

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองในพื้นที่ (field experimental research) โดยก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียขนาดต้นแบบ (pilot scale) ซึ่งประกอบด้วยถังเกรอะ (septic tank) ถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) ถังตกตะกอน (sedimented tank) และถังทรายกรอง (sand filter) โดยเริ่มต้นจากการรับ Black water septic tank จากถังเกรอะเดิมของบ้านซึ่งมีปริมาตร = 1.36 m^3 แล้วปล่อยให้ไหลไปรวมกับ Grey Water (ภาพที่ 5) ที่เกิดจากพฤติกรรมการใช้ น้ำ การถ่ายอุจจาระ ปัสสาวะ เข้าสู่ระบบจะเป็นไปตามสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

เก็บตัวอย่าง Effluent ที่ล้นออกมาตามจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด ดังภาพที่ 7 วัดค่า COD, SS สัปดาห์ละ 3 ครั้ง BOD, Total Coliform Bacteria สัปดาห์ละ 1 ครั้ง พร้อมทั้งวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อุณหภูมิของน้ำทั้งจุดต่าง ๆ และ อุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำใช้ ตามวันที่เก็บตัวอย่างทุกครั้ง

3.2 พื้นที่ทำการวิจัย

บริเวณที่สร้างระบบบำบัดน้ำเสียขนาดต้นแบบ อยู่ในบริเวณบ้านพักอาจารย์ เลขที่ 90/1 วิทยาลัยการสาธารณสุขภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

3.3 สถานที่ตรวจวิเคราะห์

- ค่า COD, BOD, SS, Total Coliform Bacteria และ pH วิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น

- ค่าอุณหภูมิ ตรวจวิเคราะห์ ณ สถานที่ทำการวิจัยบ้านพักอาจารย์ เลขที่ 90/1 วิทยาลัยการสาธารณสุขภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อ. เมือง จ. ขอนแก่น

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) ถังเกรอะ (Septic Tank)

สร้างถังเกรอะโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมด 1 สัปดาห์ ได้ค่าเฉลี่ย ต่อวันเท่ากับ 887 ลิตร (ภาคผนวก ตาราง ก.9) ระยะเวลาพักตัวของน้ำเท่ากับ 2 วัน ซึ่งใช้เกณฑ์ที่พิชิต (2531) ได้แนะนำว่าถังเกรอะควรมีระยะเวลาใช้เก็บของเหลว (hydraulic retention time) ประมาณ

1 - 3 วัน ปริมาตรของถังมีขนาดเท่ากับ 1.81 m^3 โดยการใช้วงขอบซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร สูง 0.50 เมตร จำนวน 4 วงขอบได้ความลึกเท่ากับ 2.0 เมตร Hydraulic loading rate คิดจากข้อมูลปริมาณการสำรวจน้ำ 1 สัปดาห์ภาคผนวกตาราง ก.10 อยู่ในช่วง $0.50 - 1.10 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{วัน}$ ต่อกับถังเก็บน้ำตัวอย่างโดยใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ที่ระดับต่ำจากปากถัง 0.4 เมตร ซึ่งจะทำให้มีเนื้อที่ช่องว่างของอากาศเหนือ ของเหลว = 0.45 m^3 เชื่อมรอยต่อต่าง ๆ ไม่ให้น้ำ หรือของเหลวผ่านเข้าออกได้ ด้านบนของถังมีฝาปิดซึ่งมีช่อง manhole ขนาด 0.4×0.4 เมตร และเจาะรูติดตั้งท่อระบายอากาศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 0.5 เมตร ที่ปลายท่อระบายอากาศติดตั้งสามทาง ที่ระดับ 0.50 เมตร จากกันถึงเกราะ เจาะช่องเพื่อวางท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว เพื่อเชื่อมกับถังกรองไ้อากาศ บริเวณกึ่งกลางของท่อเชื่อมต่อกับท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ต่อขึ้นมาที่ระดับพื้นดิน ปลายท่อมีจุกปิด-เปิดสำหรับเก็บ น้ำตัวอย่างที่ไหลออกจากถังเกราะ ภาพที่ 6

2. ถังกรองไ้อากาศ (Anaerobic Filter)

