางระยะห่างระหว่างกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำและเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถดำเนินงานได้อย่างสะดวกและสามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย
- กระบวนการที่มีส่วนประกอบของเครื่องจักรที่มีน้ำหนักหรือจำเป็นต้องมีการขนย้าย เช่น สารเคมี สลัดจ์ ขยะ กรวดทราย เป็นต้น ต้องจัดให้มีถนนสามารถเข้าออกได้อย่างสะดวก
- ควรพิจารณาถึงลักษณะรูปแบบถังบำบัดด้วย กล่าวคือ การใช้ถังสี่เหลี่ยมสามารถใช้ผนังร่วมกันได้ ซึ่งจะทำให้ประหยัดพื้นที่ในการก่อสร้าง แต่ถังกลมสามารถรับแรงได้ดีกว่าถังรูปสี่เหลี่ยม
- กระบวนการและอุปกรณ์เครื่องจักรหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบจำเป็นต้องออกแบบให้มีจำนวนมากกว่า 1 หน่วย เนื่องจากไม่ต้องหยุดเดินระบบทั้งหมดเมื่อมีการซ่อมบำรุง เช่น เครื่องสูบน้ำเสีย เครื่องเป่าอากาศ เป็นต้น แต่อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีราคาแพงและไม่มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยตรง เช่น มาตรวัดการไหล (แบบแม่เหล็กไฟฟ้า) เป็นต้น ไม่จำเป็นต้องเตรียมเครื่องสำรองไว้ เพียงแต่เตรียมท่อสั้นขนาดเท่าอุปกรณ์ดังกล่าวใส่แทนไว้ก่อนขณะที่นำไปซ่อม
- การออกแบบถังซ้อนกันหรือเป็นอาคารหลายชั้นเพื่อประหยัดพื้นที่สำหรับการก่อสร้างจะต้องเปรียบเทียบงบประมาณการดำเนินการด้วย โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำขึ้นที่สูง
- อาคารสำนักงาน ควรต้องอยู่ใกล้กับทางเข้าหลักของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อให้ผู้มาติดต่อ สามารถหาได้ง่าย และไม่ไปพลุกพล่านในบริเวณเขตหวงห้ามหรือเขตอันตราย
- อาคารซ่อมบำรุงและอาคารเก็บของควรต้องอยู่ใกล้กับบริเวณที่มีเครื่องจักรจำนวนมาก และมีพื้นที่เพียงต่อการขนย้ายและซ่อมบำรุง นอกจากนี้ควรต้องจัดให้มีถนนสามารถเข้า - ออกได้อย่างสะดวก รวมทั้งเครื่องมือในการขนย้ายเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก เช่น รอกไฟฟ้า เครน เป็นต้น

5.10 ดุลยภาพมวล (mass balance)

ในขณะออกแบบโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ ผู้ออกแบบควรต้องทำดุลยภาพมวลเป็นลำดับแรก ๆ ซึ่งเป็นการแสดงอัตราไหลและความเข้มข้นของสารมลพิษที่เข้าและออกจากกระบวนการบำบัดต่าง ๆ การทำดุลยภาพมวลจะบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียนั้น ๆ และสามารถประเมินปริมาณสลัดจ์หรือกากตะกอนที่จะนำไปบำบัดหรือกำจัดต่อไป

ปัจจัยที่มีความสำคัญในการทำดุลยภาพมวล ได้แก่ ลักษณะน้ำเสียเข้าระบบ อัตราไหลน้ำเสีย แผนภาพการไหลของกระบวนการ ไคเนติกส์การโตของจุลินทรีย์ในหน่วยกระบวนการชีวภาพ และการกำหนดประสิทธิภาพการกำจัดสารมลพิษของแต่ละหน่วยกระบวนการบำบัด

บทที่ 6
การบำบัดขั้นเตรียมการ

การบำบัดขั้นเตรียมการเป็นการกำจัดหรือลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำในขั้นตอนต่อไปจากวัสดุที่มากับน้ำเสีย เช่น ขยะ กรวด ทราย เป็นต้น รวมถึงการลดภาระทางชลศาสตร์และอัตราภาระอินทรีย์ที่สูงเกินไปในบางช่วง

โดยทั่วไปกระบวนการบำบัดขั้นเตรียมการประกอบด้วย ตะแกรง (ดักขยะ) ถังดักกรวดทราย ถังปรับเสมอ และเครื่องบดตัดขยะ แต่เนื่องจากน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย (ชุมชนระดับเมือง) มีการแปรผันของอัตราไหลและสารอินทรีย์ไม่มากนัก จึงไม่จำเป็นต้องใช้ถังปรับเสมอ นอกจากนี้ เครื่องบดตัดขยะก็ไม่เหมาะสมกับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำชุมชนของประเทศไทยเช่นกัน เนื่องจากการใช้เครื่องบดตัดขยะเป็นการเพิ่มอัตราภาระอินทรีย์ให้แก่ระบบ ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวเฉพาะค่ากำหนดการออกแบบของตะแกรงขยะและถังดักกรวดทรายเท่านั้น

6.1 ตะแกรงราง (bar rack)

การดักขยะโดยใช้ตะแกรงมีจุดประสงค์เพื่อดักและกำจัดเศษวัสดุหรือของแข็งต่าง ๆ ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น เครื่องสูบ ท่อ วาล์ว มาตรวัดการไหล เป็นต้น

โดยทั่วไปตะแกรงสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ตะแกรงหยาบ (coarse screen) และตะแกรงละเอียด (fine screen) แต่สำหรับในการบำบัดขั้นเตรียมการจะหมายถึงตะแกรงหยาบเท่านั้น และมักเรียกว่า **“ตะแกรงราง”** ส่วนตะแกรงละเอียดอาจถือว่าเป็นการบำบัดขั้นต้น เนื่องจากตะแกรงมีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ในรูปของแข็งแขวนลอยได้บางส่วน ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวเฉพาะตะแกรงรางเท่านั้น

ตะแกรงรางซึ่งใช้ในการบำบัดขั้นเตรียมการสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด ได้แก่ ตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยแรงคน และตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกล แต่ในบางกรณีอาจมีการใช้ตะแกรงรางในระบบรวบรวมน้ำเสีย (แบบท่อระบายรวม) หรือระบบระบายน้ำฝนด้วย เพื่อป้องกันท่ออุดตัน ซึ่งมักเรียกว่า **“ตะแกรงรางดักขยะลอย”** (trash rack) และมักออกแบบให้มีช่องว่าง ระหว่างซี่ตะแกรงประมาณ 40 - 150 มิลลิเมตร ส่วนค่าออกแบบตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยแรงคนและแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกลจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

6.1.1 ค่ากำหนดการออกแบบ

ค่ากำหนดการออกแบบตะแกรงแบบทำความสะอาดด้วยแรงคนและแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกลแสดงในตารางที่ 6.1

6.1.2 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- เมื่อตะแกรงมีเศษขยะอุดตันมากจะทำให้น้ำไหลผ่านได้น้อยลง หรือกรณีที่อัตราน้ำเข้าสูงกว่าปกติอาจเกิดน้ำท่วมนองได้ จึงควรมีฝายน้ำล้นฉุกเฉินที่สามารถระบายน้ำให้ไหลผ่านไปได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านตะแกรง
- ควรออกแบบให้มีตะแกรงอย่างน้อย 2 ชุด และมีประตูน้ำตรงทางน้ำเข้าแยกส่วนกันเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง เมื่อตะแกรงชุดใดต้องหยุดเดินระบบเพื่อซ่อมบำรุงตะแกรงชุดที่เหลือต้องสามารถรับอัตราไหลสูงสุดได้
- การเลือกช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงควรพิจารณาจากขนาดของของแข็งที่เครื่องสูบ (ที่อยู่หลังตะแกรง) ยอมให้ผ่านได้ โดยหลักปฏิบัติทั่วไปมักกำหนดให้ช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงมีขนาดประมาณ 1 ใน 3 ของขนาดของแข็งที่เครื่องสูบยอมให้ผ่านได้ อย่างไรก็ตาม ควรคำนึงถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ หลังเครื่องสูบด้วย
- ทางน้ำเข้าและทางน้ำออกของรางน้ำควรออกแบบให้น้ำไหลได้อย่างราบเรียบเพื่อลดการสูญเสียเฮดและป้องกันการสะสมของกรวดและเศษวัสดุภายในราง

ตารางที่ 6.1 ค่ากำหนดการออกแบบตะแกรง

รายการ	ทำความสะอาดด้วยแรงงาน	ทำความสะอาดด้วยเครื่องกล
ช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรง,มิลลิเมตร	25 – 75	10 – 75
ขนาดของซี่ตะแกรง		
กว้าง, มิลลิเมตร	4 – 15	5 – 15
ลึก, มิลลิเมตร	25 – 50	25 – 75
เอียง (จากแนวดิ่ง), องศา	30 – 45	0 – 30
การสูญเสียเฮดจากการอุดตันที่ยอมรับได้, มิลลิเมตร	150	150
ความเร็วน้ำในราง, เมตร/วินาที	$\geq$ 0.4	$\geq$ 0.4
ความเร็วน้ำเมื่อผ่านซี่ตะแกรง,เมตร/วินาที	0.3 – 0.9	0.6 – 1.2

- สำหรับตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยแรงคน ความยาวของรางจะต้องไม่เกินระยะที่เจ้าหน้าที่สามารถทำความสะอาดได้โดยสะดวก โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 3 เมตร และบริเวณชานพักซึ่งเป็นที่ยืนของเจ้าหน้าที่ในการทำความสะอาด ซึ่งจะใช้กองเศษขยะด้วย ควรมีส่วนพักขยะซึ่งลึกลงไป 5 - 10 เซนติเมตร และเจาะรูระบายน้ำออก บริเวณนี้ควรมีพื้นที่กว้างพอในการทำงานโดยไม่ควรน้อยกว่า 2.50 เมตร และกรณีอยู่ในสถานีสูบควรมีแสงสว่างส่องหน้าตะแกรงอย่างเพียงพอ
- สำหรับตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกลจะช่วยลดค่าแรง รวมทั้งทำให้เกิดสภาวะการไหลและการดักขยะที่ดีกว่า โดยเฉพาะในกรณีที่มีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม ซึ่งมีปริมาณขยะมากในขณะฝนตก ตะแกรงแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกลมีหลายชนิด เช่น เครื่องกลกวาดขยะแบบโซ่หรือสายพาน (chain or cable driven screens) เครื่องกลกวาดขยะชนิดขึ้น - ลง (reciprocating rake screens) ตะแกรงคาเทนารี (catenary screens) ตะแกรงล้างตัวเองแบบต่อเนื่อง (continuous self-cleaning screens) เป็นต้น ซึ่งแต่ละชนิดมักถูกออกแบบสำเร็จมาแล้ว ดังนั้นผู้ออกแบบควรศึกษาข้อมูลของตะแกรงรางแบบทำความสะอาดด้วยเครื่องกลแต่ละชนิด และของแต่ละผู้ผลิตที่มีจำหน่ายในตลาด ซึ่งผู้ออกแบบควรเลือกใช้แบบที่ตรงกับความต้องการและต้องออกแบบสถานที่ติดตั้งให้เหมาะสม ส่วนการควบคุมการทำงานมักเป็นแบบอัตโนมัติ อาจใช้นาฬิกาตั้งเวลาให้ทำงานตามเวลาที่กำหนด ร่วมกับอุปกรณ์วัดความแตกต่างของความดันโดยการวัดระดับน้ำที่แตกต่างกันระหว่างหน้าและหลังตะแกรง แต่อย่างไรก็ตามต้องมีมาตรการสำหรับให้คนบังคับโดยตรงได้ด้วย นอกจากนี้ต้องออกแบบให้มีชุดควบคุมระบบเตือนภัยเมื่อระดับน้ำในรางสูงเกินไปหรือเครื่องทำความสะอาดไม่ทำงาน

6.2 เครื่องบดตัดขยะ

อุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่ตัด บด เศษวัสดุที่มากับน้ำเสีย เพื่อให้มีขนาดเล็กลง สามารถป้องกันเครื่องสูบเสียหายหรือป้องกันท่อหรืออุปกรณ์อุดตัน วิธีการนี้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำชุมชนของเมืองไทย เนื่องจากเป็นการเพิ่มอัตราภาระอินทรีย์ให้แก่การบำบัดขั้นสองและอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเมื่อน้ำเสียมีกรวดทรายมาก เพราะทำให้ฟันตัดบิ่นหรือที่อได้

6.3 ถังดักกรวดทราย

จุดประสงค์หรือหน้าที่ของถังดักกรวดทรายได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 5.1.1.2 โดยทั่วไปถังดักกรวดทรายมีหลายประเภท แต่ในคู่มือนี้จะขอกล่าวเพียงบางประเภทที่นิยมใช้และเหมาะกับสภาพท้องถิ่นของประเทศไทยเท่านั้น ได้แก่ ถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ (aerated grit chamber) และถังดักกรวดทรายแบบน้ำไหลแนวนอนในรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular horizontal-flow grit chamber) ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ข้อดีและข้อเสียของถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศและแบบน้ำไหลแนวนอน

ข้อดี	ข้อเสีย
แบบเติมอากาศ - การสูญเสียเฮดค่อนข้างน้อย - เมื่อควบคุมอัตราการเติมอากาศให้เหมาะสม กรวดทรายที่ถูกแยกออกมาจะสะอาด โดยสารอินทรีย์จะไม่ถูกแยกออกมาด้วย - มีความยืดหยุ่น สามารถรองรับอัตราไหลที่แปรผันในช่วงกว้างได้ - การเติมอากาศช่วยลดสภาวะเซ็ปทิก (septic) และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการบำบัดขั้นสอง	- ต้องการพลังงานมาก (ในการเติมอากาศ) - ต้องการแรงงานและความชำนาญในการบำรุงรักษาและการควบคุมระบบเติมอากาศ - ค่าออกแบบซึ่งทำให้เกิดการหมุนเป็นเกลียวยังไม่มีความชัดเจนมากนัก
แบบน้ำไหลแนวนอนในรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า - ประสิทธิภาพการดักกรวดทรายขึ้นอยู่กับการปรับอุปกรณ์การไหลของทางน้ำออก - ไม่มีส่วนโครงสร้างที่เป็นพิเศษ - ประหยัดพลังงานและมีงบประมาณการเดินระบบต่ำ	- ยากในการควบคุมความเร็วในการไหล (ให้เท่ากับ 0.3 เมตร/วินาที) เนื่องจากการแปรผันของอัตราไหล - มีอุปกรณ์จมน้ำมาก เช่น โซ่ แบริ่ง เป็นต้น ซึ่งยากในการบำรุงรักษา - เมื่ออัตราไหลต่ำ จะทำให้สารอินทรีย์ถูกแยกออกมาด้วย

6.3.1 ข้อพิจารณาทั่วไปในการออกแบบถังดักกรวดทราย

- ถ้ามีระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อระบายรวม ต้องมีถังดักกรวดทรายหลายชุด เนื่องจาก ไม่ต้องหยุดระบบทั้งหมดเมื่อมีการซ่อมบำรุงบางชุด หากน้ำเสียมีกรวดทรายเพียงบางครั้ง อาจติดตั้งถังดักกรวดทรายเพียงชุดเดียวก็ได้ แต่ควรต้องออกแบบให้มีท่ออ้อม เพื่อให้น้ำเสียไหลอ้อมไปยังหน่วยกระบวนอื่นต่อไปโดยไม่ต้องผ่านถังดักกรวดทราย
- โดยทั่วไปถังดักกรวดทรายมีเป้าหมายในการกำจัดทรายหรืออนุภาคที่ใหญ่กว่า 0.21 มิลลิเมตร (65 mesh) และมีความถ่วงจำเพาะ 2.65 ให้ได้ร้อยละ 95 หรือในระบบสมัยใหม่ อาจออกแบบให้สามารถกำจัดอนุภาคขนาด 0.15 มิลลิเมตร (100 mesh) ได้ถึงร้อยละ 75
- ปัจจัยสำคัญในการเลือกกระบวนการกำจัดกรวดทราย ได้แก่ การสูญเสียเฮด ขนาดพื้นที่ ความยืดหยุ่นของระบบ ปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกแยกมาด้วย และงบประมาณในการลงทุนและดำเนินการเดินระบบ

6.3.2 ถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ

ถังดักกรวดทรายแบบนี้มีการเติมอากาศที่ก้นและบริเวณด้านข้างของถัง เพื่อให้น้ำเกิดการ ไหลแบบหมุนเป็นเกลียว (spiral roll) ตั้งฉากกับการไหลของน้ำ (น้ำไหลตามความยาวถัง) ทำให้ของแข็งแขวนลอยหนักหรือกรวดทรายตกลงสู่ก้นถังและรวมกันในรางหรือฮอปเปอร์ ในขณะที่ของแข็งอื่น ๆ หรือสารอินทรีย์ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่ายังแขวนลอยอยู่ ส่วนกรวดทรายที่ก้นถังจะถูกแยกออกด้วยอุปกรณ์และเครื่องจักรต่าง ๆ (ดูในหัวข้อที่ 6.3.5)

ค่ากำหนดการออกแบบของถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศแสดงในตารางที่ 6.3 นอกจากนี้ ควรแยกใช้เครื่องเป่าลมกับถังดักกรวดทรายโดยเฉพาะ ซึ่งดีกว่าการใช้เครื่องเป่าลมร่วมกับกระบวนการอื่น เช่น ถังเติมอากาศ เป็นต้น ควรติดตั้งวาล์วและเครื่องวัดอัตราไหลเพื่อทำให้สามารถการควบคุมอัตราการเติมอากาศได้ตามต้องการ

6.3.3 ถังดักกรวดทรายแบบน้ำไหลแนวนอนในรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ถังชนิดนี้ใช้อุปกรณ์ เช่น เวียร์ พาร์แชลล์ฟลูม ฯลฯ เพื่อควบคุมอัตราเร็วของน้ำให้คงที่ โดยระดับน้ำจะปรับขึ้นลงเองตามอัตราไหลและทำให้อัตราเร็วของน้ำในรางคงที่ ซึ่งพบว่าเมื่อน้ำไหลด้วยความเร็วประมาณ 0.3 เมตร/วินาที จะทำให้กรวดทรายตกตะกอน แต่ในขณะเดียวกันสารอินทรีย์ซึ่งเบากว่ายังแขวนลอยอยู่ (ไม่ตกตะกอน) ส่วนใหญ่มักใช้โซ่และใบกวาด (chain and flight) รวบรวมกรวดทรายเข้าสู่ฮอปเปอร์ที่ก้นถัง และถูกแยกออกจากถังต่อไปด้วยอุปกรณ์และเครื่องจักรต่าง ๆ

ค่ากำหนดการออกแบบถังชนิดนี้แสดงในตารางที่ 6.4 นอกจากนี้การกำหนดความยาวของถังตกตะกอน ต้องเผื่อส่วนรองรับความปั่นป่วนของทางน้ำเข้าและทางน้ำออกด้วย ส่วนการกำหนดความลึกของราง ต้องเผื่อส่วนกักเก็บกรวดทรายและหากใช้เครื่องกลกวาดตะกอนก็ต้องเผื่อส่วนลึกของอุปกรณ์ด้วย

6.3.4 ปริมาณและลักษณะของกรวดทราย

ปริมาณและลักษณะของกรวดจะแตกต่างกันได้มากโดยขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของท่อรวบรวม ลักษณะของพื้นที่รับน้ำฝน สภาพท่อน้ำเสีย และประสิทธิภาพของระบบกำจัดกรวดทราย ค่าทั่วไปสำหรับปริมาณกรวดที่มักใช้กันในต่างประเทศเท่ากับ 30 ลบ.ม./1 ล้าน ลบ.ม. แต่สำหรับประเทศไทยไม่พบว่ามีการเก็บข้อมูลนี้ อย่างไรก็ตามคาดว่ามีปริมาณมากกว่าของประเทศที่พัฒนาแล้ว เพราะลักษณะการวางท่อและประสานต่อของประเทศไทยยังดีไม่เท่าของประเทศเหล่านั้น

ตารางที่ 6.3 ค่ากำหนดการออกแบบถังดักกรวดทรายแบบเติมอากาศ

รายการ	ค่าแนะนำ
เวลากักน้ำที่อัตราไหลสูงสุด, นาที	2 – 5 (3)
ขนาด	
- ความลึก, เมตร	2 – 5
- ความยาว, เมตร	8 – 20
- ความกว้าง, เมตร	2.5 -7.0
- ความยาว/ความลึก	1:1 – 5:1 (1.5 – 1)
- ความยาว/ความกว้าง	3:1 – 5:1 (4:1)
การเติมอากาศ, ลบ.ม./นาที-เมตร ความยาว	0.2 – 0.8

