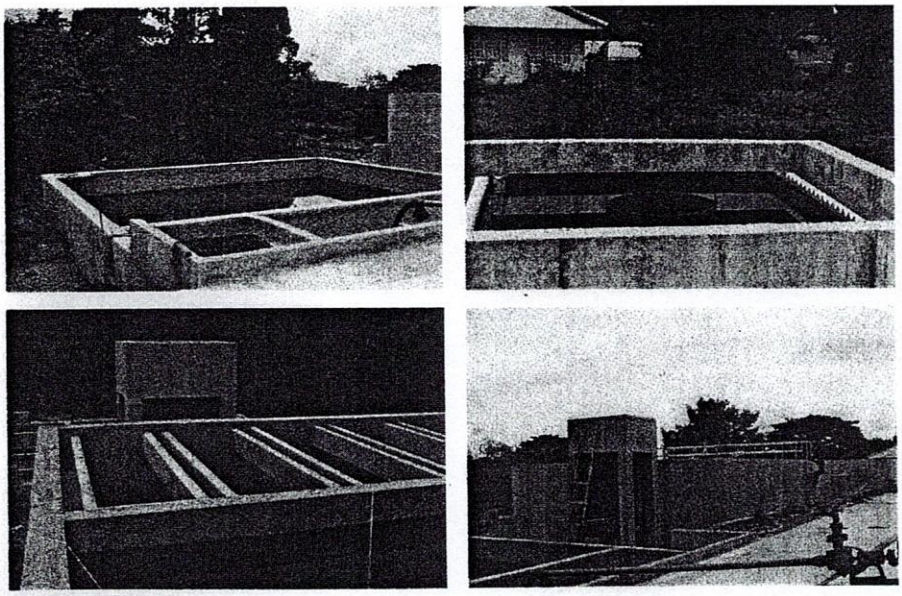
โครงการออกแบบรายละเอียด
ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์
เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

รายงานฉบับกลาง



นำเสนอโดย

บริษัท เอ็น อี คอนซัลแตนท์ จำกัด

กุมภาพันธ์ 2550

บจก. เอ็น อี คอนซัลแตนท์
NE CONSULTANT CO., LTD

ที่ NE/4905/005/5011

9 มีนาคม 2550

เรื่อง ส่งรายงานฉบับกลาง
โครงการออกแบบรายละเอียดปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

เรียน นายกเทศมนตรีเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

อ้างถึง สัญญาจ้างที่ปรึกษาเลขที่ 74/2549 ลงวันที่ 27 กันยายน 2549

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานฉบับกลาง จำนวน 10 เล่ม

ตามที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้ว่าจ้างบริษัท ที่ปรึกษา เพื่อดำเนินการศึกษาออกแบบรายละเอียด โครงการออกแบบรายละเอียดปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ดังสัญญาจ้างที่อ้างถึง โดยบริษัทฯ จะต้องส่งรายงานฉบับกลาง จำนวน 10 เล่ม

บัดนี้ บริษัท เอ็น อี คอนซัลแตนท์ จำกัด ได้จัดทำรายงานฉบับกลางแล้วเสร็จ จึงได้ส่งรายงานดังกล่าวตามสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อพิจารณาและดำเนินการต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายศิริชัย วรจริยาสกุล)
กรรมการบริหาร

423/326 หมู่ที่ 2 ถนนมิตรภาพ ต. ศิลา อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40000 ☎ (66)043-364501 🖷 (66)043-364501
423/326 Moo 2 • Mitrapab Road • Tambon Sila • Amphoe Muang • Khon Kaen • 40000 • Thailand

สารบัญ

สารบัญ

		หน้า
จดหมายนำส่ง		
สารบัญ		ก
สารบัญตาราง		ค
สารบัญรูป		ง
สารบัญภาพ		จ
บทที่ 1	**บทนำ**	
1.1	ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2	วัตถุประสงค์	1-1
1.3	ขอบเขตของการดำเนินงาน	1-1
1.4	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1-1
1.5	ระยะเวลาการดำเนินการและเสนองาน	1-2
บทที่ 2	**สภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ในปัจจุบัน**	
2.1	ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ในปัจจุบัน	2-1
2.1.1	ขนาดพื้นที่และขอบเขตของโรงฆ่าสัตว์และลักษณะการใช้ที่ดินของพื้นที่โรงฆ่าสัตว์ในปัจจุบัน	2-1
2.1.2	จำนวนสัตว์ที่นำมาฆ่าในโรงฆ่าสัตว์และลักษณะน้ำเสีย	2-1
2.1.3	สภาพปัจจุบันและปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสีย	2-6
2.1.4	มลภาวะต่อสภาพแวดล้อมข้างเคียง	2-6
2.1.5	ปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์จึงไม่ได้มาตรฐาน	2-6
บทที่ 3	**ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์และแนวทางการจัดการน้ำเสีย**	
3.1	ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบัน	3-1
3.2	การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น	3-1
3.3	แนวทางการจัดการน้ำเสีย	3-1
3.3.1	ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1	3-4
3.3.2	ระบบบำบัดน้ำเสียที่ 2	3-6

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ**	
4.1	เกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	4-1
4.2	เกณฑ์ในการออกแบบงานโยธา	4-1
บทที่ 5	**การออกแบบเบื้องต้น**	
5.1	การออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1	5-1
5.2	การออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2	5-1
5.3	ข้อดีและข้อเสียของทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย	5-1
5.3.1	ข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1	5-1
5.3.2	ข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2	5-22
5.4	การเปรียบเทียบค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการระบบ	5-22
5.5	สรุปทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย	5-22

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1-1	เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	4-2
4.1-2	เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	4-4
5.1-1	รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-2
5.2-1	รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-13
5.4-1	การประมาณราคาเบื้องต้น ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-23
5.4-2	การประมาณราคาเบื้องต้น ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-24
5.4-3	การประเมินค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-25
5.4-4	การประเมินค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-26
5.4-5	สรุปค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย	5-27ก

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1-1	ผังบริเวณโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์	2-2
3.1-1	FLOW DIAGRAM FOR WASTEWATER TREATMENT PLANT	3-2
3.1-2	ผังการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน	3-3
3.3-1	FLOW DIAGRAM ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ทางเลือกที่ 1	3-5
3.3-2	FLOW DIAGRAM ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ทางเลือกที่ 2	3-7
5.1-1	แปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-5
5.1-2	แปลนพื้นถังระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-6
5.1-3	รูปตัด 1-1 ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1	5-7
5.1-4	รูปตัด 2-2 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-8
5.1-5	รูปตัด 3-3 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-9
5-1-6	รูปตัด 4-4 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-10
5.1-7	รูปตัด 5-5 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-11
5.1-8	รูปตัด 6-6 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1	5-12
5.2-1	แปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-15
5.2-2	แปลนพื้นถังระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-16
5.2-3	รูปตัด 1-1 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-17
5.2-4	รูปตัด 2-2 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-18
5.2-5	รูปตัด 3-3 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-19
5.2-6	รูปตัด 4-4 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-20
5.2-7	รูปตัด 5-5 ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2	5-21

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1-1	สภาพทั่วไปของโรงฆ่าสุกร	2-3
2.1-2	สภาพทั่วไปของโรงฆ่าโค	2-3
2.1-3	สภาพทั่วไปของบ่อดักไขมัน (เดิม) ของโรงฆ่าสุกร	2-4
2.1-4	สภาพทั่วไปของบ่อดักไขมัน (เดิม) ของโรงฆ่าโค	2-4
2.1-5	สภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปของโรงฆ่าสุกร	2-5
2.1-6	สภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปของโรงฆ่าโค	2-5

บทที่ 1
บทนำ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ครอบคลุมพื้นที่ 16.96 ตารางกิโลเมตร การขยายตัวของชุมชนเมืองเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการเปลี่ยนทิศทางการพัฒนาเมืองจากชุมชนเกษตรกรรมเป็นอุตสาหกรรมขึ้นรวมถึงการขยายความกว้างของเส้นทางเชื่อมระหว่างจังหวัดกาฬสินธุ์กับจังหวัดขอนแก่นจาก 2 ช่องจราจร เป็น 4 ช่องจราจร ทำให้เกิดการค้าขายและการลงทุนที่เพิ่มมากขึ้น จากสภาพการเติบโตและการพัฒนาเมืองอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้จำนวนประชากรภายในเขตเทศบาลฯ มีจำนวนมากขึ้น ทำให้การบริโภคเนื้อสัตว์มีปริมาณสูงขึ้นและมีผลทำให้มีอัตราการฆ่าสุกรมากขึ้น ทำให้โรงฆ่าสัตว์ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ไม่สามารถรองรับปริมาณ น้ำเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างเพียงพอ (Over Load) และทำให้เกิดผลกระทบกับบริเวณข้างเคียง ดังนั้นเทศบาลฯจึงได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุงโรงฆ่าสัตว์เทศบาล เพื่อให้สามารถรับปริมาณน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นและไม่มีผลกระทบกับพื้นที่ข้างเคียง

1.2 วัตถุประสงค์

1) ออกแบบรายละเอียดปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์
2) ได้แบบรายละเอียดก่อสร้างและเอกสารประกวดราคาสำหรับ ประกวดราคาต่อไป

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1) ออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมและสามารถบำบัดได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง
2) จัดทำแบบรายละเอียดก่อสร้างและเอกสารประกวดราคา
3) จัดทำคู่มือดำเนินการและบำรุงรักษา

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) รูปแบบการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ที่มีประสิทธิภาพสามารถบำบัดน้ำเสียได้มาตรฐาน
2) คู่มือดำเนินการและบำรุงรักษาของระบบบำบัดน้ำเสียน้ำออกจากโรงฆ่าสัตว์ได้มาตรฐานน้ำทิ้ง

1.5 ระยะเวลาการดำเนินการและเสนองาน

การออกแบบรายละเอียดปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์ให้จัดทำเป็นภาษาไทย ใช้เวลาในการดำเนินการรวมทั้งสิ้น150วัน (ไม่นับรวมระยะเวลาที่คณะกรรมการกำกับการศึกษาพิจารณารายงาน) โดยในระหว่างการศึกษาจะต้องเสนอรายงานตามกำหนด ดังนี้

1) รายงานขั้นต้น (Inception Repot) ส่งภายใน 30 วัน นับจากวันที่เริ่มปฏิบัติงานตามสัญญาว่าจ้าง โดยให้นำเสนอสรุปผลการดำเนินขั้นแรก ขั้นตอนและวิธีการศึกษาแผนการศึกษาในระยะต่อไป จำนวน 10 ชุด
2) รายงานฉบับกลาง (Interim Report) ส่งภายใน 60 วัน นับจากวันที่เทศบาลมีหนังสือแจ้งความเห็นชอบรายงานขั้นต้น โดยให้เสนอผลการศึกษาและรูปแบบของการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม (Preliminary Design) รวมถึงรายการประมาณราคาเบื้องต้นจำนวน 10 ชุด
3) ร่างแบบรายละเอียด (Draft Final Drawing) ขนาด A3 ส่งภายใน 30 วัน นับจากวันที่เทศบาลมีหนังสือแจ้งความเห็นชอบ รายงานฉบับกลาง จำนวน 10 ชุด
4) แบบรายละเอียดการก่อสร้างและเอกสารต่าง ๆ ส่งภายใน 30 วัน นับจากวันที่เทศบาลฯ มีหนังสือแจ้งความเห็นชอบแบบร่างรายละเอียด (Draft Final Drawing) ประกอบด้วย

- เอกสารประกวดราคา ได้แก่
  - เอกสารประกวดราคา หมายเลข 1 หลักเกณฑ์และเงื่อนไขประกอบ ประกาศ ประกวดราคา และตารางแสดงปริมาณงานและราคา จำนวน10 ชุด
  - เอกสารประกวดราคา หมายเลข 2 มาตรฐานการก่อสร้าง จำนวน 10 ขุด
  - เอกสารประกวดราคา หมายเลข 3 แบบรายละเอียดการก่อสร้าง ขนาด A3 จำนวน 10 ชุด
- กระดาษไขแบบรายละเอียดการก่อสร้าง (ต้นฉบับ) ขนาด A1 แก้ไขครั้งสุดท้าย จำนวน 1 ชุด
- พิมพ์เขียวแบบรายละเอียดการก่อสร้าง ขนาด A1 แก้ไขครั้งสุดท้ายจำนวน 10 ชุด
- รายการประมาณราคา จำนวน 10 ชุด
- รายงานการออกแบบ 10 ชุด
- เอกสารประกอบการออกแบบ (Design Note) ประกอบด้วย หลักการในการออกแบบ
- (Design Concept) และข้อมูลสำคัญที่ใช้ประกอบในการ ออกแบบรายละเอียดพร้อมรายการคำนวณขององค์ประกอบต่าง ๆ จำนวน 10 ชุด
- แผนที่และข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการศึกษา จำนวน 10 ชุด

บทที่ 2
สภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ในปัจจุบัน

บทที่ 2
สภาพปัจจุบันของระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์

2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ในปัจจุบัน

ในการศึกษาสภาพระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน บริษัทฯ ได้ทำการสำรวจภาคสนามเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทางการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเดิมของเทศบาลโดยจะรวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1.1 ขนาดพื้นที่และขอบเขตของโรงฆ่าสัตว์และลักษณะการใช้ที่ดินของพื้นที่โรงฆ่าสัตว์ในปัจจุบัน

ขนาดพื้นที่โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์มีพื้นที่ประมาณ 3 ไร่ ซึ่งประกอบด้วย

1) อาคารบ้านพักสัตวแพทย์ จำนวน 1 หลัง
2) อาคารบ้านพักพนักงาน จำนวน 2 หลัง
3) อาคารโรงฆ่าสุกร จำนวน 1 หลัง
4) อาคารโรงฆ่าโค – กระบือ จำนวน 1 หลัง
5) ลานที่จอดรถ
6) ระบบประปา
7) ระบบบำบัดน้ำเสีย
8) ระบบไฟฟ้า

ผังแสดงบริเวณโรงฆ่าสัตว์ แสดงในรูปที่ 2.1-1 และภาพถ่ายบริเวณภายในโรงฆ่าสัตว์ แสดงในภาพที่ 2.1-1 ถึง 2.1-6

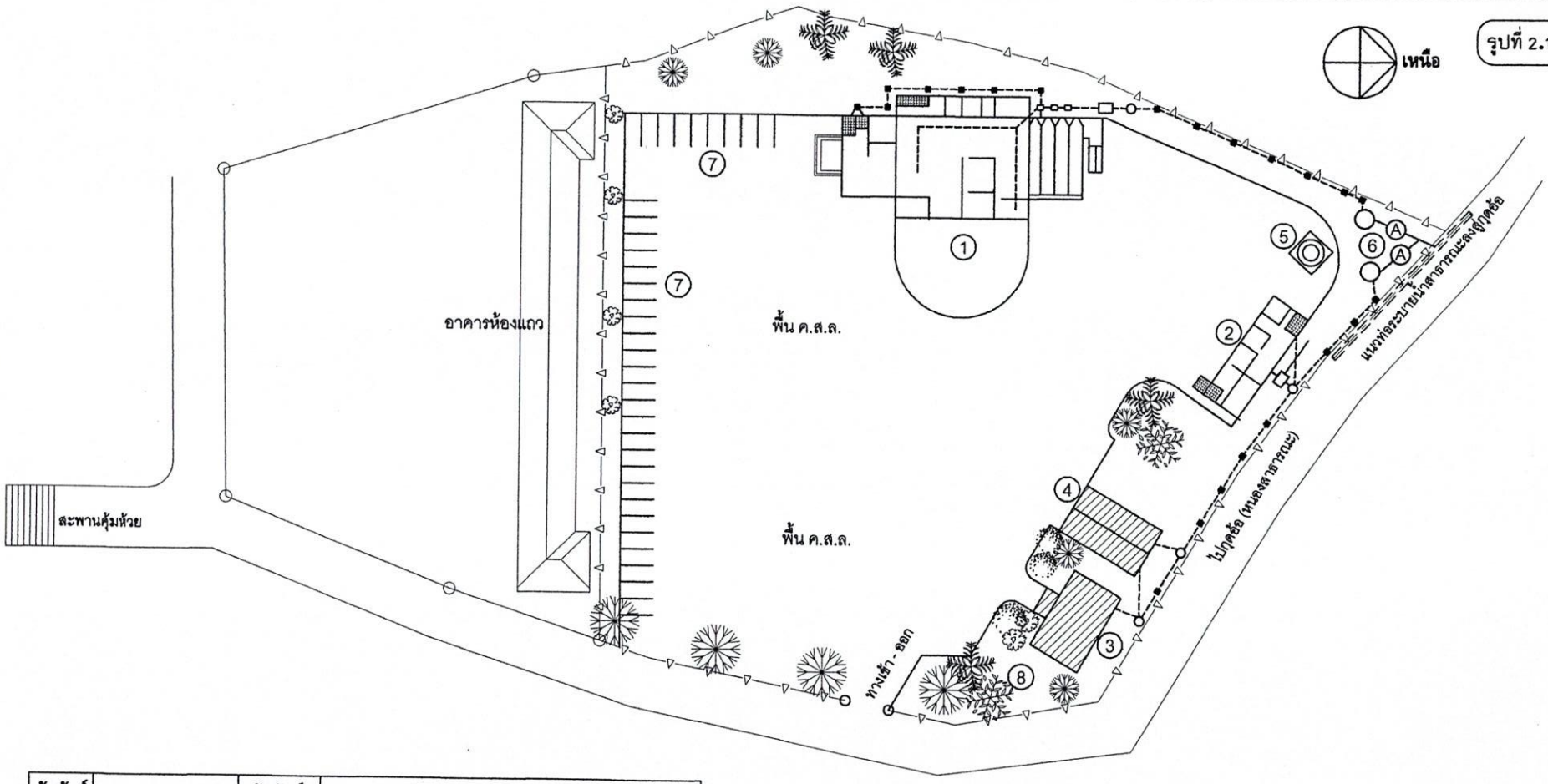
2.1.2 จำนวนสัตว์ที่นำมาฆ่าในโรงฆ่าสัตว์และลักษณะน้ำเสีย

จำนวนของสัตว์ที่นำมาฆ่าในโรงฆ่าสัตว์ประกอบด้วย

1) สุกร เฉลี่ย 70 ตัว/วัน (ค่าสูงสุด 120 ตัว/วัน)
2) โค – กระบือ เฉลี่ย 3 ตัว/วัน (ค่าสูงสุด 5 ตัว/วัน)

ข้อมูลน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ก่อนเข้าระบบบำบัด ซึ่งเก็บโดย เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ มีผล ดังนี้

ค่า BOD	เท่ากับ	818	mg/l.
ค่า pH	เท่ากับ	6.25	
ค่า Fat Oil and Grease	เท่ากับ	7.20	mg/l.