เป็นถังคอนกรีตทรงกระบอก สร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.5 เมตร จำนวน 3 วงขอบ วางซ้อนกันแล้วเชื่อมรอยต่อต่าง ๆ ไม่ให้น้ำหรือของเหลวซึมผ่านได้ มีปริมาตรในการเก็บกักน้ำเสียเท่ากับ 0.86 m^3 Hydraulic loading rate ของถังอยู่ในช่วง $0.91-1.53 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{วัน}$ ที่บริเวณก้นถังจะเจาะช่องเพื่อรับท่อ PVC 4 นิ้วที่ต่อจากถังเกราะ โดยให้ท่อ PVC ยื่นเข้าไป ทางด้านล่างของก้นถังที่ปลายท่อเจาะรูเป็นระยะเพื่อให้ น้ำไหลเข้าสู่ถังในลักษณะล่างขึ้นสับสน (up flow) ด้านบนของถังมีฝาปิด มีช่อง man hole ขนาด 0.4×0.4 เมตร เจาะรูติดตั้งท่อระบายอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 0.5 เมตร

บริเวณชั้นสารกรอง (filter media) ใช้ยางนอกรั้วยานยนต์ที่ใช้แล้วตัดขนาด ความกว้าง ความยาว และความหนาเฉลี่ย 0.15 ,0.22 และ 0.04 เมตรตามลำดับ จำนวน 592 ชิ้น (1 วงล้อตัดแบ่ง 8 ส่วนเท่า ๆ กัน) น้ำหนักชิ้น เท่ากับ 0.20 กิโลกรัม/ชิ้น ปริมาตรตัวกรองทั้งหมด เท่ากับ 0.14 m^3 ความสูงของชั้นตัวกรอง 1.00 เมตร โดยได้จากการศึกษาของ วัชร (2529) ว่าความสูงของชั้นตัวกรองที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 1.0 - 1.8 ม. มีปริมาตรช่องว่างของถังกรอง (effective volume) เท่ากับ 644 ลิตร ช่องว่างตัวกรอง (void space) เท่ากับ ร้อยละ 82.05 พื้นที่ผิวรวมของตัวกรอง (total surface area) เท่ากับ 4 m^2 เฉลี่ย $671 \text{ ซม}^2 / \text{ชิ้น}$ อัตราส่วนพื้นที่ผิว/ปริมาตรตัวกรอง เท่ากับ $28 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ที่ระยะ 0.3 เมตร จากด้านบนเจาะช่องใส่ท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว เพื่อเชื่อมต่อกับถังตกตะกอน (ภาพที่ 6)

3. ถังตกตะกอน (sedimented tank)

เป็นถังคอนกรีตทรงกระบอก วัตถุประสงค์ในการสร้างขึ้นเพื่อลดตะกอนในน้ำทิ้งของถังกรองไ้อากาศก่อนที่จะไหลเข้าสู่ถังทรายกรองช่วยเพิ่มระยะการกรองของทรายมากขึ้น โดยใช้วงขอบซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.50 เมตร จำนวน 2 วงขอบ วางซ้อนกันแล้วเชื่อมรอยต่อให้สนิท ป้องกันน้ำไหลเข้า-ออกได้ Hydraulic loading rate อยู่ในช่วง $0.91 - 1.53 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{วัน}$ มีปริมาตรในการเก็บ

น้ำ 416 ลิตร อัตราการไหลล้น (over flow rate) เฉลี่ย 1.13 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{วัน}$ ซึ่ง Tchobanoglous and Burton, 1991) ได้แนะนำว่าอัตราการไหลล้นของถังตกตะกอนชั้นแรกควรมีค่าอยู่ในช่วง 32 - 48 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{วัน}$ หรือต่ำกว่าบริเวณด้านบนที่ระยะ 0.35 เมตร เจาะช่องเพื่อรับน้ำจากถังกรองไร้อากาศ โดยให้ท่อ PVC สอดเข้ามาด้านในถึงที่ปลายท่อจะใส่ท่อตัว T ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ลึก 0.40 เมตร เพื่อป้องกันการไหลล้นดวงจร ด้านบนของถังมีฝาปิดเจาะช่องขนาด 0.4 x 0.4 เมตร เปิดเพื่อให้อากาศสามารถถ่ายเทได้ บริเวณน้ำออกเจาะช่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ที่ระดับ 0.47 เมตร จากด้านบนของถัง ใช้ท่อ PVC ต่อเพื่อเชื่อมกับถังทรายกรองที่ระหว่างกลางต่อสามทาง 1x1x1 นิ้ว มีปลั๊กอุดเกลียวไว้ปิด-เปิด เพื่อเก็บน้ำตัวอย่าง (ภาพที่ 6)