ตารางที่ 6.4 ค่ากำหนดการออกแบบถังดักกรวดทรายแบบน้ำไหลแนวนอนในรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รายการ	ค่าแนะนำ
ขนาด	
ความลึกน้ำ, เมตร	0.6 – 1.5 (1)
ความยาว, เมตร	10 – 25 (15)
เวลากักน้ำ (ที่อัตราไหลสูงสุด), นาที	0.8 – 1.5 (1)
ความเร็วน้ำในแนวนอน, เมตร/วินาที	0.15 – 0.4 (0.3)
ความเร็วจมตัวสำหรับการแยก, เมตร/นาที	
กรวดทรายที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.21 มิลลิเมตร	1.0 – 1.3 (1.2)
กรวดทรายที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 มิลลิเมตร	0.6 – 0.9 (0.8)
การสูญเสียเฮดในการควบคุมความเร็วน้ำในราง, ร้อยละของความลึกน้ำในราง	30 – 40 (36)

6.3.5 การแยกกรวดทรายออกจากก้นถังดักกรวดทราย

หากใช้คนโกยกรวดทรายออกจากระบบจะต้องมีถังดักกรวดทรายสำรองอีกหนึ่งชุดที่สามารถรองรับอัตราไหลสูงสุดได้ด้วย เพราะการโกยกรวดออกด้วยวิธีนี้ต้องถ่ายน้ำออกจากถังก่อน

อุปกรณ์หรือเครื่องจักรซึ่งใช้ในการแยกกรวดทรายออกจากก้นถังกรวดทรายมีอยู่ 4 วิธี ได้แก่ เครื่องสูบแบบสกรูวางเอียงหรือคอนเวเยอร์แบบหลอด(inclined screw or tubular conveyors) โซ่และเครื่องยกถังตักกรวดทราย (chain and bucket elevators) ถังเก็บกรวดทรายแคลมเชลล์ (clamshell buckets) และเครื่องสูบ

สกรูวางเอียงหรือคอนเวเยอร์แบบหลอด รวมทั้งโซ่และเครื่องยกถังเก็บกรวดทรายต้องสามารถใช้งานที่ภาระบรรทุกสูงสุดได้ โดยเฉพาะเมื่อระบบเป็นแบบท่อระบายรวม นอกจากนี้อุปกรณ์แบบนี้มีส่วนที่จมน้ำ ดังนั้นทำให้ยากในการซ่อมบำรุง (ซึ่งต้องเอาน้ำออกจากถังดักกรวดทรายก่อน) ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการดำเนินการในขณะมีการซ่อมบำรุง ควรต้องออกแบบให้มีถังดักกรวดทรายอย่างน้อย 2 ชุด

ข้อดีในการใช้เครื่องสูบแยกกรวดทรายที่กันถังดักกรวดทราย ได้แก่ ประหยัดพื้นที่ถังดักกรวดทรายแต่ละถังอาจใช้เครื่องสูบร่วมกันได้ และหากเครื่องสูบเสียสามารถนำเครื่องสูบอื่นมาทดแทนได้ง่าย ส่วนข้อเสียคือ ระบบประกอบด้วยท่อเฮดเดอร์และวาล์วจำนวนมาก ซึ่งต้องการการดูแลเป็นพิเศษเนื่องจากการขัดสีของกรวด

ข้อควรระวังในการออกแบบระบบท่อของเครื่องสูบ ได้แก่ ควรต้องออกแบบให้มีจำนวนข้องอน้อยที่สุดเพื่อลดการอุดตันโดยแท่งไม้หรือเศษผ้า ควรติดตั้งช่องเปิดสำหรับทำความสะอาดที่ ข้องอและจุดเปลี่ยนทิศทางทุกจุด ควรออกแบบให้มีความเร็วการไหลในท่อ 1 - 2 เมตร/วินาที และ ควรต้องใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่งอย่างน้อย 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

6.3.6 การกำจัดกรวดทราย

กรวดทรายที่ถูกแยกออกจากถังดักกรวดทรายแล้วอาจลำเลียงลงสู่รถบรรทุกโดยตรง หรือเก็บไว้ในถังพักก่อนเพื่อนำไปกำจัด ได้แก่ การฝังกลบ และถมที่ต่อไป ถังพักต้องมีการปกคลุมอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันกลิ่นและแมลง เนื่องจากกรวดทราย(ที่ไม่ผ่านการล้าง)อาจมีปริมาณสารอินทรีย์ถึงร้อยละ 50

6.4 มาตรวัดการไหล

ในการควบคุมกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจำเป็นต้องมีการวัดอัตราไหลของน้ำเสีย เช่น เพื่อใช้คำนวณหาอัตราการเติมสารเคมี อัตราไหลของสลัดจ์สูบกลับ (กรณีเป็นระบบเอเอส) อัตราการเติมอากาศในถังเติมอากาศ เป็นต้น การวัดอัตราไหลของน้ำเสียมักนิยมใช้ระบบที่อัตราไหลมี ความสัมพันธ์กับตัวแปรที่วัดง่าย ๆ เช่น ความสูงของน้ำ หรือความแตกต่างของความดัน เป็นต้น ซึ่งระบบที่เหมาะสมและนิยมใช้กับน้ำเสียโดยทั่วไป ได้แก่ ฝายน้ำล้น พาร์แชลล์ฟลูม ฟลูมพาล์เมอร์ โบวลัส มาตรวัดน้ำแบบเวนจูรี มาตรวัดน้ำแบบหัวฉีด มาตรวัดน้ำแบบออริฟิซ มาตรวัดน้ำแบบ แม่เหล็กไฟฟ้า มาตรวัดน้ำแบบกังหัน และมาตรวัดน้ำแบบอะคูสติก

บทที่ 7
กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ

การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการทางชีวภาพเป็นการทำให้น้ำอยู่ในสภาพเสถียรหรือคงตัว กล่าวคือ เป็นการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ในน้ำเสียไปเป็นสารอนินทรีย์ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน แอมโมเนีย น้ำ เป็นต้น โดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าว ซึ่งในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ก็จะสร้างเซลล์ใหม่เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้จุลินทรีย์ดังกล่าวจะถูกแยกออกจากน้ำได้ โดยง่าย จึงจะทำให้น้ำทิ้งมีปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำและได้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนดไว้

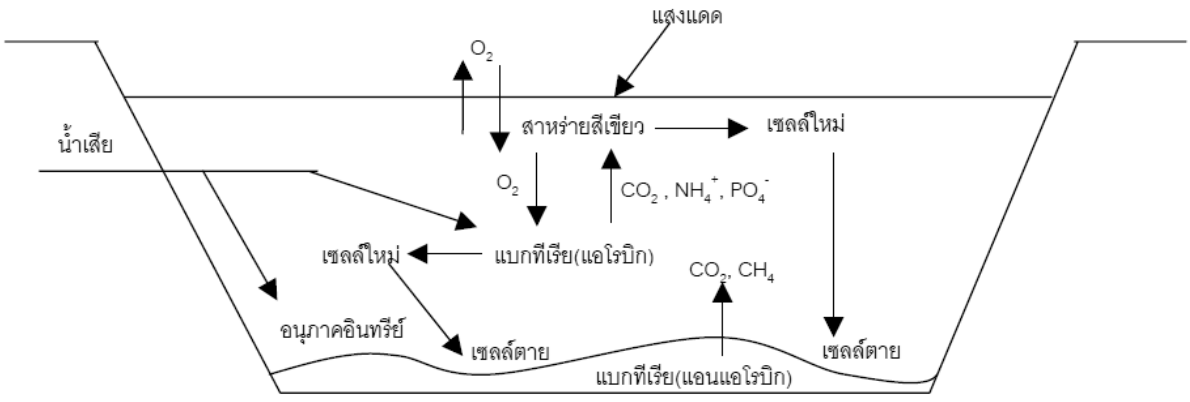
กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียชุมชนและสภาพท้องถิ่นของประเทศไทยได้กล่าวแล้วในบทที่ 5 ส่วนบทนี้จะกล่าวถึงค่ากำหนดและข้อพิจารณาในการออกแบบกระบวนการดังกล่าว

7.1 บ่อปรับเสถียร

การจัดเรียงหน่วยกระบวนการของบ่อปรับเสถียรที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 5.3.1 และรูปที่ 5.1

7.1.1 หลักการทำงาน

บ่อแฟคัลเททีฟเป็นหน่วยกระบวนการที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย เนื่องจากมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและมีแดดจัดตลอดปี การทำงานของบ่อแฟคัลเททีฟเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ร่วมกัน ทั้งในสภาวะแอโรบิกและแอนแอโรบิกดังรูปที่ 7.1 ส่วนบนของบ่อซึ่งแสงแดดสามารถส่องถึงจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบกทีเรียที่ใช้ออกซิเจน ซึ่งได้รับออกซิเจนส่วนใหญ่จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย (และได้รับออกซิเจนอีกบางส่วนจากอากาศที่ละลายลงผิวน้ำ) อย่างไรก็ตามปริมาณสาหร่ายและออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) จะลดลงเรื่อย ๆ ตามความลึกของบ่อ เนื่องจาก แสงแดดส่องผ่านได้น้อยลงและจะมีสภาวะไร้ออกซิเจนที่ความลึกระดับหนึ่ง ในขณะเดียวกันสารอินทรีย์ในรูปของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียก็จมตัวลงสู่ก้นบ่อ จึงทำให้บริเวณก้นบ่อมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยสภาวะแอนแอโรบิก



รูปที่ 7.1 การทำงานของแบกทีเรียและสาหร่ายในบ่อแฟคัลเททีฟ

คาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนหลักให้แก่สาหร่ายด้วย หรือกล่าวได้ว่าแบกทีเรียและสาหร่ายดำรงชีพแบบพึ่งพากันและกัน ดังนั้นปริมาณสาหร่ายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วย กล่าวคือ ถ้าน้ำเสียมีค่าบีโอดีต่ำจะทำให้ปริมาณสาหร่ายไม่สูงมากนัก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสาหร่ายยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ปริมาณแสงแดด ปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสีย เป็นต้น

แม้ว่าสาหร่ายจะผลิตออกซิเจนในตอนกลางวัน แต่ในตอนกลางคืนสาหร่ายจะมีการใช้ออกซิเจน และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ดังนั้นจึงทำให้ค่าออกซิเจนละลายและพีเอชในบ่อแฟคัลเททีฟมีการแปรผันตามปกติวิสัย กล่าวคือ ในช่วงเช้าถึงเย็นน้ำในบ่อจะมีค่าออกซิเจนละลายและค่าพีเอชสูง ส่วนในช่วงกลางคืนจะมีค่าออกซิเจนและค่าพีเอชต่ำลง

7.1.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

ค่ากำหนดการออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ แสดงดังตารางที่ 7.1

7.1.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- ปัจจัยสำคัญที่กำหนดพื้นที่บ่อ ได้แก่ อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (aerial BOD loading rate) ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำดังตารางที่ 7.1 ในทางปฏิบัติควรเลือกค่าอัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ (สำหรับออกแบบ) ที่อุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีของท้องถิ่นนั้น ๆ และสามารถคำนวณหาพื้นที่บ่อได้ดังสมการที่ 7 - 1

ตารางที่ 7.1 ค่ากำหนดการออกแบบบ่อแฟคัลเททีฟ

รายการ	ค่าแนะนำ
1. อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่,ก.บีโอดี/ตร.ม.-วัน	
- 15 องศาเซลเซียล	10 – 15
- 20 องศาเซลเซียล	15 – 20
- 25 องศาเซลเซียล	20 – 25
2. ความลึกน้ำ,เมตร	ไม่น้อยกว่า 1.5
3. ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี,ร้อยละ	65 - 75

$L_a = QS_0/A$ หรือ $A = QS_0/L_a$ (7 - 1)

โดยที่ L_a = อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่, ก.บีโอดี/ตร.ม. - วัน

Q = อัตราไหลน้ำเสีย, ลบ.ม./วัน

S_0 = บีโอดีของน้ำเสีย, มก./ล.

A = พื้นที่บ่อ(ที่ครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ), ตร.ม.

- ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของบ่อแฟคัลเททีฟ ได้แก่ การป้องกันการไหลลัดวงจร (short-circuiting) ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่ กำหนดความยาวบ่อไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความกว้างบ่อ กระจายทางน้ำเข้าและทางน้ำออกให้มีหลายตำแหน่งตามความกว้างบ่อ ออกแบบให้มีหลายบ่อต่อกันแบบอนุกรม และออกแบบให้ปลายท่อน้ำเข้าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของความลึกน้ำ
- สำหรับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยซึ่งมีความเข้มข้นต่ำ การออกแบบให้มีบ่อแฟคัลเททีฟอย่างน้อย 2 บ่อต่อกันแบบอนุกรมก็เพียงพอที่จะผลิตน้ำทิ้งให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง แต่ถ้าต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยและเชื้ออาจออกแบบให้มีบ่อบ่ม (maturation pond) เพิ่มอีก 1 บ่อก็ได้ สำหรับค่ากำหนดการออกแบบของบ่อบ่มจะกล่าวต่อไปในหัวข้อ 7.1.4
- ถ้าเป็นไปได้ควรออกแบบให้มีมากกว่า 1 ระบบวางขนานกัน เพื่อความสะดวกในการเดินระบบ โดยเฉพาะเมื่อมีการซ่อมบำรุง เช่น การขุดลอกตะกอน เป็นต้น แต่ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆด้วย ได้แก่ อัตราไหลของน้ำเสีย ขนาดและสภาพทางภูมิประเทศของพื้นที่ความคุ้มค่าในการลงทุน เป็นต้น
- ควรติดตั้งฝายน้ำล้นหรือมาตรวัดการไหลแบบอื่นๆเพื่อวัดอัตราน้ำเสียก่อนเข้าบ่อและติดตั้งฝายน้ำล้นทางน้ำออกของบ่อสุดท้ายด้วย เพื่อวัดอัตราไหลและควบคุมระดับน้ำของบ่อปรับเสถียรต่างๆ
- ระยะขอบบ่อเหนือน้ำ (free board) เท่ากับ 0.5 - 1.0 เมตร ซึ่งแนะนำที่ 0.6 เมตร
- ควรปรับสภาพขอบบ่อ เช่น ดาดคอนกรีต เรียงหิน เป็นต้น เพื่อป้องกันการกัดเซาะขอบบ่อจากคลื่นน้ำและป้องกันวัชพืช
- ขอบบ่อที่มีการปรับสภาพอาจมีความลาดได้ถึง 1 : 1 (แนวดิ่ง : แนวราบ) แต่ถ้าไม่มีการปรับสภาพควรมีความลาดอย่างน้อย 1 : 3
- ถ้ากันบ่อเป็นดินทรายหรือน้ำรั่วซึมออกได้ง่าย ต้องมีมาตรการป้องกันการรั่วซึม
- ท่อน้ำออกของแต่ละบ่อต้องอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ เพื่อลดปริมาณสาหร่ายที่จะหลุดออกมากับน้ำทิ้ง
- ชุมชนที่อยู่ใกล้กับชายทะเลหรือมีกรวดทรายเข้าสู่ระบบมาก ต้องคำนึงถึงปริมาณกรวดทรายที่สะสมในบ่อด้วย
- ต้องออกแบบและก่อสร้างระบบระบายน้ำภายในโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เพียงพอเพื่อป้องกันน้ำท่วมขังและป้องกันการกัดเซาะขอบบ่อในกรณีฝนตก และต้องคำนึงถึงระบบระบายน้ำรอบโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อป้องกันการท่วมขังพื้นที่ใกล้เคียง

7.1.4 บ่อบ่ม

บ่อบ่มมีหน้าที่ฆ่าเชื้อและลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งจากบ่อแฟคัลเททีฟ ควรออกแบบบ่อบ่มให้มีความลึกประมาณ 1.0 - 1.5 เมตร และมีเวลากักน้ำเท่ากับ 1 - 2 วัน

7.2 สระเติมอากาศ

7.2.1 หลักการของสระเติมอากาศ

สระเติมอากาศเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจนแบบแขวนลอยย่อยสลายสารอินทรีย์ สระเติมอากาศที่เสนอแนะให้ใช้กับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยเป็นแบบผสมบางส่วนดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 5 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับบ่อแฟคัลเททีฟ เพียงแต่ต้องการพื้นที่บ่อน้อยกว่าและต้องมีเครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนลงในสระ ปริมาณอากาศที่เติมจะเท่ากับความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น การจัดเรียงหน่วยกระบวนการของระบบสระเติมอากาศที่เหมาะสมกับน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 5.3.2 และ ดังรูปที่ 5.2

7.2.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศและบ่อขัดแต่งแสดงดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 ค่ากำหนดการออกแบบสระเติมอากาศ (แบบผสมบางส่วน)

รายการ	ค่าแนะนำ
สระเติมอากาศ	
เวลากักน้ำ, วัน	1 – 2
ความลึกน้ำ, เมตร	2.0 – 4.0 (3.0)
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี, ร้อยละ	80
ความต้องการออกซิเจน	
- ก.ออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด	0.7 – 1.0
- กิโลวัตต์/1,000 ลบ.ม.	1.5 – 30
บ่อขัดแต่ง	
เวลากักน้ำ, วัน	1 – 2
ความลึกน้ำ, เมตร	1.5 – 2.0

( ) คือค่าที่แนะนำ

7.2.3 ข้อพิจารณาการออกแบบ

ข้อพิจารณาในการออกแบบสระเติมอากาศโดยส่วนใหญ่คล้ายกับบ่อแฟคัลเททีฟ แต่มีข้อพิจารณาเพิ่มเติมบางประการ คือ ควรมีวัสดุปูก้นบ่อ เช่น ดาดคอนกรีต ปูพลาสติก เป็นต้น เพื่อป้องกันการกัดเซาะเนื่องจากแรงปั่นป่วนของน้ำ (เนื่องจากเครื่องเติมอากาศ) อย่างไรก็ตามการดาดคอนกรีตอาจดาดเฉพาะขอบบ่อและบริเวณใต้เครื่องเติมอากาศก็ได้ นอกจากนี้ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความสะดวกในการนำเครื่องเติมอากาศขึ้นมาซ่อมแซมด้วย เช่น เตรียมพื้นที่บริเวณขอบบ่อไว้สำหรับซ่อมบำรุงเครื่องเติมอากาศ เป็นต้น ส่วนการเลือกขนาดของเครื่องเติมอากาศจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 7.3.2

7.3 เอเอส

ปัจจุบันความรู้ในกระบวนการเอเอสก้าวหน้าไปมาก มีการพัฒนาและมีการแบ่งกระบวนการออกได้หลายแบบ เช่น โดยรูปร่างของถัง อัตราภาระ รูปแบบการป้อนน้ำเสีย รูปแบบการเติมอากาศ และอื่น ๆ แต่ในเกณฑ์การออกแบบฯ นี้จะกล่าวถึงเพียงประเภทที่เหมาะสำหรับน้ำเสียชุมชนของ ประเทศไทย ซึ่งได้แก่ ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 5

การจัดเรียงหน่วยกระบวนการของระบบเอเอสที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 5.3.3 และรูปที่ 5.3 นอกจากนี้อาจออกแบบให้มีรูปแบบการทำงานเป็นแบบเอสบีอาร์ (sequencing batch reactor; SBR) ก็ได้ โดยมีการทำงานเป็นลำดับขั้นเป็นวัฏจักร ดังรูปที่ 7.2 ซึ่งเป็นการรวมขั้นตอนการเติมอากาศและตกตะกอนไว้ในถังเดียวกัน จึงทำให้กระบวนการนี้ไม่ต้องมีถังทำใสและเครื่องสูบสลัดจ์เวียนกลับ แต่ในกรณีที่น้ำเสียไหลเข้าระบบอย่างต่อเนื่อง อาจต้องใช้เอสบีอาร์หลายถังหรือมีถังปรับเสมอ

7.3.1 ค่ากำหนดการออกแบบ

สัมประสิทธิ์ไคเนติกส์ในการออกแบบกระบวนการเอเอสเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนและค่ากำหนดการออกแบบกระบวนการเอเอสแสดงดังตารางที่ 7.3 และ 7.4 ส่วนสมการที่มีความสำคัญในการออกแบบแสดงดังสมการที่ 7 - 2 ถึง 7 - 5 อย่างไรก็ตามการหาปริมาตรของถังเติมอากาศควรคำนึงถึงปริมาณของแข็งคงตัวในน้ำเสียด้วย เนื่องจากมีผลทำให้ถังเติมอากาศมีปริมาตรเพิ่มขึ้นด้วย

$$HRT = V/Q \qquad (7 - 2)$$

$$V \text{ (ไม่รวมของแข็งคงตัว)} = (\theta_c \cdot Q/X_{MLVSS}).[\ (Y_g(S_0 - S)/(1+\theta_c k_d)] \qquad (7 - 3)$$

$$V \text{ (รวมของแข็งคงตัวด้วย)} = (\theta_c \cdot Q/X_{MLSS}).[\ (Y_g(S_0 - S)/(1+\theta_c k_d)) + X_{FS}] \qquad (7 - 4)$$

$$P_x = (Q/1{,}000).[Y_g\ (S_0 - S)/(1+\theta_c k_d) + X_{FS}] \qquad (7 - 5)$$

โดยที่ HRT = เวลากักน้ำของถังเติมอากาศ, วัน

V = ปริมาตรของถังเติมอากาศ, ลบ.ม.