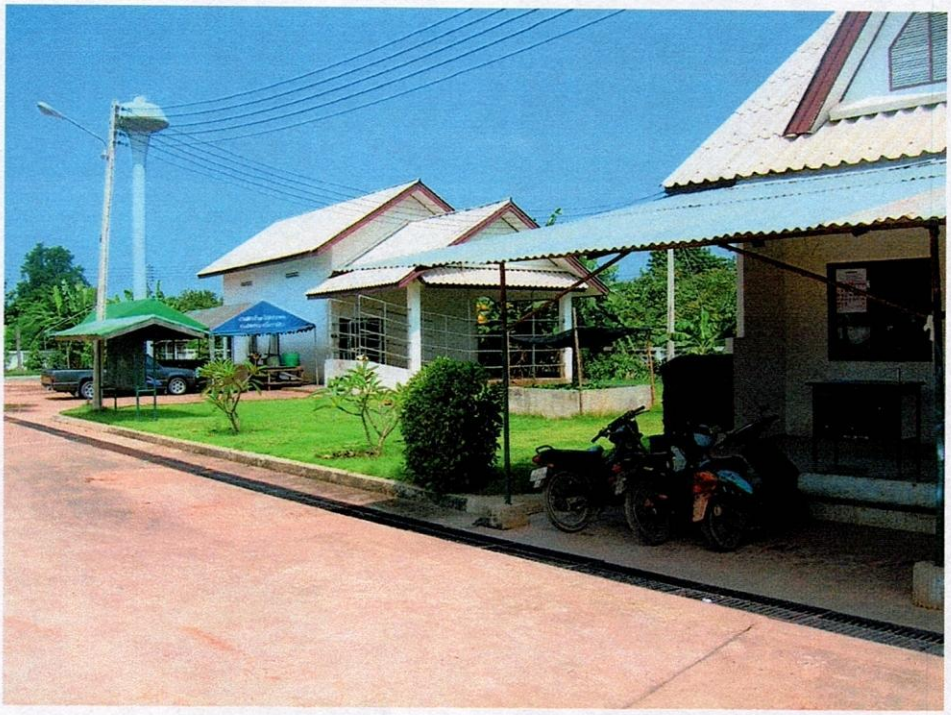
สัญลักษณ์	อาคาร	สัญลักษณ์	รายการ
①	โรงฆ่าสุกร	□	บ่อดักไขมัน (บ่อเล็ก)
②	โรงฆ่าโค	Ⓐ	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ขนาดใหญ่ ความจุ 15,000 ลิตร/ถัง (ชนิดเติมอากาศ)
③	บ้านพักสัตวแพทย์ 1 หลัง	◯	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ขนาดใหญ่ ความจุ 15,000 ลิตร/ถัง
④	บ้านพักคนงาน 4 หน่วย	○	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ขนาดเล็ก ความจุ 3,000 ลิตร/ถัง
⑤	ถังน้ำสูง	▭	บ่อดักไขมัน (บ่อใหญ่)
⑥	จุดบำบัดน้ำเสีย	------	ท่อใยหิน
⑦	ลานจอดรถ		
⑧	บริเวณจัดสวน		

ผังบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย

โครงการออกแบบรายละเอียด
ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์
เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

ผังบริเวณโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

ภาพที่ 2.1-1 สภาพทั่วไปของโรงฆ่าสุกร



ภาพที่ 2.1-2 สภาพทั่วไปของโรงฆ่าโค

ภาพที่ 2.1-3 สภาพทั่วไปของบ่อดักไขมัน (เดิม) ของโรงฆ่าสุกร

ภาพที่ 2.1-4 สภาพทั่วไปของบ่อดักไขมัน (เดิม) ของโรงฆ่าโค

ภาพที่ 2.1-5 สภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปของโรงฆ่าสุกร

ภาพที่ 2.1-6 สภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปของโรงฆ่าโค

2.1.3 สภาพปัจจุบันและปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ประกอบด้วยถังบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศขนาดบรรจุ 15,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง และถังบำบัดน้ำเสียแบบที่ใช้อากาศขนาดความจุ 15,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง เรียงต่อกันแบบอนุกรม และมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดียวกันอีก 1 ชุด รองรับน้ำเสียจากโรงฆ่าโค บ้านพักสัตว์แพทย์ 1 หลัง และบ้านพักคนงาน หน่วยแยกจากโรงฆ่าสุกร ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบออกแบบให้รองรับน้ำเสียประมาณ 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน

สภาพโดยทั่วไปพบว่า ปัจจุบันน้ำเสียที่เกิดจากการใช้งานจริงมีค่ามากกว่าที่ออกแบบไว้ค่อนข้างมาก ค่าที่ออกแบบไว้ 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน/ชุด จำนวน 2 ชุด แต่ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริงเฉลี่ยประมาณ 35 ลูกบาศก์เมตร/วัน และมีค่าสูงสุดประมาณ 60 ลูกบาศก์เมตร/วัน สำหรับการฆ่าสุกรและปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 9.0 ลูกบาศก์เมตร/วัน และมีค่าสูงสุดประมาณ 15 ลูกบาศก์เมตร/วัน สำหรับการฆ่าโคจะเห็นได้ว่าปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถรองรับค่าภาระบรรทุกได้ (Overload) ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมคือน้ำทิ้งสีดำคล้ำและมีกลิ่นเหม็นจากกระบวนการหมักแบบไร้อากาศการเติมอากาศในถังท้ายไม่สามารถจ่ายอากาศให้มีเพียงพอ

2.1.4 มลภาวะต่อสภาพแวดล้อมข้างเคียง

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งส่งผลให้เกิดกลิ่นและน้ำเสียไหลลงสู่คลองธรรมชาติส่งผลกระทบกับชาวบ้านบริเวณข้างเคียง

2.1.5 ปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์จึงไม่ได้มาตรฐาน

เนื่องจากมีตะกอนของมูลสุกรและโค-กระบือเต็มถังบำบัดน้ำเสียทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ ประกอบกับจำนวนสุกรและ โค – กระบือ มีจำนวนมากกว่าที่คำนวณระบบบำบัดไว้มาก ดังนั้นคุณภาพน้ำทิ้งของโรงฆ่าสัตว์จึงไม่ได้มาตรฐานและส่งผลกับแหล่งน้ำทิ้งข้างเคียง

บทที่ 3
ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์
และแนวทางการจัดการน้ำเสีย

บทที่ 3
ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์และแนวทางการจัดการน้ำเสีย

3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบัน

ปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ เป็นระบบถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปมีแผนภาพการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียและผังการติดตั้งตามรูปที่ 3.1-1 และ 3.1-2 ระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวได้ถูกใช้งานมาแล้วประมาณ 3 ปี และพบปัญหาในการดำเนินการระบบเสมอมา ซึ่งผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียได้พยายามแก้ไขคือ

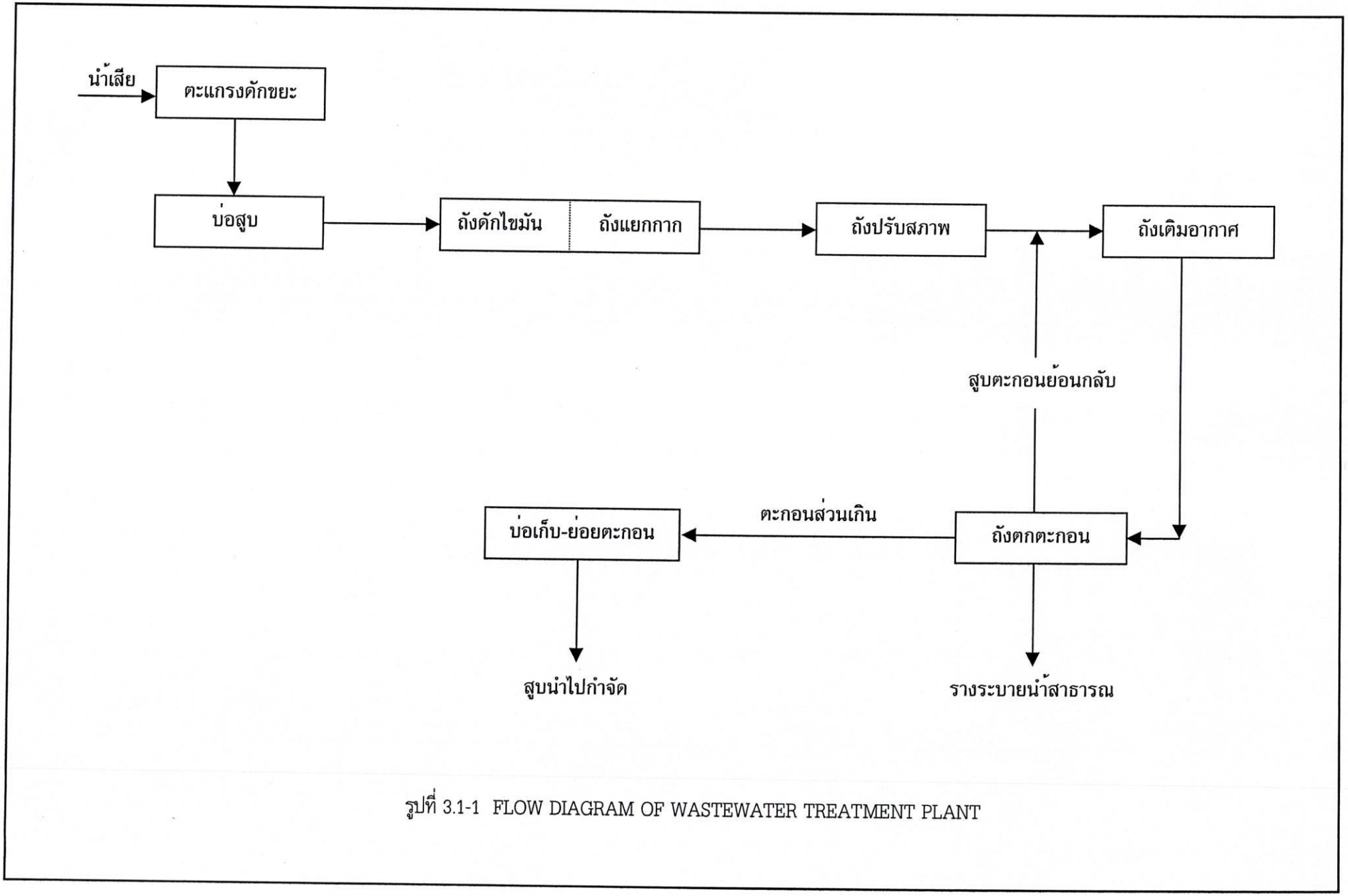
1) ปัญหาจากกลิ่นระบบบำบัดน้ำเสีย
2) ปัญหาที่เกิดเนื่องมาจากไม่สามารถนำตะกอนหนักออกจากถังต่างๆ ได้เช่น ขยะและขนสัตว์รวมถึงมีไขมันและน้ำมันถูกกักอยู่ในถังเป็นส่วนใหญ่
3) น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ของมาตรฐานน้ำทิ้งที่ทางราชการกำหนด

3.2 การประเมินระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น

จากการที่ที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบสภาพทั่วไปเบื้องต้นพบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่มีปัญหาตามที่ผู้ควบคุมระบบได้รายงานไว้จริง จากการตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานพบว่า ปัจจุบันปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบมีค่ามากกว่าที่ได้ออกแบบไว้ กล่าวคือปริมาณสารอินทรีย์ที่ได้ออกแบบไว้มีค่าเท่ากับ 24 กิโลกรัม BOD/วัน แต่ปัจจุบันพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่ออกแบบไว้คือ 42 กิโลกรัม BOD/วัน และมีค่าสูงสุดถึง 90 กิโลกรัม BOD/วัน ทำให้ระบบอยู่ในสภาวะที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เกิน (Overload) ประกอบกับระบบไม่สามารถรักษาประมาณจุลชีพที่ใช้บำบัดน้ำเสียให้อยู่ในระบบได้ (มีขยะขนสัตว์และไขมันไปอยู่แทนที่น้ำในถังบำบัดน้ำเสีย) ทำให้ระบบอยู่ในสภาพการทำงานที่ล้มเหลวมาโดยตลอด รวมถึงระบบบำบัดน้ำเสียปัจจุบันไม่สามารถกระจายน้ำเสียเข้าระบบให้คงที่ตลอดเวลาตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้ระบบอยู่ในสภาวะที่เรียกว่าถูกล้างทิ้ง (Washout) เป็นครั้งคราวตามที่มีน้ำเสียเข้าระบบเป็นจำนวนมาก

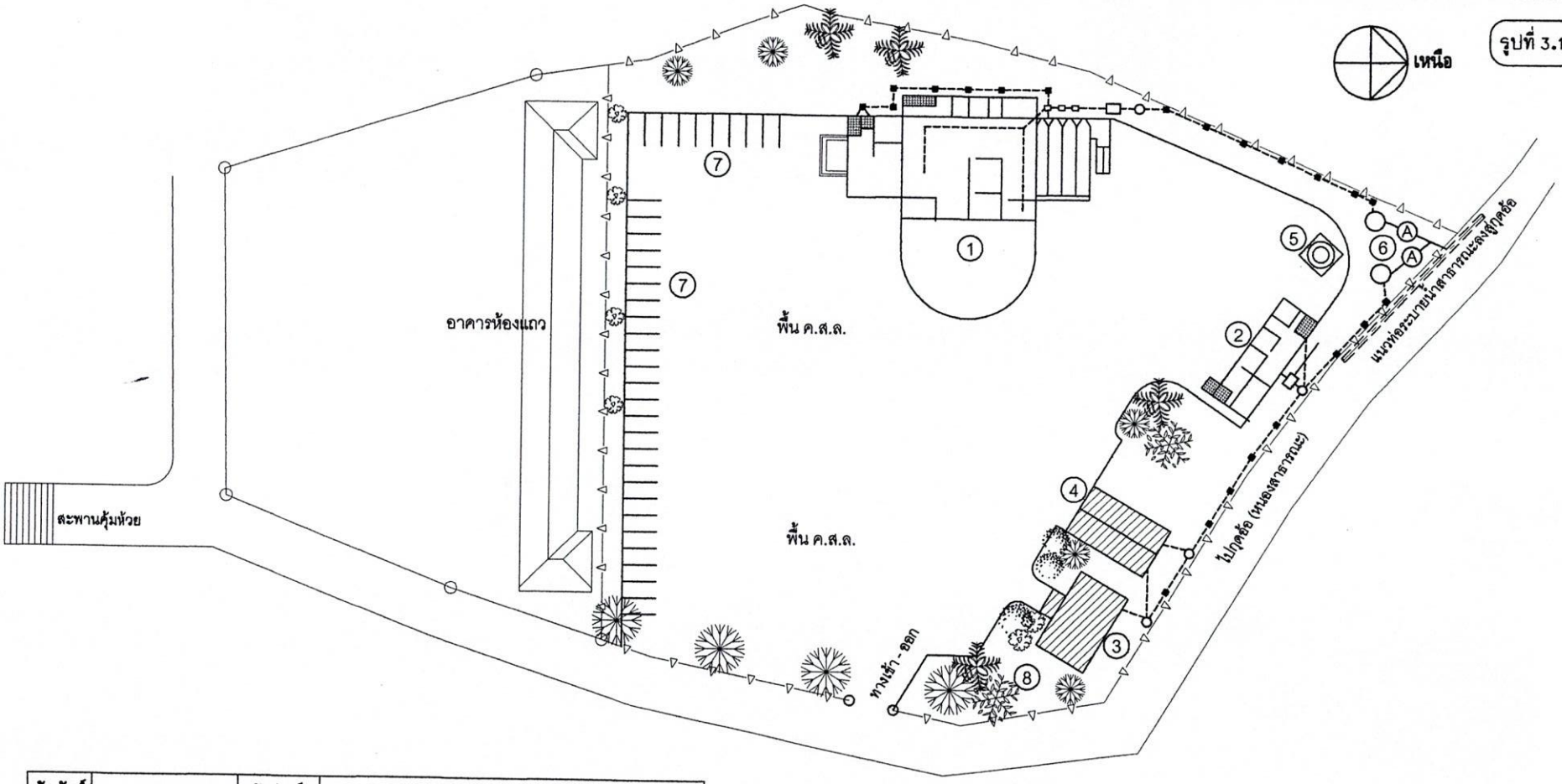
3.3 แนวทางการจัดการน้ำเสีย

จากปัจจัยต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้ว ที่ปรึกษามีความเห็นว่าเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ควรปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความสามารถรองรับน้ำเสีย ทั้งในด้านปริมาณ ลักษณะสมบัติ และพฤติกรรมการเกิดน้ำเสียให้สามารถควบคุมได้จริง แนวทางการจัดการน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ที่ปรึกษาพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการดำเนินการควบคุมระบบให้สม่ำเสมอเป็น 2 ทางเลือกคือ



รูปที่ 3.1-1 FLOW DIAGRAM OF WASTEWATER TREATMENT PLANT

รูปที่ 3.1-2



สัญลักษ์	อาคาร	สัญลักษ์	รายการ
①	โรงฆ่าสุกร	□	บ่อดักไขมัน (บ่อเล็ก)
②	โรงฆ่าโค	Ⓐ	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ขนาดใหญ่ ความจุ 15,000 ลิตร/ถัง (ชนิดเติมอากาศ)
③	บ้านพักสัตวแพทย์ 1 หลัง	◯	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ขนาดใหญ่ ความจุ 15,000 ลิตร/ถัง
④	บ้านพักคนงาน 4 หน่วย	○	ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ขนาดเล็ก ความจุ 3,000 ลิตร/ถัง
⑤	ถังน้ำสูง	▭	บ่อดักไขมัน (บ่อใหญ่)
⑥	จุดบำบัดน้ำเสีย	------	ท่อใยหิน
⑦	ลานจอดรถ		
⑧	บริเวณจัดสวน		

ผังบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย

โครงการออกแบบรายละเอียด
ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์
เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

ผังการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน

3.3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1 เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อากาศ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 -1 ประกอบด้วย

(1) บ่อสูบน้ำเสีย เพื่อรองรับน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ที่ถูกทิ้งออกทั้งหมด สูบส่งไปยังเครื่องดักขยะแบบโรตารี่ (Rotary Screen) เพื่อดักเศษขยะที่มีขนาดเล็ก เช่น เศษเนื้อ ขนสัตว์ ไม่ให้เข้าไปตกค้างอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย

(2) บ่อดักไขมัน เพื่อแยกไขมัน น้ำมัน ออกจากน้ำเสีย ภายในบ่อดักไขมันจะมีถังเก็บไขมันและน้ำมันเพื่อสูบออกไปกำจัดนอกพื้นที่ (ใช้รถสูบส้วมสูบออกไปกำจัดแบบน้ำโสโครก)