4. ถังทรายกรอง (sand filter)

เป็นถังคอนกรีตทรงกระบอก สร้างโดยใช้วงขอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.5 เมตร 3 วงขอบ วางซ้อนกันเชื่อมรอยต่อให้สนิท Hydraulic loading rate อยู่ในช่วง 0.91-1.53 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{วัน}$ บริเวณด้านล่างจากกันถึง 0.10 เมตร วางแผ่นคอนกรีตเจาะรูเพื่อให้ น้ำไหลผ่านได้ และรองรับชั้นสารกรองซึ่งมีความหนา 0.6 เมตร ประกอบด้วยทรายหยาบไม่คัดขนาด ได้มาจากการร่อนทรายกับมุ้งไนล่อน ขนาด 0.1 x 0.1 เซนติเมตร เพื่อแยกกรวดขนาดเล็กออก ทรายหยาบวางอยู่ชั้นบนสุด มีความหนา 0.3 เมตร การเลือกใช้ความหนาของชั้นทรายมีที่มาจากข้อเท็จจริงที่ว่า การสูญเสียเสดส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ระยะ 7.5 ซม. ลึกจากผิวทราย แต่ความลึก 7.5 ซม. ไม่เพียงพอที่จะใช้ในการกรอง เนื่องจากความหนาของชั้นทรายกรองเป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดโอกาสล้มเหลว ระหว่างสารแขวนลอยและสารกรอง (มันสิน, 2527) ดังนั้นจึงเลือกใช้ความสูงที่มากกว่า ส่วนชั้นที่สองเป็นหินเกล็ด 1/2 นิ้ว หนา 0.1 เมตร ชั้นที่สามเป็นหิน 3/4 นิ้ว หนา 0.1 เมตร และชั้นล่างสุดเป็นหิน 1 นิ้ว หนา 0.1 เมตร บริเวณกันถึงเจาะช่องขนาด 3/4 นิ้ว เพื่อใส่ท่อ PVC สำหรับให้ effluent ไหลออก ใช้ช่อง 3/4 นิ้ว ต่อกับท่อ PVC ให้สูงขึ้นมาจากระดับล่าง เพื่อให้ปลายท่อน้ำทิ้งสูงกว่าระดับทราย 0.10 เมตร ทำให้น้ำทรายมีน้ำซึ่งอยู่ตลอดเวลาป้องกันหน้าทรายแห้ง และน้ำที่เข้ามาสามารถกระจายได้สม่ำเสมอ (ภาพที่ 6)

การคำนวณตัวเลขในรายละเอียดของถังกรอง ถังกรองไร้อากาศ ถังตกตะกอน และ ถังทรายกรองดังกล่าวแสดงไว้ในภาคผนวก ค

3.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

- 1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ พร้อมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างในพื้นที่จริง
- 2) ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ โดยใช้ตัวเลขปริมาณน้ำใช้ เฉลี่ย / วัน (average daily consumption) ซึ่งได้มาจากสำรวจปริมาณการใช้น้ำของบ้านพักที่ทำการวิจัยก่อน 1 สัปดาห์เป็นเกณฑ์ในการออกแบบเพื่อก่อสร้างดังย่อยต่างๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ

3) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบในบริเวณบ้านพักที่ทำการวิจัย ภายในบริเวณวิทยาลัยการสาธารณสุขภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ดังรายละเอียดที่อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.4 จากนั้นปล่อยน้ำประปาเข้าไปให้ระบบบำบัดน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ปูนซีเมนต์ที่เชื่อมรอยต่อแข็งแรงดี และตรวจดูบริเวณรั้วซึม

4) ต่อท่อรับน้ำ Grey water และต่อท่อรับ Black water septic tank ให้ไหลรวมกันในถังเก็บน้ำตัวอย่างที่มีปริมาตร 0.5 m^3 แล้วต่อท่อน้ำทิ้งจากถังเก็บน้ำตัวอย่างให้ไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ (ภาพที่ 5) เพื่อเพาะเลี้ยงแบคทีเรียในถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศ เป็น ระยะเวลา 3 เดือน

5) สํารวจเพื่อกำหนดช่วงเวลาในการเก็บน้ำตัวอย่าง (influent) โดยการเก็บน้ำจากถังเก็บตัวอย่าง จุดที่ 2 (รูปที่ 10) หาความสกปรกในรูป COD ที่สูงสุดระหว่างเวลา 13.00 น. และ 21.00 น. เพื่อกำหนดเป็นระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ภาคผนวกตาราง ก.9)