Q = อัตราไหลออกแบบของถังเติมอากาศ, ลบ.ม./วัน

Y_g = สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิต, ก.วีเอสเอส (แบกทีเรีย) ที่เพิ่มขึ้น/ ก.บีโอดี $_5$ ที่ใช้

S_0 = บีโอดีในน้ำเสียเข้า, มก./ล.

S = บีโอดีในน้ำทิ้ง, มก./ล.

X_{MLSS} = เอ็มแอลเอสเอส, มก./ล.

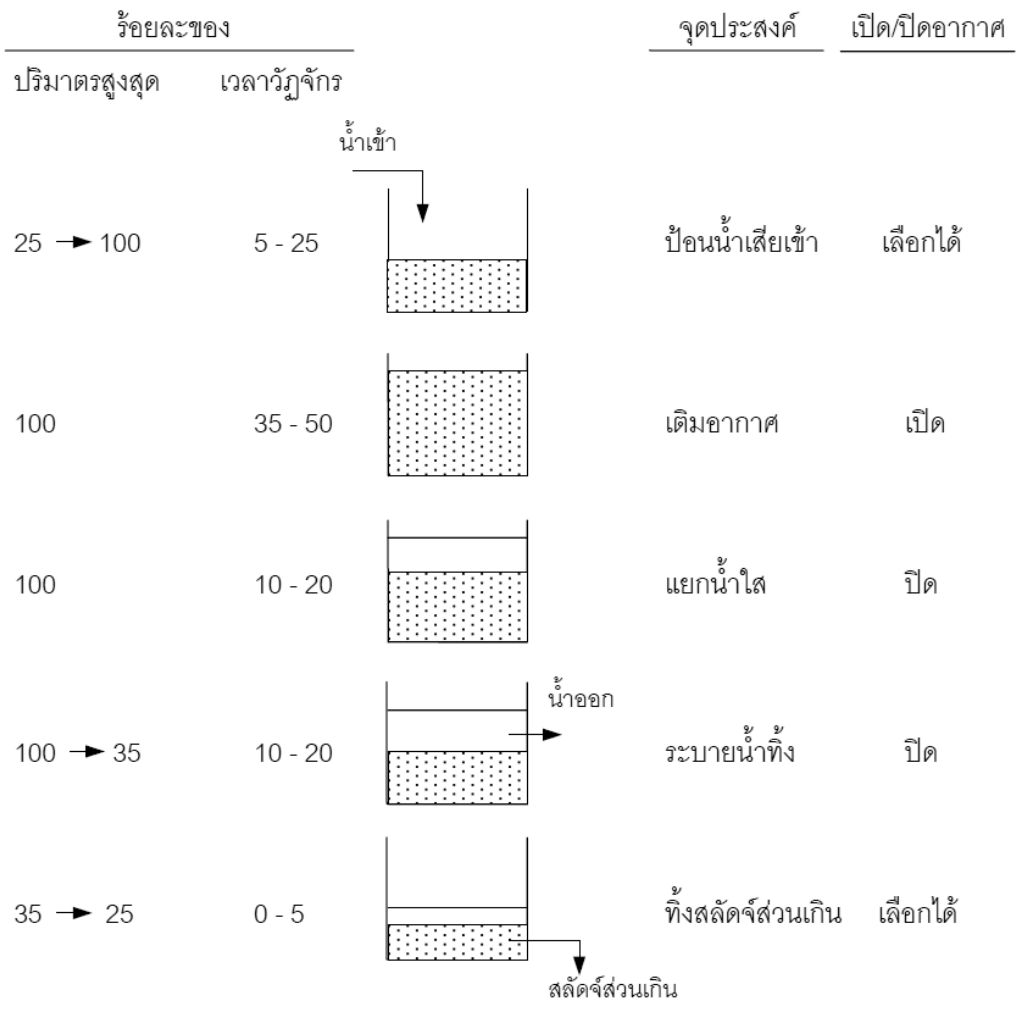
X_{MLVSS} = เอ็มแอลวีเอสเอส, มก./ล.

θc หรือ MCRT = อายุสลัดจ์, วัน

k_d = สัมประสิทธิ์การสลายตัวจำเพาะ, วัน$^{-1}$

P_x = สลัดจ์ส่วนเกิน (excess sludge), กก./วัน

X_{FS} = ของแข็งคงตัว (fixed solids) ในน้ำเสีย, มก./ล.



รูปที่ 7.2 ตัวอย่างการทำงานใน 1 วัฏจักรของระบบเอสบีอาร์

ตารางที่ 7.3 สัมประสิทธิ์ไคเนติกส์ที่ใช้ในการออกแบบระบบเอเอสเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชน

รายการ	ค่าแนะนำ	
สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิต (Y_g)		
ก. วีเอสเอส (แบกทีเรีย) ที่เพิ่มขึ้น/ก.บีโอดี$_5$ ที่ใช้	0.3 – 0.7	0.5
สัมประสิทธิ์การสลายตัวจำเพาะ (K_d), วัน$^{-1}$	0.03 – 0.07	0.05

ตารางที่ 7.4 ค่ากำหนดการออกแบบกระบวนการเอเอส

กระบวนการ	MCRT (วัน)	F/M, ก.บีโอดี/ก.MLVSS-วัน	MLSS (มก./ล.)	Q/Q	ความต้องการออกซิเจน (ก.ออกซิเจน/ก.บีโอดีที่ถูกกำจัด)
เติมอากาศยืด	20 – 30	0.05 – 0.15	3,000 – 6,000	0.5 – 1.0	1.4 – 1.6
เวลาเอสบีอาร์	20 - 30	0.05 – 0.30	1,500 – 3,000		1.4 – 1.6

หมายเหตุ

- MCRT (mean cell residence time), F/M (food to microorganism ratio), MLVSS (mixed liquor volatile suspended solids), MLSS (mixed liquor suspended solids) ให้ดูจากศัพท์บัญญัติ
- Q_r/Q = อัตราการสูบสลัดจ์เวียนกลับต่ออัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ
- ถังเติมอากาศควรมีเวลากักพักชลศาสตร์ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

7.3.2 ระบบเติมอากาศ

การเติมอากาศมีปัจจัยหลักที่ต้องพิจารณา 2 ประการ ได้แก่ การเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ จุลินทรีย์ในระบบและการผสม ซึ่งถ้าปัจจัยใดต้องการปริมาณการเติมอากาศมากกว่ากัน จะเป็นตัวควบคุมในการออกแบบขนาดของเครื่องเติมอากาศนั้น

โดยทั่วไประบบเติมอากาศแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศแบบฟู่ (diffusion aerator) เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ (surface aerator) และเครื่องเติมอากาศกังหันจมน้ำ (submerged turbine aerator)

เครื่องเติมอากาศแบบฟู่สามารถแบ่งย่อยได้หลายแบบ ถ้าแบ่งชนิดหัวฟู่ตามลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์จะแบ่งได้ดังนี้ คือ หัวฟู่ชนิดรูพรุน (porous diffuser) หัวฟู่ชนิดไม่ใช่รูพรุน (nonporous diffuser) และชนิดอื่น ๆ เช่น เครื่องเติมอากาศแบบดูดพ่น (jet aerator) นอกจากนี้อาจแบ่งชนิดตามความละเอียดของฟองอากาศได้เช่นกัน ได้แก่ ฟองอากาศหยาบ (coarse bubble) และฟองอากาศละเอียด (fine bubble)

ส่วนเครื่องเติมอากาศผิวน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ แบบหมุนช้าไหลตามรัศมี (radial flow, low speed) แบบหมุนเร็วไหลตามแกน (axial flow, high speed) แบบดูด (aspirating aerator) และแบบหมุนแนวนอน (horizontal rotor)

เครื่องเติมอากาศกังหันจมน้ำอาจแบ่งเป็นแบบน้ำไหลตามแกนและแบบน้ำไหลตามรัศมี เครื่องเติมอากาศชนิดนี้อาจมีประสิทธิภาพการเติมอากาศต่ำกว่าเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบหมุนช้าไหลตามรัศมีเล็กน้อย แต่เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีข้อดีที่สามารถปรับปริมาณการเติมอากาศโดยเฉพาะในกรณีที่ต้องการผลในแง่ของการผสมมากกว่าการเติมอากาศ

7.3.2.1 ข้อพิจารณาในการเลือกอุปกรณ์เติมอากาศ

- สถานที่ตั้ง ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล อุณหภูมิในฤดูร้อนและฤดูหนาว
- ปริมาตรถังเติมอากาศ ความลึก และรูปร่าง
- ความต้องการออกซิเจน ค่าต่ำสุด เฉลี่ย และสูงสุด
- ความต้องการการผสม
- อุณหภูมิน้ำในกระบวนการ ค่าต่ำสุด เฉลี่ย และสูงสุด
- ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายที่ใช้ในการเดินระบบ, มก./ล.
- เอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอส, มก./ล. ค่าต่ำสุด เฉลี่ย และสูงสุด
- ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนมาตรฐาน (standard oxygen transfer efficiency, SOTE; standard aeration efficiency, SAE)

ตารางที่ 7.5 ประสิทธิภาพการเติมอากาศมาตรฐานของเครื่องเติมอากาศ

ชนิด	SAE, กก./กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
หัวฟู่	
หัวฟู่ชนิดรูพรุน	1.9 – 6.6
หัวฟู่ชนิดไม่ใช่รูพรุน	1.3 –.1.9
เครื่องเติมอากาศแบบดูดพ่น	2.2 – 3.5
เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ	
แบบหมุนเข้าไหลตามรัศมี (20 – 100 รอบ/นาที	1.5 – 2.1
แบบหมุนเร็วไหลตามแกน (900 – 1,800 รอบ/นาที	1.1 – 1.4
แบบหมุนแนวนอน	1.5 – 2.1
แบบดูด	0.5 – 0.8
กังหันจมน้ำ	1.1 – 2.1

standard aeration efficiency, SAE = ประสิทธิภาพการเติมอากาศมาตรฐาน ซึ่งเป็นการทดสอบเครื่องเติมอากาศกับน้ำสะอาดที่อุณหภูมิเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำทะเล

7.3.2.2 อัตราการถ่ายเทออกซิเจน

อัตราการถ่ายเทออกซิเจนของเครื่องเติมอากาศอาจแสดงได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจน (oxygen transfer efficiency, OTE) ในหน่วยร้อยละอัตราการถ่ายเทออกซิเจน (oxygen transfer rate, OTR) ในหน่วยมวลต่อเวลา และประสิทธิภาพการเติมอากาศ (aeration efficiency, AE) ในหน่วยมวลต่อเวลาต่อหน่วยพลังงาน

ประสิทธิภาพการเติมอากาศมาตรฐานโดยทั่วไปของเครื่องเติมอากาศบางชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 7.5 อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบควรตรวจสอบค่าดังกล่าวกับผลการทดสอบที่เป็นทางการจากผู้ผลิตก่อน เนื่องจากนอกจากประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเติมอากาศแล้ว ยังขึ้นอยู่กับแต่ละผู้ผลิตด้วย

ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนในตารางที่ 7.5 (หรือค่าที่ได้จากผู้ผลิต) มักเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการเติมอากาศในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสและที่ระดับน้ำทะเล ดังนั้นในทางปฏิบัติผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีการปรับแก้ให้มีความเหมาะสมตามสภาวะจริงที่จะนำมาใช้งานในภาคสนามก่อน เช่น ประเภทของน้ำเสีย อุณหภูมิของน้ำเสีย และระดับความสูงของพื้นที่ในภาคสนามเหนือระดับน้ำทะเล เป็นต้น การคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างอัตราการถ่ายเทออกซิเจนในภาคสนามกับอัตราการถ่ายเทออกซิเจนจากการทดสอบในสภาวะมาตรฐาน แสดงดังสมการที่ 7 - 6

$$\frac{OTR_f}{OTR_s} = (\alpha)[1.024^{T-20}][(\beta C_{s(T,A)} - C_L)/C_{s(20)}] \qquad (7 - 6)$$

โดยที่ OTR_f = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในภาคสนาม, กก.ออกซิเจน/ชั่วโมง

OTR_s = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนมาตรฐาน, กก.ออกซิเจน/ชั่วโมง

α = สัดส่วนอัตราการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำเสียในภาคสนามกับน้ำสะอาด
= 0.7 - 0.9 (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

T = อุณหภูมิของน้ำเสียในภาคสนาม, องศาเซลเซียส

β = สัดส่วนออกซิเจนละลายอิ่มตัวในน้ำเสียในภาคสนามกับน้ำสะอาด
= 0.9 (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

$C_{s(T,A)}$ = ออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัวในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ T และที่ระดับพื้นที่ในภาคสนามเหนือระดับน้ำทะเล (A), มก./ล.
= $C_{s(T)}$ (P_A/760)

P_A = ความดันอากาศที่ระดับพื้นที่ในภาคสนามเหนือระดับน้ำทะเล, มม.ปรอท

$C_{s(T)}$ = ออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัวในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ T และที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ 760 มม.ปรอท, มก./ล.

$C_{s(20)}$ = ออกซิเจนละลายอิ่มตัวในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำทะเล(760 มม.ปรอท), มก./ล.
= 9.08 มก./ล.

C_L = ออกซิเจนละลายต่ำสุดที่จะควบคุมในภาคสนาม, มก./ล.
= 1 - 2 มก./ล. (สำหรับในถังเติมอากาศของระบบเอเอส)

7.3.2.3 ความต้องการในการผสม

ความต้องการพลังงานสำหรับการผสมในถังเติมอากาศแสดงดังตารางที่ 7.6

7.3.3 ถังทำใส

ถังทำใสหรือถังตกตะกอนขั้นสองทำหน้าที่แยกสลัดจ์และน้ำออกจากน้ำสลัดจ์ (รับน้ำสลัดจ์จากถังเติมอากาศ) เพื่อทำให้น้ำทิ้งมีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยต่ำตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ส่วนสลัดจ์จะจมตัวลงสู่ก้นถังและมีความเข้มข้นมากขึ้นก่อนสูบกลับไปยังถังเติมอากาศ โดยส่วนใหญ่สามารถแบ่งประเภทของถังทำใสได้ตามรูปแบบของถัง ได้แก่ ถังทำใสแบบกลมและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

7.3.3.1 ค่ากำหนดการออกแบบถังทำใส

ข้อแนะนำทางกายภาพและค่ากำหนดการออกแบบของถังทำใส แสดงในตารางที่ 7.7 และ 7.8 ตามลำดับ โดยที่อัตราภาระของแข็งสามารถหาได้จากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เข้าถังทำใสหารด้วยพื้นที่ผิวของถัง ส่วนอัตราน้ำล้นสามารถหาได้จากอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบ (หรือเท่ากับอัตราไหลน้ำออกของถังทำใส) หารด้วยพื้นที่ผิวของถัง

ตารางที่ 7.6 พลังงานในการผสม

ชนิดเครื่องเติมอากาศ	ช่วง
เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ (ลบ.ม./นาที – 1,000 ลบ.ม.ของปริมาตรน้ำในถัง	
ติดตั้งให้เกิดการไหลแบบหมุนควง	20 – 30
ติดตั้งแบบกระจายทั่วถึง	10 – 15
เครื่องเติมอากาศแบบกล (กิโลวัตต์/1,000 ลบ.ม. ของปริมาตรน้ำในถัง)	11 - 19

ตารางที่ 7.7 ข้อแนะนำทางกายภาพ

รายการ	ช่วง	ค่าทั่วไป
ถังแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า		
ความยาว, เมตร	< 90	20 – 60
ความลึกน้ำ, เมตร	4 – 5	
ความยาว/ความกว้าง	> 3	
ความกว้าง/ความลึก	1 – 2.25	
ความชันพื้นด้านล่างของถังทำใส, ร้อยละ		1
ความเร็วของใบกวาดสลัดจ์, เมตร/นาที	0.6 – 1.2	0.9
ถังแบบกลม		
ความลึกน้ำที่ขอบถัง, เมตร	4 – 5	
เส้นผ่านศูนย์กลาง, เมตร	3 – 60	12 – 45
ความชันพื้นถังทำใส, ร้อยละ	6 – 17	8
ความเร็วของใบกวาดสลัดจ์, เมตร/นาที	0.6 – 1.2	

ตารางที่ 7.8 ค่ากำหนดการออกแบบ

รายการ	**ที่อัตราไหลรายวันสูงสุด**	**ที่อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด หรือ 3 DWF***
อัตราน้ำล้น, ลบ.ม/ตร.ม.- วัน	8 – 16	24 – 32
ค่าภาระของแข็ง, กก/ตร.ม.- ชม	1 – 5	7

* แยกตามกรณีดังแสดงในรูปที่ 5.3

7.3.3.2 ข้อควรพิจารณาทั่วไปในการออกแบบ

- ควรออกแบบให้มีถังทำใสมากกว่า 1 ถัง เผื่อในกรณีบำรุงรักษา
- ระบบรวบรวมสลัดจ์ต้องมีความสามารถในการกวาดสลัดจ์เพียงพอหรือสอดคล้องกับอัตราสูบสลัดจ์เวียนกลับไปยังถังเติมอากาศ และอุปกรณ์รวบรวมสลัดจ์ต้องแข็งแรงพอที่จะกวาดสลัดจ์ที่มีความหนาแน่นสูง โดยเฉพาะในกรณีเกิดการสะสมของสลัดจ์ในช่วงที่ไฟฟ้าดับ
- ถังทำใสของกระบวนเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลาควรต้องติดตั้งระบบกำจัดฝ้าไขด้วย (เนื่องจากในกระบวนการดังกล่าวไม่มีถังตกตะกอนขั้นต้น)
- ความลึกระดับน้ำสำหรับถังทำใสแบบกลมวัดที่ผนังถังหรือขอบถัง และสำหรับถังแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าวัดที่ผนังด้านทางน้ำออก
- ถังทำใสแบบกลมขนาดใหญ่ไม่ควรให้ความลึกที่ผนังเกิน 4.5 - 5 เมตร มิฉะนั้นบริเวณกลางถังจะมีความลึกมากเกินไปซึ่งส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

7.3.3.3 ทางน้ำเข้า

การออกแบบทางน้ำเข้ามีจุดประสงค์เพื่อให้น้ำ (เข้า) และของแข็งแขวนลอยกระจายทั่วหน้าตัดของถังทำใส เพื่อเป็นการป้องกันการไหลลัดวงจร ป้องกันฟล็อกสลัดจ์แตก และป้องกันการฟุ้งกลับของสลัดจ์ที่กันถัง

การกระจายน้ำเข้าสำหรับถังทำใสแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าสามารถทำได้หลายแบบ เช่น ฝาย (weir) แผงกั้นเจาะรู (perforated baffles) เป็นต้น โดยออกแบบท่อน้ำเข้าให้มีความเร็วประมาณ 0.3 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอนในท่อ และไม่ควรเกิน 0.6 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันฟล็อกแตก ส่วนรางน้ำเข้าควรออกแบบให้มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 0.3 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอน

ถังทำใสแบบกลมที่มีการป้อนน้ำเข้าตรงกลางถัง มีการกระจายน้ำเข้าโดยการใช้บ่อป้อนน้ำ (feed well) โดยออกแบบท่อให้น้ำเข้าไหลด้วยความเร็วประมาณ 0.3 เมตร/วินาที และไม่ควรเกิน 0.6 เมตร/วินาที ส่วนความเร็วช่องน้ำออก (outlet port) ของบ่อป้อนน้ำ (feed well) ควรต่ำกว่า 0.5 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันฟล็อกแตก