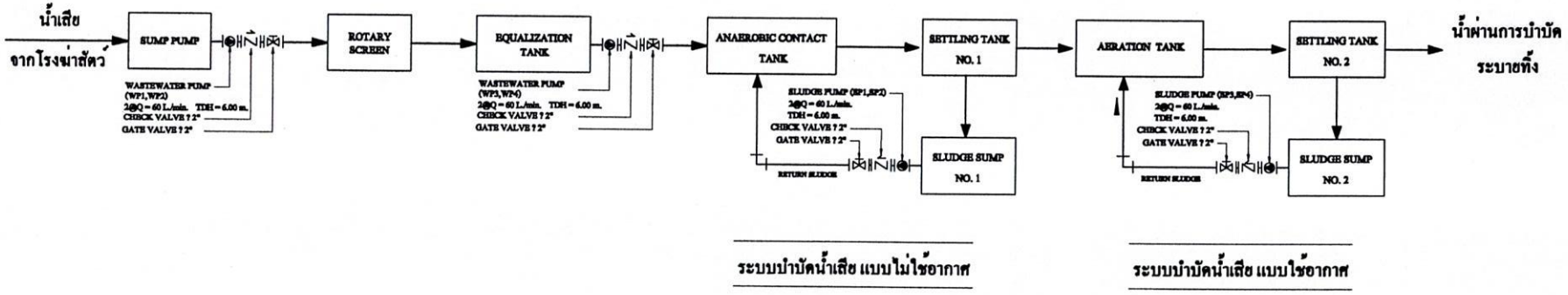
(3) บ่อพักน้ำเสีย จะรับน้ำที่ผ่านการดักไขมันแล้วพร้อมที่จะสูบไปเข้าระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

(4) ถังสัมผัสแบบไร้อากาศ น้ำเสียที่ส่งมาจากบ่อพักน้ำเสียจะถูกส่งมาบำบัดด้วยอัตราคงที่ต่อเนื่องตลอดเวลา ภายในถังสัมผัสแบบไร้อากาศจะเลี้ยงแบคทีเรียที่ใช้บำบัดน้ำเสียชนิดไม่ใช้อากาศเพื่อย่อยทำลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียให้มีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว

(5) ถังตกตะกอนที่ 1 เพื่อแยกน้ำที่ผ่านการบำบัดจากถังสัมผัสแบบไร้อากาศไปบำบัดต่อยังถังเติมอากาศ ส่วนตะกอนชนิดไม่ใช้อากาศที่ก้นถังจะถูกสูบกลับไปถังสัมผัสแบบไร้อากาศ

(6) ถังเติมอากาศ น้ำที่ผ่านการบำบัดแบบไร้อากาศจะมีค่าความเน่าเสียต่ำลงมาก และจะถูกบำบัดต่อด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศจนมีคุณภาพดีสามารถนำไปทิ้งได้ น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกส่งไปยังถังตกตะกอนที่ 2

(7) ถังตกตะกอนที่ 2 จะทำหน้าที่แยกตะกอนแบคทีเรียแบบใช้อากาศออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ในขั้นตอนนี้น้ำใสที่ผ่านการบำบัดแล้วจะสามารถนำไปทิ้งได้ ส่วนตะกอนที่ก้นถังตกตะกอนจะถูกส่งต่อไปยังถังเก็บตะกอนและจะถูกสูบกลับไปยังถังเติมอากาศ เพื่อนำตะกอนแบคทีเรียกลับไปใช้อีก



FLOW DIAGRAM ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ทางเลือกที่ 1

รูปที่ 3.3-1 FLOW DIAGRAM ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ทางเลือกที่ 1

3.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2

ระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 เป็นระบบแบบใช้อากาศอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 3.3-2 ประกอบด้วย

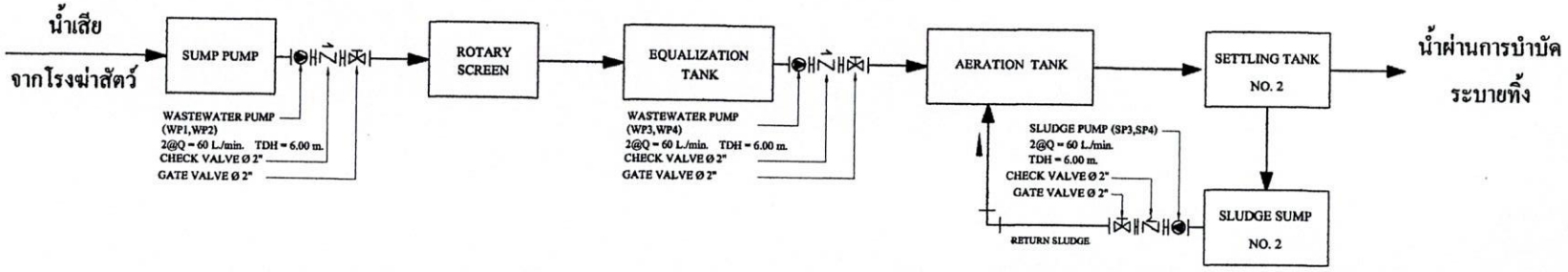
(1) บ่อสูบน้ำเสีย เพื่อรองรับน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ที่ถูกทิ้งออกทั้งหมด สูบส่งไปยังเครื่องดักขยะแบบโรตารี่ (Rotary Screen) เพื่อดักเศษขยะที่มีขนาดเล็ก เช่น เศษเนื้อ ขนสัตว์ ไม่ให้เข้าไปตกค้างอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย

(2) บ่อดักไขมัน เพื่อแยกไขมัน น้ำมัน ออกจากน้ำเสีย ภายในบ่อดักไขมันจะมีถังเก็บไขมันและน้ำมันเพื่อสูบออกไปกำจัดนอกพื้นที่ (ใช้รถสูบส้วมสูบออกไปกำจัดแบบน้ำโสโครก)

(3) บ่อพักน้ำเสีย จะรับน้ำที่ผ่านการดักไขมันแล้วพร้อมที่จะสูบไปเข้าระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศต่อไป

(4) ถังเติมอากาศ น้ำที่ผ่านการดักไขมันแล้วและจะถูกนำไปบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศจนมีคุณภาพดีสามารถนำไปทิ้งได้ น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกส่งไปยังถังตกตะกอน

(5) ถังตกตะกอน จะทำหน้าที่แยกตะกอนแบคทีเรียแบบใช้อากาศออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ในขั้นตอนนี้น้ำใสที่ผ่านการบำบัดแล้วจะสามารถนำไปทิ้งได้ ส่วนตะกอนที่ก้นถังตกตะกอนจะถูกส่งต่อไปยังถังเก็บตะกอนและจะถูกสูบกลับไปยังถังเติมอากาศ เพื่อนำตะกอนแบคทีเรียกลับไปใช้อีก



ระบบบำบัดน้ำเสีย แบบใช้อากาศ

FLOW DIAGRAM ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ทางเลือกที่ 2

รูปที่ 3.3-2 FLOW DIAGRAM ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ทางเลือกที่ 2

บทที่ 4
เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ

บทที่ 4
เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ

4.1 เกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

เกณฑ์ที่ใช้ใจการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ จะใช้เกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำเสียโดยทั่วไปจะประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นหลัก อย่างไรก็ตามเนื่องจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์มีความเข้มข้นสูง ดังนั้นเกณฑ์ที่ใช้จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป สำหรับในการออกแบบนี้จะใช้เกณฑ์การออกแบบของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1 แสดงในตารางที่ 4.1-1 และเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2 แสดงในตารางที่ 4.1-2

4.2 เกณฑ์ในการออกแบบงานโยธา

1) ทั่วไป (General)

การดำเนินการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องพิจารณาถึงความมั่นคงแข็งแรงให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรม มีความเหมาะสมเป็นไปได้ในการก่อสร้างและเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น และต้องสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้างได้ น้ำหนักบรรทุกเหล่านี้ ได้แก่ น้ำหนักคงที่ (Dead Load) น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) แรงลม (Wind Load) แรงดันดิน (Earth Pressure) แรงดันน้ำ
(Water Pressure) และนอกจากนั้นโครงการยังจะต้องมีความมั่นคง (Stalilit) ทนทาน และมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่เหมาะสม

การออกแบบจะต้องอยู่ในเกณฑ์กำหนดของสากล (International) และต้องได้รับการยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น มาตรฐานของกรมโยธาธิการ (มยธ.), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.), American Concrete (Institute (ACI), U.S. Burea of Reclamation Design Standard (U.S.B.R.), American for Testing and Materials (ASTM), Japanese Industrial Standards (JIS) เป็นต้น

2) แรงที่กระทำต่ออาคาร (Action Forces)

การกำหนดแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่ออาคารมีดังต่อไปนี้

- น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load)

น้ำหนักบรรทุกคงที่ คือ นำหนักของตัวโครงสร้าง เช่น คาน พื้น หลังคา ฐานราก รวมทั้งส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ที่โครงสร้างจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกนั้นตลอดเวลา น้ำหนักบรรทุกคงที่หาได้จากน้ำหนักของวัสดุที่กระทำต่อโครงสร้าง เช่น

ตารางที่ 4.1-1 เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย	เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ	หน่วย
1. บ่อสูบน้ำเสีย (Sump Pump)		
-เครื่องสูบน้ำเสีย (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
2. บ่อดักไขมัน		
-เวลากักน้ำไม่น้อยกว่า	3	ชั่วโมง
3. บ่อพักน้ำเสีย (Equalization Tank)		
-เวลากักน้ำไม่น้อยกว่า	6	ชั่วโมง
-เครื่องสูบน้ำเสีย (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
4. ถังสัมผัสแบบไร้อากาศ (Anaerobic Contact Tank)		
-อัตราภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate)	1.5	กก.COD/ลบ.ม.-วัน
5. ถังตกตะกอนที่ 1 (Sedimentation Tank # 1)		
-อัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)	12 - 15	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
-เวลากักน้ำไม่เกิน	4	ชั่วโมง
6. ถังสูบตะกอนที่ 1 (Sludge Holding Tank # 1)		
-เวลากักน้ำไม่เกิน	1	ชั่วโมง
-เครื่องสูบน้ำตะกอน (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
7. ถังเติมอากาศ		
-อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Yield)	0.6	
-อัตราการตายของแบคทีเรีย (kd)	0.05	
-อายุตะกอนของระบบ (Sludge Age)	20	วัน
-อัตราส่วนอาหารต่อมวลของแบคทีเรีย (F/M) ไม่เกิน	0.3	วัน-1
8. ถังตกตะกอนที่ 2 (Sedimentation Tank # 2)		
-อัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)	12 - 15	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
-เวลากักน้ำไม่เกิน	4	ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1-1 เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1 (ต่อ)

9. ถังสูบตะกอนที่ 2 (Sludge Holding Tank # 2)		
-เวลากักน้ำไม่เกิน	1	ชั่วโมง
-เครื่องสูบน้ำตะกอน (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
10. ลานตากตะกอน (Sludge Drying Bed)		
-รอบการทำงาน	1	รอบ/วัน

ตารางที่ 4.1-2 เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย	เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ	หน่วย
1. บ่อสูบน้ำเสีย (Sump Pump)		
-เครื่องสูบน้ำเสีย (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
2. บ่อดักไขมัน		
-เวลากักน้ำไม่น้อยกว่า	3	ชั่วโมง
3. บ่อพักน้ำเสีย (Equalization Tank)		
-เวลากักน้ำไม่น้อยกว่า	6	ชั่วโมง
-เครื่องสูบน้ำเสีย (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
4. ถังเติมอากาศ		
-อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Yield)	0.6	
-อัตราการตายของแบคทีเรีย (kd)	0.05	
-อายุตะกอนของระบบ (Sludge Age)	20	วัน
-อัตราส่วนอาหารต่อมวลของแบคทีเรีย (F/M) ไม่เกิน	0.3	วัน-1
5. ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)		
-อัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)	12 - 15	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
-เวลากักน้ำไม่เกิน	4	ชั่วโมง
6. ถังสูบตะกอน (Sludge Holding Tank)		
-เวลากักน้ำไม่เกิน	1	ชั่วโมง
-เครื่องสูบน้ำตะกอน (Q)	3	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
-ศักยอุทก (TDH)	6	เมตร
7. ลานตากตะกอน (Sludge Drying Bed)		
-รอบการทำงาน	1	รอบ/วัน

น้ำหนักของคอนกรีตเสริมเหล็ก	2,400	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของคอนกรีตล้วน	2,200	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของน้ำ	1,000	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของดินแห้ง	1,600	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของดินถมอัดแน่น (Compacted Dry Earth)	1,900	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Earth)	2,150	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของกรวดหรือหิน	2,400	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของทรายแห้ง	1,800	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของทรายเปียก	2,200	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของเหล็กหล่อ	7,700	กก./ลบ.ม.
น้ำหนักของเหล็กเหนียว	7,900	กก./ลบ.ม.

- น้ำหนักบรรทุกจร (Live Loads)
- น้ำหนักบรรทุกจร คือ น้ำหนักของเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ วัสดุที่กองไว้ สิ่งของเคลื่อนที่ รวมทั้งน้ำหนักที่เกิดขึ้นในการเดินเครื่องใช้งานและการบำรุงรักษาการกำหนดน้ำหนักบรรทุกจรในการออกแบบ การออกแบบจะพิจารณากำหนดขนาดของน้ำหนักบรรทุกจรให้ถูกต้องตามสภาพความเป็นจริงของแต่ละสภาพของการใช้งานของโครงสร้างนั้น ๆ
- แรงดันของดิน (Earth Pressure)
  - แรงดันด้านข้างของดิน (Lateral Earth Pressure) ในการออกแบบการกำหนดค่าแรงดันด้านข้างของดิน จะต้องพิจารณาถึงวัสดุดินที่กลบในสภาพแห้ง หรือมีน้ำท่วม เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างให้สามารถรับแรงในกรณีที่เกิดแรงดันด้านข้างสูงสุดด้วย
  - แรงดันด้านข้างของดิน (Surface Load) ในการออกแบบโครงสร้างจะต้องคำนึงถึงแรงที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกบนดิน (Surcharge Load) จากเครื่องจักรกล เครื่องมือ และการกองวัสดุในการขุด-ถมดินที่จะมีต่อโครงสร้างด้วย
- แรงดันของน้ำ (Water Pressure)

แรงดันของน้ำในการพิจารณาออกแบบโครงสร้างให้คิดแรงดันของน้ำที่กระทำกับโครงสร้างตลอดเวลาในลักษณะ Static Water Pressure Distribution และในโครงสร้างอยู่ใต้ดินให้คำนึงถึงระดับน้ำ ใต้ดิน เพื่อพิจารณาแรงกระทำของน้ำจาก Uplift Force

3) หน่วยแรงที่ยอมให้ (Allowable Stresses)

- คอนกรีต

กำหนดให้กำลังอัดประลัยของคอนกรีตสำหรับอาคารชลศาสตร์ทั่วไปมีค่า (f_c') เท่ากับ 240 กก./ตร.ซม. และคอนกรีตดาดคลองมีค่า (f_c') เท่ากับ 140 กก./ตร.ซม. นอกจากระบุในแบบไว้เป็นอย่างอื่น (เมื่อค่า f_c' คือ ค่าแรงกดประลัยของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐาน ที่มีอายุการบ่มครบ 28 วัน)

สำหรับการออกแบบของอาคารแต่ละชนิด หน่วยแรงที่ยอมให้ใช้จะเป็นไปตามตารางต่อไปนี้

- เหล็กเสริมคอนกรีต

  หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็กเสริมคอนกรีต (fs) จะต้องเป็นไปตามนี้

  สำหรับเหล็กกลมชั้นคุณภาพ SR24 ตามมาตรฐาน มอก. 20-2537 :

  $f_s = 1,200$ กก./ตร.ซม.

  สำหรับเหล็กข้ออ้อยชั้นคุณภาพ SD30 ตามมาตรฐาน มอก. 24-2537 :

  $f_s = 1,400$ กก./ตร.ซม.

หน่วยแรงที่ยอมให้ของคอนกรีต (กก./ตร.ซม.)

รายการ	ตัวแปร	สูตร
อัตราส่วนโมดูลัส	n	$E_s = \frac{2.04 \times 10^6}{15,210\sqrt{f_c'}}$
แรงดัด :		
- หน่วยแรงอัดที่ผิว		
- หน่วยแรงดึงที่ผิวฐานรากและกำแพงคอนกรีตล้วน	Fc	$0.45 f_c'$
	Fc	$0.42\sqrt{f_c'}$
แรงเฉือน :		
- คานคอนกรีตล้วน	Vc	
- ตงคอนกรีตล้วน	Vc	$0.29\sqrt{f_c'}$
- โครงสร้างเสริมเหล็กรับแรงเฉือน	Vc	$0.32\sqrt{f_c'}$
- พื้นฐานรากตาม (เส้นขอบ)	Vc	$1.32\sqrt{f_c'}$
	Vc	$0.53\sqrt{f_c'}$
แรงกด :		
- รับเต็มเนื้อที่	Vc	$0.25 f_c'$
- รับหนึ่งในสามของเนื้อที่หรือน้อยกว่า	Vc	$0.37 f_c'$

- การกำหนดระยะห่างระหว่างผิวของเหล็กเสริม (Clear Distance)

ระยะห่างน้อยที่สุดของเหล็กเสริม ที่เรียงขนานกันในชั้นเดียวกันจะต้องไม่น้อยกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม หรือไม่น้อยกว่า 1 1/3 เท่าของวัสดุหยาบ หรือไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.

- ขนาดของวัสดุหยาบจะต้องไม่ใหญ่กว่า
  - 1/5 เท่าของระยะที่แคบที่สุดของแบบ
  - 1/3 เท่าของความหนาของพื้น (Slab)

ในที่มีการเสริมเหล็กมากกว่า 2 ชั้นขึ้นไป เหล็กเสริมชั้นบนจะต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมชั้นล่างในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.

สำหรับเหล็กเสริมที่รับแรงกดซึ่งมีเหล็กปลอก ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมตามแนวยาว จะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง หรือไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของวัสดุหยาบ หรือไม่น้อยกว่า 4 ซม.

ระยะห่างระหว่างเหล็กต่อทาบกับเหล็กต่อทาบด้วยกัน หรือระหว่างเหล็กต่อทาบกับเหล็กเส้นอื่น ให้ใช้เช่นเดียวกันกับข้อกำหนดสำหรับระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเส้น

ในกำแพงหรือ (Slab) นอกเหนือจากรอยต่อในการก่อสร้าง (Construction Joint) เหล็กเสริมเอก (Primary Flexural Reinforcement) จะต้องห่างกันไม่มากกว่า 3 เท่า ของความหนาของพื้นกำแพงหรือไม่มากกว่า 30 ซม.