6) ทำการเก็บ Effluent ที่ล้นออกมาตามจุดเก็บน้ำตัวอย่างทั้ง 6 จุด (ภาพที่ 7) ตามระยะเวลา ที่ได้จากข้อ 5 พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิของ Effluent ที่ล้นออกมาทั้ง 6 จุด และวัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบฯ

7) นำน้ำตัวอย่างไปตรวจหา BOD, COD, SS, pH และ Total Coliform Bacteria ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมตามระยะเวลาที่กำหนดเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

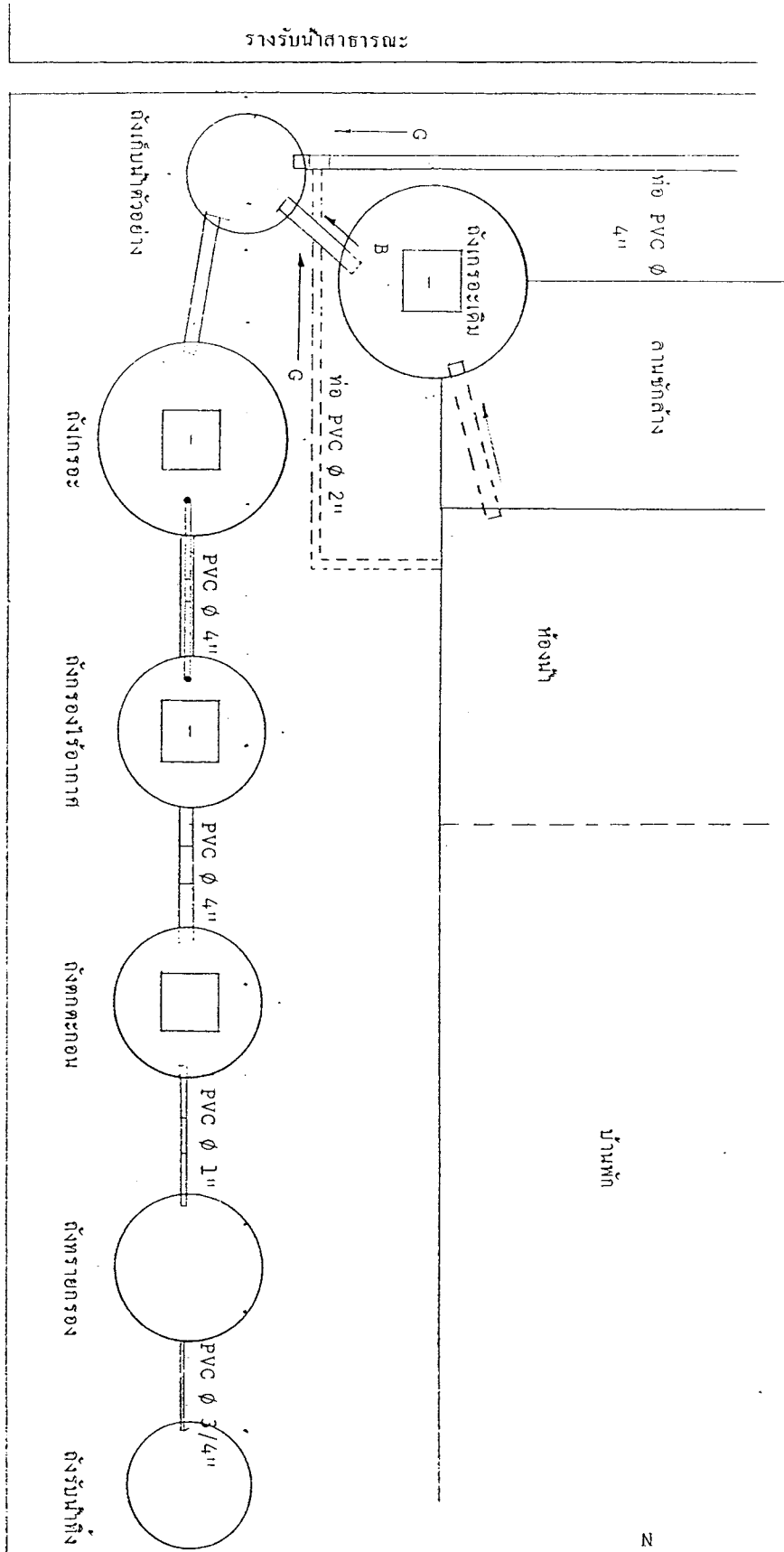
8) รวบรวม วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลต่อไปหลังจากที่ได้ตรวจ BOD และ Total Coliform Bacteria สัปดาห์ละ 1 ครั้ง 8 สัปดาห์ COD, SS, และ pH ครบ 24 ครั้งใน 8 สัปดาห์แล้ว