7.3.3.4 ฝายน้ำออก

โครงสร้างทางน้ำออกของถังทำใสควรมีระดับเท่ากันตลอดความยาว (ถังทำใสแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า) หรือเส้นรอบวง (ถังทำใสแบบกลม) เพื่อกระจายอัตราไหลของน้ำออกได้สม่ำเสมอ เป็นการป้องกันของแข็งแขวนลอยหลุดไปกับน้ำทิ้ง โดยส่วนใหญ่มักใช้ฝายน้ำล้น เนื่องจากสามารถปรับระดับได้ ฝายน้ำล้นที่ใช้มีทั้งแบบสันคม (sharp-crested) และแบบสามเหลี่ยม (v-notched) ซึ่งชนิดหลัง ให้การกระจายอัตราไหลได้ดีกว่า โดยเฉพาะในกรณีที่มีอัตราไหลต่ำ นอกจากนี้ควรติดตั้งแผ่นกั้นฝ้าไขด้านหน้าฝายน้ำล้นด้วย เพื่อป้องกันฝ้าไขและวัสดุที่ลอยน้ำหลุดไปกับน้ำออก

ถังทำใสแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ติดตั้งฝายน้ำล้นแบบหลายราง ซึ่งครอบคลุมระยะทาง ร้อยละ 25 - 30 ของความยาวถัง และมีระยะห่างระหว่างรางรับน้ำประมาณ 3 เมตร พบว่าให้ผลดีกว่าการใช้ฝายน้ำออกเพียงทางเดียว แต่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงความยากง่ายและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ด้วย สำหรับถังทำใสกลมแบบป้อนน้ำเข้าตรงกลางที่ติดตั้งฝายน้ำล้นห่างจากกลางถังเป็นระยะ 2/3 - 3/4 เท่าของรัศมี พบว่าเป็นตำแหน่งที่ให้ประสิทธิภาพการแยกน้ำใสดีกว่าการใช้ฝายแบบธรรมดา ซึ่งติดตั้งที่ขอบถัง แต่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงความยากง่ายและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างด้วย

ฝายน้ำล้นที่ทางน้ำออกของถังทำใสทั้งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าและแบบกลมควรออกแบบให้อัตราภาระฝายไม่เกิน 250 ลบ.ม./เมตร - วัน

7.3.3.5 การรวบรวมสลัดจ์

อุปกรณ์ในการรวบรวมสลัดจ์ก้นถังทำใสจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของถังทำใส

ก. ถังทำใสแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

อุปกรณ์รวบรวมสลัดจ์ที่ใช้สำหรับถังทำใสแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ได้แก่ โซ่และใบกวาด (chain and flight) หรือสะพานเลื่อน (traveling bridge) ซึ่งเป็นการกวาดสลัดจ์ตามความยาวถังจากปลายถังเข้าสู่ฮอปเปอร์ซึ่งอยู่บริเวณต้นถัง ส่วนสลัดจ์ถูกแยกออกโดยการใช้เครื่องสูบต่อไป

ใบกวาดสลัดจ์ควรมีระยะห่างกับก้นถังทำใสไม่เกิน 5 เซนติเมตร ส่วนฮอปเปอร์ควรมีรูปร่างเป็นปิรามิดฐานสี่เหลี่ยมกลับหัว และควรมีความชันของผนังมากกว่า 52 องศาจากแนวราบ เพื่อป้องกันการสะสมของสลัดจ์ นอกจากนี้ถ้าถังทำใสมีฮอปเปอร์ 2 อันหรือมากกว่า ฮอปเปอร์แต่ละอันควรมีท่อดูดสลัดจ์แยกอิสระกัน

ข. ถังทำใสแบบกลม

อุปกรณ์รวบรวมสลัดจ์ที่ใช้สำหรับถังทำใสแบบกลม ได้แก่ เครื่องกลแบบหมุนติดใบกวาด (rotating scraper) และเครื่องกลแบบหมุนติดท่อดูด (rotating suction) สำหรับแบบเครื่องกลหมุนติดใบกวาดจะมีใบกวาดติดกับแขนยึด โดยที่แขนยึดวางในแนวรัศมีและถูกขับด้วยมอเตอร์ให้หมุนเป็นวงกลม ทำให้สลัดจ์สามารถกวาดรวบรวมสลัดจ์เข้าสู่ฮอปเปอร์ตรงบริเวณกลางถัง ส่วนสลัดจ์ในฮอปเปอร์ ถูกแยกออกโดยการใช้เครื่องสูบต่อไป สำหรับเครื่องกลแบบติดท่อดูดจะมีท่อดูดติดกับแขนกวาด และเมื่อแขนกวาดเคลื่อนที่หรือหมุนเป็นวงกลม ท่อดูดดังกล่าวก็สูบสลัดจ์จากก้นถังโดยตรง (ไม่ต้องมีใบกวาดและฮอปเปอร์) ดังนั้นถังทำใสซึ่งมีเครื่องกลหมุนติดแบบท่อดูดไม่ต้องมี ความลาดชันมากนัก

สำหรับใบกวาดสลัดจ์ควรใช้เป็นแบบเหลื่อม (staggered) และควรมีระยะห่างระหว่างใบกวาดสลัดจ์กับก้นถังทำใสไม่เกิน 5 เซนติเมตร ส่วนผนังฮอปเปอร์ควรมีความชันมากกว่า 52 องศาจากแนวราบ

บทที่ 8
การฆ่าเชื้อ

8.1 การฆ่าเชื้อ

จุดประสงค์ของการฆ่าเชื้อ (disinfection) ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ คือ เพื่อทำลาย หรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคซึ่งมี 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ แบกทีเรีย(bacteria) ไวรัส (virus) และ อะมีบา (amoeba) แต่ไม่ใช่การทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีในน้ำเสีย จึงแตกต่างจากการทำให้ปลอดเชื้อ (sterilization) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด การฆ่าเชื้อ (โรค) ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนหรือสารประกอบคลอรีน (chlorination) การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี (ultraviolet disinfection) และการฆ่าเชื้อด้วยโอโซน (ozone disinfection) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนเท่านั้น เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสำหรับประเทศไทย

8.2 การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน

การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนเป็นวิธีที่ใช้แพร่หลายที่สุดในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ สารประกอบคลอรีนที่นิยมนำมาใช้มีหลายรูปแบบ ได้แก่ ก๊าซคลอรีนหรือคลอรีนเหลว แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ [$Ca(OCl)_2$] โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) และคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) แต่การใช้สารประกอบคลอรีนมีความปลอดภัยกว่าการใช้ก๊าซคลอรีน

8.2.1 ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบที่ใช้ก๊าซคลอรีน

คลอรีนเป็นสารที่เป็นพิษและมีความกัดกร่อนสูง ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยจึงมีหลักปฏิบัติในการออกแบบ ดังนี้

- โดยปกติก๊าซคลอรีนหนักกว่าอากาศ จึงควรจัดระบบระบายอากาศที่ระดับพื้นให้เพียงพอ โดยมีความสามารถอย่างน้อย 60 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง และควรต้องเตรียมเครื่องพ่นจับ (scrubber) ไว้เพื่อกำจัดก๊าซคลอรีนที่รั่วออกมา
- ระบบการเติมคลอรีนที่ใช้คลอรีนในรูปคลอรีนเหลว (dry chlorine liquid) และก๊าซคลอรีนสามารถใช้ท่อเหล็กกล้า (black steel) ได้ แต่ถ้าใช้คลอรีนในรูปของสารละลายควรใช้ท่อพีวีซี เนื่องจากสารละลายคลอรีนมีความสามารถในการกัดกร่อนสูงมาก
- ห้องเก็บคลอรีนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรต้องมีผนังกั้นแยกจากส่วนอื่น ๆของโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ และหากอยู่ในอาคารเดียวกันกับส่วนอื่นต้องมีทางเข้าจากภายนอกเท่านั้น นอกจากนี้ต้องมีสวิทช์เปิด/ปิดระบบระบายอากาศอยู่ใกล้ประตูทางเข้าและต้องมีหน้ากากป้องกันอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันและสามารถหยิบใช้ได้ง่าย
- ควรมีการสำรองปริมาณคลอรีนไว้ให้เพียงพอ ซึ่งสามารถคำนวณจากปริมาณการใช้งานและความสามารถในการขนส่งคลอรีนมายังโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน

- ต้องมีการป้องกันถังคลอรีนไม่ให้โดนแสงแดดโดยตรง ส่วนบริเวณสำหรับเก็บคลอรีนต้องมีการป้องกันอันตรายจากไฟไหม้ และมีอุปกรณ์ตรวจสอบการรั่วของคลอรีนพร้อมกับสัญญาณเตือนภัย
- ถ้าเป็นไปได้ควรมีระบบตรวจวัดปริมาณคลอรีนคงเหลือ (residual chlorine) ในน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นการป้องกันการเติมคลอรีนมากหรือน้อยเกินไป
- การขนส่งคลอรีนเป็นระยะทางไกลอาจเกิดอันตรายเนื่องจากคลอรีนเป็นก๊าซพิษที่มีอันตรายร้ายแรง แม้ในความเข้มข้นต่ำ หากเป็นไปได้ควรผลิตในที่ใช้งานหรือใกล้ที่ใช้งาน

8.2.2 การผสมเริ่มต้น

จุดประสงค์การผสมเริ่มต้นคือเพื่อให้สารละลายคลอรีนผสมกับน้ำที่ต้องการจะฆ่าเชื้อเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) อย่างรวดเร็ว ก่อนป้อนเข้าสู่ถังสัมผัสคลอรีนต่อไป

โดยปกติวิธีการผสมจะเป็นการฉีดสารละลายคลอรีนผ่านหัวฟู่ (injection diffuser) ลงในน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อ ซึ่งอาจทำจากท่อเจาะรู ดังนั้นประสิทธิภาพการผสมจะขึ้นอยู่กับความปั่นป่วนของน้ำ (ที่ต้องการฆ่าเชื้อ) ในตำแหน่งที่มีการฉีดสารละลายคลอรีนผ่านหัวฟู่ วิธีที่ทำให้น้ำ (ที่ต้องการฆ่าเชื้อ) เกิดความปั่นป่วนมีหลายวิธี เช่น น้ำกระโดด (hydraulic jump) ฟลูมเวนทูรี (ventury flume) เครื่องผสมสถิต (static mixer) ถังผสมโดยใช้เครื่องกวน (mixing tank) การไหลในท่อน้ำ เป็นต้น อย่างไรก็ตามควรออกแบบให้มีเวลาผสมไม่เกิน 1 วินาที และมีเกรเดียนต์ความเร็ว (velocity gradient, G) ในช่วง 1,500 - 3,000 วินาที $^{-1}$

8.2.3 ถังสัมผัสคลอรีน

ถังสัมผัสคลอรีนอาจออกแบบเป็นท่อหรือรางคดเคี้ยวเพื่อให้มีความยาวมากพอที่จะลดการ ไหลลัดวงจรและมีสภาวะใกล้เคียงการไหลตามกัน (plug flow) ค่ากำหนดการออกแบบถังสัมผัสคลอรีนแสดงดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ค่ากำหนดการออกแบบถังสัมผัสคลอรีน

รายการ	ค่าแนะนำ
ความยาว/ความกว้างของราง	> 40 : 1 (72 : 1)
ความสูง/ความกว้างของพื้นที่หน้าตัดเปียก	< 2 : 1
เวลาสัมผัส,นาที	
อัตราไหลเฉลี่ย	30
อัตราไหลสูงสุด	10
ความเข้มข้นคลอรีนที่ต้องการ,มก./ล.	2 – 15
คลอรีนคงเหลือทั้งหมด,มก./ล.	
ขั้นต่ำ	0.3
ขั้นสูง	2.0

8.3 การฆ่าเชื้อด้วยวิธีอื่น

การฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแม้ได้รับความนิยมอยู่แล้วในประเทศไทย แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือความเป็นพิษของคลอรีนโดยตรงและจากสารพลอยได้ (by-product) กล่าวคือ ถ้าคลอรีนไปรวมตัวกับสารอื่นอาจกลายเป็นสารก่อมะเร็งได้ อย่างไรก็ตามการฆ่าเชื้อด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้โอโซน การใช้รังสียูวี เป็นต้น กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นในต่างประเทศและมีราคาต่ำลง ในอนาคตการออกแบบระบบฆ่าเชื้อจึงควรพิจารณาการใช้งานในแต่ละกรณีด้วย

ข้อเสียหลักของรังสียูวี คือ ถ้าน้ำมีความขุ่น จะทำให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อต่ำ ดังนั้น ถ้านำมาใช้กับน้ำทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำ อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อไม่ดีนักส่วนข้อเสียหลักของโอโซน คือ อาจทำให้เกิดสีในน้ำทิ้งและต้องติดตั้งเครื่องผลิตโอโซนในที่ (on-site) นอกจากนี้การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีและโอโซนจะมีงบประมาณการลงทุนสูงมาก และไม่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อคงเหลือหลังการบำบัด แต่อาจจะไม่จำเป็นมากนักเมื่อระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

บทที่ 9
การบำบัดและกำจัดสลัดจ์

สลัดจ์ หมายถึง ของแข็งที่แยกออกจากน้ำเสียหรือของแข็งส่วนเกินที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการทางเคมีหรือกระบวนการทางชีวภาพ ดังนั้นลักษณะทางกายภาพและทางเคมี รวมถึงปริมาณของสลัดจ์จะขึ้นอยู่กับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยตรง

9.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์

ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกและออกแบบกระบวนการบำบัดสลัดจ์ โดยทั่วไปสามารถแบ่งสลัดจ์ตามลักษณะทางกายภาพและเคมีได้ 2 ประเภท ได้แก่ สลัดจ์ดิบ (raw sludge) และสลัดจ์ย่อยแล้ว (digested sludge) ลักษณะทางกายภาพและเคมีของ สลัดจ์แต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 9.1

สลัดจ์ดิบ หมายถึง สลัดจ์ส่วนเกินที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียซึ่งยังไม่ผ่านการย่อย โดยปกติหมายถึง สลัดจ์ขั้นต้น (primary sludge) และสลัดจ์ขั้นสอง (secondary sludge) แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะสลัดจ์ขั้นสองเท่านั้น เนื่องจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยไม่นิยมใช้ถังตกตะกอนขั้นต้น

สลัดจ์ย่อยแล้ว หมายถึง สลัดจ์ส่วนเกินที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและผ่านกระบวนการปรับเสถียรสลัดจ์แล้ว เช่น ถังย่อยแบบแอโรบิก ถังย่อยแบบแอนแอโรบิก เป็นต้น นอกจากนี้สลัดจ์ขั้นสอง ที่ได้จากกระบวนการเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลาก็ถือว่าเป็นสลัดจ์ย่อยแล้วเช่นกัน

ตารางที่ 9.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์

ลักษณะของสลัดจ์	สลัดจ์ขั้นสอง	สลัดจ์ย่อยแล้ว
ความถ่วงจำเพาะสลัดจ์	1.00 – 1.005	1.03 – 1.04
ความถ่วงจำเพาะของแข็ง	1.2 – 1.5	1.3 – 1.6
ของแข็งแห้งทั้งหมด ; %	0.4 – 1.2	5 – 12
ของแข็งระเหยง่าย ; % TS	60 – 85	30 – 60 (40)
เซลลูโลส ; % TS	5 – 10	8 – 15 (10)
ไขข้น (น้ำมัน) ; % TS	5 – 12	5 – 20 (18)
โปรตีน ; % TS	32 – 41	15 – 20 (18)
ไนโตรเจน ; % TS	2.4 – 7.0	1.6 – 6.0 (3.0)
ฟอสฟอรัส ; % TS	1.5 – 7.0	1.4 – 4.0 (2.5)

( ) คือค่าที่แนะนำ

9.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์

ปริมาณสลัดจ์เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดขนาดของหน่วยกระบวนการบำบัดสลัดจ์ วิธีที่ดีที่สุดในการหาปริมาณสลัดจ์ ได้แก่ การทำดุลยภาพมวล (mass balance) ของของแข็งแขวนลอย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำดุลยภาพมวลของของแข็งแขวนลอย ได้แก่ ลักษณะน้ำเสีย อัตราไหล ไคเนติกส์ การโตของจุลินทรีย์ในหน่วยกระบวนการชีวภาพ และประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยในแต่ละหน่วยกระบวนการ

9.3 กระบวนการบำบัดและกำจัดสลัดจ์

กระบวนการบำบัดสลัดจ์โดยทั่วไป สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การบำบัดในแต่ละกระบวนการดังนี้

9.3.1 การทำข้นสลัดจ์ (sludge thickening)

การทำข้นสลัดจ์เป็นขั้นตอนแรกของการบำบัดสลัดจ์ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นสลัดจ์และจะทำให้ปริมาตรรวมลดลงจนเหมาะสมสำหรับการบำบัดในขั้นตอนต่อไป เช่น ถังย่อยสลัดจ์ (sludge digestion tank) เครื่องแยกน้ำจากสลัดจ์ (sludge dewatering) เป็นต้น การทำข้นสลัดจ์มีหลายวิธี ได้แก่ การทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง (gravity thickener) การลอยตัวด้วยอากาศละลายหรือดีเอเอฟ (dissolved air flotation, DAF) และการหมุนเหวี่ยง (centrifugation)

9.3.2 การปรับเสถียรสลัดจ์ (sludge stabilization)

การปรับเสถียรสลัดจ์เป็นขั้นตอนที่ทำให้สลัดจ์มีความคงตัว ซึ่งเป็นการลดเชื้อโรคและการป้องกันการเน่าเหม็นของสลัดจ์เมื่อนำสลัดจ์ไปกำจัดหรือใช้ประโยชน์ต่อไป ถ้าสลัดจ์ส่วนเกินมีความคงตัวแล้วก็สามารถข้ามขั้นตอนนี้ได้ เช่น สลัดจ์ส่วนเกินจากระบบเอเอสแบบการเติมอากาศยืดเวลา เป็นต้น การปรับเสถียรสลัดจ์มีหลายวิธี เช่น การย่อยแอโรบิก (aerobic sludge digestion) การย่อยแอนแอโรบิก (anaerobic sludge digestion) การหมักทำปุ๋ย(composting) เป็นต้น

9.3.3 การแยกน้ำจากสลัดจ์ (sludge dewatering)

การแยกน้ำจากสลัดจ์เป็นการเพิ่มความเข้มข้นและลดปริมาตรของสลัดจ์ ก่อนนำไปกำจัดขั้นสุดท้าย ซึ่งทำให้สะดวกในการขนย้ายและประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่น การขนส่ง ลดขนาดของพื้นที่สำหรับฝังกลบ เป็นต้น การแยกน้ำจากสลัดจ์มีหลายวิธี ได้แก่ ลานตากสลัดจ์ (sludge drying bed) สายพานรีดน้ำ (belt press) เครื่องอัดกรอง (filter press) และเครื่องหมุนเหวี่ยง

9.3.4 การกำจัดสลัดจ์

การกำจัดสลัดจ์ คือ การนำสลัดจ์ที่ผ่านการบำบัดในขั้นตอนต่าง ๆ ข้างต้นแล้วไปใช้ประโยชน์ เช่น ปรับสภาพดินสำหรับการเกษตร เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีกำจัดในหลายประเทศ เช่น เยอรมัน ออสเตรเลีย อิตาลี เป็นต้น หรือนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

9.4 ข้อพิจารณาในการเลือกกระบวนการบำบัดสลัดจ์

9.4.1 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

กระบวนการบ่อปรับเสถียรและสระเติมอากาศไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการบำบัดสลัดจ์แยกอีกต่างหาก เนื่องจากมีอายุสลัดจ์ในระบบยาวนาน สลัดจ์จึงมีความคงตัวสูงอยู่แล้ว และบ่อมีพื้นที่มากซึ่งต้องใช้เวลาในการเดินระบบนานจึงจะทำให้บ่อตื้นเขิน โดยส่วนใหญ่มักใช้เวลานานหลายปี เช่น 5 หรือ 10 ปี เป็นต้น ส่วนกระบวนการเอเอสจะมีปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินมาก จำเป็นต้องมีหน่วยกระบวนการบำบัดสลัดจ์ให้เหมาะสมก่อนนำไปกำจัดต่อไป ซึ่งต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องเป็นรายวันหรือรายสัปดาห์หรือมีแผนปฏิบัติการที่แน่นอน

9.4.2 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสลัดจ์

ถ้าสลัดจ์ส่วนเกินจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียเป็นสลัดจ์ดิบ ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างของแข็งระเหยง่าย (volatile solids) ต่อของแข็งแขวนลอยทั้งหมดสูง จะทำให้เกิดการเน่าเหม็นง่าย ดังนั้นควรมีการปรับเสถียรสลัดจ์ก่อน เพื่อทำให้มีความคงตัวก่อนนำไปกำจัดต่อไป แต่ถ้าเป็นสลัดจ์ย่อยแล้ว เช่น สลัดจ์ส่วนเกินจากระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา เป็นต้น ขั้นตอนการปรับเสถียรสลัดจ์ก็ไม่มีความจำเป็น