- ระยะทาบเหล็กเสริม

ระยะทาบเหล็กเสริมจะยึดตามข้อกำหนด "มาตรฐานงานช่าง" ของกรมโยธาธิการ มยธ. 103-2533

- การป้องกันเหล็กเสริมด้วยความหนาของคอนกรีต

การเผื่อความหนาของคอนกรีต เพื่อป้องกันเหล็กเสริมใช้ดังต่อไปนี้

- สำหรับพื้นบันไดและทางเดินขึ้นลง ใช้ความหนาจากผิวเหล็กเสริมเท่ากับ 2.5 ซม.
- สำหรับพื้นสะพานที่กระทบต่อแดด ลม ใช้ความหนาจากผิวเหล็กเสริมเท่ากับ 2.5 ซม.
- สำหรับอาคารที่สัมผัสแดด ลม ฝน หรือดินถมกลบ หรือจมอยู่ใต้น้ำ ใช้ความหนาของคอนกรีตจากผิวเหล็กเสริมเท่ากับ 5 ซม.
- ผิวหน้าของคอนกรีตที่สัมผัสต่อการกัดเซาะ สำหรับน้ำจืดและน้ำเค็ม ใช้ความหนาของคอนกรีตจากผิวเหล็กเสริมเท่ากับ 6 ซม. และ 8 ซม. ตามลำดับ
- คอนกรีตที่วางสัมผัสกับดินและหินโดยตรง ใช้ความหนาของคอนกรีตจากเหล็กเสริมเท่ากับ 8 ซม.

- การกำหนดแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีต

แรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตที่ใช้ในการออกแบบ ตามมาตรฐาน ACT 318-63 ดังนี้

- หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้รับแรงดึง

เหล็กข้ออ้อย

เหล็กบน $u = \frac{2.29\sqrt{f_c'}}{D} \leq 25$ กก./ซม.2

เหล็กอื่นนอกเหนือจากเหล็กบน $u = \frac{3.23\sqrt{f_c'}}{D} \leq 35$ กก./ซม.2

เหล็กเส้นกลม

เหล็กบน $u = \frac{1.145\sqrt{f_c'}}{D} \leq 11$ กก./ซม.2

เหล็กอื่นนอกเหนือจากเหล็กบน $u = \frac{1.615\sqrt{f_c'}}{D} \leq 11$ กก./ซม.2

- หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้รับแรงอัด

เหล็กข้ออ้อย $u = \frac{1.72\sqrt{f_c'}}{D} \leq 28$ กก./ซม.2

เหล็กเส้นกลม $u = \frac{0.86\sqrt{f_c'}}{D} \leq 28$ กก./ซม.2

เมื่อ u = แรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้ กก./ซม.2

f_c' = แรงอัดประลัยของคอนกรีต กก./ซม.2

D = เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริม ซม.

- แรงเฉือนและแรงดึงทะแยงที่ยอมให้

แรงเฉือนที่ยอมให้สำหรับการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ACI 318-63 (Building Code บทที่ 11)

- การเสริมเหล็กต้านทานการยืดและหดตัว

นอกจากอาคารขนาดเล็ก ๆ ข้อกำหนดดังต่อไปนี้จะใช้สำหรับหาขนาดเหล็กเสริม เพื่อด้านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เปอร์เซ็นต์ที่ระบุจะขึ้นอยู่พื้นที่หน้าตัดทั้งหมด (ยกเว้นพอกมุม) ของคอนกรีตที่จะต้องเสริมเหล็ก แต่ถ้าความหนาของพื้นที่หน้าตัดของคอนกรีตมากกว่า 40 ซม. จะคิดพื้นที่หน้าตัดที่เสริมเหล็กจากความหนาเพียง 40 ซม. เท่านั้น

- การเสริมเหล็กอย่างน้อยที่สุดของอาคารชลศาสตร์ (ยกเว้นอาคารขนาดเล็ก)
- เหล็ก ∅ 12 ที่ระยะห่าง 30 ซม. สำหรับส่วนที่สัมผัสกับอากาศ และเสริมเหล็กเพียง ชั้นเดียว

- เหล็ก ∅ 12 ที่ระยะห่าง 45 ซม. สำหรับส่วนที่ไม่สัมผัสกับอากาศ เมื่อเสริมเหล็กสองชั้น
- การเสริมเหล็กชั้นเดียวและมีรอยต่อห่างกันไม่เกิน 9.00 เมตร
- พื้นที่คอนกรีตที่ไม่สัมผัสโดยตรงกับแสงอาทิตย์ 0.25%
- พื้นที่คอนกรีตที่สัมผัสโดยตรงกับแสงอาทิตย์ 0.30%
- พื้นที่คอนกรีตที่มีความยาวมากกว่า 9.00 เมตร ระหว่างรอยต่อ
  - ไม่สัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรง 0.35%
  - สัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรง 0.40%
- กำแพงและส่วนอื่น ๆ ของอาคาร จำนวนเปอร์เซ็นต์รวมของเหล็กเสริมในแนวราบ จะต้องเท่ากับจำนวนรวมของเหล็กเสริมผิวทั้งสองด้าน ที่แสดงไว้ในข้อ (3) แล้วแต่กรณี
- การเสริมเหล็กสองชั้นและรอยต่อห่างไม่เกิน 9.00 เมตร
- ผิวหน้าสัมผัสกับดิน 0.10%
- ผิวหน้าไม่สัมผัสกับดิน แต่สัมผัสโดยตรงกับแสงอาทิตย์ 0.15%
- ผิวหน้าสัมผัสกับดิน และสัมผัสโดยตรงกับแสงอาทิตย์ 0.20%
- ถ้าช่วงห่างของรอยต่อเกิน 9.00 เมตร ในทิศทางใด ๆ ที่ขนานกับการเสริมเหล็กจะต้องเพิ่มเหล็กเสริมในทิศทางนั้น ๆ 0.05%
- ในกรณีที่พื้นคอนกรีตมีด้านใดด้านหนึ่งยึดติดแน่น (Fixed End) ถ้า 2 เท่าของระหว่างด้านที่ยึดติดแน่นถึงด้านที่เป็นอิสระ (Free End) น้อยกว่า 9.00 เมตร ให้ใช้เปอร์เซ็นต์ของเหล็กเสริมเช่นเดียวกับหัวข้อ (ก) ถึง (ค) แล้วแต่กรณีและถ้าระยะ 2 เท่า ดังกล่าว มากกว่า 9.00 เมตร ให้ใช้ตามหัวข้อ (ง)
- การงอเหล็กเสริม

  มีข้อกำหนดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
- การงอเหล็กเสริมคอนกรีต

  จะยึดตามข้อกำหนด "มาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กในอาคารคอนกรีต" ของกรมโยธาธิการ มยธ. 103-2533
- รัศมีของการงอของมาตรฐานที่ปลายเหล็กเสริมคอนกรีต

  จะยึดตามข้อกำหนด "มาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กในอาคารคอนกรีต" ของกรมโยธาธิการ มยธ. 103-2533
- การออกแบบความหนาของกำแพง

กำแพงยื่นจะต้องมีความหนาที่ฐานอย่างน้อยเท่ากับ 8 ซม. ต่อความสูง 100 ซม. ไปจนถึงความสูง 250 ซม. ความหนาของกำแพงที่ฐานจะต้องไม่น้อยกว่า 20 ซม. สำหรับกำแพงที่สูงกว่า 250 ซม. และเพิ่มความหนาอีก 5 ซม. สำหรับความสูงของกำแพงแต่ละเมตรที่เพิ่มขึ้น

- การออกแบบกำแพงล่าง (Cutoff Wall) คอนกรีตเสริมเหล็ก

กำแพงล่างทำไว้เพื่อลดอัตราการไหลซึมของน้ำลอดใต้อาคาร และเพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำ กำแพงล่างที่ออกแบบเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไปจะมีขนาดและวัดส่วนตามตารางข้างล่างเป็นอย่างน้อย

ความลึกของน้ำ	ความลึกของกำแพงล่าง	ความหนาของกำแพงล่าง
0.01 - 1.00	0.45	0.15
1.01 - 2.00	0.75	0.20
2.01 - 3.00	1.50	0.40
3.01 - 4.00	2.00	0.50

ในกรณีที่ออกแบบกำแพงล่างเป็นเข็มพืดเหล็ก (Steel Sheet Pile) จะต้องคำนึงถึงลักษณะของดินฐานราก ความแข็งแรงของเข็มพืดเหล็ก การตอกเข็มพืดเหล็ก อายุการใช้งาน การป้องกันการสึกกร่อน รวมทั้งคำนึงถึงแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อเข็มพืดเหล็กด้วย

- รอยต่อของอาคารคอนกรีต

รอยต่อเพื่อการก่อสร้างและรอยต่อเพื่อป้องกันการหดตัว จะพบได้บ่อย ๆ ในงานคอนกรีตและอาคารชลศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รอยต่อเพื่อการก่อสร้าง (Construction Joint)

รอยต่อเพื่อการก่อสร้างเป็นรอยต่อ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างหรือเกิดขึ้นเมื่อการเทคอนกรีตเกิดการชะงักงันขึ้น รอยต่อเพื่อการก่อสร้างจะอยู่ในตำแหน่งที่อำนวยความสะดวกในการก่อสร้างลดการหดตัวเริ่มแรก และการแตกร้าวของคอนกรีต เพื่อมีเวลาพอที่จะติดตั้งงานเหล็กในคอนกรีต หรือเพื่อความสะดวกในการทำงานคอนกรีตอย่างอื่น เช่น งาน Concrete Backfill หรืองาน Second-Stage Concrete

- รอยต่อเพื่อการหดตัวและขยายตัว (Contraction Joint)

เป็นรอยต่อในอาคารคอนกรีตเพื่อการหดตัวของคอนกรีต รอยต่อนี้จะสร้างขึ้นเพื่อไม่ให้มีแรงที่จะเทคอนกรีตอีกด้านหนึ่งของรอยต่อ ผิวหน้าของคอนกรีตเดิมจะต้องฉาบทาด้วย Sealing Compound ถ้าเหล็ก Dowel Bar นำมาใช้ในการต่อรอยต่อปลายด้านหนึ่งของเหล็กนี้จะต้องฉาบทาด้วย Sealing Compound หรือที่ห่อด้วยกระดาษ เพื่อป้องกันการเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับคอนกรีตอีกด้านหนึ่งของรอยต่อ

Elastic Filler จะใช้เป็นแผ่นแทรกระหว่างรอยต่อ มีความหนาประมาณ 1-2 ซม. แล้วแต่กรณีเพื่อป้องกันผลจากการขยายตัวของคอนกรีต ในกรณีที่เป็นรอยต่อเพื่อการขยายตัว (Expansion Joint)

- การพอกมุม

การพอกมุมจะพบบ่อย ๆ ในอาคารคอนกรีต เพื่อเพิ่มความแข็งแรง หรือเพื่อลดความเค้นสูงที่จุดต่าง ๆ ของอาคาร และเพื่อความสะดวกในการเทคอนกรีต

การพอกมุมโดยทั่วไปจะอยู่ที่มุมในของท่อลอดแบบสี่เหลี่ยมและที่ฐานของกำแพงในแนวดิ่งมีขนาดต่าง ๆ ตามตารางต่อไปนี้

ขนาดของพอกมุม (ซม.)	ขนาดของท่อลอดสี่เหลี่ยม (ม.)	ความสูงของกำแพงหรือกำแพงยื่น (ม.)
5.0 x 5.0	0 - 1.20	-
7.5 x 7.5	1.20 - 2.00	0.00 - 2.50
10.0 x 10.0	2.00 - 2.50	2.50 - 3.00
15.0 x 15.0	มากกว่า 2.50	มากกว่า 3.00

(พอกมุมอาจจะไม่จำเป็นต้องมี ถ้าไม่เหมาะสมในการออกแบบอาคารบางชนิด)

- มาตรฐานท่อคอนกรีต

การออกแบบท่อคอนกรีตหล่อสำเร็จหรือท่อที่ใช้ในงานชลศาสตร์จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก. 128-2528 สำหรับการออกแบบท่อหล่อสำเร็จรับแรงดัน หรือท่อหล่อในที่จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด USBR

เกณฑ์การออกแบบระบบไฟฟ้า

- ระบบไฟฟ้าแรงสูง

การออกแบบแผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Switchgear) แบบ Metal-Enclosed ชนิดติดตั้งใช้งานในอาคาร ซึ่งเป็นแผงที่สามารถเข้าตรวจสอบและซ่อมบำรุงได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง และมาตรฐานอุปกรณ์ ทั้งหมด ออกแบบให้ใช้งานสำหรับ Tropical Climate Area ได้ดีและสามารถ Operate ได้เต็มพิกัด สวิทซ์แรงสูงและ Instrument Transformer ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC และมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

คุณสมบัติของ HV Switchgear

- ต้องเป็นแบบ 22 KV HV Swithchgear ซึ่งสามารถต่อเข้ากับระบบ Primary 22 KV, 3 Phase, 3 Wire, 50 Hz Underground System ได้
- ชุด HV Switchgear ต้องเป็นตู้ชนิดตั้งพื้น ประกอบด้วย
  - Incoming Feeder ซึ่ง Switch Gear จะเป็น SF6 Load Break Switch
  - Out Going Feeder จำนวนตามที่กำหนดในแบบ Switch Gear เป็น SF6 Load Break Switch พร้อมกับ Fuse
  - นอกจากนี้ให้มีระบบ Interlock หรือ Paidlock ที่จำเป็นสำหรับความปลอดภัยของ ผู้ปฏิบัติงาน และเพื่อการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง
- Load Break Switch สำหรับ Incoming และ Out Going Feeder
- ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

แผงสวิทซ์จ่ายไฟแรงต่ำ (MDB)

การออกแบบแผงสวิทซ์เป็นแบบ Factory Built Assemblies ซึ่งทำได้ตามมาตรฐาน IEC 439 โดยอุปกรณ์ควบคุมของ Main CB เป็นแบบ Microprocessor Based Universal Protection

- Automatic Capacitor Bank แผงสวิทซ์ควบคุมมอเตอร์ (MCC) การออกแบบ Motor Starters มีอยู่ 2 ชนิด คือ Direct on Line (DOL) และ Star Deta-Starters โดยมี Local ON-OFF Push Buttons ของมอเตอร์ทุกตัวที่ตู้ Local Control และมี Romote ON-OFF ของมอเตอร์ทุกตัวที่ห้องควบคุม
- แผงจ่ายไฟย่อย (Panelboard) การออกแบบแผงจ่ายย่อยออกแบบตาม NEMA Standard และใช้ได้กับระบบ 3 Phase, 4 Wire, 415/240 V หรือ 1 Phase 240 V 50 Hz

บทที่ 5
การออกแบบเบื้องต้น

บทที่ 5
การออกแบบเบื้องต้น

การออกแบบเบื้องต้น ระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ที่ปรึกษาจะดำเนินการออกแบบโดยคำนึงถึง ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และการควบคุม/ดูแลรักษาโดยปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำเสียที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมดในอนาคต และแบ่งการออกแบบเบื้องต้นเป็น 2 ทางเลือกตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 และใช้เกณฑ์การออกแบบตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 การออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1

การออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียตามทางเลือกที่ 1 ประกอบด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศร่วมกันมีรายการคำนวณขนาดของระบบตามตารางที่ 5.1-1 และแบบรูปตามรูปที่ 5.1-1 ถึง 5.1-8

5.2 การออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2

การออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2 ประกอบด้วยระบบเติมอากาศเพียงระบบเดียวมีรายการคำนวณขนาดของระบบตามตารางที่ 5.2-1 และแบบรูปตามรูปที่ 5.2-1 ถึง 5.2-7

5.3 ข้อดีและข้อเสียของทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

5.3.1 ข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 1

ข้อดี	ข้อเสีย
1) มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการถูกกว่าทางเลือกที่ 2 เนื่องจากกระบวนการแบบไร้อากาศจะช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ลงไปได้มาก	1) มีการควบคุมการทำงานที่ซับซ้อนกว่าทางเลือกที่ 2
2) การบำบัดน้ำเสียจากเลือดสัตว์ด้วยกระบวนการไร้อากาศมีข้อได้เปรียบคือไม่ต้องปรับพีเอช ของน้ำในถังปฏิกิริยา แม้ว่ากระบวนการการบำบัดน้ำเสียจะทำให้ระบบมีแนวโน้มที่พีเอช จะมีค่าลดลง	2) อาจมีปัญหาเนื่องจากกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการแบบไร้อากาศ