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้วัดแนวโน้มการเข้าสู่ส่วนกลางและการกระจายของพารามิเตอร์ pH, อุณหภูมิ น้ำเสีย, BOD, COD, suspended solids (SS) และ Total coliform bacteria ของน้ำตัวอย่างทั้ง 6 จุด โดยใช้

- ร้อยละ
- ค่าเฉลี่ยแบบเลขคณิต
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย BOD, COD, SS และ Total Coliform Bacteria จากน้ำที่จุด 2 (influent) และจุด 6 (effluent) โดยใช้ค่าการทดสอบค่า t ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มที่เป็น อิสระต่อกัน (t-test independent samples)
- การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ Total Coliform Bacteria จากน้ำที่จุด 5 และจุด 6 ซึ่งเป็นน้ำเข้า-ออกของถังทรายกรองโดยใช้ t - test independent samples

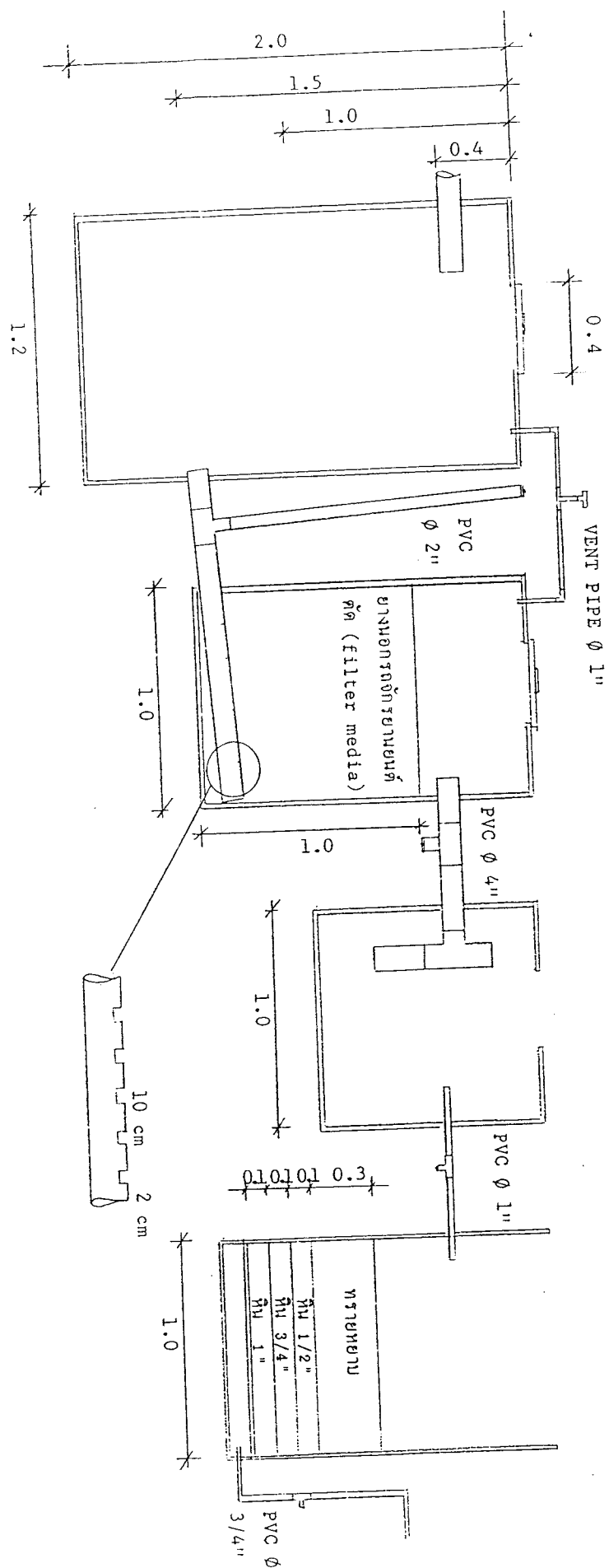
- ค่าเฉลี่ย BOD, COD, SS และ Total Coliform Bacteria ที่ผ่านจุดเก็บน้ำตัวอย่างทั้ง 6 จุด นำเสนอโดยกราฟเส้น เพื่อศึกษาแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์หลังจากที่ผ่านการบำบัดของถึงย่อยภายในระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ



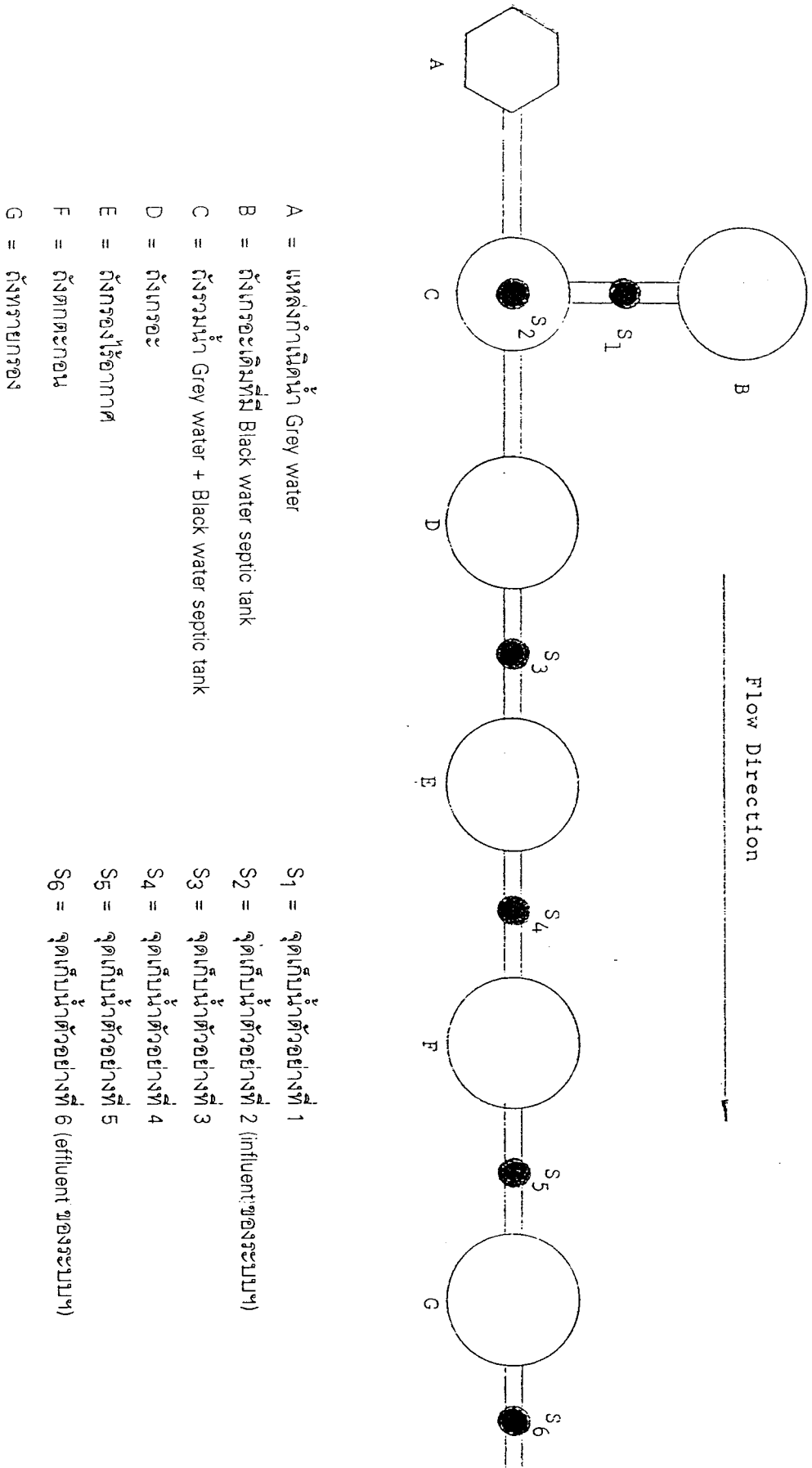
ร่างรับน้ำสาธารณะ

G = Grey water
B = Black water septic tank

ภาพที่ 5 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดที่ติดตั้งในบริเวณที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 6 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบ



ภาพที่ 7 แสดงจุดเก็บน้ำตัวอย่าง 6 จุด