9.4.3 ความต้องการพื้นที่

กระบวนการบำบัดสลัดจ์ที่มีความซับซ้อนมักต้องการพื้นที่น้อย แต่ต้องการพลังงานมากและต้องการบุคลากรในการควบคุมระบบที่มีความเชี่ยวชาญ เช่น ดีเอเอฟ เครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นต้น แต่ถ้าเป็นกระบวนการที่ง่ายจะไม่ต้องการเครื่องจักรกลมากนัก แต่ต้องการพื้นที่มาก เช่น ถังทำข้น แรงโน้มถ่วง ลานตากสลัดจ์ เป็นต้น

9.4.4 สภาพท้องถิ่น

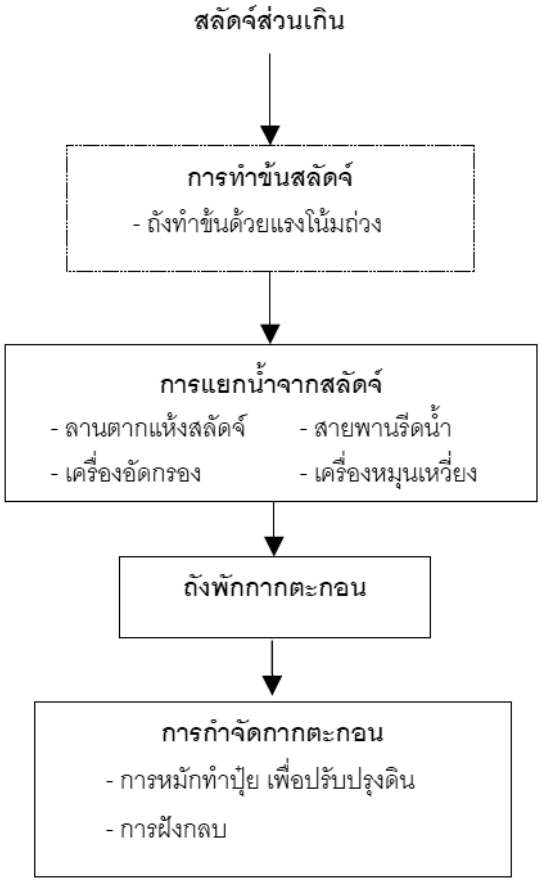
ประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสังคมเกษตรกรรม ไม่สามารถผลิตเครื่องจักรกลได้เองและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งขาดแคลนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ดังนั้นควรเลือกกระบวนการที่ค่อนข้างง่าย ไม่ต้องการเครื่องจักรมากนัก ยกเว้นเฉพาะชุมชนที่มีพื้นที่จำกัดหรือราคาที่ดินแพงมาก

9.5 กระบวนการบำบัดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

กระบวนการเอเอสที่เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยควรเป็นแบบเติมอากาศยืดเวลาดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 5 ซึ่งมีสลัดจ์ส่วนเกินค่อนข้างคงตัวอยู่แล้ว ดังนั้นกระบวนการปรับเสถียรสลัดจ์ จึงไม่มีความจำเป็น กระบวนการบำบัดและกำจัดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำชุมชนของประเทศไทยแสดงดังรูปที่ 9.1

9.6 การป้องกันกลิ่น

การป้องกันกลิ่นที่ดีที่สุด คือ การหลีกเลี่ยงการใช้กระบวนการแอนแอโรบิก แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ระบบแอนแอโรบิก ผู้ออกแบบต้องมีมาตรการป้องกันกลิ่นด้วย โดยทั่วไปควรออกแบบให้กระบวนการบำบัดสลัดจ์อยู่ในอาคารหรือห้องปิดพร้อมติดตั้งระบบระบายอากาศ ซึ่งจะทำให้ง่ายในการควบคุมกลิ่นที่อาจเกิดขึ้น แต่ถ้าอากาศที่ถ่ายเทออกไปมีผลกระทบต่อชุมชน ต้องออกแบบให้มีระบบกำจัดกลิ่น เช่น ระบบกำจัดกลิ่นแบบเปียก ระบบกำจัดกลิ่นแบบชีวภาพ เป็นต้น



รูปที่ 9.1 การบำบัดสลัดจ์ที่เหมาะสมกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย
(**หมายเหตุ** – เส้นประ หมายถึง กระบวนการดังกล่าวอาจมีหรือไม่มีก็ได้; ซึ่งโดยปกติการทำข้นสลัดจ์อาจไม่จำเป็นถ้าสลัดจ์ส่วนเกินมีความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 1)

9.7 การทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง

ถ้าสลัดจ์ส่วนเกินมีความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 1 กระบวนการทำข้นสลัดจ์อาจ ไม่จำเป็น (สามารถข้ามขั้นตอนการทำข้นไปได้) กระบวนการทำข้นสลัดจ์ที่เหมาะสมกับกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำชุมชนและสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย ได้แก่ ถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง

9.7.1 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงคล้ายกับถังทำใส แต่มีข้อแตกต่างบางประการดังนี้ นอกจากถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงจะมีเครื่องกวาดสลัดจ์แล้ว ยังมีการกวน (เบา ๆ) ชั้นสลัดจ์ อีกด้วย ซึ่งเป็นการไล่น้ำและก๊าซที่สะสมอยู่ระหว่างชั้นของสลัดจ์ (น้ำและอากาศจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ) จึงทำให้สลัดจ์จมตัวได้ดี การกวนสลัดจ์กระทำโดยติดตั้งเสากับแขนกวาดในแนวดิ่ง ซึ่งเรียกว่า “พิคเก็ท” (picket) นอกจากนี้ก้นถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงจะมีความลาดชันมากกว่าถังทำใสอีกด้วย

9.7.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

ค่ากำหนดการออกแบบถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงแสดงดังตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.2 ค่ากำหนดการออกแบบถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วง

รายการ	ค่าที่แนะนำ
อัตราภาระของแข็ง, กก./ตร.ม.-วัน	10 – 35
อัตราภาระชลศาสตร์หรืออัตราน้ำล้น, ลบ.ม./ตร.ม.-วัน	2 – 6
เวลากักพักสลัดจ์, ชั่วโมง	ไม่เกิน 12
ความลึกของระดับน้ำที่ขอบถัง, เมตร	3 – 4
ความชันของก้นถัง, %	17 – 25*
เส้นผ่าศูนย์กลาง, เมตร	ไม่เกิน 15
ความเข้มข้นของสลัดจ์หลังผ่านถังทำข้น, %	2 – 4

* ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเครื่องกวาดสลัดจ์

9.7.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

การทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย เนื่องจากใช้เครื่องจักรน้อย ไม่ซับซ้อนและง่ายแก่การควบคุมระบบ แต่เนื่องจากประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงตลอดปี ดังนั้นควรออกแบบถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงให้มีเวลากักพักสลัดจ์น้อยกว่า 12 ชั่วโมง เพื่อป้องกันสลัดจ์เน่าเหม็น นอกจากนี้ควรนำน้ำใสส่วนบนของถังทำข้นด้วยแรงโน้มถ่วงที่ไหลล้นผ่านฝายทางออกกลับไปบำบัดใหม่(ไปยังถังเติมอากาศ) และโดยทั่วไปมักออกแบบให้ความเร็วปลายสุดของใบกวาดสลัดจ์ เท่ากับ 4.6 - 6 เมตร/นาที

9.8 การแยกน้ำจากสลัดจ์

การแยกน้ำจากสลัดจ์มีจุดประสงค์เพื่อให้ขนย้ายง่าย ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และลดพื้นที่ในการกำจัด (โดยเฉพาะการฝังกลบ) วิธีการแยกน้ำจากสลัดจ์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่ ลานตากสลัดจ์ สายพานรีดน้ำ เครื่องอัดกรอง และเครื่องหมุนเหวี่ยง

9.8.1 การปรับสภาพสลัดจ์ (sludge conditioning)

การปรับสภาพสลัดจ์ก่อนป้อนเข้าเครื่องแยกน้ำจากสลัดจ์ จุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การแยกน้ำจากสลัดจ์ด้วยวิธีเครื่องกล ได้แก่ สายพานรีดน้ำ เครื่องอัดกรอง และเครื่องหมุนเหวี่ยง การปรับสภาพสลัดจ์ด้วยกระบวนการทางเคมีเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และมีค่าลงทุนต่ำ สารปรับสภาพสลัดจ์ที่เหมาะสม ได้แก่ โพลีเมอร์ชนิดประจุบวก ปริมาณของโพลีเมอร์ที่เหมาะสมสามารถหาได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่โดยทั่วไปมักใช้เท่ากับ 4 กรัม/กก.ของแข็งทั้งหมด

9.8.2 ลานตากสลัดจ์

ลานตากสลัดจ์เป็นวิธีที่ง่าย ต้องการเครื่องจักรน้อย ไม่ซับซ้อน ประหยัดพลังงาน และมีค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินระบบต่ำ เหมาะกับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีขนาดเล็ก แต่สลัดจ์ที่นำมาแยกน้ำต้องมีความคงตัว ถ้าสลัดจ์ที่นำมาแยกไม่คงตัวอาจจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่น นอกจากนี้ประสิทธิภาพการแยกน้ำขึ้นอยู่กับภูมิอากาศและมีข้อจำกัดในกรณีที่เป็นฤดูฝน ดังนั้นควรออกแบบลานตากสลัดจ์แบบมีหลังคา

9.8.2.1 หลักการทำงาน

การแยกน้ำจากสลัดจ์ด้วยลานตากสลัดจ์ อาศัยกลไก 2 แบบ กล่าวคือ ขั้นตอนแรกเกิดจากกลไกการกรองด้วยชั้นทราย น้ำที่ผ่านชั้นกรองจะถูกรวบรวมด้วยระบบท่อที่ฝังอยู่ใต้ลานตาก ส่วนขั้นตอนที่สอง น้ำในสลัดจ์ข้นที่ติดค้างอยู่บนผิวทรายจะระเหยเข้าสู่บรรยากาศ และเมื่อสลัดจ์มีความเข้มข้นของของแข็งตามที่ต้องการแล้ว จึงขุดลอกกากตะกอนนำไปกำจัดต่อไป

ตารางที่ 9.3 ค่ากำหนดการออกแบบลานตากสลัดจ์แบบมีหลังคา

รายการ	ค่าแนะนำ
ลักษณะของทรายกรอง	
- สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (uniformity coefficient)	น้อยกว่า 4
- ขนาดประสิทธิผล (effective size), มิลลิเมตร	0.3 – 0.75
ความหนาของชั้นทรายของลานตาก,เซนติเมตร	20 – 30
ระยะเวลาในการตากสลัดจ์,วัน	5 – 15
ความหนาของชั้นสลัดจ์บนลานตาก,เซนติเมตร	20 - 30
ความเข้มข้นของกากตะกอน,%	20 - 40

9.8.2.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

ค่ากำหนดการออกแบบของลานตากสลัดจ์แสดงดังตารางที่ 9.3

9.8.2.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- ความสูงของโครงสร้างด้านข้างของลานตากสลัดจ์ควรมีความสูงเหนือชั้นทราย ประมาณ 0.3 - 0.5 เมตร
- ท่อระบายน้ำใต้ลานตากควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร มีระยะห่างของท่อ ประมาณ 2.5 - 6.0 เมตร และควรมีความลาดประมาณ 1%
- ควรใช้กรวดปกคลุมท่อระบายน้ำใต้ลานก่อนปกคลุมด้วยทราย ด้วยความหนา 200 - 460 มิลลิเมตร ซึ่งกรวดมีขนาดตั้งแต่ 3 - 25 มิลลิเมตร
- ควรแบ่งลานตากสลัดจ์เป็นหลาย ๆ ส่วน เพื่อความสะดวกในการจัดการและการขุดลอกกากตะกอน
- ผิวทรายที่รับสลัดจ์จากท่อป้อนสลัดจ์ ควรวางแผ่นคอนกรีตปิดทับหน้าทราย เพื่อป้องกันการกัดเซาะชั้นทราย
- น้ำที่ผ่านชั้นทรายและถูกรวบรวมด้วยท่อระบายใต้ลานตาก ควรนำไปบำบัดใหม่

9.8.3 สายพานรีดน้ำ

9.8.3.1 หลักการทำงาน

สายพานรีดน้ำเป็นการแยกน้ำจากสลัดจ์แบบใช้เครื่องกล ประกอบด้วยสายพาน 2 เส้น (เส้นบนและล่าง) โดยมีลูกกลิ้ง (baring) เป็นฐานรองรับและถูกขับเคลื่อนให้หมุนวนในทิศตรงข้ามกัน (ตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา) ซึ่งมีบางช่วงที่สายพานทั้งสองประกบกัน เมื่อสลัดจ์ที่ผ่านการปรับสภาพแล้วถูกป้อนเข้าที่ช่วงแรกของสายพาน น้ำบางส่วนจะถูกแยกออกมาโดยการซึมผ่านสายพานด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก และเมื่อสายพานลำเลียงสลัดจ์ขันผ่านเข้าช่วงที่สายพานทั้งเส้นประกบกันด้วยลูกกลิ้งบีบอัด น้ำจากสลัดจ์จะถูกบีบและซึมผ่านสายพาน ทำให้ได้กากตะกอน (ที่ติดค้างอยู่บนสายพาน) ที่มีความเข้มข้นสูง เมื่อสายพานกลับถอยห่างออกจากกันอีกครั้ง ทำให้กากตะกอนหลุดออกและถูกระบายทิ้งต่อไป หลังจากระบายกากตะกอนทิ้งแล้ว สายพานจะวนกลับไปรับสลัดจ์รอบใหม่ แต่ต้องมีหัวฉีดน้ำแรงดันสูงเพื่อล้างสายพานทั้งสองเส้นก่อนเพื่อป้องกันการอุดตันของสายพาน

9.8.3.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

เนื่องจากเครื่องสายพานรีดน้ำมักผลิตเป็นชุดสำเร็จรูป รวมทั้งเทคโนโลยีของสายพานรีดน้ำแต่ละผู้ผลิตไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเลือกใช้กระบวนการดังกล่าวจึงควรศึกษาข้อมูลการออกแบบและรายละเอียดจากแต่ละผู้ผลิต ซึ่งผู้ออกแบบต้องเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณสลัดจ์ ความเข้มข้นสลัดจ์เข้า ความเข้มข้นสลัดจ์ที่ต้องการ เป็นต้น

9.8.3.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- สำหรับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ ควรออกแบบให้มีเครื่องสายพานอัดอย่างน้อยมากกว่า 1 เครื่อง เพื่อสำรองเมื่อมีการซ่อมบำรุงหรือเกิดการชำรุด
- เครื่องสูบเพื่อป้อนสารโพลีเมอร์สำหรับปรับสภาพสลัดจ์ ควรออกแบบให้สามารถปรับอัตราไหลได้
- เครื่องสูบสลัดจ์เข้าควรเป็นแบบที่สามารถปรับรอบได้ และควรมีความเร็วการไหล ของสลัดจ์ในท่อไม่ต่ำกว่า 1 เมตร/วินาที นอกจากนี้ควรออกแบบท่อให้มีการหักเลี้ยวของท่อให้น้อยที่สุด

9.8.4 เครื่องอัดกรอง

9.8.4.1 หลักการทำงาน

เครื่องอัดกรองเป็นระบบที่มีราคาแพงและต้องการแรงอัดสูง ซึ่งทำงานแบบกะ (แบบแบตช์) และต้องใช้แรงงานคนในการนำกากตะกอนออกจากผ้ากรองอีกด้วย องค์ประกอบหลัก ๆ ของเครื่องอัดกรองประกอบด้วย แผ่นยึดผ้ากรองหลายอันเรียงกันบนแกนของเครื่อง ผ้ากรอง และเครื่องดัน ผ้ากรอง ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากป้อนสลัดจ์ที่ปรับสภาพแล้วเข้าเครื่องอัดกรอง สลัดจ์จะเข้าไปใน ช่องว่างระหว่างผ้ากรองจนเต็มภายใต้ความดัน ขณะเดียวกันน้ำจะซึมผ่านผ้ากรอง ทำให้มีช่องว่างมากขึ้น และป้อนสลัดจ์ภายใต้แรงดันดังกล่าวไปเรื่อยๆจนกระทั่งไม่มีน้ำซึมผ่านผ้ากรองอีก จึงถอดแผ่นหรือเลื่อนแผ่นยึดผ้ากรองออกจากกันและแคะกากตะกอนออกจากแผ่นกรองด้วยแรงงานคน พร้อมทั้งล้างทำความสะอาดผ้ากรองและเตรียมป้อนสลัดจ์รอบใหม่

9.8.4.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

เนื่องจากเครื่องอัดกรองมักผลิตเป็นชุดสำเร็จ ดังนั้นก่อนออกแบบหรือเลือกขนาดของเครื่องอัดกรอง ควรศึกษาข้อมูลการออกแบบและรายละเอียดจากแต่ละผู้ผลิต แต่โดยทั่วไปขนาดของเครื่องอัดกรองจะถูกกำหนดจากปริมาตรของสลัดจ์แห้งที่ได้จากการกรองแต่ละครั้ง ปัจจัยสำคัญใน การหาปริมาตรของสลัดจ์แห้ง ได้แก่ จำนวนรอบทำงานในแต่ละวัน ประเภทของสลัดจ์ และประสิทธิภาพของเครื่องอัดกรอง

9.8.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง

โดยทั่วไปเครื่องหมุนเหวี่ยงใช้ได้ทั้งในกระบวนการทำข้นและการแยกน้ำจากสลัดจ์ เป็นวิธีที่มีกลไกการทำงานซับซ้อน ราคาแพง ต้องการพลังงานและการบำรุงรักษาสูงมาก ไม่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นโดยทั่วไปของประเทศไทย ยกเว้นชุมชนใหญ่ที่มีการพัฒนาสูง มีพื้นที่จำกัด และมีความสะดวกสำหรับการซ่อมบำรุง

9.8.5.1 หลักการทำงาน

การทำข้นแบบหมุนเหวี่ยงมีหลักการทำงานโดยการเพิ่มความเร่งในการจมตัวของสลัดจ์ด้วยการสร้างความโน้มถ่วงเทียมแทนแรงโน้มถ่วงของโลก การหมุนเหวี่ยงจะมีความเร่งประมาณ 500 - 3,000 เท่าของความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เครื่องหมุนเหวี่ยงมีหลายประเภทแต่ประเภทที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ได้แก่ โซลิดโบล (solid bowl) ทำงานโดยที่โบล (bowl) และคอนเวเยอร์ (conveyor) หมุนด้วยความเร็วต่างกันเล็กน้อย ทำให้คอนเวเยอร์สามารถดึงสลัดจ์ที่มีความเข้มข้นออกจากเครื่องหมุนเหวี่ยงได้ โดยทำงานคล้ายกับใบกวาดสลัดจ์ของถังตกตะกอนส่วนน้ำที่ถูกแยกจากสลัดจ์จะไหลออกอีกด้านหนึ่งและจะถูกสูบกลับไปบำบัดใหม่

9.8.5.2 ค่ากำหนดการออกแบบ

เนื่องจากเครื่องหมุนเหวี่ยงมักผลิตเป็นชุดสำเร็จรูป รวมทั้งเทคโนโลยีของเครื่องหมุนเหวี่ยงของแต่ละผู้ผลิตไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเลือกใช้กระบวนการดังกล่าวควรศึกษาข้อมูลการออกแบบและรายละเอียดจากแต่ละผู้ผลิต ซึ่งผู้ออกแบบต้องเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณสลัดจ์ความเข้มข้นสลัดจ์เข้า ความเข้มข้นสลัดจ์ที่ต้องการ เป็นต้น

9.8.5.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- สำหรับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำขนาดใหญ่ ควรออกแบบให้มีเครื่องหมุนเหวี่ยง อย่างน้อยมากกว่า 1 เครื่อง เพื่อสำรองเมื่อมีการซ่อมบำรุงหรือเกิดการชำรุด
- กรวดทรายในสลัดจ์ทำให้เครื่องหมุนเหวี่ยงเสียหาย ดังนั้นต้องมีมาตรการแยกกรวดทรายออกก่อน
- เครื่องสูบสลัดจ์ป้อนสลัดจ์เข้า ควรเป็นแบบปรับอัตราไหลได้
- โครงสร้างฐานต้องสามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้ พร้อมทั้งสามารถลดการสั่นสะเทือนขณะทำการหมุนเหวี่ยงได้ ส่วนข้อต่อเชื่อมระหว่างเครื่องหมุนเหวี่ยงและท่อป้อนสลัดจ์เข้าควรต้องออกแบบให้เป็นแบบข้อต่ออ่อน
- เครื่องหมุนเหวี่ยงต้องมีฝาครอบเครื่อง เพื่อลดเสียงดัง
- ต้องมีระบบเติมสารเคมี เช่น โพลีเมอร์ เป็นต้น และมีการกวนผสม (agitate) สลัดจ์ เพื่อปรับสภาพสลัดจ์ก่อนป้อนเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง

9.9 ถังพักกากตะกอน

ถังพักกากตะกอนมีหน้าที่เก็บพักกากตะกอนที่ผ่านการแยกน้ำจากสลัดจ์แล้วก่อนนำไปกำจัดต่อไป ในกรณีต้องนำกากตะกอนไปกำจัดนอกโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำควรออกแบบถังพักกากตะกอนให้มีเวลากักไม่น้อยกว่า 1 วัน นอกจากนี้ควรออกแบบให้มีระบบขนย้ายกากตะกอนจากเครื่องแยกน้ำสลัดจ์ไปยังถังพักกากตะกอนด้วย เช่น สายพานลำเลียง หรือเครื่องสูบกากตะกอน เป็นต้น

9.10 การกำจัดกากตะกอน

9.10.1 วิธีการกำจัดกากตะกอน

กากตะกอนที่ได้จากการแยกน้ำจากสลัดจ์จะต้องนำไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้ายต่อไป การกำจัดกากตะกอนกระทำได้ 2 แนวทางหลัก ๆ คือ

- การนำไปทิ้ง ได้แก่ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล
- การนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การนำไปปรับสภาพดินเพื่อการเกษตร

9.10.2 การนำไปทิ้ง

การฝังกลบแบบสุขาภิบาลเป็นวิธีหนึ่งในการกำจัดขยะของชุมชนอยู่แล้ว ดังนั้นถ้าชุมชนใดมีหลุมฝังกลบขยะอยู่แล้วอาจเลือกกำจัดสลัดจ์ด้วยวิธีฝังกลบก็ได้

9.10.3 การนำสลัดจ์ไปใช้ประโยชน์

การนำสลัดจ์ไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การนำสลัดจ์ที่ผ่านการย่อยสลัดจ์แล้วหรือผ่านการหมักแล้วไปกำจัดบนดิน เพื่อจุดประสงค์ในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร เนื่องจากสลัดจ์มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการ การเปรียบเทียบ ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักกับสลัดจ์ที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประเทศสหรัฐอเมริกาแสดงดังตารางที่ 9.4

ตารางที่ 9.4 อาหารในปุ๋ยหมักและสลัดจ์ที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชน

รายการ	ธาตุอาหาร %		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
ปุ๋ยหมัก*	1$\pm$ 0.4	0.35 $\pm$ 0.26	-
สลัดจ์**	3.3	2.3	0.3

* ข้อมูลจาก กรมพัฒนาที่ดิน กองอนุรักษ์ดินและน้ำ

** สลัดจ์ที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของประเทศสหรัฐอเมริกา

เพื่อให้เป็นที่ยอมรับจากชุมชนซึ่งไม่มั่นใจกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อนำสลัดจ์ไปใช้ประโยชน์ เช่น การปนเปื้อนเชื้อโรคและโลหะหนัก การปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดินหรือผิวดิน การสะสมในดินและห่วงโซ่อาหาร เป็นต้น ดังนั้นควรรวบรวมการศึกษาและวิจัยถึงวิธีการหลีกเลี่ยงและแก้ไขผลกระทบดังกล่าว และสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นโดยเร็ว ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการนำกากตะกอนไปปรับสภาพดินในการเกษตร สามารถสรุปได้ดังนี้

- ความเหมาะสมทางด้านภูมิประเทศและธรณีวิทยา เช่น ความลาดชัน ลักษณะของชั้นดิน ระดับของน้ำใต้ดิน ระยะห่างของแหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น
- การปนเปื้อนโลหะหนัก เชื้อโรค และสารประกอบอินทรีย์ที่สะสมในห่วงโซ่อาหาร
- ความสะดวกและความคุ้มค่าสำหรับการขนส่ง เช่น พื้นที่ที่นำกากตะกอนไปใช้ประโยชน์ต้องมีถนนเข้าได้และต้องมีระยะทางขนส่งไม่ไกลมากนัก

- ปริมาณธาตุอาหารที่ต้องการของพืชแต่ละชนิด
- ขนาดของพื้นที่ที่นำกากตะกอนไปใช้ประโยชน์ต้องเพียงพอสำหรับรองรับปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้น และตามฤดูกาลที่เหมาะสม
- วิธีการนำกากตะกอนคลุกเคล้าลงดิน

บทที่ 10
อุปกรณ์ประกอบ

10.1 อุปกรณ์ตรวจวัดและอุปกรณ์การทดลอง

ในการเดินระบบกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะการบำบัดทางชีวภาพ ต้องมีการตรวจวัดวิเคราะห์คุณภาพน้ำหรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการเดินระบบ ดังนั้น โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำควรมีอุปกรณ์ซึ่งช่วยในการตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ด้วย

สำหรับโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนโดยทั่วไปต้องเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กรวยอิมฮอฟฟ์ กระดาษลิตมัสหรือเครื่องวัดพีเอช กระบอกตวง เทอร์โมมิเตอร์ เป็นต้น ถ้าเป็นระบบเอเอสควรมีอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราไหลตามจุดต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์วัดอัตราไหลน้ำเข้าและน้ำออก อุปกรณ์วัดอัตราสลัดจ์เวียนกลับ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้มีความสำคัญต่อการควบคุมการเดินระบบ เช่น คำนวณปริมาณสารเคมีที่ต้องการใช้ คำนวณอัตราสลัดจ์เวียนกลับ เป็นต้น แต่หากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อสระเติมอากาศ และบ่อปรับเสถียร อาจต้องการเพียงอุปกรณ์วัดอัตราไหลของน้ำเข้าหรือน้ำออกเท่านั้น

ส่วนในระบบขนาดใหญ่หรือมีงบประมาณมากอาจจัดหาอุปกรณ์ที่มีราคาสูงเพิ่มเติม เช่น เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ หรืออาจติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจนละลายหรือพีเอชแบบเชื่อมตรง (online) เพื่อควบคุมการเปิด/ปิดเครื่องเติมอากาศหรือปรับพีเอชได้โดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามเมื่อจัด หาอุปกรณ์เหล่านี้แล้ว ควรพิจารณาเรื่องการให้ความรู้ในการใช้งานและวิธีการในการดูแลรักษาแก่พนักงาน ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นเกิดประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด

10.2 อุปกรณ์นิรภัย

ระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำมักประกอบด้วยเครื่องจักร พื้นที่ปิด พื้นที่ทำงานและอาคารเก็บสารเคมี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อาจจะทำให้เกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุขึ้นได้ การออกแบบจึงควรต้องพิจารณาเรื่องความปลอดภัยด้วย รวมทั้งควรต้องจัดหาอุปกรณ์นิรภัยที่มีความเหมาะสมทั้งในกรณีที่พนักงานทำงานตามปกติและกรณีที่เกิดอุบัติเหตุในพื้นที่นั้น เช่น

- ราวกันตก : ควรมีอยู่รอบบ่อตรวจระบายและช่องทางเปิดทุกแห่ง รวมทั้งในตำแหน่งที่มีความแตกต่างของระดับพื้นเกิน 0.40 เมตร
- การ์ด : ติดตั้งไว้รอบเครื่องจักร โดยเฉพาะเครื่องจักรที่มีส่วนเคลื่อนไหว เช่น สายพานเกียร์ โซ่ เป็นต้น
- ป้ายเตือน : บอกถึงอันตรายต่างๆ เช่น พื้นลดระดับ ท่อแขวนระดับศีรษะ พื้นลื่น เป็นต้น
- เสื่อยาง : ควรมีวางไว้หน้าอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด
- แสงสว่าง : ควรมีให้เพียงพอ โดยเฉพาะบริเวณที่ต้องมีการขนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ
- โทรศัพท์ : มีความจำเป็นสำหรับติดต่อศูนย์กลาง เพื่อขอคำแนะนำและแจ้งเหตุ
- อุปกรณ์ตรวจสอบก๊าซพิษ : โดยเฉพาะบ่อเปียกเพื่อเตือนอันตรายจากก๊าซพิษ
- ถังดับเพลิง : ควรเป็นชนิด BC หรือ BCF ใช้ได้กับน้ำมันและไฟฟ้า แต่ไม่ควรเป็นชนิดคาร์บอนเตตราคลอไรด์ เพราะมีความเป็นพิษสูง
- อุปกรณ์จำเป็นอื่นๆ : หมวกแข็ง เสื้อชูชีพ ไฟฉาย เชือก เวชภัณฑ์ หน้ากากกันก๊าซเครื่องช่วยหายใจ เป็นต้น

ศัพท์บัญญัติและนิยาม
ไทย – อังกฤษ

กรวยอิมฮอฟฟ์ – Imhoff cone
กระบวนการหน่วย – unit processes
กราฟน้ำ – hydrograph
การกำจัด – disposal
การกำจัดธาตุอาหาร – nutrient removal
การกำจัดสลัดจ์ – sludge disposal
การเกิดโพรง – cavitation
การฆ่าเชื้อ (โรค) – disinfection
การตกตะกอน – sedimentation
การเติมคลอรีน – chlorination
การเติมคลอรีนเบรกพอยต์ – breakpoint chlorination
การเติมอากาศ – aeration
การเติมอากาศก่อน (บำบัด) – preaeration
การเติมอากาศแบบดูดพ่น – jet aeration
การเติมอากาศยืดเวลา – extended aeration, EA
การถ่ายเทออกซิเจน – oxygen transfer
การทำข้นสลัดจ์ – sludge thickening
การบำบัดขั้นต้น – primary treatment
การบำบัดขั้นเตรียมการ – preliminary treatment
การบำบัดขั้นสอง – secondary treatment
การบำบัดขั้นสูง – advanced treatment
การบำบัดสลัดจ์ – sludge treatment
การประเมินผลกระทบต่อสังคม – social impact assessment
การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม – environmental impact assessment, EIA
การปรับสภาพสลัดจ์ – sludge conditioning
การปรับเสถียรสลัดจ์ – sludge stabilization
การเผาแบบอินซิเนอเรชัน – incineration
การย่อยแบบแอนแอโรบิก – anaerobic digestion
การแยกน้ำจากสลัดจ์ – sludge dewatering
การรีดน้ำสลัดจ์ – sludge dewatering
การลอยตัวด้วยอากาศละลาย – dissolved air flotation, DAF
การแลกเปลี่ยนประจุ – ion exchange

การแลกเปลี่ยนไอออน – ion exchange
การหมัก – fermentation
การไหลในรางเปิด – open-channel flow
การไหลแบบตามกัน – plug flow
การไหลลัดวงจร – short-circuiting
การไหลอิสระ – free flow
การอัดกรอง – filter press
เกรียนต์ความเร็ว – velocity gradient
ของแข็งคงตัว – fixed solids, FS
คลองวนเวียน – oxidation ditch
คลอรีนคงเหลือ – residual chlorine
คลอรีนคงเหลืออิสระ – free residual chlorine
คลอรีนที่มี – available chlorine
คลอรีนรวมมีอยู่ – combined available chlorine
คลอรีนอิสระ (ที่มี) – free (available) chlorine
ความเข้มฝน – rainfall intensity
ความเร็วล้างตัวเอง – self-cleansing velocity
ความลาดชันความเร็ว – velocity gradient
คาบอุบัติ – recurrence interval
คาบอุบัติฝน – return period
คาร์บอนกัมมันต์ – activated carbon
คูวนเวียน – oxidation ditch
เครื่องกวาดฝ้าไข – skimmer
เครื่องตัดย่อย – comminutor
เครื่องเติมอากาศ – aerator
เครื่องเติมอากาศกังหันจมน้ำ – submerged turbine aerator
เครื่องเติมอากาศทางกล – mechanical aerator
เครื่องเติมอากาศแบบดูดพ่น – jet aerator
เครื่องเติมอากาศแบบฟู่ – diffusion aerator
เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ – surface aerator
เครื่องเป่า (อากาศ) – blower
เครื่องผสมสถิต – static mixer
เครื่องสูบหอยโข่ง – centrifugal pump
เครื่องสูบไหลผสม – mixed-flow pump
เครื่องอัดกรอง – filter press
แควิเตชัน – cavitation

จุดระบายทิ้ง – outfall
จุลชีพใช้อากาศ – aerobes
จุลชีพไม่ใช้อากาศ – anaerobes
ชุดสัมผัสหมุนชีวภาพ – rotating biological contactor, RBC
ซีเอสโอ – combined sewer overflow structure, CSOs
เซ็ปติก – septic
ดีดับบลิวเอฟ – dry weather flow, DWF
ดีเอเอฟ – dissolved air flotation, DAF
ดุลยภาพมวล – mass balance
ตะแกรง – screen
ตะแกรงแถบ – bar rack
ตะแกรงราง – bar rack
ตัวอย่างน้ำเสียแบบผสมรวม – composite wastewater sample
ถัง – basin
ถังกรองไร้อากาศ – anaerobic filter
ถังคัดพันธุ์ – selector
ถังดักกรวดทราย – grit chamber
ถังเติมอากาศ – aeration tank
ถังทำข้นแรงโน้มถ่วง – gravity thickener
ถังทำใส, ถังตกตะกอนขั้นที่สอง – clarifier
ถังปฏิกรณ์สลับเป็นกะ – sequencing batch reactor, SBR
ถังปรับ (ให้) เท่า – equalizing tank
ถังปรับ (ให้) เสมอ – equalizing tank
ถังสัมผัส – contact tank
ถ่านกัมมันต์ – activated carbon
ถ่านไวงาน – activated carbon
ท่อดัก – intercepting sewer
ท่อดักน้ำเสีย – intercepting sewer
ท่อดักระบาย – intercepting sewer
ท่อระบายแขนง – lateral sewer
ท่อระบายจากอาคาร – building sewer
ท่อระบายน้ำฝน – storm drain
ท่อระบายน้ำฝนจากอาคาร – building storm sewer
ท่อระบายแยก – separate sewer
ท่อระบายรวม – combined sewer
ท่อระบายลอด – depressed sewer

ท่อระบายหลัก – main sewer
ท่อระบายใหญ่ – trunk sewer
ท่อลอด – culvert
ท่อหลักความดัน – force main
ท่อหลักบังคับไหล – force main
ท่ออ้อม – bypass
ทางอ้อม – bypass
น้ำกระโดด – hydraulic jump
น้ำตะกอน – mixed liquor
น้ำท่า – runoff
น้ำรั่วซึมเข้าท่อ – infiltration
น้ำสลัดจ์ – mixed liquor
น้ำไหลเข้า – inflow
น้ำไหลนอง – runoff
บ่อขัดแต่ง – polishing pond
บ่อตรวจ – manhole
บ่อตรวจโครก – flushing manhole
บ่อตรวจแบบลดระดับท่อ – drop manhole
บ่อบ่ม – maturation pond
บ่อปรับเสถียรแบบแฟคัลเททีฟ – facultative (stabilization) pond
บ่อปรับเสถียร – stabilization pond, SP
บ่อปรับเสถียรแอนแอโรบิก – anaerobic stabilization pond
บ่อเปียก – wet well
บ่อผันน้ำ – diversion chamber
บ่อผันน้ำเสีย – combined sewer overflow structure, CSOs
บ่อผึ่ง – oxidation pond
บ่อพัก – sump
บ่อแฟคัลเททีฟ – facultative (stabilization) pond
บ่อแห้ง – dry well
บ่อแอนแอโรบิก, บ่อเหม็น – anaerobic pond
บึงประดิษฐ์ – constructed wetlands
แบกทีเรีย – bacteria
แบตช์ – batch
แบฟเฟิล – baffle
ประตูกระดก – flap gate
ประตูพลิก – flap gate

เป็นเนื้อเดียวกัน – homogeneous
โปรยกรอง – trickling filter, TF
แผ่นกั้น – baffle
ฝ้าไข – scum
ฝาย – weir
ฝายบากร่องตัววี – V-notch weir
ฝายสี่เหลี่ยม (ผืนผ้า) แบบสันกว้าง – broad-crested rectangular wier
ฝายสี่เหลี่ยม (ผืนผ้า) แบบสันคม – sharp-crested rectangular weir
ฝายสี่เหลี่ยมคางหมู – trapezoidal weir
ฝายหุบ – contraction weir
พาร์แชลล์ฟลูม – Parshall flume
พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม – artificial wetland
พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์ – constructed wetlands
พื้นที่ระบายน้ำ – drainage area
พื้นที่รับน้ำ – catchment area
พื้นที่รับน้ำ – watershed
โพรไฟล์ชลศาสตร์ – hydraulic profile
ฟลูม – flume
ฟอง (อากาศ) หยาบ – coares bubble
ฟองอากาศละเอียด – fine bubble
แฟคัลเททีฟ – facultative
ภาระบีโอดี – BOD loading
มาตรวัดการไหล – flow meter
ไม่ใช้อากาศ – anaerobic
ยูเอเอสบี – upflow anaerobic sludge blanket, UASB
ระบบรวบรวมน้ำเสีย – wastewater collecting system
ระบบระบายน้ำฝน – storm drain system
ระบบระบายแยก – separate sewer system
ระบบลำเลียงน้ำเสีย – wastewater collecting system
ระยะเวลาการไหลของน้ำท่า – time of concentration; tc
รัศมีชลศาสตร์ – hydraulic radius
รางดักกรวดทราย – grit chamber
รางน้ำ – flume
รางพาร์แชลล์ – Parshall flume
โรงงานขนาดโต๊ะทดลอง – bench-scale plant
โรงงานนำร่อง – pilot plant

ไร้อากาศ – anaerobic
ลักษณะน้ำเสีย – wastewater characteristic
ลานตากสลัดจ์ – sludge bed
ลุ่มน้ำ – basin
วาล์วกันกลับ – check valve
วาล์วเช็ค – check valve
วาล์วประตู – gate valve
วาล์วผีเสื้อ – butterfly valve
วาล์วไหลทางเดียว – check valve
วิธีหลักเหตุผล – rational method
เวลากักพักชลศาสตร์ – hydraulic retention time, HRT
เวลากักพักน้ำ – hydraulic retention time, HRT
เวลานับว่าฝนตก – time of concentration; t_c
เวลารวมตัวของน้ำท่า – time of concentration; t_c
เวลาสัมผัส – contact time (detention time)
เวียร์ – weir
สภาพเน่าดำ – septic
สระเติมอากาศ – aerated lagoon, AL
สลัดจ์ขั้นสอง – secondary sludge
สลัดจ์กัมมันต์ – activated sludge, AS
สลัดจ์ขั้นต้น – primary sludge
สลัดจ์ดิบ – raw sludge
สลัดจ์ไวงาน – activated sludge, AS
สลัดจ์ไวงานส่วนเกิน – excess activated sludge
สลัดจ์ส่วนเกิน – excess sludge
สลัดจ์สูบกลับ – returned sludge
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์ – Hazen-Williams roughness coefficient
สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง – manning roughness coefficient
สัมประสิทธิ์น้ำท่า – runoff coefficient
สัมประสิทธิ์น้ำไหลนอง – runoff coefficient
สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิต – yield coefficient
สายพานรีดน้ำ – belt press
สายพานอัด – belt press
สารปรับสภาพดิน – soil conditioner
สารอินทรีย์ – organic matter
สาหร่ายเบ่งบาน – algal bloom

เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ – pump characteristic curve
เส้นโค้งเฮดของระบบ – system head capacity curve
หน้าตัดชลศาสตร์ – hydraulic profile
หลุมรับน้ำ – catch basin
ห้องผันน้ำ – diversion chamber
หัวฟู่ – diffuser
หัวฟู่ชนิดไม่ใช่รูพรุน – nonporous diffuser
หัวฟู่ชนิดรูพรุน – porous diffuser
ออรีฟิสใต้น้ำ – submerged orifice
ออสโมซิสผันกลับ – reverse osmosis, RO
อะมีบา – amoeba
อัตราการจับใช้ออกซิเจน – oxygen uptake rate, OUR
อัตราน้ำล้นผิว – surface overflow rate
อัตราภาระของแข็ง – solids loading rate
อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่ – aerial BOD loading rate
อัตราภาระฝาย – weir loading rate
อัตราภาระอินทรีย์ – organic loading rate
อัตราเร็วปลายสุด – tip speed
อัตราส่วนสารอินทรีย์ต่อจุลชีพ – food to microorganism ratio, F/M
อัตราไหลขณะฝนตก – wet weather flow
อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด – minimum hourly flow, Qmin.h
อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด – maximum hourly flow, Qmax.h
อัตราไหลรายวันเฉลี่ย – average daily flow
อัตราไหลรายวันสูงสุด – maximum daily flow, Qmax.d
อัตราไหลหน้าฝน – wet weather flow
อัตราไหลหน้าแล้ง – dry weather flow, DWF
อัลกัลบลูม – algal bloom
อ่าง – basin
อายุสลัดจ์ – mean cell residence time, MCRT
อาร์บีซี – rotating biological contactor, RBC
อาร์โอ – reverse osmosis, RO
อินทรียสาร – organic matter
อีเอ – extended aeration, EA
อีไอเอ – environmental impact assessment, EIA
เอชอาร์ที – hydraulic retention time, HRT
เอ็ฟต่อเอ็ม – food to microorganism ratio, F/M