ตารางที่ 5.1-1 รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

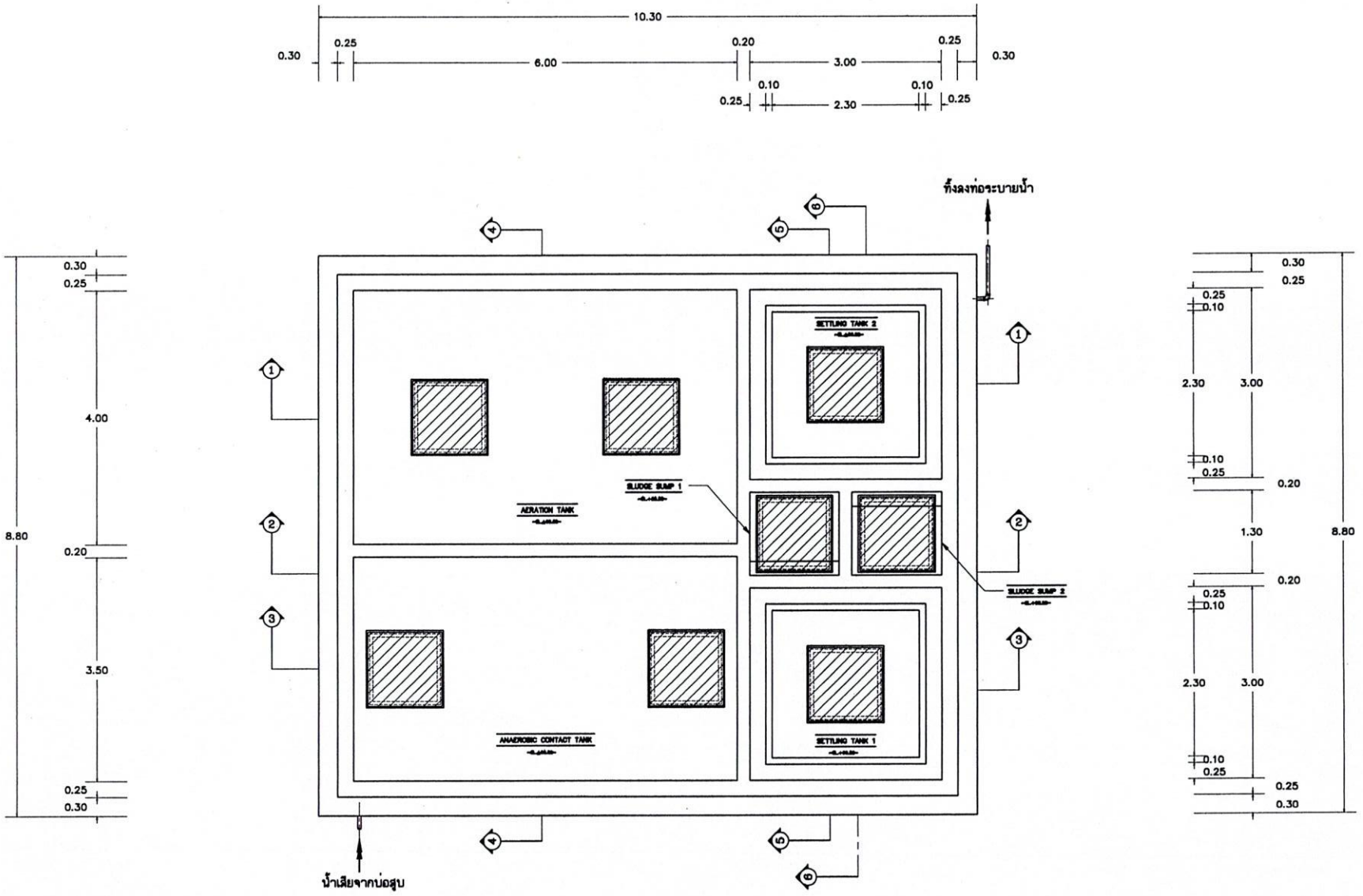
รายละเอียดการออกแบบ	การคำนวณ	หน่วย
1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ		
จำนวนหมูที่เข้าทั้งหมด	250	ตัว/วัน
อัตราการเกิดน้ำเสีย	400	ลิตร/ตัว/วัน
จำนวนวัวที่เข้าทั้งหมด	25	ตัว/วัน
อัตราการเกิดน้ำเสีย	2000	ลิตร/ตัว/วัน
ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	150	ลูกบาศก์เมตร/วัน
จำนวนระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้	2	ชุดขนานกัน
ปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบ , (ต่อชุด)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน/ชุด
2. ถังสัมผัสไร้อากาศ (Anaerobic Contact Tank)		
ปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบ	75	ลบ.ม./วัน
ความเข้มข้นของน้ำเสีย (บีโอดี)	1,200	มก./ล.
ภาระบรรทุกบีโอดี(BOD Loading)	90.00	กก.BOD/วัน
เลือกใช้ค่า Organic Loading Rate	1.50	กก.BOD/ลบ.ม./วัน
ปริมาตรถังสัมผัสไร้อากาศที่ต้องการ	60.00	ลบ.ม.
ขนาดความกว้างเก็บกักน้ำของถังสัมผัสไร้อากาศ	3.50	เมตร
ขนาดความยาวเก็บกักน้ำของถังสัมผัสไร้อากาศ	6.00	เมตร
ขนาดความลึกเก็บกักน้ำของถังสัมผัสไร้อากาศ	3.00	เมตร
ปริมาตรถังสัมผัสไร้อากาศที่ใช้ รวม	63.00	ลบ.ม.
คิดเป็นเวลาเก็บกักน้ำ	20.16	ชั่วโมง
ประสิทธิภาพในการลดสารอินทรีย์ของถังสัมผัสไร้อากาศ	50	%
ความเข้มข้นของน้ำเสียที่ออกจากถังสัมผัสไร้อากาศ (บีโอดี)	600	มก./ล.
ภาระบรรทุกบีโอดีที่ออกจากถังสัมผัสไร้อากาศ (BOD Loading)	45.00	กก.BOD/วัน
3. ถังตกตะกอน (Settling Tank)		
ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด (Q)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน
ค่าอัตราน้ำล้นผิวที่ใช้ออกแบบ (SOR)	12	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ (Surface Area)	6.25	ตารางเมตร
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน	1.00	ถัง
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	6.25	ตารางเมตร
ขนาดความกว้างของถังตกตะกอน	2.50	เมตร
ขนาดความยาวของถังตกตะกอน	2.50	เมตร
ขนาดความลึกของถังตกตะกอน	3.00	เมตร
พื้นที่ของถังตกตะกอนที่ใช้ รวม	6.25	ลบ.ม.

ตารางที่ 5.1-1 รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1 (ต่อ)

4. ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)		
ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด (Q)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน
ค่า BOD ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (Si)	600	มิลลิกรัม/ลิตร
ค่า BOD ของน้ำเสียหลังการบำบัด (Se)	20	มิลลิกรัม/ลิตร
อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Y)	0.5	กก.VSS/กก.BOD
อัตราการตายของแบคทีเรีย (kd)	0.05	วัน$^{-1}$
ระยะเวลากักตะกอน (θc)	15	วัน
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่มีในระบบ	$\frac{Y\ Q\ \theta c\ (Si - Se)}{1 + \theta c\ kd}$	กก.VSS
	186.43	กก.VSS
(ประมาณว่า VSS=80 % MLSS)	233.04	กก.MLSS
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3000	มิลลิกรัม/ลิตร
ปริมาตรของถังเติมอากาศที่ต้องการ	77.68	ลูกบาศก์เมตร
ขนาดความกว้างเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ	4.00	เมตร
ขนาดความยาวเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ	6.00	เมตร
ขนาดความลึกเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ	3.00	เมตร
ปริมาตรถังเติมอากาศที่ใช้ รวม	72.00	ลบ.ม.
เวลากักน้ำของบ่อเติมอากาศที่ใช้จริง	0.96	วัน
ตรวจสอบอัตราส่วน F/M ของระบบ	$\frac{BOD_5}{MLSS\ *\ TIME}$	วัน$^{-1}$
	0.21	วัน$^{-1}$
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ		
เนื่องจาก BOD ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	Q (Si - Se)	กก.BOD_5 / วัน
	43.50	กก.BOD_5 / วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	2*(BOD_5 ที่ถูกกำจัด)	กก.O_2/วัน
	87.00	กก.O_2/วัน
	3.63	กก.O_2/ชม.
กำลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำในบ่อเติมอากาศ		
กำลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำในบ่อเติมอากาศ	25	กิโลวัตต์/1000 ลบ.ม.
ปริมาตรของบ่อเติมอากาศที่ใช้	72.00	ลบ.ม.
กำลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ	1.80	กิโลวัตต์
	2.41	แรงม้า

ตารางที่ 5.1-1 รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1 (ต่อ)

ใช้เครื่องเติมอากาศชนิดทำงานใต้น้ำ ขนาด	3	แรงม้า
ต้องการเครื่องเติมอากาศ จำนวน	1	เครื่อง
ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2.2 kW. (3 HP.) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V. 3 PHASE 50 Hz.		
อัตราการเติมออกซิเจน	0.75	กก.O_2/แรงม้า/ชม.
อัตราการจ่ายออกซิเจนสูงสุด	2.25	กก.O_2/ชั่วโมง/เครื่อง
ต้องการเครื่องเติมอากาศ จำนวน	2	เครื่อง
ใช้เครื่องเติมอากาศ จำนวน	2	เครื่อง
อัตราการจ่ายออกซิเจน	108.00	กก.O_2/วัน
อัตราการจ่ายออกซิเจน	4.50	กก.O2/ชม.
5. ถังตกตะกอน (Settling Tank)		
ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด (Q)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน
ค่าอัตราน้ำล้นผิวที่ใช้ออกแบบ (SOR)	12	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ (Surface Area)	6.25	ตารางเมตร
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน	1.00	ถัง
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	6.25	ตารางเมตร
ขนาดความกว้างของถังตกตะกอน	2.50	เมตร
ขนาดความยาวของถังตกตะกอน	2.50	เมตร
ขนาดความลึกของถังตกตะกอน	3.00	เมตร
พื้นที่ของถังตกตะกอนที่ใช้ รวม	6.25	ลบ.ม.

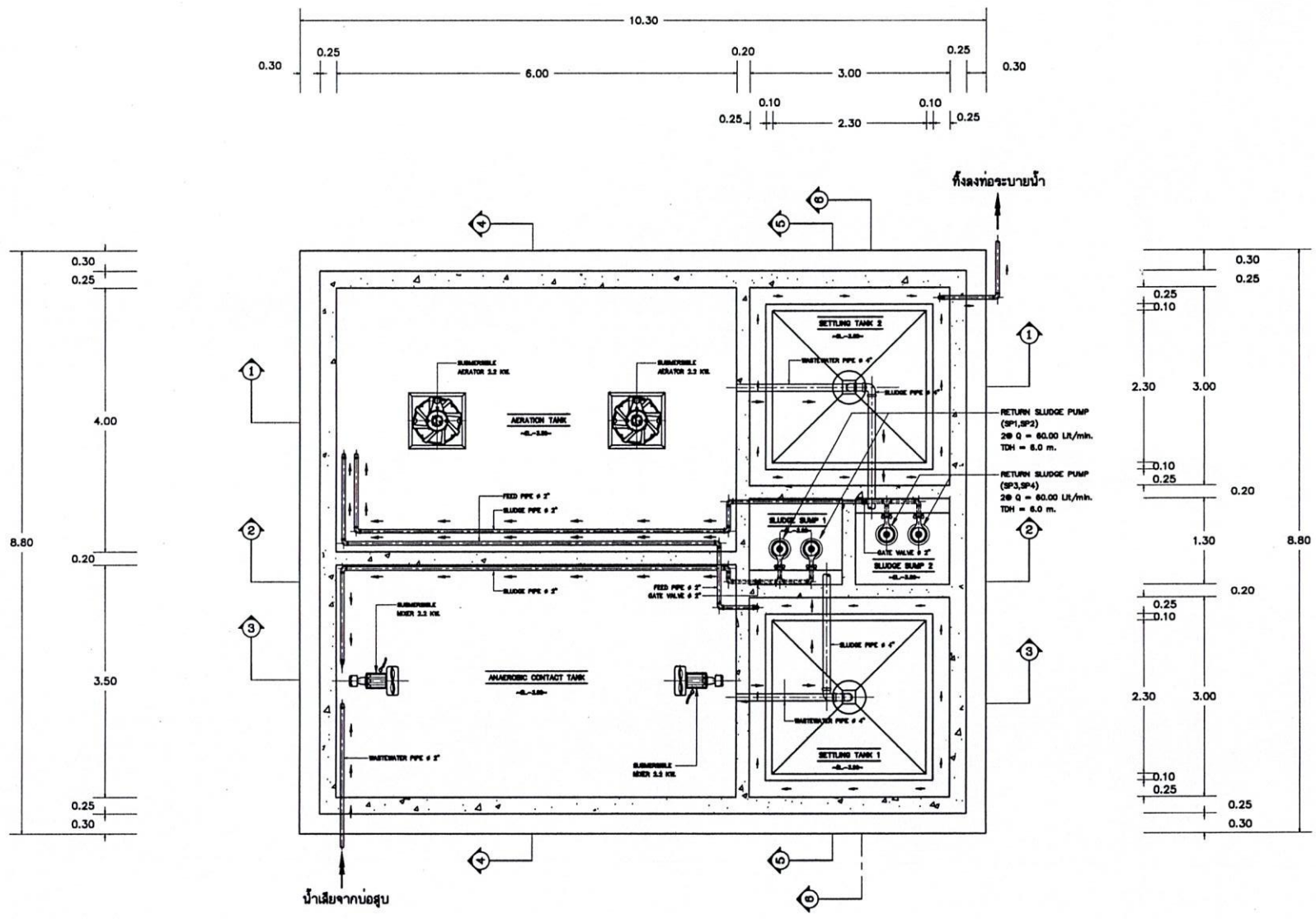


แปลน

SCALE 1 : 75

รูปที่ 5.1-1 แปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์	แบบแสดง PLAN OF WASTEWATER TREATMENT PLANT	SN-03
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	รวม 12 แผ่น	
สถานที่	ให้ใช้ค่าสัดเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

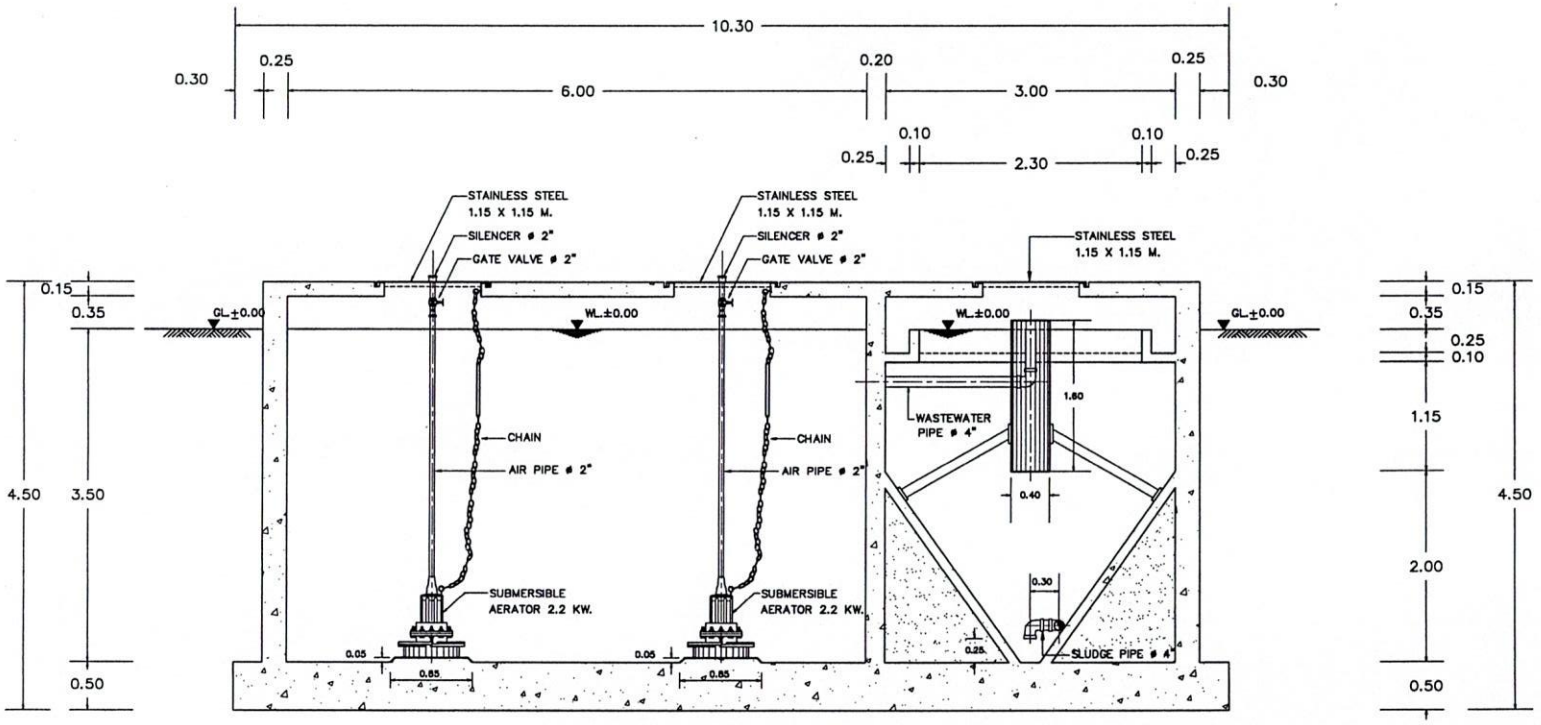


แปลนพื้นถัง

SCALE 1 : 75

รูปที่ 5.1-2 แปลนพื้นถังระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง PLAN OF WASTEWATER TREATMENT PLANT	SN-04
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ออกแบบ ธาวุธ อิ่มแต้ ภธ.10231	รวม 12 แผ่น	
สถานที่	วิศวกรที่ออกแบบ ศศวรรธ พรหรณ	ให้ใช้ค่าสัดเลยที่กำหนดไว้เท่านั้น	

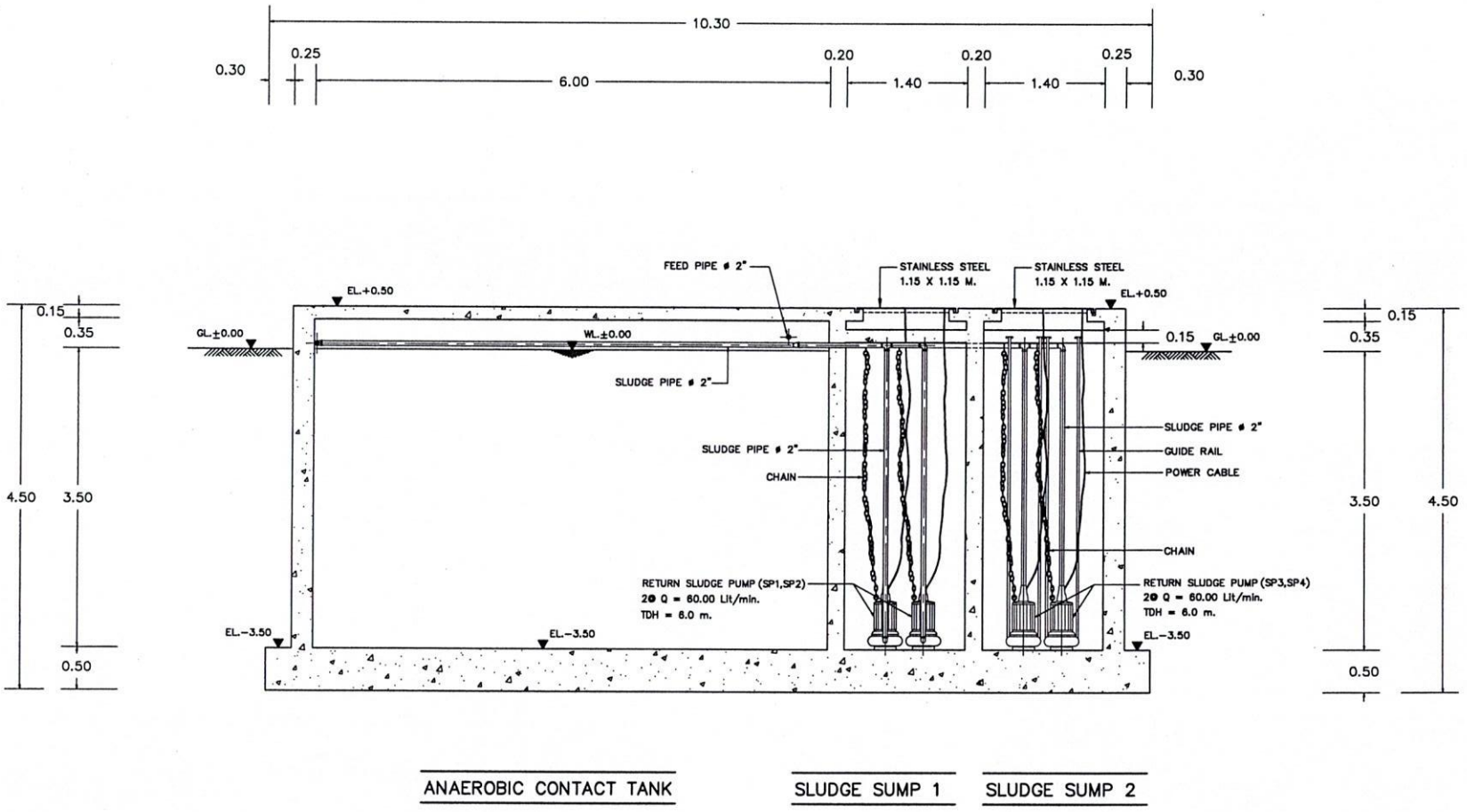


SECTION ① – ①

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.1-3 รูปตัด ① - ① ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ: ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง: SECTION ①-①	SN-05
เจ้าของ: เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา: ชาวุธ อิ่มแต้ ภย.10231		รวม 12 แผ่น
สถานที่:	วิศวกรที่ปรึกษา: ศศวรรษ ทวงธน	ใช้ได้ค่าสัเลยที่กำหนดไว้เท่านั้น	

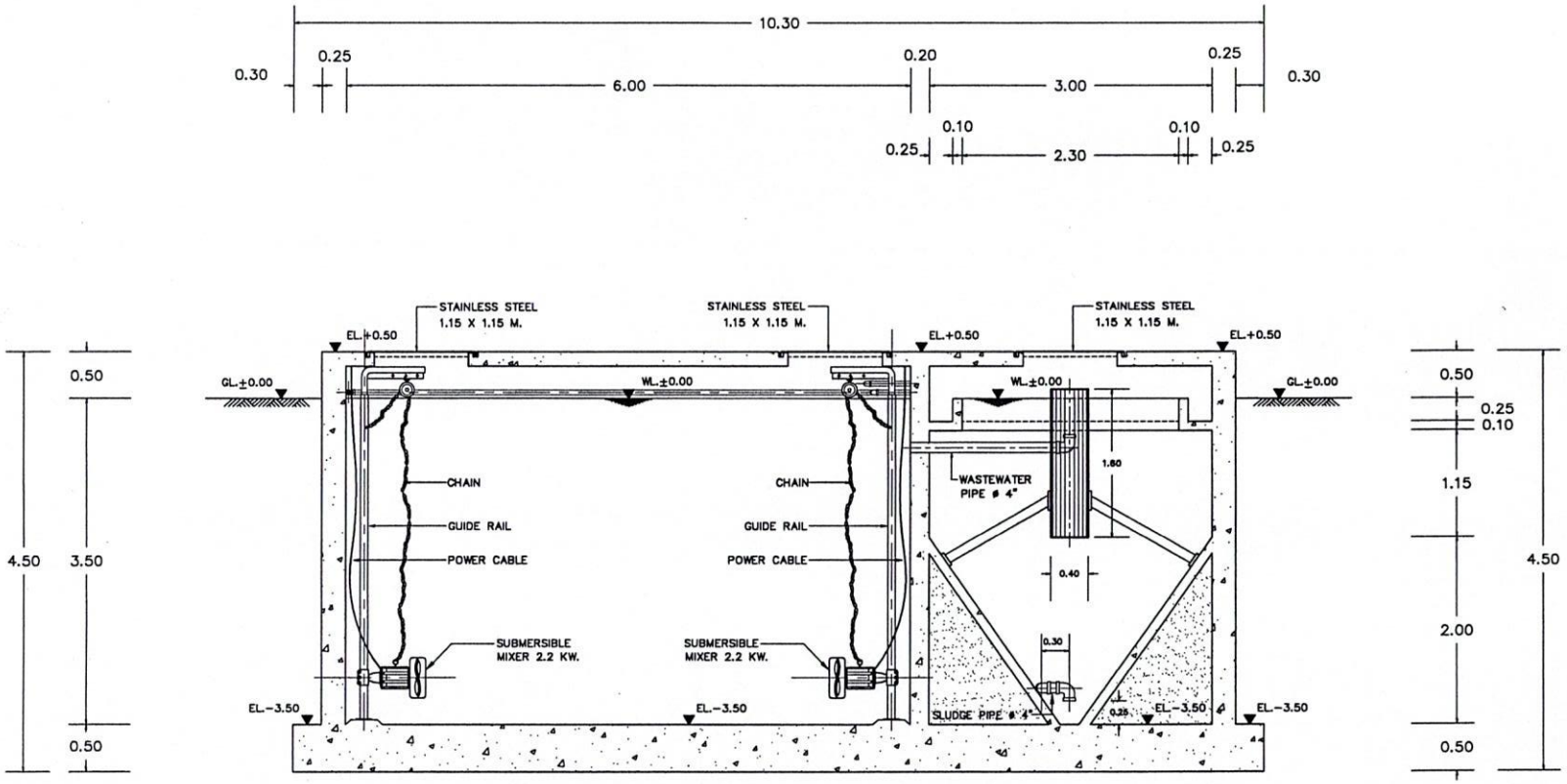


SECTION ② – ②

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.1-4 รูปตัด ② - ② ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION②-②	SN-06
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา อาทุร สิ้มแต้ ภท.10231		รวม 12 แผ่น
สถานที่	วิศวกรผู้ออกแบบ สุพรรณ พวงชน	ให้ใช้ค่าสัดเลยที่กำหนดไว้เท่านั้น	



ANAEROBIC CONTACT TANK

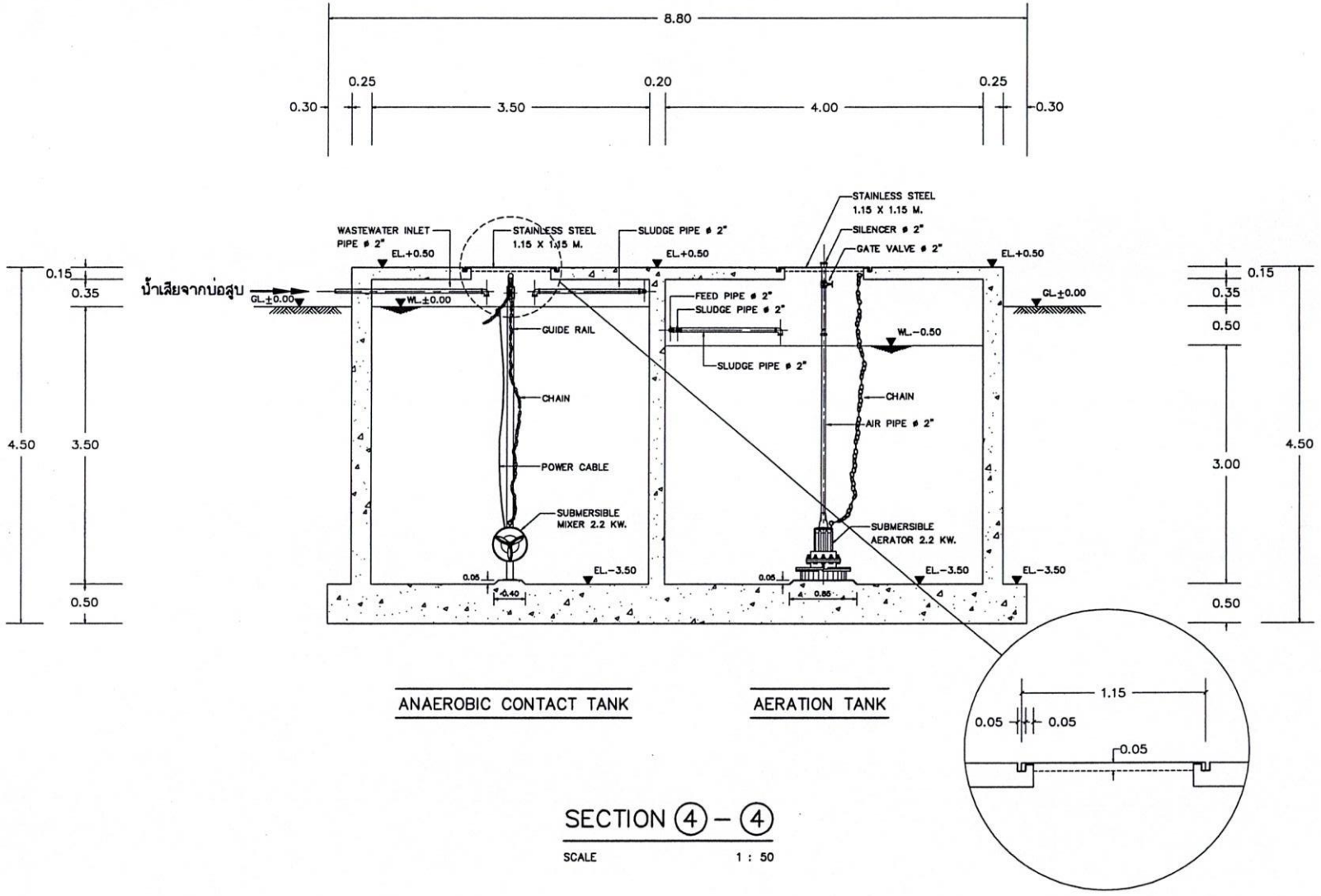
SETTLING TANK 1

SECTION ③ – ③

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.1-5 รูปตัด ③ - ③ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ กลุ่มก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนตัวเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION ③-③	SN-07
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ชาวุธ อิ่มแต้ ภส.10231		รวม 12 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ศศวรรธ ทวยรน	ให้ใช้ค่าสัดเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

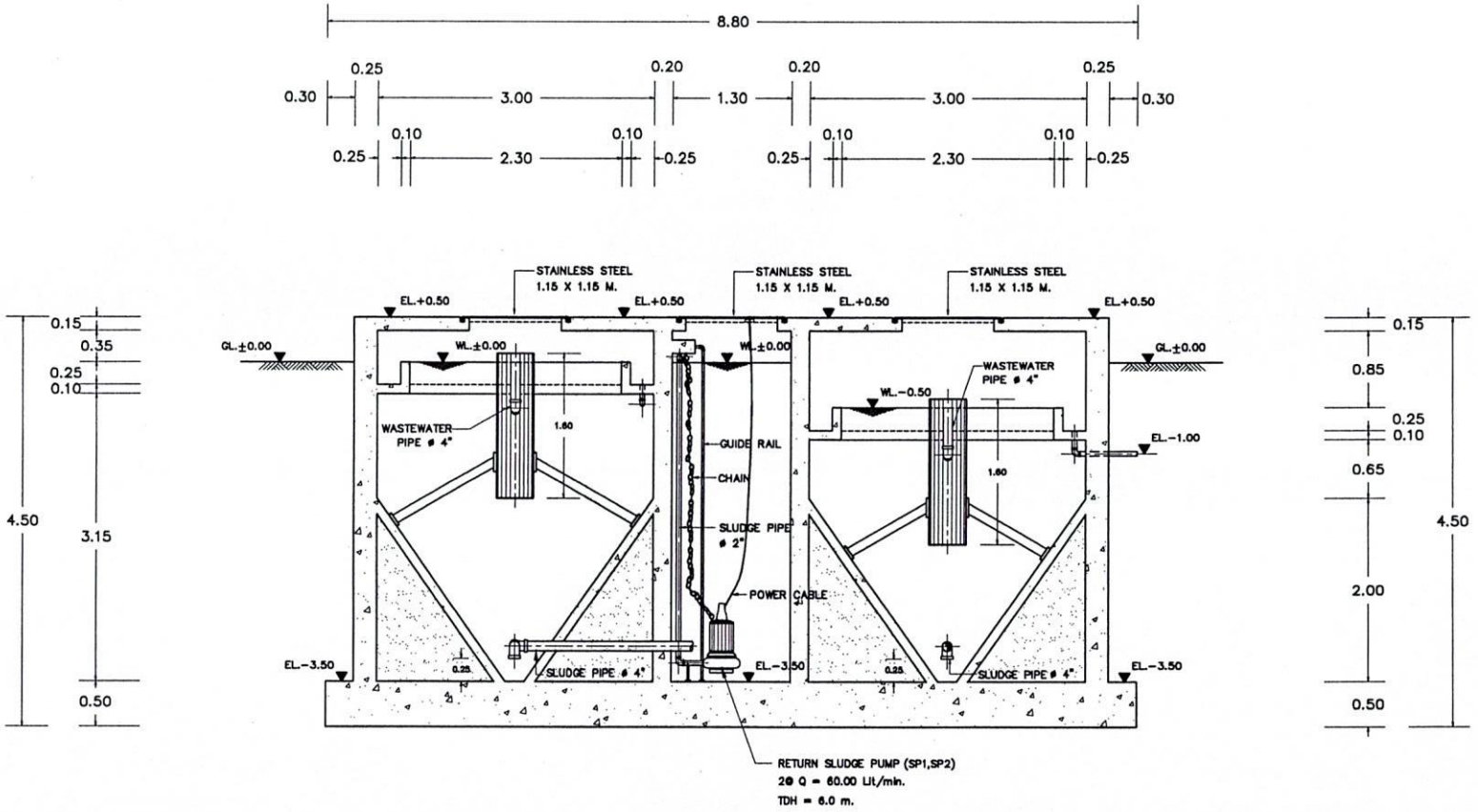


SECTION ④ – ④

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.1-6 รูปตัด ④ - ④ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION④-④	SN-08
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ชาวุธ ชื่นแค้ ภส.10231		รวม 12 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ศศวรรธ ทวงธน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

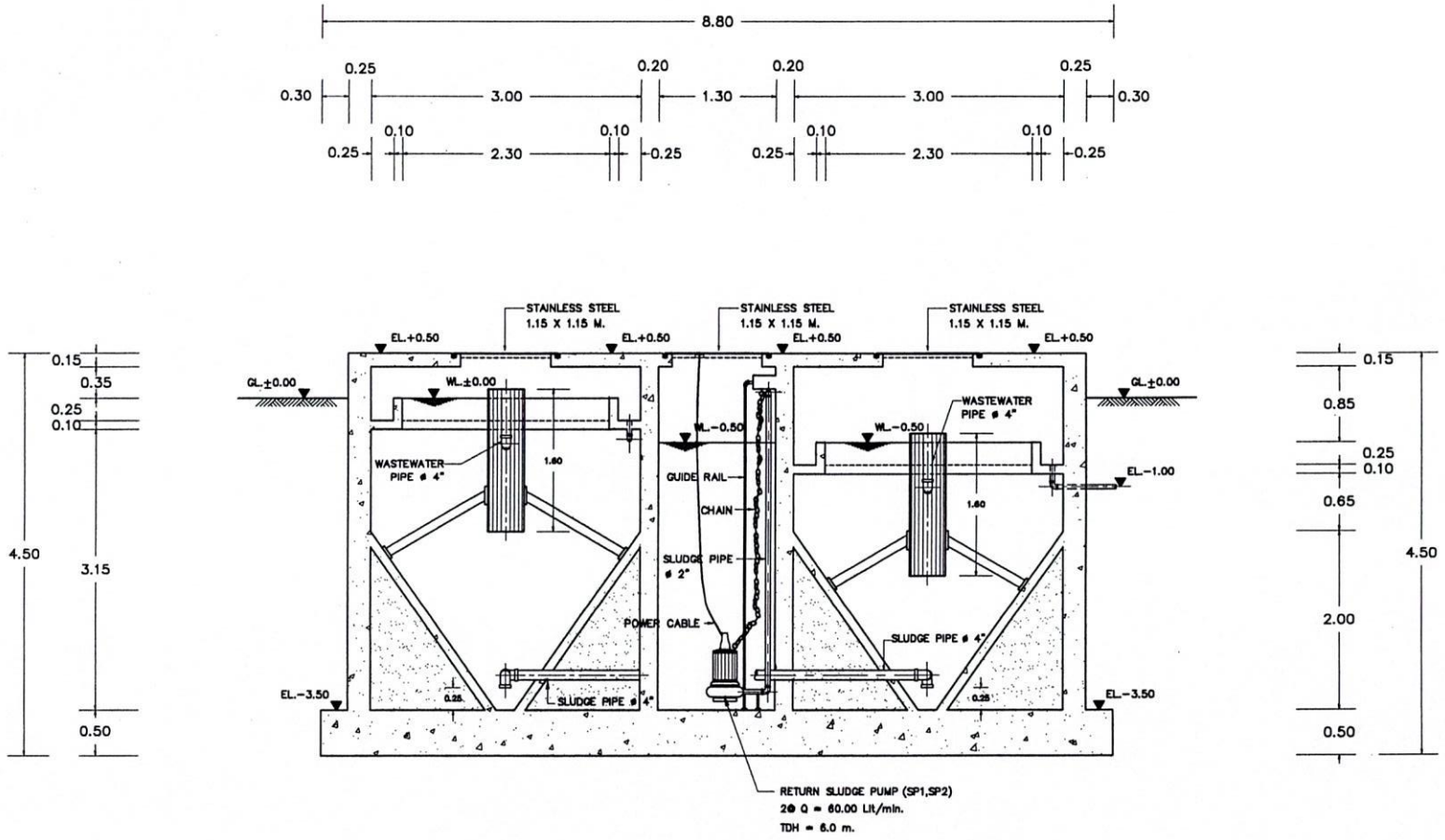


SECTION ⑤ – ⑤

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.1-7 รูปตัด ⑤ - ⑤ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION⑤-⑤	SN-09
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา จารุธ อิ่มแต้ ภส.10231		รวม 12 แผ่น
สถาปนิก	วิศวกรที่ปรึกษา ศศวรรษ พวงชน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	



SECTION ⑥ – ⑥

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.1-8 รูปตัด ⑥ - ⑥ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

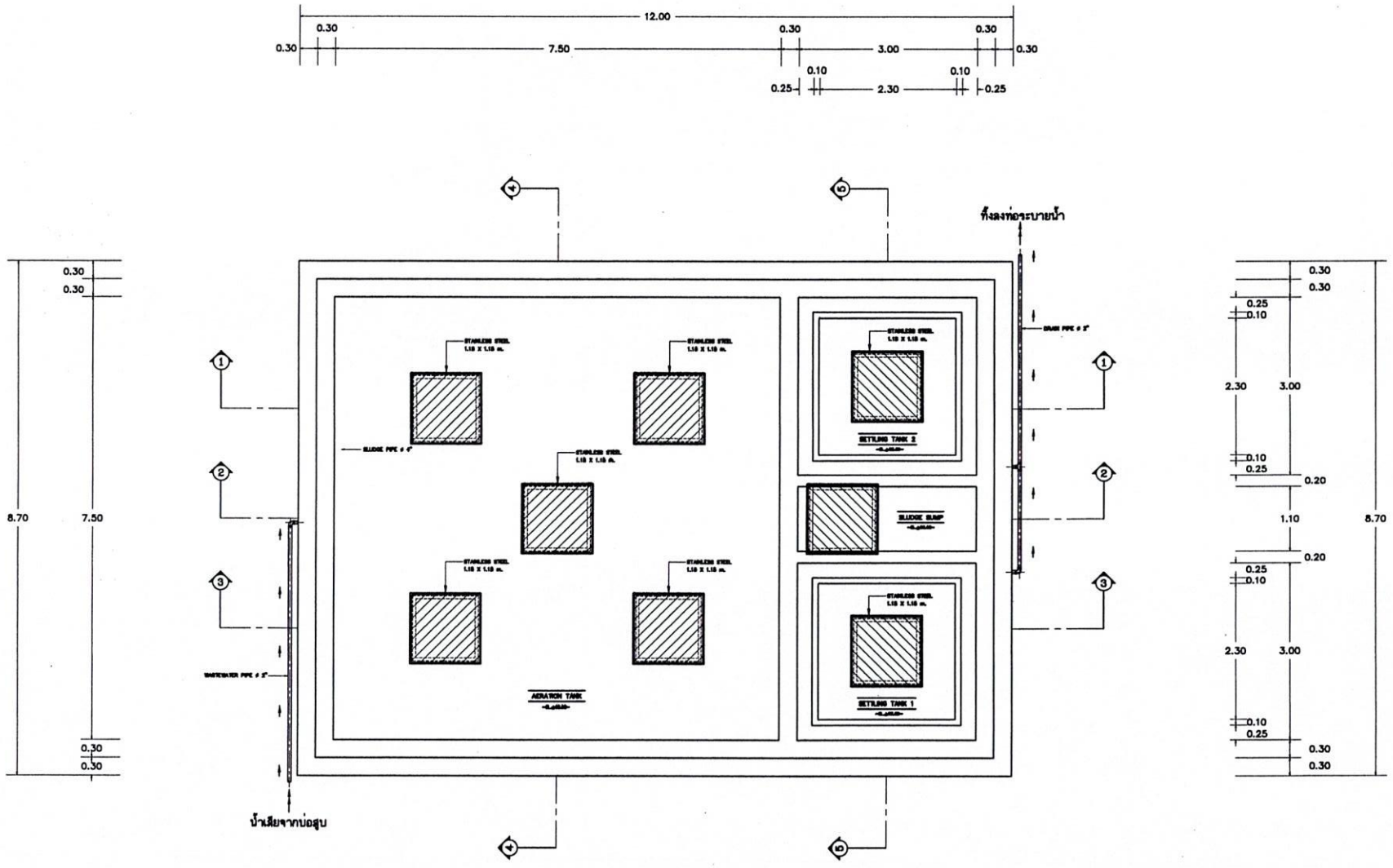
โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION⑥-⑥	SN-10
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ชาญ อิ่มแก้ ภท.10231	รวม 12 แผ่น	
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ศศวรรษ หวงธน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