เอฟเอส – fixed solids, FS

เอ็มแอลวีเอสเอส – mixed liquor volatile suspended solids, MLVSS

เอ็มแอลเอสเอส – mixed liquor suspended solids, MLSS

เอสบีอาร์ – sequencing batch reactor, SBR

เอสไอเอ – social impact assessment

เอเอส – activated sludge, AS

เอเอสแบบธรรมดา – conventional activated sludge

แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ – activated sludge, AS

แอน็อกซิก – anoxic

แอนแอโรบส์ – anaerobes

แอนแอโรบิก – anaerobic

แอโรบส์ – aerobes

แอโรบิก – aerobic

โอยูอาร์ – oxygen uptake rate, OUR

เฮด – head

เฮดความเร็ว – velocity head

เฮดเสียดทาน – friction head

โฮโมจีเนียส – homogeneous

ไฮโดรกราฟ – hydrograph

ศัพท์บัญญัติและนิยาม

อังกฤษ – ไทย

activated carbon – ถ่านไวงาน, ถ่านกัมมันต์, คาร์บอนกัมมันต์: ถ่านสังเคราะห์ ซึ่งมีสมบัติในการดูดซับสูง โดยเฉพาะสารอินทรีย์

activated sludge, AS – แอกทิเวเต็ดสลัดจ์, เอเอส, สลัดจ์ไวงาน, สลัดจ์กัมมันต์: จุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้ในถังเติมอากาศเพื่อใช้กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

advanced treatment – การบำบัดขั้นสูง

aerated lagoon, AL – สระเติมอากาศ: ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบเติมอากาศลงสระและไม่มีการหมุนเวียนสลัดจ์

aeration – การเติมอากาศ: กระบวนการที่ทำให้น้ำและอากาศสัมผัสกัน ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น

aeration tank – ถังเติมอากาศ

aerator – เครื่องเติมอากาศ

aerial BOD loading rate – อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่

aerobes – แอโรบส์, จุลชีพใช้อากาศ

aerobic – แอโรบิก, มีอากาศ, ใช้อากาศ, ใช้ออกซิเจน

algal bloom – อัลกัลบลูม, สาหร่ายเบ่งบาน: การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของกลุ่มชีวพืชจำนวนมาก ทั้งที่มองเห็นและไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้น้ำมีสีเขียวหรือแดง

amoeba – อะมีบา: โพรโทโซนหรือสัตว์เซลเดียวขนาดเล็กชนิดหนึ่ง

anaerobes – แอนแอโรบส์, จุลชีพไม่ใช้อากาศ: จุลชีพที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนอิสระ

anaerobic – แอนแอโรบิก, ไร้อากาศ, ไม่ใช้อากาศ, ไม่ใช้ออกซิเจน

anaerobic digestion – การย่อยแบบแอนแอโรบิก: การทำให้สารอินทรีย์ (โดยเฉพาะสลัดจ์) ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ

anaerobic filter – ถังกรองไร้อากาศ: หน่วยบำบัดน้ำเสียชนิดแอนแอโรบิก โดยให้น้ำเสียไหลผ่านชั้นกรอง ซึ่งมีตัวกลางเป็นหิน หรือกรวดหรือพลาสติก โดยไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน

anaerobic pond – บ่อแอนแอโรบิก, บ่อเหม็น: บ่อบำบัดที่มีความลึกมาก อยู่ในสภาพแอนแอโรบิก ใช้บำบัดน้ำเสียได้ โดยเฉพาะน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง

anaerobic stabilization pond – บ่อปรับเสถียรแอนแอโรบิก

anoxic – แอน็อกซิก: สภาวะที่ไม่มีการเติมอากาศ แต่ไม่เป็นสภาพแอนแอโรบิก เพราะมีไนเทรทอยู่ และจุลินทรีย์สามารถดึงเอาออกซิเจนจากไนเทรทมาใช้ได้ จึงเกิดการลดรูปของไนเทรทโดยดีไนตริฟลายเออร์ไปเป็นก๊าซไนโตรเจน ผ่านกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน

artificial wetland – พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

available chlorine – คลอรีนที่มี: ความเข้มข้นของคลอรีนทั้งหมดในน้ำ

average daily flow – อัตราไหลรายวันเฉลี่ย: อัตราไหลเฉลี่ยทั้งปี มีหน่วยเป็น ลบ.ม./วัน

bacteria – แบกทีเรีย

baffle – แบฟเฟิล, แผ่นกั้น

bar rack – ตะแกรงราง, ตะแกรงแถบ

basin – อ่าง, ถัง, บ่อ, แอ่ง, ลุ่มน้ำ

batch – แบตช์: เป็นคราว ๆ ไม่ต่อเนื่อง

belt press – สายพานรีดน้ำ, สายพานอัด: อุปกรณ์ใช้ในการรีดน้ำออกจากสลัดจ์

bench-scale plant – โรงงานขนาดโต๊ะทดลอง: การทดลองขนาดเล็กสำหรับหาข้อมูลพื้นฐานก่อนนำไปทดสอบในระดับโรงงานนำร่องต่อไป

blower – เครื่องเป่า(อากาศ)

BOD loading – ภาระบีโอดี: ค่ากำหนดในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียมีหน่วยเป็น กก.บีโอดี/ลบ.ม. - วัน หรือ กก.บีโอดี/ตร.ม. - วัน หรือ กก.บีโอดี/กก.เอ็มแอลเอสเอส - วัน

breakpoint chlorination – การเติมคลอรีนเบรกพอยต์: การเติมคลอรีนในน้ำหรือน้ำเสียจนพอดีทำปฏิกิริยากับสิ่งปะปน ถ้าเติมต่อไปจากจุดนี้จะเป็นคลอรีนอิสระ

broad-crested rectangular wier – ฝายสี่เหลี่ยม (ผืนผ้า) แบบสันกว้าง: ฝายที่มีการบากร่องให้น้ำไหลผ่านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีสัน(ฝาย)กว้าง ซึ่งอาจเป็นกำแพงคอนกรีต

building sewer – ท่อระบายจากอาคาร: ท่อระบายน้ำทิ้งจากตัวอาคารที่เชื่อมกับท่อระบายสาธารณะ

building storm sewer – ท่อระบายน้ำฝนจากอาคาร: ท่อระบายน้ำฝนจากอาคารสู่ท่อระบายน้ำฝนสาธารณะ

butterfly valve – วาล์วผีเสื้อ: วาล์วชนิดหนึ่งใช้สำหรับปรับอัตราไหล

bypass – ท่ออ้อม, ทางอ้อม

catch basin – หลุมรับน้ำ: หลุมที่สร้างไว้ที่ขอบถนนเพื่อรับน้ำฝนและส่งไปยังท่อระบาย

catchment area – พื้นที่รับน้ำ

cavitation – (1) แควิเตชัน: การแตกของฟองอากาศในน้ำเนื่องจากการเคลื่อนที่ของน้ำในลักษณะที่ลดความดันภายใน ทำให้ก๊าซที่ละลายอยู่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และแรงกระแทกของน้ำมักทำให้เกิดเป็นหลุมสึกกร่อนในวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างที่สัมผัสกับน้ำ

(2) การเกิดโพรง: การเกิดช่องว่างระหว่างผิวด้านปลายน้ำของสิ่งที่เคลื่อนไหว เช่น ใบของใบพัดกับของเหลวที่สัมผัส

centrifugal pump – เครื่องสูบหอยโข่ง: เครื่องสูบน้ำซึ่งมีใบพัดหมุน ทำให้เกิดความดันในของเหลวด้วยความเร็วที่ได้จากแรงหนีศูนย์กลาง

check valve – วาล์วไหลทางเดียว, วาล์วกันกลับ, วาล์วเช็ค

chlorination – การเติมคลอรีน: การใส่คลอรีนไปในน้ำหรือน้ำเสีย มักทำเพื่อฆ่าเชื้อโรค

clarifier – ถังทำใส

coares bubble – ฟอง (อากาศ) หยาบ: ฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่ซึ่งได้จากการเติมอากาศจากหัวฟูชนิดหยาบ

combined available chlorine – คลอรีนรวมมีอยู่

combined sewer – ท่อระบายรวม: ท่อระบายที่จะรับทั้งน้ำเสียและน้ำฝน

combined sewer overflow structure, CSOs – บ่อผันน้ำเสีย, ซีเอสโอ

comminutor – เครื่องตัดย่อย

composite wastewater sample – ตัวอย่างน้ำเสียแบบผสมรวม: ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมาตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปจะเป็นการเก็บทุก ๆ ชั่วโมง เป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วนำมาผสมกันก่อนวิเคราะห์ เพื่อกำจัดผลกระทบจากตัวแปรต่าง ๆ ของตัวอย่างน้ำแต่ละตัวให้มีน้อยที่สุด สัดส่วนการนำตัวอย่างน้ำเสียแต่ละตัวอย่างที่นำมาผสมกัน ควรผสมตามสัดส่วนอัตราไหลน้ำเสียที่ไหลในขณะเก็บตัวอย่าง

constructed wetlands – บึงประดิษฐ์, พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์: ระบบบำบัดน้ำเสียที่สร้างขึ้นเลียนแบบบึงธรรมชาติ มีระดับน้ำไม่ลึกนัก และปลูกพืชน้ำ เช่น กก แฝก บัว ธูปฤาษี จอก แหน ฯลฯ ไว้เป็นปัจจัยหนึ่งในการบำบัดน้ำเสีย

contact tank – ถังสัมผัส: ถังที่ใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำหรือน้ำเสียเพื่อให้การสัมผัสของน้ำกับสารเคมีเป็นไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างสมบูรณ์

contact time (detention time) – เวลาสัมผัส: ระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสกับจุลินทรีย์หรือสารเคมีเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยา

contraction weir – ฝายหุบ: ฝายที่มีช่องน้ำไหลแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนกว้างของสันแคบกว่าตัวฝาย ขอบตั้งสูงกว่าระดับน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการบีบตัวของกระแสน้ำขณะไหลพุ่งออกจากฝาย

conventional **activated sludge – เอเอสแบบธรรมดา**

culvert – ท่อลอด: ท่อระบายน้ำแบบปิด ใช้เป็นทางผ่านของน้ำลอดใต้ถนน ทางรถไฟ คลอง หรือเขื่อนดิน; โครงสร้างสะพานข้ามลำน้ำซึ่งมีระยะกว้างไม่เกิน 7 เมตร

depressed sewer – ท่อระบายลอด: ส่วนของท่อระบายน้ำทิ้งซึ่งวางต่ำกว่าปกติเพื่อต่อลอดคลองหรือสิ่งกีดขวางอื่น ๆ

diffuser – หัวฟู่: แผ่น หลอด หรือเครื่องมืออื่น ๆ ซึ่งมีความพรุน ยอมให้อากาศผ่านไปได้ และทำให้อากาศแตกตัวออกเป็นฟองอากาศเล็ก ๆ เพื่อให้เกิดการแพร่ในของเหลว โดยทั่วไปจะทำจากคาโบรันดัม (มีส่วนประกอบคือ ถ่านกับทราย) เหล็กหรือพลาสติก

diffusion aerator – เครื่องเติมอากาศแบบฟู่: เครื่องเติมอากาศซึ่งเป่าอากาศภายใต้ความกดต่ำผ่านเข้าไปยังแผ่น หลอด หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งจมอยู่ส่วนล่างของถัง เพื่อให้เกิดฟองอากาศเล็ก ๆ ขึ้นในน้ำหรือน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

disinfection – การฆ่าเชื้อ (โรค)

disposal – การกำจัด: คือการทำให้พ้นไป ต่างจากการบำบัดซึ่งหมายถึงการทำให้ดีขึ้น

dissolved air flotation, DAF – การลอยตัวด้วยอากาศละลาย, ดีเอเอฟ: กระบวนการกำจัดสารเบา เช่น ไข ไขมัน น้ำมันในน้ำเสีย โดยใช้อากาศอัดภายใต้ความดันแล้วมาปล่อยให้ลอยตัวในถังบำบัดที่บรรยากาศปกติ

diversion chamber – บ่อผันน้ำ, ห้องผันน้ำ: บ่อที่ใช้ควบคุมการกระจายน้ำไปสู่ท่อออกต่าง ๆ

drainage area – พื้นที่ระบายน้ำ: พื้นที่ซึ่งรับน้ำฝนและไหลระบายออกสู่ที่ลุ่ม อาจเรียก catchment area หรือ watershed หรือ drainage basin; พื้นที่ที่มีระบบระบายน้ำฝนและน้ำผิวดิน

drop manhole – บ่อตรวจแบบลดระดับท่อ: บ่อตรวจระบายที่มีท่อเข้ามากกว่าหนึ่งเส้นท่อ และท่อเหล่านั้นมีระดับความลึกที่ต่อเข้าบ่อตรวจไม่เท่ากัน

dry weather flow, DWF – อัตราไหลหน้าแล้ง, ดีดับบลิวเอฟ: ปริมาณน้ำเสียในท่อระบายน้ำในหน้าแล้ง

dry well – บ่อแห้ง: สถานีสูบน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำที่สูบ แยกจากส่วนที่เรียกว่าบ่อเปียก (wet well) บ่อแห้งจะเป็นสถานที่ที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อความสะดวกต่อการบำรุงรักษา

environmental impact assessment, EIA – การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม, อีไอเอ

equalizing tank – ถังปรับ (ให้) เสมอ, ถังปรับ (ให้) เท่า: ถังขนาดใหญ่ที่กักน้ำเสียได้มากและนานพอเพื่อให้น้ำเสียรวมมีลักษณะและอัตราการไหล (ก่อนป้อนเข้าสู่ระบบบำบัด) ค่อนข้างสม่ำเสมอหรือคงที่

excess activated sludge – สลัดจ์ไวงานส่วนเกิน: ปริมาณสลัดจ์จากระบบเอเอสที่เกิดขึ้นเกินความต้องการและต้องถูกกำจัดออกไปจากระบบ

excess sludge – สลัดจ์ส่วนเกิน: ดู excess activated sludge

extended aeration, EA – การเติมอากาศยืดเวลา, อีเอ: ระบบเอเอสที่มีการเติมอากาศนานกว่าธรรมดาเพื่อให้มีการย่อยสลายสลัดจ์และสารอินทรีย์ในตัว จนได้สลัดจ์ที่เหมาะสมในการกำจัดขั้นสุดท้าย

facultative – แฟคัลเททีฟ: อยู่ได้ทั้งในสภาพที่มี/ไม่มีอากาศหรือออกซิเจนอิสระ

facultative (stabilization) pond – บ่อแฟคัลเททีฟ, บ่อปรับเถสียรแบบแฟคัลเททีฟ: บ่อบำบัดที่ใช้อากาศในชั้นบนและไร้อากาศในชั้นล่าง

fermentation – การหมัก: การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดจากเชื้อหมัก เช่น เอ็นไซม์ของยีสต์; การเปลี่ยนแปลงในอินทรียสารหรือของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ โดยจุลินทรีย์ในสภาพไร้ออกซิเจนโดยปกติจะเป็นเพียงการเปลี่ยนสารอินทรีย์จากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง เช่น จากแป้งไปเป็นอัลกอฮอล์ ผิดกับการย่อยที่จะเปลี่ยนรูปเลยไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และ/หรือมีเทน

filter press – เครื่องอัดกรอง, การอัดกรอง: การลดน้ำ/การแยกน้ำจากสลัดจ์ โดยใช้การอัดเพิ่มความดัน

fine bubble – ฟองอากาศละเอียด

fixed solids, FS – ของแข็งคงตัว, เอฟเอส: สิ่งที่ตกค้างหลังจากการเผาไหม้ที่ 550 องศาเซลเซียสของสารแขวนลอยหรือสารละลายตามขั้นตอนมาตรฐาน

flap gate – ประตูกระดก, ประตูพลิก: ประตูซึ่งเปิดและปิดโดยการพลิกหมุนรอบบานพับ

flow meter – มาตรวัดการไหล

flume – ฟลูม, รางน้ำ: โครงสร้างชลศาสตร์ที่ใช้สำหรับวัดอัตราการไหล หรือควบคุมการไหล

flushing manhole – บ่อตรวจโครก: บ่อตรวจซึ่งใช้สำหรับผันน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ หรือบ่อตรวจซึ่งมีน้ำเสียไหลมารวมกันเป็นปริมาณมาก และมีประตูน้ำสำหรับปล่อยออกอย่างรวดเร็วเพื่อล้างท่อระบาย

food to microorganism ratio, F/M – เอ็ฟต่อเอ็ม, อัตราส่วนสารอินทรีย์ต่อจุลชีพ: ในระบบเอเอส หมายถึง อัตราการปั่นปริมาณสารอินทรีย์หรือบีโอดี (กก./วัน) เข้าถังเติมอากาศต่อจำนวนจุลชีพ (กก.) วัดในรูปของเอ็มแอลเอสเอสหรือเอ็มแอลวีเอสเอสที่มีอยู่ในถังเติมอากาศ

force main – ท่อหลักความดัน, ท่อหลักบังคับไหล: ท่อความดันเชื่อมต่อกับเครื่องสูบจ่ายน้ำหรือสถานีสูบน้ำเสีย

free (available) chlorine – คลอรีนอิสระ (ที่มี): ปริมาณคลอรีนที่มีในรูปก๊าซละลายน้ำ กรดไฮโปคลอรัส หรือไฮโปคลอไรต์ไอออน ซึ่งไม่ได้ผสมกับแอมโมเนีย

free flow – การไหลอิสระ: การไหลของน้ำในท่อหรือรางเปิดตามสภาพปกติ ไม่มีผลกระทบจากสิ่งอื่นเช่น จากการเอ่อท้ายน้ำ

free residual chlorine – คลอรีนคงเหลืออิสระ

friction head – เฮดเสียดทาน: เฮดที่ลดหายไป เนื่องจากการสัมผัสระหว่างน้ำที่ไหลกับทางน้ำทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างกัน

gate valve – วาล์วประตู: ประตูน้ำแบบที่ใช้งานโดยทั่วไป มีลิ้นเลื่อนปิด-เปิดในทิศตั้งฉากกับทิศทางของการไหล เหมาะสำหรับการเปิดสุด/ปิดสนิท

gravity thickener – ถังทำข้นแรงโน้มถ่วง

grit chamber – ถังดักกรวดทราย, รางดักกรวดทราย: รางน้ำซึ่งน้ำเสียจะไหลอย่างช้า เพื่อให้กรวดทรายตกตะกอน

Hazen-Williams roughness coefficient – สัมประสิทธิ์ความเสียดทานฮาเซนวิลเลียมส์: ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งสัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ทำท่อและมีผลกระทบต่อความเร็วในการไหล ใช้ในการคำนวณในสมการของฮาเซนวิลเลียมส์

head – เฮด

homogeneous – โฮโมจีเนียส, เป็นเนื้อเดียวกัน

hydraulic jump – น้ำกระโดด : การปั่นป่วนของน้ำในรางเปิด เนื่องจากการไหลอิสระโดยกะทันหันจากสภาวะการไหลต่ำกว่าวิกฤติไปยังภาวะการไหลเหนือวิกฤต

hydraulic profile – โพรไฟล์ชลศาสตร์, หน้าตัดชลศาสตร์: รูปโพรไฟล์ตามแนวแกนของการไหลในลำน้ำหรือท่อ เพื่อแสดงระดับของก้นลำน้ำหรือผิวน้ำหรือเส้นพลังงาน

hydraulic radius, R – รัศมีชลศาสตร์: อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดการไหล (ของน้ำที่ไหลในท่อหรือราง) กับเส้นขอบเปียก (wet perimeter) ; เส้นขอบเปียก หมายถึง ความยาวส่วนสัมผัสที่เปียกระหว่างกระแสน้ำกับท่อหรือรางที่บรรจุอยู่ วัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหล

hydraulic retention time, HRT – เอชอาร์ที, เวลากักพักน้ำ, เวลากักพักชลศาสตร์

hydrograph – ไฮโดรกราฟ, กราฟน้ำ: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหรืออัตราไหลของน้ำเทียบต่อเวลา