ตารางที่ 5.2-1 รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

รายละเอียดการออกแบบ	การคำนวณ	หน่วย
1. ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ		
จำนวนหมูที่เข้าทั้งหมด	250	ตัว/วัน
อัตราการเกิดน้ำเสีย	400	ลิตร/ตัว/วัน
จำนวนวัวที่เข้าทั้งหมด	25	ตัว/วัน
อัตราการเกิดน้ำเสีย	2000	ลิตร/ตัว/วัน
ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	150	ลูกบาศก์เมตร/วัน
จำนวนระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้	2	ชุดขนานกัน
ปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบ , (ต่อชุด)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน/ชุด
2. ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)		
ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด (Q)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน
ค่า BOD ของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (Si)	1,200	มิลลิกรัม/ลิตร
ค่า BOD ของน้ำเสียหลังการบำบัด (Se)	20	มิลลิกรัม/ลิตร
อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Y)	0.5	กก.VSS/กก.BOD
อัตราการตายของแบคทีเรีย (kd)	0.05	วัน$^{-1}$
ระยะเวลากักตะกอน (θc)	15	วัน
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่มีในระบบ	$\frac{Y\ Q\ \theta c\ (Si - Se)}{1 + \theta c\ kd}$	กก.VSS
	379.29	กก.VSS
(ประมาณว่า VSS=80 % MLSS)	474.11	กก.MLSS
ความเข้มข้นตะกอนที่รักษาไว้ในระบบ	3000	มิลลิกรัม/ลิตร
ปริมาตรของถังเติมอากาศที่ต้องการ	158.04	ลูกบาศก์เมตร
ขนาดความกว้างเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ	7.50	เมตร
ขนาดความยาวเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ	7.50	เมตร
ขนาดความลึกเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ	3.00	เมตร
ปริมาตรถังเติมอากาศที่ใช้ รวม	168.75	ลบ.ม.
เวลากักน้ำของบ่อเติมอากาศที่ใช้จริง	2.25	วัน
ตรวจสอบอัตราส่วน F/M ของระบบ	$\frac{BOD_5}{MLSS\ *\ TIME}$	วัน$^{-1}$
	0.18	วัน$^{-1}$
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ		
เนื่องจาก BOD ที่ถูกกำจัดออกจากระบบ	Q (Si - Se)	กก.BOD_5 / วัน

ตารางที่ 5.2-1 รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2 (ต่อ)

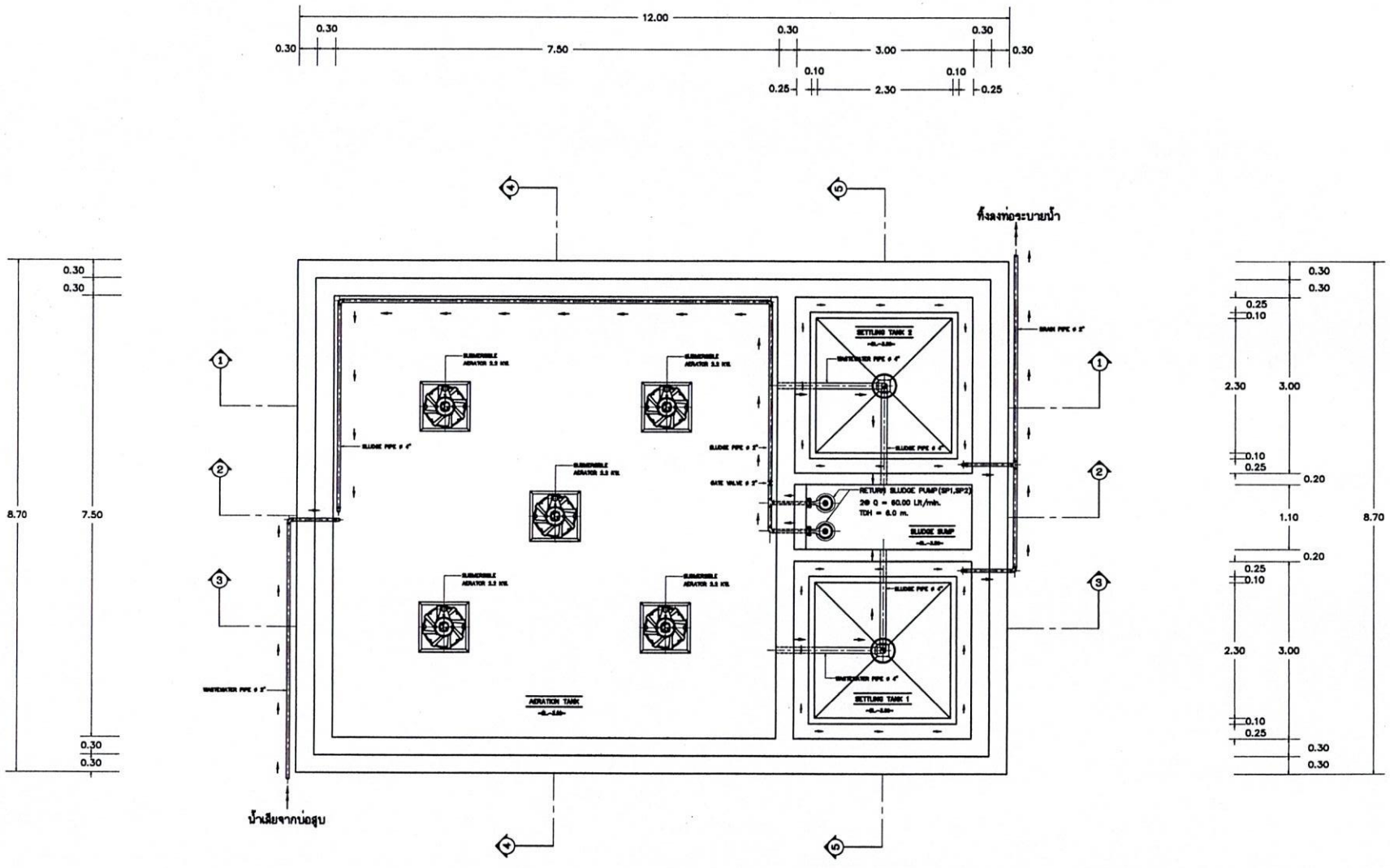
	88.50	กก.BOD_5 / วัน
ออกซิเจนที่ต้องการ	2*(BOD_5 ที่ถูกกำจัด)	กก.O_2/วัน
	177.00	กก.O_2/วัน
	7.38	กก.O_2/ชม.
<u>กำลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำในบ่อเติมอากาศ</u>		
กำลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำในบ่อเติมอากาศ	25	กิโลวัตต์/1000 ลบ.ม.
ปริมาตรของบ่อเติมอากาศที่ใช้	168.75	ลบ.ม.
กำลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ	4.22	กิโลวัตต์
	5.66	แรงม้า
ใช้เครื่องเติมอากาศชนิดทำงานใต้น้ำ ขนาด	3	แรงม้า
ต้องการเครื่องเติมอากาศ จำนวน	2	เครื่อง
ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2.2 kW. (3 HP.) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V. 3 PHASE 50 Hz.		
อัตราการเติมออกซิเจน	0.75	กก.O_2/แรงม้า/ชม.
อัตราการจ่ายออกซิเจนสูงสุด	2.25	กก.O_2/ชั่วโมง/เครื่อง
ต้องการเครื่องเติมอากาศ จำนวน	3.3	เครื่อง
ใช้เครื่องเติมอากาศ จำนวน	4	เครื่อง
อัตราการจ่ายออกซิเจน	216.00	กก.O_2/วัน
อัตราการจ่ายออกซิเจน	9.00	กก.O2/ชม.
3. <u>ถังตกตะกอน (Settling Tank)</u>		
ปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด (Q)	75	ลูกบาศก์เมตร/วัน
ค่าอัตราน้ำล้นผิวที่ใช้ออกแบบ (SOR)	12	ลบ.ม./ตร.ม./วัน
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ (Surface Area)	6.25	ตารางเมตร
เลือกใช้ถังตกตะกอนจำนวน	1.00	ถัง
พื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนที่ต้องการ	6.25	ตารางเมตร
ขนาดความกว้างของถังตกตะกอน	2.50	เมตร
ขนาดความยาวของถังตกตะกอน	2.50	เมตร
ขนาดความลึกของถังตกตะกอน	3.00	เมตร
พื้นที่ของถังตกตะกอนที่ใช้ รวม	6.25	ลบ.ม.



แปลน
SCALE 1 : 75

รูปที่ 5.2-1 แปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ	ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง PLAN OF WASTEWATER TREATMENT PLANT
เจ้าของ	เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา	SN-03
สถานที่		วิศวกรผู้ออกแบบ	รวม 11 แผ่น
			ให้ใช้ค่าสัดเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น

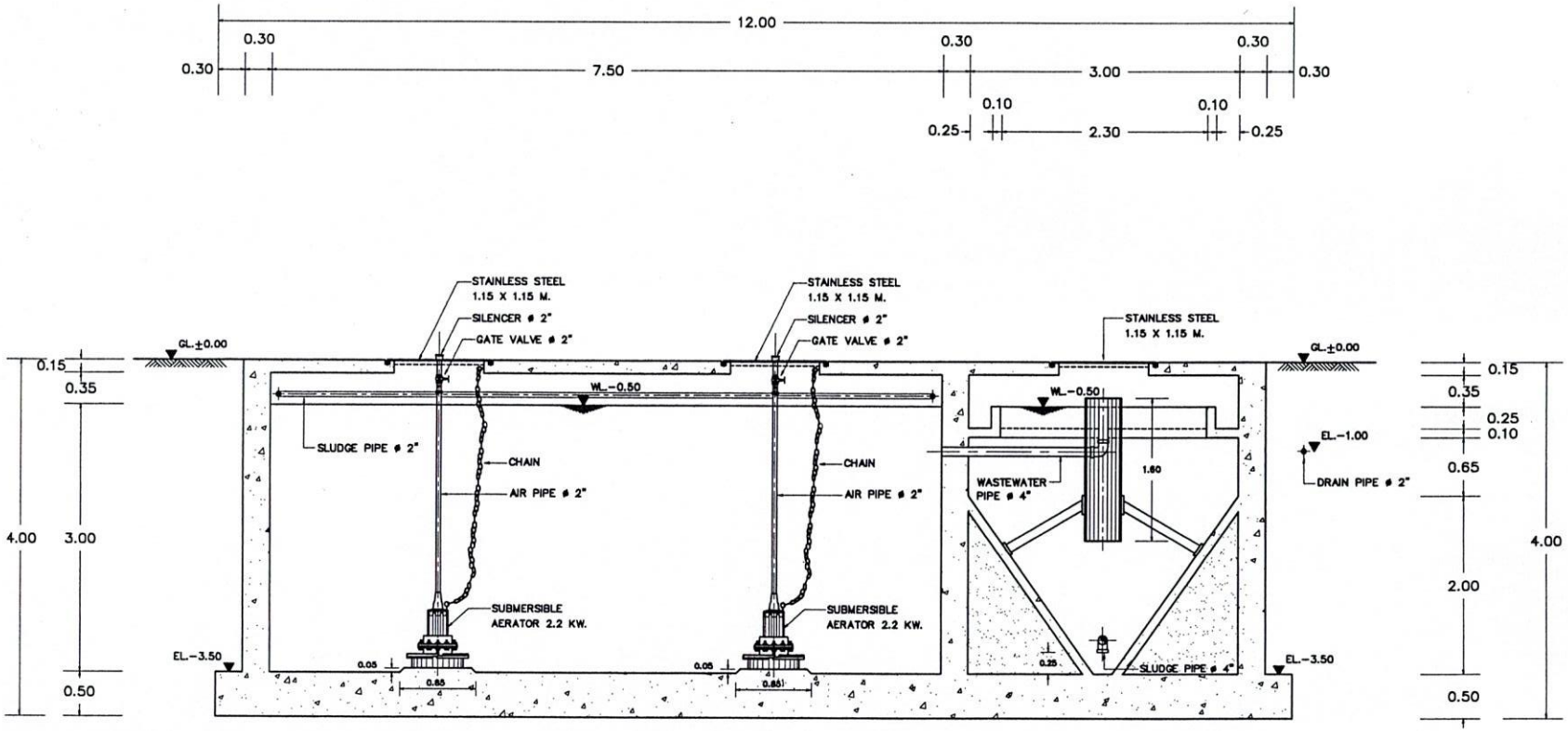


แปลนพื้นถัง

SCALE 1 : 75

รูปที่ 5.2-2 แปลนพื้นถังระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง PLAN OF WASTEWATER TREATMENT PLANT	SN-04
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษาควบคุม ชาวุธ ยิ้มแต้ กท.10231		รวม 11 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษาควบคุม ศศวรรธ หวงธน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	



AERATION TANK

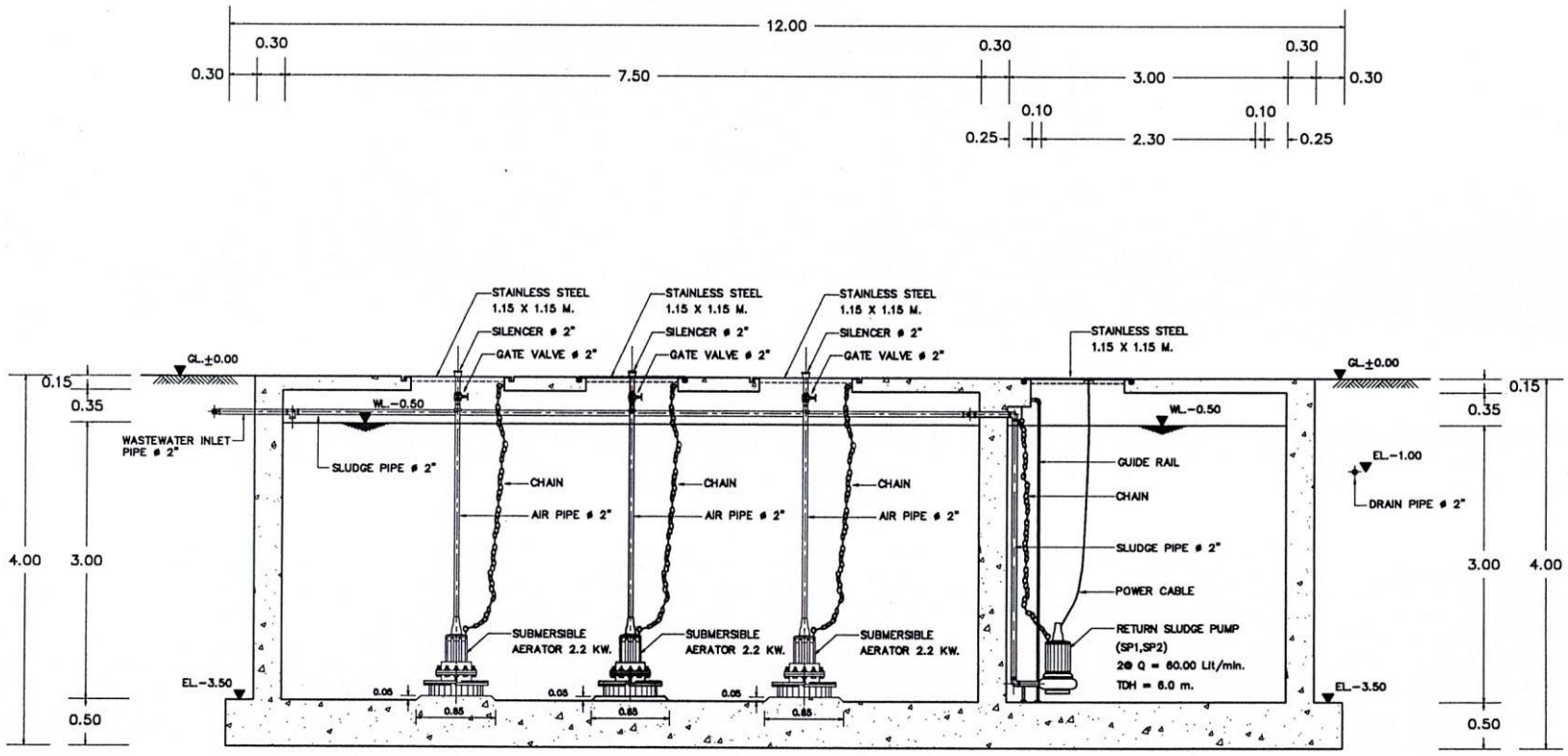
SETTLING TANK 2

SECTION ① – ①

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.2-3 รูปตัด ① - ① ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION ①-①	SN-05
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา ธารุธ อิ่มแก้ ภย.10231		รวม 11 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษา คณวรรธ ทองธน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