Imhoff cone – กรวยอิมฮอฟฟ์: กรองที่ใช้วัดตะกอนหนักหรือของแข็งจมตัวได้

incineration – การเผาแบบอินซิเนอเรชัน: การเผาไหม้ของเสียหรือขยะที่อุณหภูมิสูงมาก เช่น 800 - 1,000 องศาเซลเซียสจนเหลือเป็นเถ้า โดยปกติปริมาตรจะลดลง 30% และน้ำหนักลดลง 60%

infiltration – น้ำรั่วซึมเข้าท่อ: ปริมาณน้ำใต้ดินรั่วซึมเข้าท่อผ่านรอยแตกหรือรอยต่อของท่อ

inflow – น้ำไหลเข้า: น้ำที่ไหลเข้าระบบ ระบายน้ำเสียผ่านทางฝาบ่อตรวจ

intercepting sewer – ท่อดักระบาย, ท่อดักน้ำเสีย, ท่อดัก: ท่อระบายใหญ่ที่รับน้ำเสียปนน้ำฝนจากบ่อดักน้ำเสีย (CSOs) ในระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อระบายรวมในปริมาณที่กำหนดเพื่อนำไปบำบัดหรือระบายทิ้ง

ion exchange – การแลกเปลี่ยนประจุ, การแลกเปลี่ยนไอออน

jet aeration – การเติมอากาศแบบดูดพ่น: การเติมอากาศโดยอาศัยแรงดูด เนื่องจากความเร็วของน้ำในท่อ ทำให้สามารถดูดอากาศลงไปผสมกับน้ำแล้วพ่นออก

jet aerator – เครื่องเติมอากาศแบบดูดพ่น

lateral sewer– ท่อระบายแขนง: ท่อระบายน้ำที่รับน้ำเสียจากท่อระบายอาคาร

main sewer – ท่อระบายหลัก: ท่อระบายหลักซึ่งรับน้ำจากท่อกิ่ง (หรือท่อระบายแขนง)

manhole – บ่อตรวจ: บ่อที่ติดตั้งเป็นระยะในระบบรวบรวมน้ำเสียหรือระบายน้ำฝน เพื่อใช้เป็นจุดเชื่อมท่อและลงไปบำรุงรักษา

manning roughness coefficient – สัมประสิทธิ์ความหยาบของผิวแมนนิ่ง: สัมประสิทธิ์ของความหยาบที่ผิวที่กำหนดขึ้นโดยนายแมนนิ่ง

mass balance – ดุลยภาพมวล

maturation pond – บ่อบ่ม: บ่อบำบัดขั้นสุดท้ายสำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งให้ดีขึ้น

maximum daily flow, Qmax.d – อัตราไหลรายวันสูงสุด: ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดภายใน 1 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

maximum hourly flow, Qmax.h – อัตราไหลรายชั่วโมงสูงสุด: ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดภายใน 1 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

mean cell residence time, MCRT – อายุสลัดจ์: ระยะเวลาที่จุลชีพอยู่ในระบบบำบัดทางชีวภาพมักนิยมใช้สัญลักษณ์ θ_c

mechanical aerator – เครื่องเติมอากาศทางกล: เครื่องจักรกลที่ใช้เติมออกซิเจนให้แก่น้ำเสีย

minimum hourly flow, Qmin.h – อัตราไหลรายชั่วโมงต่ำสุด: ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่ำสุดภายใน1 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

mixed-flow pump – เครื่องสูบไหลผสม

mixed liquor – น้ำสลัดจ์, น้ำตะกอน: น้ำที่มีสลัดจ์และอยู่ในสภาวะการย่อยสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศ, ดู MLSS และ MLVSS

mixed liquor suspended solids, MLSS – เอ็มแอลเอสเอส: ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (mixed liquor) ในถังเติมอากาศ

mixed liquor volatile suspended solids, MLVSS – เอ็มแอลวีเอสเอส: ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำตะกอน (mixed liquor) ในถังเติมอากาศ

nonporous diffuser – หัวฟู่ชนิดไม่ใช่รูพรุน

nutrient removal – การกำจัดธาตุอาหาร

open-channel flow – การไหลในรางเปิด: การไหลของน้ำ โดยผิวหน้าน้ำสัมผัสกับอากาศ ซึ่งอาจหมายถึงน้ำที่ไหลไม่เต็มท่อก็ได้

organic loading rate – อัตราภาระอินทรีย์: อัตราการป้อนสารอินทรีย์ต่อขนาดระบบบำบัด มีหน่วยเป็น กก./ม.^{3} - วัน หรือ กก./ม.^{2} - วัน

organic matter – สารอินทรีย์, อินทรียสาร: สารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิต สัตว์หรือพืช มีคาร์บอนและไฮโดรเจน และสารอนุพันธ์ของไฮโดรเจน คาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

outfall – จุดระบายทิ้ง: จุด ตำแหน่ง หรือสถานที่ซึ่งน้ำเสียหรือน้ำที่จะระบายทิ้งถูกปล่อยออกมาจากท่อระบาย ท่อน้ำ หรือรางน้ำอื่น ๆ

oxidation ditch – คูวนเวียน, คลองวนเวียน

oxidation pond – บ่อผึ่ง: บ่อบำบัดน้ำเสียที่มีลักษณะเป็นบ่อตื้นธรรมชาติ มีสาหร่ายหนาแน่น ซึ่งเป็นแหล่งให้ออกซิเจนแก่น้ำเสียในบ่อ

oxygen transfer – การถ่ายเทออกซิเจน: อัตราที่ออกซิเจนถูกใช้ไปโดยจุลินทรีย์ในเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น มก./ล.-วัน

oxygen uptake rate, OUR – โอยูอาร์, อัตราการจับใช้ออกซิเจน: อัตราที่ออกซิเจนถูกใช้ไปโดยจุลินทรีย์ในเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น มก./ล.-วัน

Parshall flume – รางพาร์แชลล์, พาร์แชลล์ฟลูม: เครื่องมือมาตรฐานพัฒนาโดย Parshall ใช้วัดการไหลของของเหลวในรางน้ำเปิด

pilot plant – โรงงานนำร่อง: ระบบทดลองกระบวนการในรูปแบบที่เหมือนจริงแต่ย่อขนาดลง

plug flow – การไหลแบบตามกัน: การไหลผ่านถังซึ่งปกติเป็นรูปตามยาว อนุภาคใดเข้าถังก่อนจะออกจากถังก่อนเสมอ เรียกอีกอย่างว่า tubular flow

polishing pond – บ่อขัดแต่ง: บ่อบำบัดโดยวิธีธรรมชาติ มักใช้ต่อจากบ่อปรับเสถียรหรือสระเติมอากาศ

porous diffuser – หัวฟู่ชนิดรูพรุน

preaeration – การเติมอากาศก่อน(บำบัด): การตระเตรียมสภาพของน้ำก่อนการบำบัด โดยการเติมอากาศเพื่อไล่ก๊าซ เพิ่มออกซิเจนให้ไขมันลอยตัว ฯลฯ

preliminary treatment – การบำบัดขั้นเตรียมการ

primary sludge – สลัดจ์ขั้นต้น: สลัดจ์ที่ได้จากถังตกตะกอนขั้นต้น

primary treatment – การบำบัดขั้นต้น: การบำบัดขั้นสำคัญขั้นแรก (และอาจเป็นขั้นเดียว) ในขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปมักเป็นการตกตะกอนหรือการกรองหยาบ

pump characteristic curve – เส้นโค้งลักษณะเครื่องสูบ: เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันของความเร็วการไหล เฮด อัตราไหล กำลังม้า และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

rainfall intensity – ความเข้มฝน: ปริมาณน้ำฝนที่ตกในหนึ่งหน่วยเวลา ปกติมีหน่วยเป็น นิ้ว/ชั่วโมง หรือมิลลิเมตร/ชั่วโมง

rational method – วิธีหลักเหตุผล: วิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำท่าในพื้นที่รับน้ำ โดยคำนวณจากผลคูณของความเข้มฝนและขนาดของพื้นที่รับน้ำฝน

raw sludge – สลัดจ์ดิบ: สลัดจ์ในถังตกตะกอนที่ถูกนำออกมาในช่วงที่ยังไม่เกิดการเน่าเปื่อย โดยทั่วไปหมายถึงสลัดจ์ที่ยังไม่ถูกย่อย

recurrence interval – คาบอุบัติ, ดู return period

residual chlorine – คลอรีนคงเหลือ: ปริมาณคลอรีนที่ยังเหลืออยู่ในน้ำ ทั้งในรูปคลอรีนอิสระหรือสารประกอบคลอรีน น้ำประปาที่มีคลอรีนคงเหลือในช่วง 0.2 - 0.5 มก./ล. ถือว่าเป็นน้ำที่มีความสะอาดพอสำหรับดื่ม

return period – คาบอุบัติ: ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยของเหตุการณ์ที่ฝนตกในปริมาณที่เท่ากันหรือมากกว่าที่กำหนด มีโอกาสจะเกิดซ้ำ

returned sludge – สลัดจ์สูบกลับ: สลัดจ์ที่สูบกลับมาเข้าถังเติมอากาศ

reverse osmosis, RO – อาร์โอ, ออสโมซิสผันกลับ: กระบวนการกำจัดสิ่งปะปนในน้ำ เช่น เกลือ โดยการอัดผ่านเยื่อบาง (membrane)

rotating biological contactor, RBC – อาร์บีซี, ชุดสัมผัสหมุนชีวภาพ: ระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้ตัวกลางทรงกระบอก หมุนตามแกนแนวนอน จุ่มอยู่ในถังที่น้ำเสียไหลเข้ามา จุลินทรีย์ที่เกาะอาศัยบนผิวตัวกลางจะได้รับออกซิเจนในจังหวะที่ตัวกลางหมุนขึ้นพ้นน้ำ

runoff – น้ำท่า, น้ำไหลนอง: ส่วนหนึ่งของน้ำฝนที่ไม่ได้ถูกดูดซึมลงในชั้นดิน แต่ไหลลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ภายหลังจากผ่านการระเหย การคายน้ำ การเก็บกัก และการสูญเสียอื่น ๆ

runoff coefficient – สัมประสิทธิ์น้ำท่า, สัมประสิทธิ์น้ำไหลนอง: อัตราส่วนระหว่างอัตราไหลสูงสุดของน้ำท่าต่ออัตราการตกเฉลี่ยของน้ำฝนภายในระยะเวลาที่เท่ากับหรือมากกว่าเวลาของการไหลรวม

screen – ตะแกรง: เครื่องมือที่ใช้กรองสารแขวนลอยขนาดใหญ่ต่าง ๆ ในน้ำและน้ำเสีย; เครื่องมือที่ใช้คัดแยกขนาดสารที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ เช่น ทราย หินคลุก ดิน

scum – ฝ้าไข: สารน้ำหนักเบาที่ลอยอยู่บนผิวน้ำในถังบำบัด

secondary treatment – การบำบัดขั้นสอง: การบำบัดน้ำเสียหลังจากผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้ว แต่ในบางกรณีอาจบำบัดน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดขั้นเตรียมการโดยตรง

secondary sludge – สลัดจ์ขั้นสอง: สลัดจ์ส่วนเกิน (excess sludge) จากกระบวนการบำบัดขั้นสอง

sedimentation – การตกตะกอน

selector – ถังคัดพันธุ์: ถังปฏิกรณ์สำหรับคัดชนิดของจุลินทรีย์ที่ต้องการในระบบบำบัดน้ำเสีย

self-cleansing velocity – ความเร็วล้างตัวเอง: ความเร็วต่ำสุดของการไหลในท่อที่ตะกอนถูกพัดผ่านไปได้ โดยไม่มีการตกจม

separate sewer – ท่อระบายแยก: ท่อระบายสำหรับรับน้ำเสียโดยเฉพาะ ไม่รับน้ำฝนหรือน้ำผิวดินอื่น ๆ เรียกอีกอย่างว่า sanitary sewer

separate sewer system – ระบบระบายแยก: ระบบระบายที่แยกเป็นระบบระบายน้ำเสียกับระบบระบายน้ำฝน

septic – เซ็ปติก, สภาพเน่าดำ: สภาพเน่าเหม็นของน้ำภายใต้สภาวะไร้อากาศ

sequencing batch reactor, SBR – เอสบีอาร์, ถังปฏิกรณ์สลับเป็นกะ

sharp-crested rectangular weir – ฝายสี่เหลี่ยม (ผืนผ้า) แบบสันคม: ฝายที่มีการบากร่องให้น้ำไหลผ่านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีสัน (ฝาย) บาง ซึ่งมักจะเป็นโลหะ

short-circuiting – การไหลลัดวงจร: สภาวะของการไหลที่เกิดขึ้นในบางส่วนของถัง ทำให้น้ำส่วนนั้นไหลผ่านถังเร็วกว่าปกติ

skimmer – เครื่องกวาดฝ้าไข

sludge bed – ลานตากสลัดจ์: ลานซึ่งมีชั้นทรายหรือวัสดุพรุนอื่น สำหรับระบายสลัดจ์จากถังตกตะกอนเพื่อตากให้แห้งและนำไปกำจัดต่อไปภายหลัง

sludge conditioning – การปรับสภาพสลัดจ์: การปรับสภาวะสลัดจ์ให้เหมาะสมก่อนจะนำไปบำบัดในขั้นต่อไป มักปรับโดยเติมสารเคมีที่ทำให้สลัดจ์ รวมตัวกันเข้มข้นขึ้นและรีดน้ำง่ายขึ้น

sludge dewatering – การแยกน้ำจากสลัดจ์, การรีดน้ำสลัดจ์: กระบวนการลดปริมาณน้ำออกจากสลัดจ์ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การกรอง การระเหย การอัด การหมุนเหวี่ยง การดูดออก การบีบด้วยลูกกลิ้ง การทำให้ลอยโดยใช้กรดหรือการทำให้ลอยโดยใช้อากาศ

sludge disposal – การกำจัดสลัดจ์

sludge stabilization – การปรับเสถียรสลัดจ์: การทำให้สลัดจ์มีเสถียรภาพ โดยวิธีชีวภาพหรือเคมีหรือความร้อน เพื่อฆ่าเชื้อโรค กำจัดกลิ่น และความเน่าของสลัดจ์

sludge thickening – การทำข้นสลัดจ์

sludge treatment – การบำบัดสลัดจ์: กระบวนการการทำให้สลัดจ์อยู่ในสภาพที่ไม่เป็นมลพิษ หรือให้มีความคงตัว ซึ่งจะไม่เน่าเหม็นเมื่อนำไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย เช่น การนำไปถมที่ การนำไปปรับสภาพดิน เป็นต้น

social impact assessment – การประเมินผลกระทบต่อสังคม, เอสไอเอ

soil conditioner – สารปรับสภาพดิน: สารที่สามารถปรับสภาพดินให้ร่วนมีฮิวมัสจนเหมาะแก่การเพาะปลูก

solids loading rate – อัตราภาระของแข็ง: อัตราการป้อนปริมาณของแข็งเข้าหน่วยบำบัดหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็น กก.ของแข็งต่อ ลบ.ม. - วัน หรือต่อ ตร.ม. - วัน

stabilization pond, SP – บ่อปรับเสถียร: เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพซึ่งไม่มีการเติมออกซิเจน

static head – เฮดสถิต: ผลต่างระหว่างระดับผิวน้ำที่ต้องการสูบกับระดับผิวของน้ำจุดปล่อย

static mixer – เครื่องผสมสถิต: เครื่องผสมน้ำยาเคมี โดยไม่มีเครื่องมือกลในการกวนผสม เช่น inpipe mixer

storm drain – ท่อระบายน้ำฝน

storm drain system – ระบบระบายน้ำฝน

submerged orifice – ออรีฟิสใต้น้ำ: รูที่จมอยู่ใต้น้ำสำหรับน้ำไหลเข้าหรือออก

submerged turbine aerator – เครื่องเติมอากาศกังหันจมน้ำ

sump – บ่อพัก: ถังหรือบ่อที่รับน้ำและเก็บไว้ชั่วคราวก่อนถูกสูบหรือขจัดทิ้ง; ถังหรือบ่อที่รับของเหลว

surface aerator – เครื่องเติมอากาศผิวน้ำ: เครื่องเติมอากาศชนิดที่ใช้ใบพัดหรือใบพายดึงหรือตีน้ำให้กระจายไปในอากาศ

surface overflow rate – อัตราน้ำล้นผิว: ค่ากำหนดในการออกแบบถังทำใสมีหน่วยเป็น ลบ.ม./ตร.ม. - วัน

system head capacity curve – เส้นโค้งเฮดของระบบ: ความสัมพันธ์ระหว่างเฮดทั้งหมด (total head) ของระบบท่อหลักความดันกับอัตราไหลต่าง ๆ

tip speed – อัตราเร็วปลายสุด

time of concentration; t_c – เวลารวมตัวของน้ำท่า, ระยะเวลาการไหลน้ำท่า, เวลานับว่าฝนตก: ช่วงเวลาที่น้ำฝนไหลจากจุดไกลสุดจากพื้นที่ระบายน้ำมายังจุดที่พิจารณาออกแบบท่อระบาย

trapezoidal weir – ฝายสี่เหลี่ยมคางหมู

trickling filter, TF – (ระบบ) โปรยกรอง: เครื่องกรองประกอบด้วยชั้นตัวกลาง เช่น ก้อนหินหรือพลาสติก สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะอาศัย น้ำเสียจะถูกโปรยกระจายเป็นหยดผ่านตัวกลางนี้บีโอดีจะถูกกำจัดไปโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดกับตัวกลาง

trunk sewer – ท่อระบายใหญ่: ท่อระบายน้ำขนาดใหญ่ซึ่งรับน้ำเสียจากท่อสาขา (หรือท่อระบายแขนง) ในพื้นที่บริเวณกว้าง, ดู main sewer

unit processes – กระบวนการหน่วย: วิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีหรือชีวภาพ เช่น กระบวนการเอเอสการฆ่าเชื้อโรค

upflow anaerobic sludge blanket, UASB – ยูเอเอสบีชั้นสลัดจ์แอนแอโรบิกแบบไหลขึ้น: วิธีบำบัดน้ำเสียชนิดหนึ่งโดยการสร้างมวลจุลินทรีย์แบบแอนแอโรบิกที่มีลักษณะเป็นเม็ดตะกอนให้เข้มข้นมาก ๆ ในชั้นสลัดจ์ด้านล่างของถังและให้น้ำเสียไหลขึ้นผ่านชั้นสลัดจ์นี้

velocity head – เฮดความเร็ว: ค่าความสูงของน้ำที่เทียบได้จากความเร็วยกกำลังสองหารด้วยสองเท่าของอัตราเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก

velocity gradient – ความลาดชันความเร็ว, เกรียนต์ความเร็ว: สภาวะที่มีความเร็วต่างกันในมวลของน้ำหนึ่ง ๆ

V-notch weir – ฝายบากร่องตัววี

wastewater characteristic – ลักษณะน้ำเสีย

wastewater collecting system – ระบบรวบรวมน้ำเสีย, ระบบลำเลียงน้ำเสีย: ระบบทางน้ำ (ท่อ, อุโมงค์) ที่ใช้ในการส่งน้ำเสียจากหลาย ๆ แหล่งไปยังจุดรวม จุดนี้อาจเป็นบ่อสูบหรือทางน้ำเข้าของท่อประธาน

watershed – พื้นที่รับน้ำ: บริเวณที่รับน้ำท่าลงมาสู่ลำน้ำ

weir – เวียร์, ฝาย

weir loading rate – อัตราภาระฝาย: อัตราป้อนน้ำเข้าต่อหน่วยความยาวของเวียร์หรือฝาย มีหน่วย

เป็น ลบ.ม./ม.-วัน

wet weather flow – อัตราไหลหน้าฝน, อัตราไหลขณะฝนตก: ปริมาณน้ำเสียในท่อระบายในหน้าฝน

wet well – บ่อเปียก: บ่อที่รวบรวมน้ำและมีเครื่องสูบน้ำจุ่มแช่อยู่หรือมีท่อดูดของเครื่องสูบซึ่งตั้งอยู่ในบ่อแห้ง (dry well)

yield coefficient – สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิต: ค่าที่ใช้บ่งชี้ถึงอัตราการผลิตเซลล์ใหม่ ซึ่งหมายถึงปริมาณการผลิตเซลล์ใหม่ มีหน่วยเป็นกรัมของเซลล์ใหม่/กรัมบีโอดีที่ถูกจัดไป