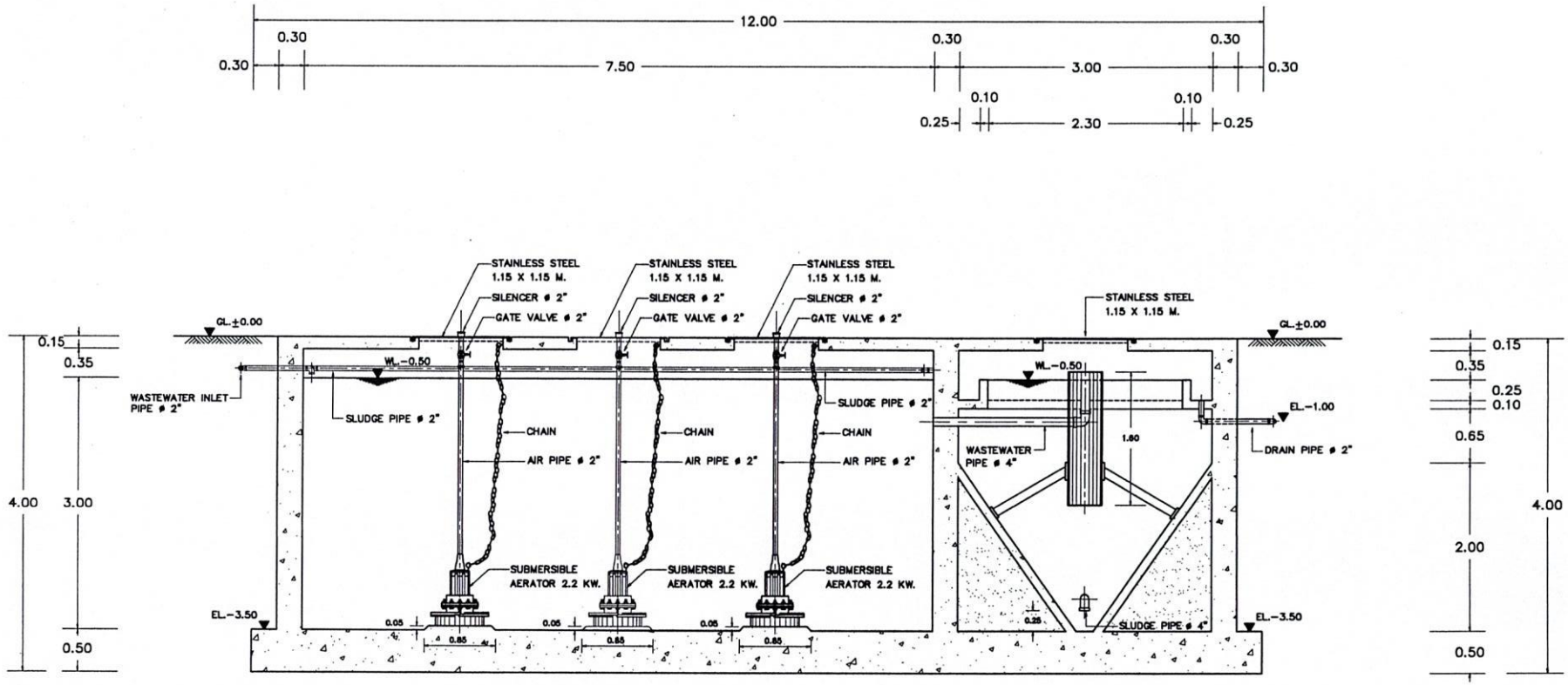


SECTION ② – ②

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.2-4 รูปตัด ② - ② ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองการพิมพ์ จ.การพิมพ์		แบบแสดง SECTION ②-②	SN-06
เจ้าของ เทศบาลเมืองการพิมพ์ อ.เมือง จ.การพิมพ์	วิศวกรที่ปรึกษา จารุส อิ่มแก้ ภส.10231		รวม 11 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษา ศศวรรธ ทวรรธน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

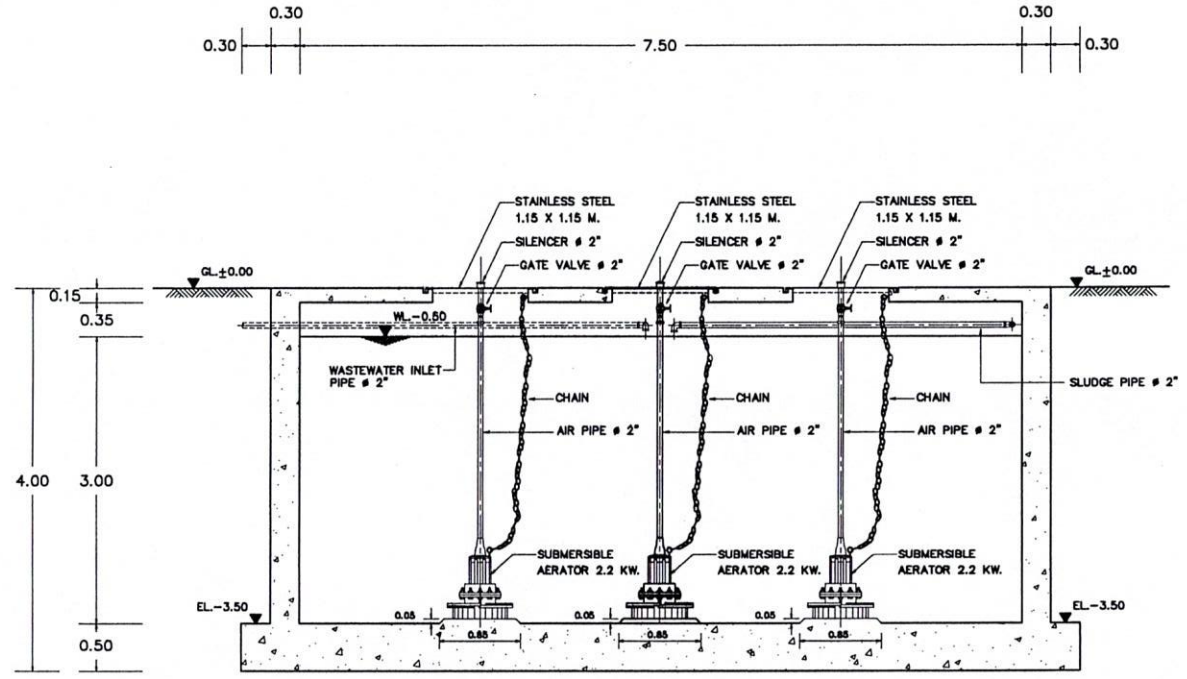


SECTION ③ – ③

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.2-5 รูปตัด ③ - ③ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ	ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION ③-③ SN-07
เจ้าของ	เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา อาทุร สิ้มแต้ ภส.10231	รวม 11 แผ่น
สถาปนิก		วิศวกรที่ปรึกษา ศศวรรษ ทวงธน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น



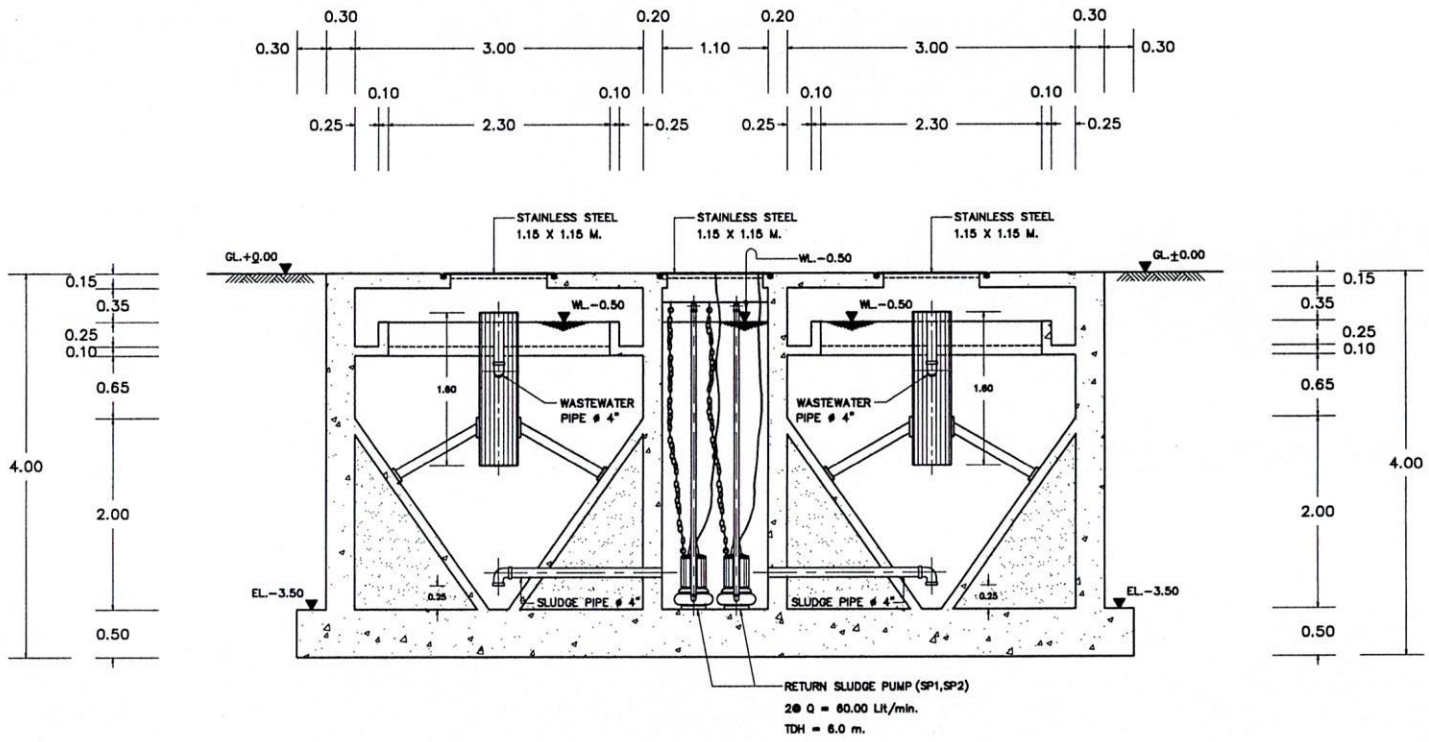
AERATION TANK

SECTION ④ – ④

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.2-6 รูปตัด ④ - ④ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ กรอสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION ④-④	SN-08
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ธาวุธ ยิ้มแต้ กส.10231		รวม 11 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ศศวรรษ พรหมณ	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	



SECTION ⑤ – ⑤

SCALE 1 : 50

รูปที่ 5.2-7 รูปตัด ⑤ - ⑤ ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

โครงการ ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์		แบบแสดง SECTION⑤-⑤	SN-09
เจ้าของ เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	วิศวกรที่ปรึกษา อารุช ยิ้มแต้ ภย.10231		รวม 11 แผ่น
สถานที่	วิศวกรที่ปรึกษา ศศวรรธ ทวงชน	ให้ใช้ค่าตัวเลขที่กำหนดไว้เท่านั้น	

5.3.2 ข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียทางเลือกที่ 2

ข้อดี	ข้อเสีย
1) การควบคุมการทำงานที่ซับซ้อนน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 2) ไม่ค่อยพบปัญหาเรื่องกลิ่นจากกระบวนการใช้อากาศ	1) มีค่าใช้จ่ายในด้านการลงทุนก่อสร้างมากกว่าทางเลือกที่ 1 เนื่องจากระบบมีขนาดใหญ่กว่า 2) มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเท่ากับทางเลือกที่ 1

5.4 การเปรียบเทียบค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการระบบ

เพื่อให้การตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย มีความถูกต้องและสมเหตุผลที่จะนำไปใช้ ที่ปรึกษาจึงได้ดำเนินการประมาณราคาค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาเบื้องต้นของทั้งสองทางเลือก ตามแบบรูปที่ได้เสนอไปแล้วในข้อ 5.2 โดยมีค่าลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ตามทางเลือกที่ 1 เท่ากับ 3,294,500 บาท ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.4-1 และมีค่าลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ตามทางเลือกที่ 2 เท่ากับ 3,679,500 บาท ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.4-2 ในส่วนของการประเมินค่าดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่าระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งสองทางเลือกมีค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 32,580 บาทต่อเดือน (390,960 บาทต่อปี) เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียของทั้งสองทางเลือกมีการใช้พลังงานเท่ากัน ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 5.4-3 และ ตารางที่ 5.4-4 ซึ่งรายละเอียดของค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดูแลรักษาทั้งหมด ที่ปรึกษาได้สรุปไว้ในตารางที่ 5.4-5

5.5 สรุปทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการพิจารณาเทคนิคการบำบัดน้ำเสียข้อดีข้อเสียทางเทคนิคและค่าลงทุนก่อสร้างและดำเนินการระบบแล้วที่ปรึกษามีความเห็นว่าทางเลือกที่ 1 มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้มากกว่าทางเลือกที่ 2 เพียงเล็กน้อย เนื่องจากมีค่าลงทุนก่อสร้างต่ำกว่าทางเลือกที่ 2 ประมาณ 0.385 ล้านบาท (ร้อยละ 11.69) แต่มีความยืดหยุ่นในการรับน้ำเสียที่มีค่า บีโอดี สูงได้ดี อย่างไรก็ตามทางเลือกที่ 1 จะมีความซับซ้อนในการดูแลระบบมากกว่าทางเลือกที่ 2

ตารางที่ 5.4-1 การประมาณราคาเบื้องต้น ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

ลำดับ	รายละเอียด	ปริมาณงาน	หน่วย	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1.	**บ่อสูบน้ำเสีย (Sump Pump)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	260,000	260,000
	- เครื่องสูบน้ำเสีย (Q = 3 ลบ.ม./ชม.TDH = 6 ม.)	2	เครื่อง	35,000	70,000
	- เครื่องดักเศษตะกอน (Rotary Screen)	1	เครื่อง	120,000	120,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์ว	1	เหมา	10,000	10,000
2.	**บ่อดักไขมัน (Grease Trap)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	80,000	80,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์ว	1	เหมา	5,000	5,000
3.	**บ่อพักน้ำเสีย (Equalization Tank)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	300,000	300,000
	- เครื่องสูบน้ำเสีย (Q = 3 ลบ.ม./ชม.TDH = 6 ม.)	2	เครื่อง	35,000	70,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์ว	1	เหมา	10,000	10,000
4.	**ถังบำบัดน้ำเสีย (Package Plant)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	1,040,000	1,040,000
	- เครื่องสูบน้ำตะกอน (Q = 3 ลบ.ม./ชม.TDH = 6 ม.)	4	เครื่อง	35,000	140,000
	- เครื่องกวนน้ำตะกอน (Submersible Mixer)	2	เครื่อง	60,000	120,000
	- เครื่องเติมอากาศ (Submersible Aerator)	2	เครื่อง	180,000	360,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์วภายในถังบำบัดน้ำเสีย	1	เหมา	50,000	50,000
	- งานเหล็กรูปพรรณของถังบำบัดน้ำเสีย	1	เหมา	25,000	25,000
5.	**งานระบบไฟฟ้ากำลัง/ควบคุม**	1	เหมา	35,000	35,000
6.	**งานเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย**	1	เหมา	300,000	300,000
	รวมราคา ลำดับที่ 1. - 6.				**2,995,000**
	เผื่อเหลือเผื่อขาด 10%				299,500
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น				**3,294,500**

ตารางที่ 5.4-2 การประมาณราคาเบื้องต้น ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

ลำดับ	รายละเอียด	ปริมาณงาน	หน่วย	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1.	**บ่อสูบน้ำเสีย (Sump Pump)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	260,000	260,000
	- เครื่องสูบน้ำเสีย (Q = 3 ลบ.ม./ชม.TDH = 6 ม.)	2	เครื่อง	35,000	70,000
	- เครื่องดักเศษตะกอน (Rotary Screen)	1	เครื่อง	120,000	120,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์ว	1	เหมา	10,000	10,000
2.	**บ่อดักไขมัน (Grease Trap)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	80,000	80,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์ว	1	เหมา	5,000	5,000
3.	**บ่อพักน้ำเสีย (Equalization Tank)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	300,000	300,000
	- เครื่องสูบน้ำเสีย (Q = 3 ลบ.ม./ชม.TDH = 6 ม.)	2	เครื่อง	35,000	70,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์ว	1	เหมา	10,000	10,000
4.	**ถังบำบัดน้ำเสีย (Package Plant)**				
	- งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1	บ่อ	1,040,000	1,040,000
	- เครื่องสูบน้ำตะกอน (Q = 3 ลบ.ม./ชม.TDH = 6 ม.)	2	เครื่อง	35,000	70,000
	- เครื่องเติมอากาศ (Submersible Aerator)	5	เครื่อง	180,000	900,000
	- งานอุปกรณ์ ท่อและวาล์วภายในถังบำบัดน้ำเสีย	1	เหมา	50,000	50,000
	- งานเหล็กรูปพรรณของถังบำบัดน้ำเสีย	1	เหมา	25,000	25,000
5.	**งานระบบไฟฟ้ากำลัง/ควบคุม**	1	เหมา	35,000	35,000
6.	**งานเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย**	1	เหมา	300,000	300,000
	รวมราคา ลำดับที่ 1. - 6.				**3,345,000**
	เผื่อเหลือเผื่อขาด 10%				334,500
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น				**3,679,500**

ตารางที่ 5.4-3 การประเมินค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 1

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	จำนวน กิโลวัตต์/หน่วย	รวมจำนวน กิโลวัตต์	ชั่วโมง การทำงาน	ราคารวม (บาท/เดือน)	ราคารวม (บาท/ปี)
1.	เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Pump)	2	2.2	4.40	24	7,920	95,040
2.	เครื่องกวนผสม (Submersible Mixer)	2	2.2	4.40	24	7,920	95,040
3.	เครื่องเติมอากาศ (Submersible Aerator)	2	2.2	4.40	24	7,920	95,040
4.	เครื่องสูบน้ำตะกอน (Submersible Pump)	2	2.2	4.40	24	7,920	95,040
5.	ไฟฟ้าแสงสว่าง	1	0.5	0.50	24	900	10,800
รวมทั้งสิ้น						**32,580**	**390,960**

หมายเหตุ : ค่าไฟฟ้า 2.50 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

SUBMERSIBLE PUMP ทำงาน 4 ตัวตลอดเวลา

SUBMERSIBLE MIXER ทำงาน 2 ตัวตลอดเวลา

SUBMERSIBLE AERATOR ทำงาน 2 ตัวตลอดเวลา

เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย กำหนดให้ใช้พนักงานที่มีอยู่เดิม

ตารางที่ 5.4-4 การประเมินค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ทางเลือกที่ 2

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	จำนวน กิโลวัตต์/หน่วย	รวมจำนวน กิโลวัตต์	ชั่วโมง การทำงาน	ราคารวม (บาท/เดือน)	ราคารวม (บาท/ปี)
1.	เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Pump)	2	2.2	4.40	24	7,920	95,040
2.	เครื่องเติมอากาศ (Submersible Aerator)	5	2.2	11.00	24	19,800	237,600
3.	เครื่องสูบน้ำตะกอน (Submersible Pump)	1	2.2	2.20	24	3,960	47,520
4.	ไฟฟ้าแสงสว่าง	1	0.5	0.50	24	900	10,800
รวมทั้งสิ้น						**32,580**	**390,960**

หมายเหตุ : ค่าไฟฟ้า 2.50 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

SUBMERSIBLE PUMP ทำงาน 3 ตัวตลอดเวลา

SUBMERSIBLE AERATOR ทำงาน 5 ตัวตลอดเวลา

เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย กำหนดให้ใช้พนักงานที่มีอยู่เดิม

ตารางที่ 5.4-5 สรุปค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

	ระบบบำบัดน้ำเสีย	
	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2
ค่าก่อสร้าง	3,294,500	3,679,500
ค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินระบบ	390,960	390,960